

# КОТЕЛЬНЫЕ

## и МИНИ-ТЭЦ



### Котельные

Пять шагов  
реконструкции  
ЖКХ  
14

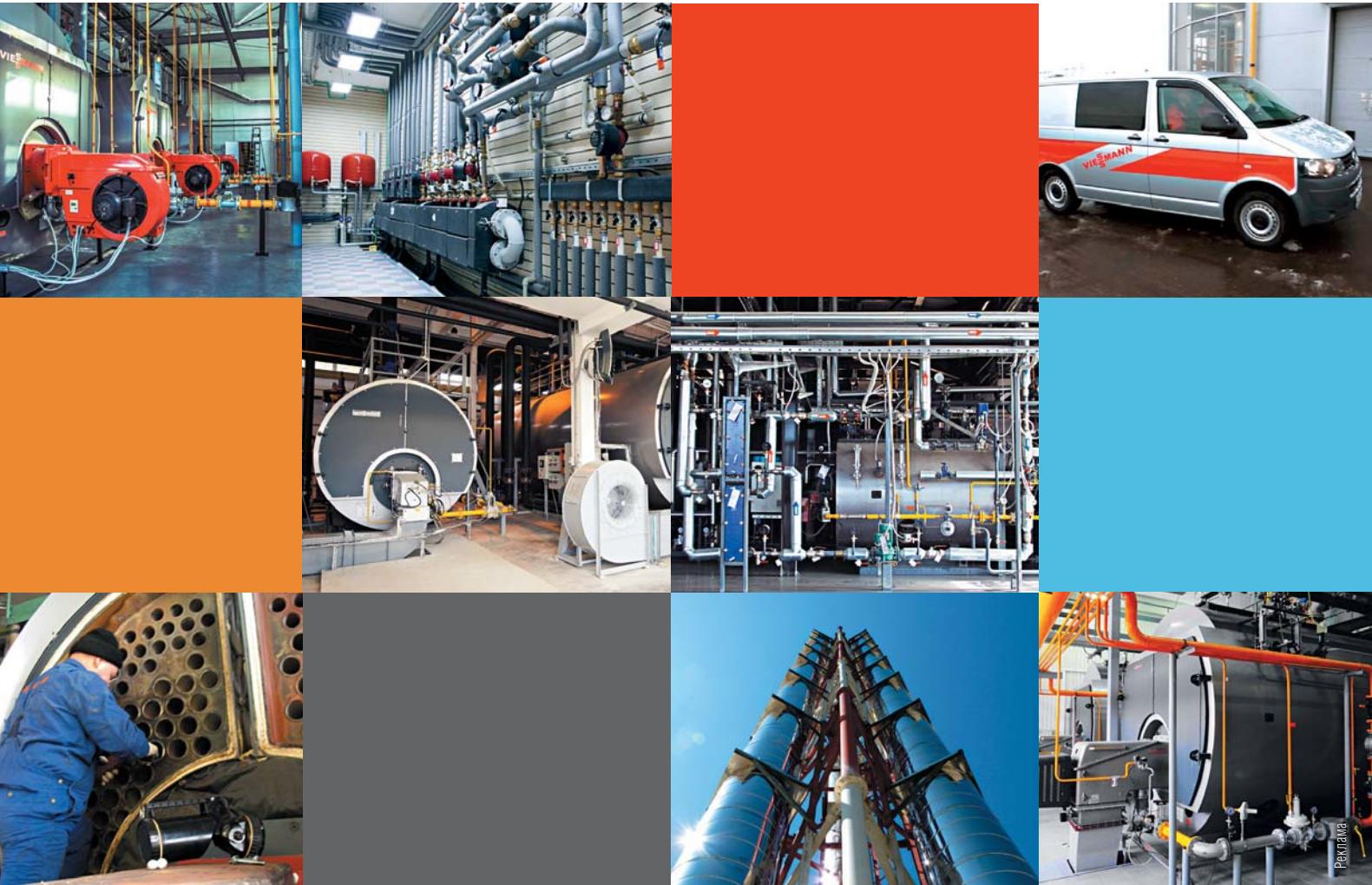
### Обзор рынка

Паровые  
и водогрейные  
котлы-утилизаторы  
34

### Когенерация

Мини-ТЭЦ: требования  
к проектам,  
уникальный опыт  
40, 44

# ПРОМЫШЛЕННЫЙ СЕРВИС "НА ВСЕХ ПАРАХ"



## Концептуальные преимущества:

- Профессиональная команда, допуск СРО на выполняемые работы
- Обеспечение стандартных и расширенных гарантийных обязательств компании
- Техническое сопровождение оборудования на всех стадиях его жизненного цикла
- Сотрудничество с сервисными партнерами
- Оказание сервисных услуг
- Охват всей территории Российской Федерации, плотное покрытие и оперативность
- Наличие собственного склада запчастей
- Телефонная доступность 24 часа в сутки, 365 дней в году
- Двухдневный выезд на первичный запуск котлов, проверка корректности монтажа, пробный запуск
- Конфигурация, настройка и обучение по свободно программируемых шкафов управления
- Выдача заключений и рекомендаций, экспертная оценка

Отдел продаж промышленного оборудования  
ООО "Виссманн"  
129337, г. Москва · Ярославское шоссе, 42  
Тел.: +7 495 6632111 · факс: +7 495 6632112  
[www.viessmann.ru](http://www.viessmann.ru) · [www.viessmannruss.com](http://www.viessmannruss.com)

**VIESSMANN**

climate of innovation

## Уважаемые коллеги, читатели, друзья!

Завершился 2015 г. Год интересный, насыщенный, сложный.

Для компании «Еремиас Рус» он ознаменовался интенсивным развитием. Рынок серьезно изменился и требует большой внутренней работы. Идея импортозамещения стала одним из основных трендов, и в этом смысле нам есть чем гордиться. Сейчас мы можем смело сказать, что «Еремиас Рус» в полной мере является российским производителем дымоходных систем. Степень локализации нашего российского производства в 2015 г. достигла 95 %. И нашей целью в 2016 г. является полная производственная независимость от наших европейских коллег.

В сложившихся условиях особенно важно находиться в тесном взаимодействии с нашими партнерами, реагировать на их потребности быстро и эффективно. Для этого мы внедрили механизм анализа индекса удовлетворенности партнеров, который позволяет в текущем режиме анализировать наши недостатки и вносить корректизы в работу.

Многие наши партнеры в 2015 г. ощутили стесненные условия на рынке и были вынуждены решать сложные задачи с помощью ограниченных ресурсов. Мы и в этом не отстаем. За первое полугодие была проведена большая работа по оптимизации нашего ассортимента и цен, предложены бюджетные варианты, которые помогли нашим партнерам получить интересные проекты.

Вместе с тем мы не забываем о том, что в нашей родословной есть европейские гены, и качество выпускаемой продукции всегда было основным критерием в нашей работе. Предлагая компромиссные по стоимости варианты, мы всегда подкрепляем их понятными и достаточными для заказчиков условиями по гарантии и качеству. Отличная техническая поддержка и сервис – наш фокус в новом году.

Мы с радостью и интересом вступаем в новый 2016 г. и желаем всем нашим партнерам, коллегам и друзьям новых интересных впечатлений от работы и качественного развития.

Дорогу осилит идущий.

Удачи вам в новом году!

**Андрей Ключников,  
генеральный директор ООО «Еремиас Рус»**



16+

Фото на 1-й обложке:  
каскадная котельная Navien  
[www.navien.ru](http://www.navien.ru)

# Содержание

## НОВОСТИ

4-9, 43, 53

## КОТЕЛЬНЫЕ

10 Комбинированная выработка пара

и горячей воды

## 14 Пять шагов реконструкции ЖКХ

16 Применение горелок ГРУ  
на одногорелочных и многогорелочных  
промышленных котлах.

Экологическая и энергетическая  
эффективность использования

21 Каскадные котельные Navien

## ПРОИЗВОДИТЕЛИ РЕКОМЕНДУЮТ

22 Автоматические котлы пульсирующего  
горения

24 Что хочет потребитель?

26 Котлы на диатермическом масле I.VAR  
Industry – эффективная альтернатива  
промышленным парогенераторам

28 Альтернативные источники энергии –  
экологическое будущее планеты

30 Настройка топливосжигающего  
оборудования и контроль выбросов  
дымовых газов после котлов-utiлизаторов

32 «Кельвион» – новое имя «ГЕА  
Машимпэкс» и GEA Heat Exchangers

33 Экономайзер – решение  
для существенной экономии

## ОБЗОР РЫНКА

## 34 Паровые и водогрейные котлы-utiлизаторы

## ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ И КОГЕНЕРАЦИЯ

40 Требования к проектам мини-ТЭЦ  
для возможности параллельной работы  
с внешней сетью

44 Опыт проектирования  
и строительства мини-ТЭЦ. Утилизаторы  
тепла газопоршневых установок.  
Описание, конструкции,  
производители

## РЕПОРТАЖ С ОБЪЕКТА

50 «Центральная» и «Океанариум» –  
высокотехнологичные мини-ТЭЦ  
на о. Русском во Владивостоке

## ВОДОПОДГОТОВКА

54 Особенности оборудования  
химводоподготовки  
для паровых котлов  
57 Поликарбоксилаты  
в водоподготовке

## ОФИЦИАЛЬНЫЕ СТРАНИЦЫ

60 Актуальные вопросы  
импортозамещения в теплоснабжении  
и энергетике России



ООО «Издательский Центр  
«Аква-Терм»  
Директор  
Лариса Шкарубо  
[magazine@aqua-therm.ru](mailto:magazine@aqua-therm.ru)

Главный редактор  
Юлия Ледяева  
[rgrom@aqua-therm.ru](mailto:rgrom@aqua-therm.ru)

Служба рекламы и маркетинга:  
Елена Нефедова  
[sales@aqua-therm.ru](mailto:sales@aqua-therm.ru)  
Тел.: (495) 751-67-76, 751-39-66

Служба подписки  
Инна Свешникова  
[market@aqua-therm.ru](mailto:market@aqua-therm.ru)

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

ведущий научный  
сотрудник ВТИ  
В.В. Чернышев, зам.начальника  
Управления государственного  
строительного надзора  
Федеральной службы  
по экологическому,  
технологическому  
и атомному надзору

Я.Е. Резник,  
научный консультант

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

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

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

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



Официальный представитель итальянских котлов в России



**Котлы I.VAR Industry –  
на диатермическом масле –  
эффективная альтернатива  
промышленным  
парогенераторам**



ООО «ИВАР промышленные системы» –  
официальный представитель  
I.VAR industry S.r.l. в России.  
125130, г. Москва, ул. Клары Цеткин, д. 33/35.  
Тел.: (495) 602-00-63,  
e-mail: [info@ivar-industry.ru](mailto:info@ivar-industry.ru)  
[www.ivar-industry.ru](http://www.ivar-industry.ru)

## Новый компактный теплообменник для сред с крупными частицами



Новый разборный теплообменник WideGap100 компании «Альфа Лаваль» сочетает высокую стойкость к засорению и загрязнению с высокой эффективностью теплопередачи и компактным размером. Это самый малогабаритный из представленных на рынке пластинчатых теплообменников, специально предназначенный для работы со средами, содержащими крупные твердые частицы или волокна. Благодаря большому расстоянию между пластинами и высокой турбулентности потока, WideGap значительно меньше подвержены засорению, чем рыночные аналоги.

Широкие каналы позволяют загрязненным жидкостям свободно проходить через теплообменник, не засоряя его.

Шевронный рисунок профилированных пластин способству-

ет созданию сильной турбулентности, что еще больше приводит к уменьшению загрязнения и повышает теплопередачу. Новый теплообменник предназначен для решения задач с малыми расходами сред, диаметр соединительных отверстий составляет 100 мм. В модели реализована противоточная схема прохода сред, позволяющая ей работать в режиме пересекающихся температур, а высокая степень турбулентности обеспечивает малую разность температур. Это способствует высокой эффективности решения любых задач нагрева, охлаждения и рекуперации тепла. Конструкция прокладок обеспечивает длительное время бесперебойную работу и удобство технического обслуживания.

В теплообменнике используются прокладки ClipGrip компании «Альфа Лаваль», которые позволяют выполнить быструю сборку без клея благодаря патентованной системе крепления. Конструкция прокладок ClipGrip обеспечивает надежное крепление к пластинам, это предотвращает смещение прокладок, а также исключает перекос и течи пакета пластин. Все это существенно сокращает потребность в запчастях и время замены.

## Трехходовые жаротрубные водогрейные котлы TNOX

Компания ICI Caldaie S.p.A. представляет высокотехнологичное решение – трехходовые жаротрубные водогрейные котлы TNOX, оснащенные экономайзерами конденсационного типа BAX.

Значительный объем камеры сгорания дает возможность существенно сократить концентрацию NOx в уходящих дымовых газах. Повышение КПД котла (до 99 %), а также снижение температуры уходящих дымовых газов (до 60 °C) достигается с помощью конденсационного экономайзера BAX, выполненного из нержавеющей стали AISI 316 Ti.

Трехходовая конструкция отвода продуктов сгорания обеспечивает высокий срок службы котла (не менее 20-ти лет) и удовлетворяет самым строгим нормативам по защите окружающей среды.

Применение гофрированной топки позволяет увеличить поверхность теплообмена, повышает механическую прочность конструкции и КПД котла. Большой водяной объем делает данный котел

универсальным для решения разнообразных отопительных задач.

Применение котла оптимально в отоплении тепличных хозяйств и позволяет одновременно решать задачу подкормки растений CO<sub>2</sub>.



## Мобильный тепловой пункт экономит энергию и время



Специалисты компании «ЭйСиВи Рус» создали уникальный мобильный тепловой пункт для строительных площадок, в котором установлено два котла Heat Master со встроенными бойлерами из нержавеющей стали HeatMaster бельгийской компании ACV (бойлеры с запатентованной технологией «бак в баке»). Решение способствует своевременной сдаче объектов, обеспечивает существенную экономию средств. Например, в мобильном тепловом пункте могут быть установлены два котла HeatMaster 201 общей мощностью 420 кВт. Каждый агрегат оснащен встроенным четырехсотлитровым бойлером с высокой скоростью нагрева воды. Так, за 60 мин мобильный тепловой пункт готовит 12,2 т воды температурой 40 °C. КПД котлов составляет 91 %, что обеспечивает значительную экономию энергии.

Мобильный тепловой пункт может не только готовить воду для растворов, но и обеспечивать теплом и горячей водой строителей. Работать котлы модели HeatMaster 201 способны как от магистрали с природным газом, так и на сжиженной пропан-бутановой смеси.

## Конденсационные котлы Buderus Logamax Plus GB162

Компания «Бош Термотехника» выводит на рынок обновленную линейку газовых конденсационных котлов Buderus Logamax Plus GB162 мощностью 70, 85 и 100 кВт, содержащих ряд нововведений.

При использовании котлов в каскаде благодаря обратному клапану дымовых газов на каждом из них возможна эксплуатация с избыточным давлением в дымовых трубах. Нововведение позволяет применять дымовые элементы системы меньшего диаметра, упростить их установку.

Энергоэффективная насосная группа дает возможность получить улучшенные характеристики гидравлического сопротивления. При монтаже котла не требуется установка гидравлического стабилизатора. Насосная группа разработана специально для котлов данной модели и включает энергосберегающий насос WILO Stratos Para 1-8 большого диаметра (Ду32), обеспечивающий значительный напор. Высота насоса составляет 180 мм.

Отсутствие навесной двери облегчает монтаж, вместо нее используется полноъемная передняя панель.

Газовый клапан и трубка Вентури разделены. Это позволя-

ет минимизировать вероятность ошибки во время сервисных работ. Облегчается обслуживание и замена отдельных элементов. Улучшенный сифон для отвода конденсата и теплоизоляция котла.

Новая версия системы управления UBA делает работу котла более стабильной с помощью различных регуляторов и модулей. Габариты модели – 980x520x465 мм, вес – 70 кг.



## Новая 3D-библиотека сэкономит время

Используя новую 3D-библиотеку РАЦИОНАЛ, можно сэкономить до 90 % времени при проектировании котельных. Библиотека включает модели новой продукции – узлов котельного оборудования R 1-8 и систем котельного оборудования RAZ. 3D-библиотека РАЦИОНАЛ – это быстрый подбор узлов R 1-8 и конфигурирование систем RAZ под конкретные требования; передача моделей и видов узлов R 1-8 во множество CAD-форматов; оперативное создание тепловой схемы котельной установки; получение спецификации основного оборудования в одно касание.

На сегодняшний день более 1200 компаний ознакомились с преимуществами и начали применять 3D-библиотеку РАЦИОНАЛ. Программа подбирает серийные узлы котельного оборудования и одновременно дает возможность получить цены подобранный конфигурации системы RAZ.

«Быстро и качественно» – так оценили проектировщики новую библиотеку. Диск можно запросить на сайте компании.



## Эффективная вентиляция в компактном корпусе

Линейка воздухообрабатывающих агрегатов TOPVEX от компании Systemair пополнилась новой серией приточно-вытяжных агрегатов TOPVEX FC в тонком корпусе, предназначенных для установки в подпотолочном пространстве. Вентиляционные агрегаты TOPVEX FC, высота корпуса которых составляет в зависимости от модели от 350 до 500 мм, обеспечивают расход воздуха от 250 до 2500 м<sup>3</sup>/ч и решают сразу две задачи: экономят полезную площадь и минимизируют расход энергии на вентиляцию и отопление.

Агрегаты оснащены сдвоенным противоточным рекуператором, эффективность работы которого превышает 80 % при номинальном расходе воздуха; вентиляторами с ЕС-двигателями, которые потребляют на 50 % меньше энергии, чем асинхронные моторы, отличаются низким уровнем шума и надежностью. На базе агрегата можно создать вентиляционную систему как с постоянным (CAV), так и с переменным (VAV) расходом воздуха. Нужно отметить долговечность корпуса новых агрегатов, автоматическую защиту от обмерзания, простой монтаж, легкую эксплуатацию. Заявленные заводом-изготовителем характеристики энергоэффективности подтверждены сертификатом EUROVENT.



## Модульная дымоходная система Flammen



Новинка от компании Rosinox позволяет легко и безопасно устраивать дымоходные шахты внутри дома, предназначена для отопительных котлов, печей и каминов, работающих на твердом и жидким топливе в режиме разрежения.

В качестве основного элемента модульной системы Flammen используется утепленная труба системы ТЕРМО, которая в зависимости от вида топлива изготавливается из кислотостойкой либо жаропрочной стали с внутренней трубой.

Внешняя оболочка модульной системы производится из негорючих панелей, изготовленных из силиката кальция толщиной 40 или 60 мм (Германия). Силикат кальция – материал, обладающий превосходными характеристиками. При плотности 250 кг/м<sup>3</sup> и пористости 90 % коэффициент его теплопроводности равен 0,09 Вт/мК. Негорючность панелей подтверждена российским сертификатом СДС-ПБ 73.В.00474. Панели изготовлены из извести и кварцевого песка, не содержат отдельных волокон и экологически безопасны, что подтверждено сертификатом EDP-CSP-2013111-D, выданном в Германии.

Несомненным достоинством системы Flammen является небольшой вес, не требующий устройства несущих фундаментов. Смонтированная система образует вентиляционные каналы в углах, что создает отвод горячего воздуха от наружной трубы, и внешняя поверхность модульной системы не нагревается. Это напрямую влияет на безопасность эксплуатации дымохода.

## В подмосковном Одинцово запускают котельную на биотопливе

Уникальная котельная будет введена в строй в ближайшее время в пос. Голицыно Одинцовского района Подмосковья. Это второй подобный проект в регионе (первый – в д. Грибцово Рузского района). Блочная котельная, работающая на местном биотопливе – древесных пеллетах, построена за счет муниципальных средств. Сырьем для производства гранул могут быть торф, некачественная древесина и древесные отходы: кора, опилки, щепа и другие отходы лесозаготовки, а также отходы кукурузы, крупуяного производства, соломка, лузга подсолнечника, куриный помет. Стоимость объекта – 4,6 млн рублей. Котельная должна обеспечить надежное и экономное теплоснабжение школы-интерната и многоквартирных домов.

## Новая серия контроллеров Modicon M171



Компания Schneider Electric объявила о выпуске новой серии контроллеров Modicon M171, дополнившей ассортимент настраиваемых контроллеров для автоматизации систем отопления, вентиляции, кондиционирования и насосной техники, предназначенных как для промышленного использования, так и для систем автоматизации зданий. Контроллеры Modicon M171 представлены в двух сериях: Performance и Optimized.

Modicon M171 Performance предназначены для систем с высокими требованиями, например, для систем вентиляции и кондиционирования, насосных систем, тепло- и холодоснабжения, водоснабжения и т. д. Контроллеры Modicon M171 Performance со встроенными ЖК-экранами могут устанавливаться на DIN-рейки или как настенные аппараты. Контроллеры в закрытом корпусе монтируются прямо в стену. Серия контроллеров M171 Optimized предназначена для более простых систем, в которых не требуются дорогостоящие дополнительные функциональные возможности и интеграция в систему автоматизации и диспетчеризации зданий. Контроллеры этого класса могут иметь встроенный дисплей и монтироваться как на DIN-рейки, так и в шкафах или панелях.

## Стоимость биогазовой установки – на 60 % ниже

Цена снизится на 60 % при постройке биогазовой установки силами отечественных предприятий. Разработчики НИИ биологии и биофизики Томского государственного университета (ТГУ) имеют российский патент на «способ получения биометана».

Биометан, который получают водородным или метановым брожением биомассы, полностью эквивалентен по составу природному газу и используется как топливо для газотурбинных электростанций и когенераторов. В Германии, например, насчитывается более пяти тысяч установок, производящих биогаз, в России же это направление только развивается.

Классическая технология выработки биогаза включает три стадии: сепарирование сырья до однородной массы (гидролиз), образование уксусной кислоты в безвоздушной среде (ацетолиз) и собственно метаногенез (бактерии, поедая уксусную кислоту, выделяют биогаз). Весь цикл до выхода биогаза из реактора длится до сорока дней. Томские ученые с помощью электроактивации увеличили скорость метаногенеза до трех раз, конверсия сырья при этом почти 100 %-ная, при том что в традиционной технологии десятая часть биомассы остается неперебродившей. Но главное – на выходе выделяется не биогаз, а биометан – готовый высококачественный чистый энергоноситель.

## Владимирская область развивает торфянную промышленность

Владимирская область может стать пилотным регионом по развитию торфяной промышленности в России. По словам директора департамента угольной и торфяной промышленности Министерства энергетики России Сергея Мочальникова, 33 регион имеет большой опыт по использованию торфа в качестве топлива для коммунальных нужд, по строительству котельных на торфяном топливе, наличию передовых предприятий по изготавлению современных твердотопливных котлов.

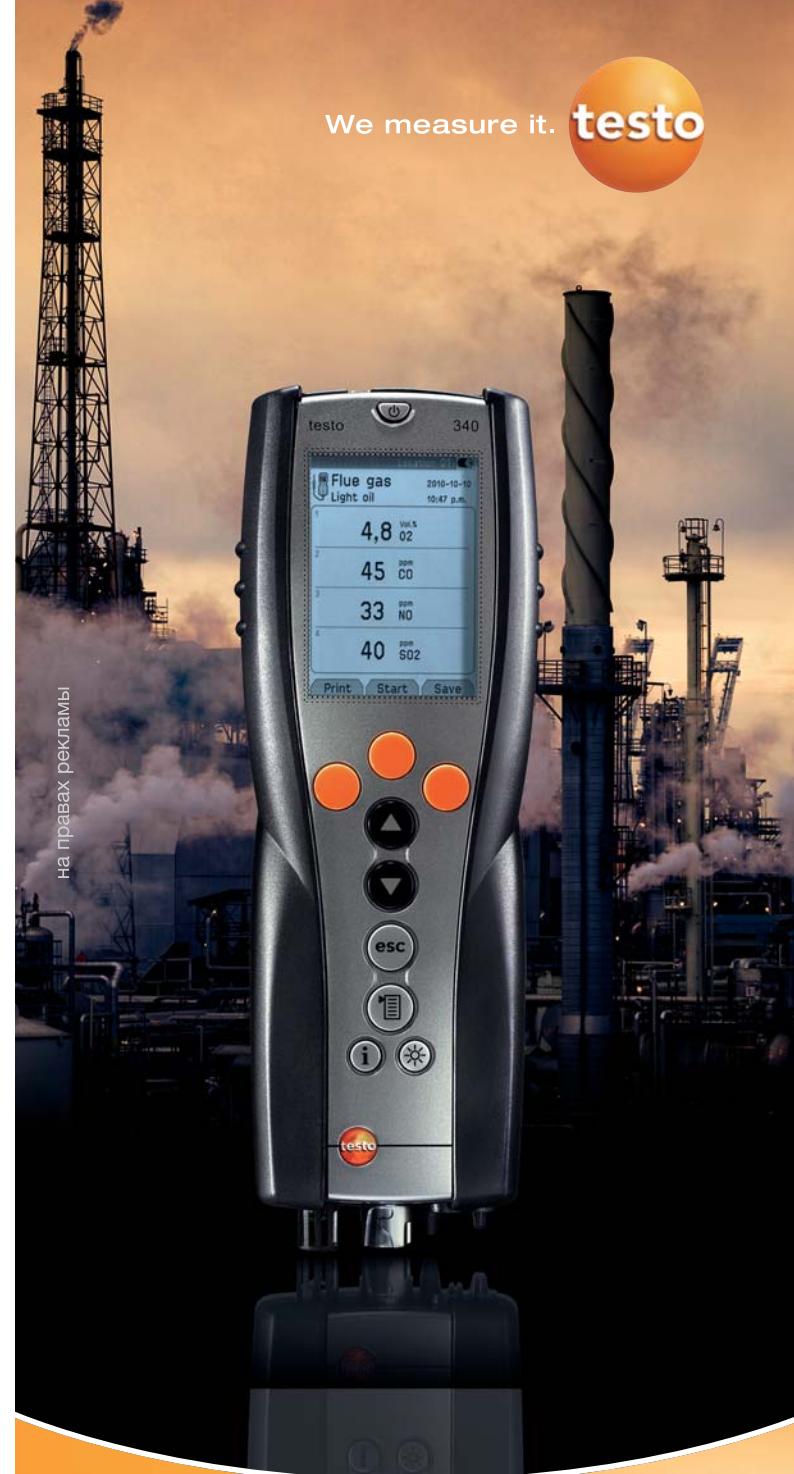
В настоящее время в области работают 17 котельных, применяющих торфяные виды топлива (в Гусь-Хрустальном, Камешковском, Меленковском, Селивановском и Судогодском районах). В д. Тургенево начала работать биотопливная котельная мощностью 3 МВт.

Основной сферой использования торфа в энергетических целях на региональном уровне является малая энергетика – сегмент энергетического хозяйства, включающий малые генерирующие установки и комплексы мощностью до 25 МВт, функционирующие на основе как традиционных видов топлива, так и возобновляемых источников энергии.

## Инвестиционный лифт – реальная помощь промышленникам

В Южно-Уральской торгово-промышленной палате (ТПП) прошла встреча вице-президента ТПП РФ Дмитрия Курочкина с представителями делового сообщества Челябинской области, посвященная возможностям привлечения инвестиций. Инвестиционные предложения оцениваются по экономической эффективности, технологичности, инновационности, социальной значимости и возможности тиражирования. Челябинская область – один из первых регионов, с которым было заключено трехстороннее соглашение о содействии развитию инвестиционной и инновационной деятельности. Уже утвержден ряд проектов, в числе которых строительство энергокомплексов на территории Челябинской области (ООО «Перспектива»).

ТПП РФ активно участвует в реализации курируемой Президентом России комплексной программы «Инвестиционный лифт». Средства выделяет созданный при Минпромторге Фонд развития промышленности. Целевые займы предоставляются предприятиям в объеме от 50 до 700 млн рублей на срок до семи лет под ставку 5 % годовых. В первой половине 2015 г. утверждено свыше сорока инвестиционных проектов на сумму порядка 14 млрд рублей. «Инвестиционный лифт» – один из реальных механизмов помощи промышленным компаниям, реализующим программы импортозамещения.



## Компактный, универсальный прибор для анализа выбросов в атмосферу

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

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

## «Данфосс» упростит автоматизацию производства

Компания «Данфосс» (Danfoss) впервые в России представила решение для удаленного управления преобразователями частоты. Облачная система Cloud-Control создана в российском центре разработок компании для удаленного управления и мониторинга работы частотных преобразователей VLT. Ее применение позволяет оперативно реагировать на нештатные и аварийные ситуации, минимизировать потери от простоя оборудования на производствах непрерывного цикла и при этом обходиться без присутствия квалифицированного персонала непосредственно у оборудования, осуществляя управление приводами удаленно.

С помощью подобных решений можно строить полностью автоматические производственные комплексы, управляемые дистанционно. Cloud-Control позволяет управлять конвейерным оборудованием, насосными станциями, лифтами, кранами и другими грузоподъемными механизмами, холодильными и

воздушными компрессорами, системами вентиляции и кондиционирования и т.д.

Как объясняют представители компании, технология облачного управления позволяет предупредить приступы и выходы из строя оборудования, оперативно реагировать на возникающие в процессе эксплуатации проблемы и решать их удаленно.



Результатом является экономия времени и средств, которая на производствах непрерывного цикла может измеряться миллионами рублей ежемесячно. При этом новая технология значительно доступнее в реализации, чем традиционно используемые для мониторинга оборудования сложные и дорогостоящие SCADA-системы, которые к тому же зачастую избыточны, не позволяют удаленно настраивать частотные приводы и решать возникающие эксплуатационные проблемы.

«Решение для удаленного мониторинга и управления реализовано таким образом, что подключение системы к преобразователям частоты происходит автоматически и не требует какой-либо дополнительной настройки. Связь осуществляется благодаря наличию GPRS-модема (с предварительно загруженным ПО, разработанным компанией «Данфосс»), способного работать в любой сотовой сети. В случае сбыва канала восстанавливается автоматически, а вся информация об авариях и предупреждениях сохраняется в режиме off-line», – добавляет Павел Федотов, продукт-менеджер компании «Данфосс».

Как объясняет эксперт, решение полностью адаптировано для российских пользователей. В частности, вся документация и поддержка реализована на русском языке. В целях обеспечения безопасности и предотвращения возможности внешнего вмешательства в работу оборудования в системе Cloud-Control применены различные алгоритмы защиты данных. Для надежной передачи данных используются сертификаты безопасности SSL.



## Новое оборудование специально для России

Компания «Данфосс» представила на российском рынке новую серию промышленных холодильных компонентов SVL G Flexline™. Запорно-регулирующая арматура модификации G имеет штуцеры с метрическими размерами присоединений по ГОСТ, востребованные на рынках России и стран СНГ. Ее

установка не требует использования дополнительных переходных муфт и сокращает количество сварных швов в холодильной системе.

Особенностью всей линейки оборудования Flexline™ является модульная конструкция. Она разработана для облегчения работы проектировщиков и монтажников холодильного оборудования, поскольку позволяет менять функциональное назначение компонентов без демонтажа корпусов. Благодаря совместимости запчастей, сокращается номенклатурный ряд используемой арматуры и снижаются эксплуатационные расходы. Все клапаны имеют специальную цветную маркировку, что минимизирует ошибки при монтаже.

Благодаря возможности прямойстыковки труб и метрических компонентов, время монтажа линейной арматуры SVL G Flexline™ сократится на 50 %. Комплексная экономическая целесообразность ее применения повысится на 20 % за счет повышения удобства монтажа, сокращения трудозатрат и исключения дополнительных материалов.



## «РЭП Холдинг» – лучшая «синергия в энергетике»

«РЭП Холдинг» был отмечен как лучший в номинации «Синергия в энергетике» на научно-практической конференции «Современные технологии и оборудование в энергетике в рамках реализации программ импортозамещения». Конференция стала частью деловой программы XIX международного форума «Российский промышленник» (КВЦ «Экспофорум»).

О производстве импортозамещающего оборудования и перспективных разработках рассказали представители АО «ГазпромПромгаз», ООО «Сименс. Технологии газовых турбин», отделения «Водородная энергетика ЦНИИ СЭТ» филиала ФГУП «Крыловский государственный научный центр», ООО «Севзаппром», ЗАО «Инженерный центр автоматизацииресурсосберегающих технологий» и др.

Проекты «РЭП Холдинга» в области импортозамещения были представлены в двух докладах. Главный конструктор Управления турбин и турбоагрегатов Сергей Ерохин рассказал о реализации стратегии импортозамещения при изготовлении энергетического оборудования, сделав акцент на практическом опыте в локализации передовых технологий и освоении производства стационарных газотурбинных установок для энергетического сектора. Было отмечено, что существуют перспективные направления в развитии оборудования управления и распределения, освоение которых позволит перейти российским производителям от практики импортозамещения к реальному импортопрежению. Такой подход вызвал неподдельный интерес участников конференции.

## ЕС дал зеленый свет маркировке водогрейного оборудования

Принято важное решение для глобального процесса перехода на энергоэффективное оборудование: установлена обязательная энергетическая маркировка для водонагревателей. Благодаря ей, потребители получат возможность сравнивать характеристики различного оборудования со схожим функционалом. Теперь все приборы мощностью более 70 кВт должны иметь маркировку. Конечный потребитель должен быть осведомлен об эффективности прибора в типичных климатических поясах, о его мощности и шумовых характеристиках. Обязательная маркировка благоприятно отразится на рынке тепловых насосов, ведь эти устройства уже сегодня претендуют на перспективный класс А++. Обязательная маркировка стала результатом грамотной политики ЕС в отношении повышения энергоэффективности сферы ОВИК.

## Российские ученые создали концентраторы солнечной энергии

Создан новый оптимальный способ разработки люминесцентных концентраторов (ЛСК) солнечной энергии. Над ними работает группа российских ученых в составе: Института металлоорганической химии им. Г.А. Разуваева РАН, ООО «Репер-НН», Института физики им. Б.И. Степанова НАН, Labo. CMOS, CNRS UMR 5253, Institut Charles Gerhardt, Université Montpellier 2. Исследователи изготовили рабочую модель ЛСК с высоким коэффициентом концентрации энергии. Новые ЛСК более эффективно преобразуют световую энергию в электрическую по сравнению с известными аналогами, что достигается за счет почти нулевого самопоглощения новых люминофорных комплексов. Это позволяет передавать по оптопроводящим путям испускаемый люминофорами свет практически без потерь. Интересно, что основной светоизлучающий компонент – органические комплексы редкоземельных металлов – получен оригинальным, разработанным этими же авторами методом с использованием так называемого темплатного синтеза (сложная структура сама собирается вокруг атома металла из более простых молекулярных блоков).



## Новая технология сохранит избыток энергии ветра

Одной из важнейших задач альтернативной энергетики является модернизация возобновляемых источников энергии. Например, как сделать стабильной энергию ветра? как продлить срок службы турбины? Новая технология, разработанная в Университете Небраски-Линкольна докторантом Джи Ченг, решает обе эти проблемы путем использования избыточной энергии ветра.

Система Jie Cheng преобразует и направляет избыточную энергию ветра к сжимающему воздух резервуару, где энергия хранится до того момента, когда скорость ветра опу-

стится ниже максимальной. С помощью роторно-пластинчатой машины, которая подключена между коробкой передач турбины и генератором, избыточная энергия отводится и хранится в сжимающем воздух резервуаре. Когда ветер стихает, поток воздуха из резервуара подается обратно в роторную машину для беспрерывной выработки электроэнергии.

Джи Ченг установил, что система мощностью 250 кВт будет производить дополнительные 3830 кВт·ч электроэнергии в неделю или дополнительные 16400 кВт·ч в месяц.



# Комбинированная выработка пара и горячей воды

В. Котлер, к. т. н., И. Рыжий

Усовершенствование котельных с повышением экономичности их работы и коэффициента использования основного оборудования может быть достигнуто заменой разнотипного оборудования – паровых и водогрейных котлов – единым типом комбинированного теплофикационного агрегата, обеспечивающего одновременный отпуск потребителям теплоты в виде пара и перегретой воды.

Расчеты, выполненные еще в 70-х гг. прошлого века, показали, что для большинства районов нашей страны сооружение ТЭЦ оказывается целесообразным лишь при наличии тепловых потребителей выше 500 Гкал/ч. При меньшей концентрации предпочтительней становится постройка крупных отопительных котельных с паровыми и водогрейными котлами. С учетом этих представлений крупные водогрейные и паровые котлы низкого давления играют значительную роль в теплоснабжении многих регионов России и в наше время.

Кроме крупных котельных, выдающих потребителям одновременно пар и горячую воду, наличие двух типов котлов оказывается необходимым и для районных отопительных котельных с водогрейными котлами: установка небольших паровых котлов в этом случае требуется для получения пара на собственные нужды (для деаэраторов, химводоочистки, разогрева мазута и его распыления в случае использования мазутных форсунок и т. д.). Это обстоятельство стало побудительным мотивом для создания котлов с комбинированной выработкой пара и горячей воды.

Одним из первых котельных агрегатов такого типа можно считать цилиндрический котел с жаровой трубой, разработанный НПО ЦКТИ совместно с белгородским заводом «Энергомаш». Этот стальной котел производительностью 7,0 Гкал/ч по горячей воде и 12 т/ч по насыщенному пару создавался для попрерменного снабжения горячей водой или паром предприятий сельского

хозяйства. Конструкция котла представлена на рис. 1.

Топливом для котла служит природный газ или жидкое топливо (солярное масло, малосернистый мазут). На первых образцах котла была установлена ротационная газомазутная горелка РГМГ-6,5 производительностью 1000 м<sup>3</sup>/ч по газу или 1000 кг/ч по жидкому топливу. Основной цилиндр котла,

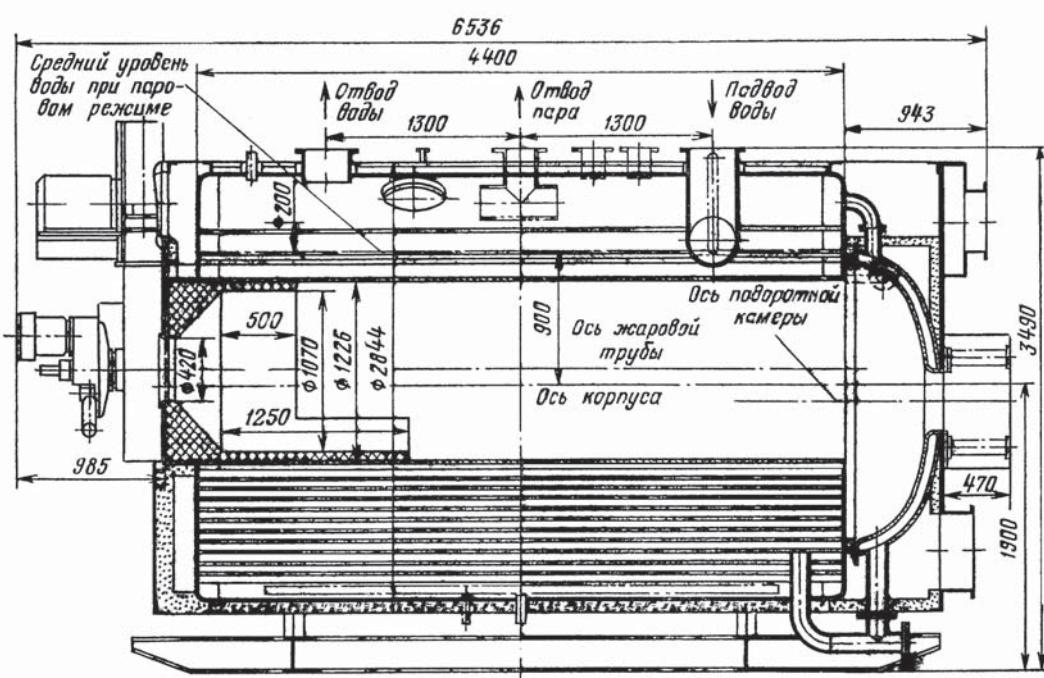


Рис. 1. Комбинированный цилиндрический котел с жаровой трубой

внутри которого размещаются жаровая труба и дымогарные трубы, имеет длину 4400 мм и наружный диаметр 2840 мм. Внутренний диаметр жаровой трубы – 1200 мм, толщина стенки – 13 мм. Дымогарные трубы диаметром 60×3 мм соединяются с плоскими днищами цилиндра, а поворотная камера на заднем днище охлаждается котловой водой, которая поступает снизу и отводится сверху.

Поворотная камера состоит из двух эллиптических штампованных днищ со стенкой толщиной 13 мм, надетых одно на другое так, что между ними образуется зазор 65 мм. В центре поворотной камеры имеется лаз диаметром 500 мм, ось которого совпадает с осью жаровой трубы. При работе котла лаз закрывается крышкой, изолированной огнеупорами.

В некоторых случаях заказчику требуется одновременное получение пара и горячей воды. Для достижения этой цели можно использовать комбинированную выработку теплоты на базе котлов с принудительной циркуляцией. На рис. 2 представлена схема такого котла,

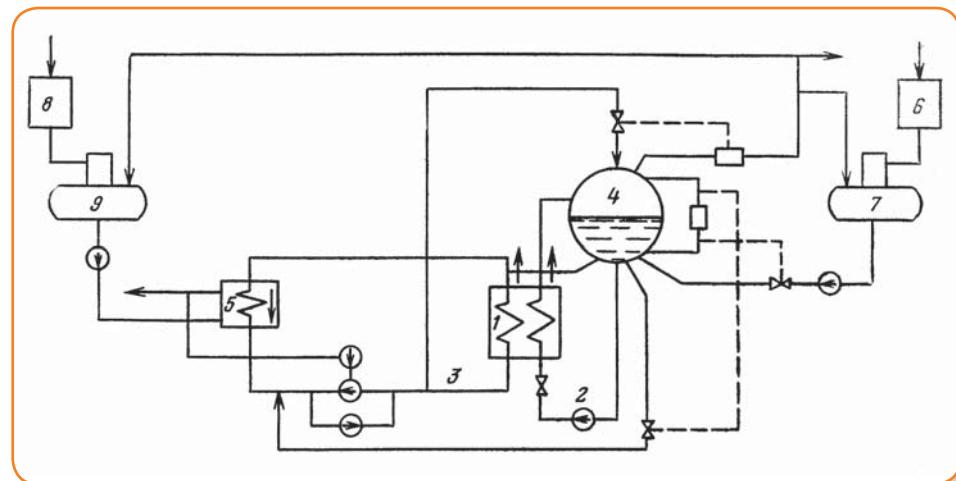


Рис. 2. Схема комбинированного котла с принудительной циркуляцией (Франция): 1 – котел; 2 – паровой контур; 3 – водогрейный контур; 4 – барабан; 5 – теплообменник; 6 – XBO; 7 – деаэратор питательной воды; 8 – XBO; 9 – деаэратор подпиточной воды

выдающего одновременно как пар, так и горячую воду.

На приведенной схеме видно, что котел 1 имеет два контура циркуляции: паровой 2 и водогрейный 3. Первый контур выдает в барабан 4 пароводяную смесь, а по второму контуру циркулиру-

ет вода с давлением около 28 кгс/см<sup>2</sup>, нагревающая сетевую воду в теплообменнике 5. В циркуляционном контуре поддерживается заданная температура воды на входе и выходе, для чего предусмотрены сброс воды в барабан 4 и подмес воды из него.

Таблица. Техническая характеристика и комплектация пароводогрейных котлов типа Е-В (УСШВ)

| Наименование показателя                                   | Заводское обозначение котла |                      |                      |                      |
|---|-----------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|   | УСШВ-1-14СП                 | УСШВ-1-14С           | УСШВ-1-14ГМ          | УСШ-2,5-14СП         |
| Техническая характеристика                                |                             |                      |                      |                      |
| Производительность:<br>пара, т/ч, до<br>тепла, Гкал/ч, до | 1<br>0,6                    | 1<br>0,6             | 1<br>0,6             | 2,5<br>1,2           |
| Топливо   | Уголь                       | Уголь                | Уголь                | Уголь                |
| Рабочее давление пара, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ), до     | 1,3 (13)                    | 1,3 (13)             | 1,3 (13)             | 1,3 (13)             |
| Температура, °С, до:<br>пара<br>воды                      | 194<br>150                  | 194<br>150           | 194<br>150           | 194<br>150           |
| КПД, %  | 80,2                        | 78                   | 86                   | 80,4                 |
| Габаритные размеры, мм:<br>длина<br>ширина<br>высота      | 6490<br>3265<br>3470        | 5750<br>3600<br>2870 | 5950<br>3605<br>2870 | 5480<br>4450<br>3935 |
| Масса, кг   | 9156                        | 9522                 | 9960                 | 10635                |
| Комплектующее оборудование                                |                             |                      |                      |                      |
| Топка, горелка  | ТШПМ-1,5-0,86x1,42          | Ручная               | РГМГ-1               | ТШПМ-2-1,8x1,42      |
| Вентилятор  | ВД-2,8 (3000)               | ВД-2,8 (3000)        | ВД-2,8 (1500)        | ВД-2,8 (3000)        |
| Горелка   | Д-3,5 (1500)                | Д-2,8 (3000)         | Д-2,8 (3000)         | ДН-9 (1500)          |
| Экономайзер   | –                           | –                    | –                    | БВЭС-1-2             |

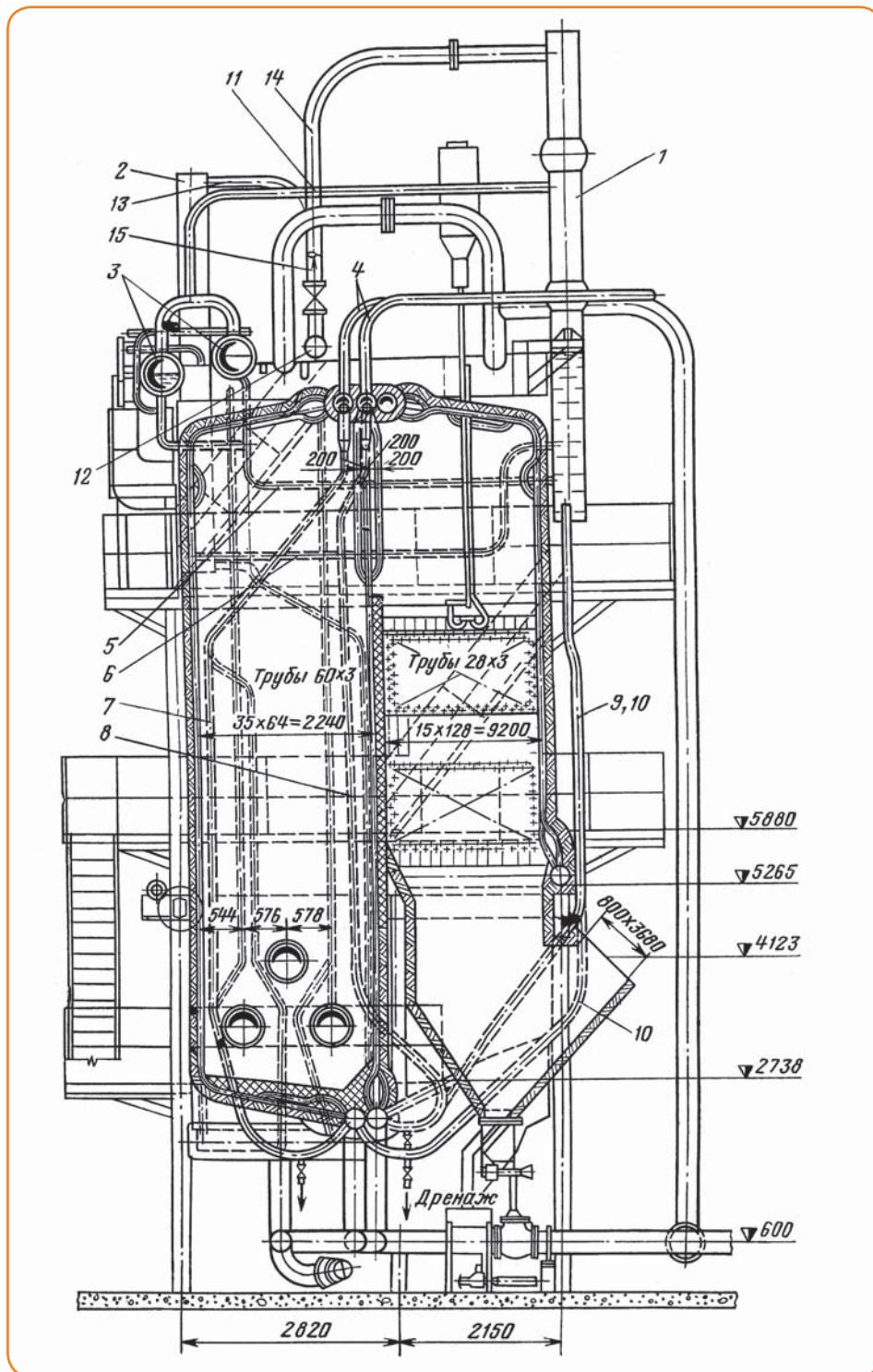


Рис. 3. Модернизированный котел типа КВП-30/8: 1, 2 – соответственно, выносной циклон чистого и солевого отсеков; 3 – уравнительные емкости; 4 – отводящие трубы от экранов; 5 – питание чистого отсека; 6 – питание солевого отсека; 7, 8 – соответственно, рециркуляционная линия фронтового и заднего экранов; 9, 10 – соответственно, опускные трубы заднего и фронтового экранов; 11 – дыхательная труба; 12 – сборный паровой коллектор; 13, 14, 15 – соответственно, отвод пара солевого и чистого отсеков, в магистраль

Крупные комбинированные котлы с использованием серийных водогрейных котлов выпускал Дорогобужский котельный завод (проект котла был выполнен проектно-конструкторской конторой (ПКК) треста «Центрэнергомонтаж»). На рис. 3 приведен общий вид такого комбинированного котла КВП-30/8, изготовленного на базе серийного водогрейного котла ПТВМ-30-М.

Получение пара в первоначальной конструкции этого котла достигалось путем включения в испарительные контуры двух боковых топочных экранов. Паровой контур с естественной циркуляцией снабжался двумя выносными циклонами, установленными на боковых стенах котла, и уравнительными емкостями, выполненными из труб диаметром 426×12 мм.

При номинальной нагрузке котла можно было получать 8–10 т/ч пара при давлении от 7 до 14 кгс/см<sup>2</sup>.

Пар предназначался для покрытия собственных нужд котельных, а также на пропарку грунтов в тепличном хозяйстве.

Самый крупный агрегат для совместной выработки пара и горячей воды был создан на базе водогрейного котла КВГМ-100.

Такие котлы удобно устанавливать в качестве пиковых для промышленно-отопительных ТЭЦ. При достаточно глубокой регулировке паровой и водогрейной нагрузок эти комбинированные котлы могут применяться также вместо пусковых паровых котлов низкого давления, что избавляет от необходимости сооружения специальных пусковых котельных.

Кроме того, комбинированные котлы на базе водогрейных котлов КВГМ-100 могут использоваться в крупных котельных со значительным расходом пара на технологические нужды и с большим расходом перегретой воды на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение.

Первые котлы такого типа были изготовлены на Дорогобужском котельном заводе по проекту института «Энергомонтажпроект» еще в 70-х гг. прошлого века.

Позже эти котлы были усовершенствованы специалистами ВЗПИ и ВНИПИЭнергопром. На рис. 4 показан окончательный вариант пароводогрейного котла КВГМ-100 с дополнительной конвективной шахтой. Этот котел был рассчитан на давление пара до 23 кгс/см<sup>2</sup> при его перегреве до 260–270 °С. Паровая нагрузка могла составлять 35 % номинальной нагрузки котла, причем она должна была поддерживаться постоянной в пределах изменения общей нагрузки котла от 100 до 60 %.

В дополнительной конвективной шахте размещались пароперегреватель, двухступенчатый экономайзер и воздухоподогреватель.

На отечественных предприятиях, нуждающихся в одновременной поставке пара и горячей воды, хорошей репутацией пользуются небольшие пароводогрейные котлы типа УСШВ производства ЗАО ПО «Бийскэнергомаш».

Эти котлы часто устанавливают в котельных для отопления и технологических целей взамен устаревших котлов Е-1-0,9Р и Е 1-0,9М.

Достоинством котлов является их поставка в виде транспортабельных блоков, в изоляции и обшивке.

Обычно котлы поставляются в комплекте с тягодутьевыми механизмами, установленными на опорную раму блока, а также питательными насосами и автоматикой.

Котлы оборудуют газомазутными горелками, но при необходимости они могут работать и на твердом топливе. При сжигании дробленки каменных или бурых углей обычно используют ручную или механическую топку типа «шурющая планка», а при сжигании растительных отходов – наклоненную решетку.

В таблице приведены технические характеристики пароводогрейных котлов и комплектующего оборудования, а на рис. 5 – пароводогрейный котел Е-2,5-1,4Р (заводская маркировка – УСШ-2,5-14СП) для сжигания твердого топлива.

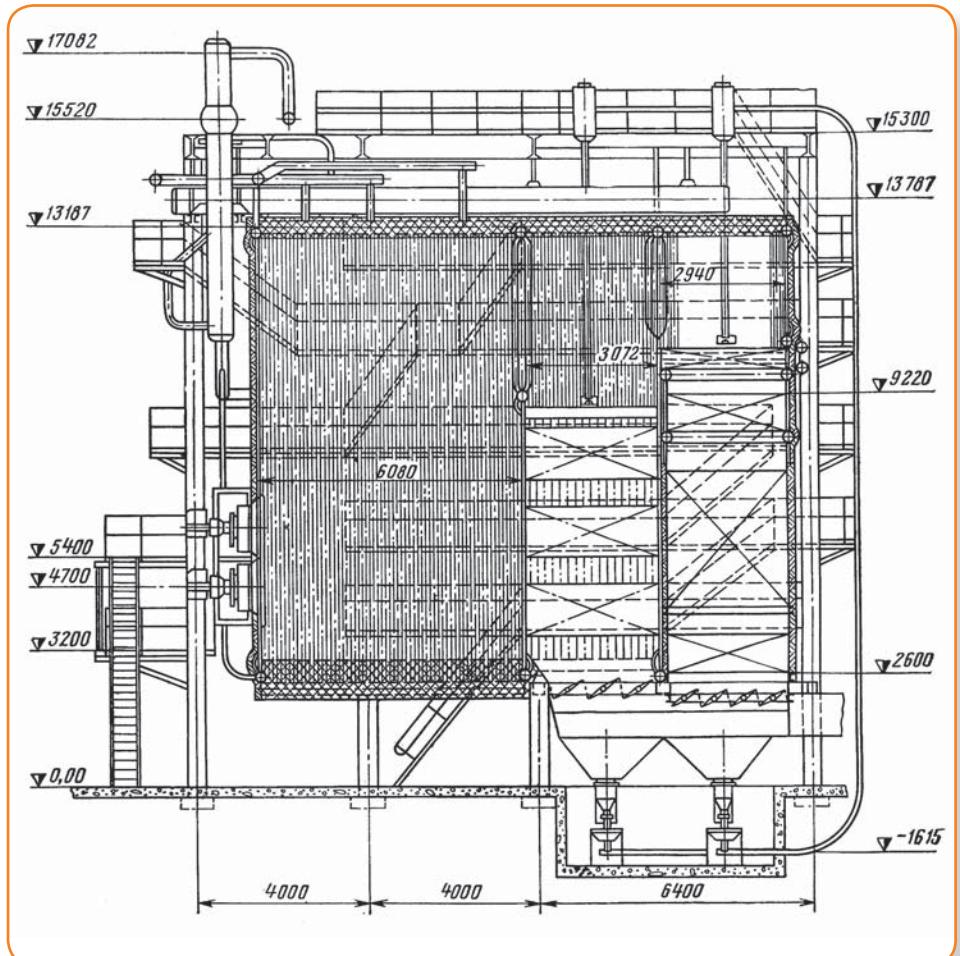


Рис. 4. Комбинированный пароводогрейный котел KVGM-100 с дополнительной конвективной шахтой

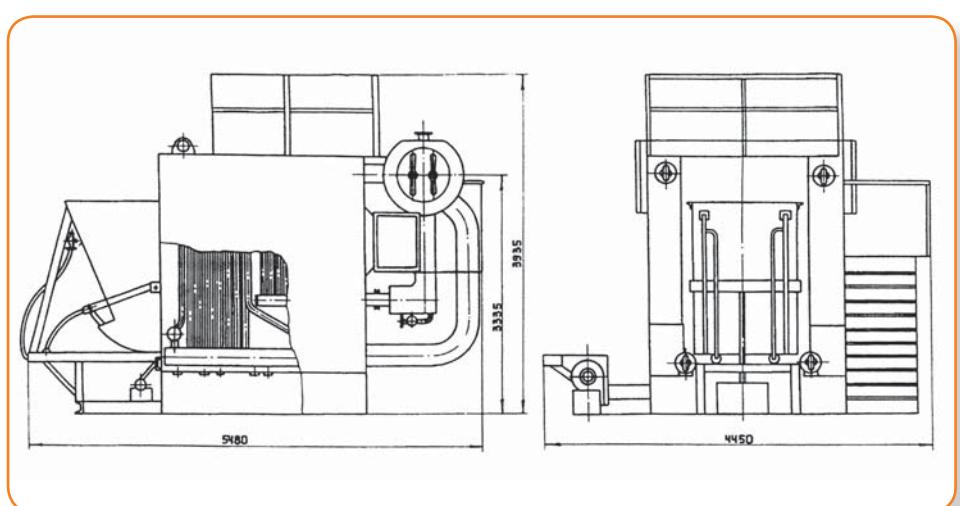


Рис. 5. Пароводогрейный котел Е-2,5-1,4Р (УСШ-2,5-14 СП)

# Пять шагов реконструкции ЖКХ

А. Сердюков, генеральный директор ООО «НПО «Верхнерусские коммунальные системы» (ООО «НПО «Вр КС»)

*Сделать отечественное коммунальное теплоснабжение безопасным, энергоэффективным и комфортным для потребителя и экономически выгодным для всех за пять шагов предлагает компания ООО «НПО «Верхнерусские коммунальные системы» (ООО «НПО «Вр КС»).*

## I ШАГ. Вывод

**из эксплуатации подвальных, встроенных и пристроенных котельных; модернизация электрокотельных с заменой их автономными системами отопления на основе котлов наружного размещения КСУВ**

Общеизвестно, что при загазованности любого помещения и «хлопке» газа развивается избыточное давление до 7 кг/см<sup>2</sup>, т. е. возникает избыточное давление 7 бар, что приводит к катастрофическим разрушениям строений, многочисленным людским жертвам. Опасность для жизни столь велика, что «затягивание» вывода из эксплуатации этих объектов сравнима с неумышленным убийством граждан.

Кроме того, в таких котельных установлено устаревшее оборудование с низким КПД, ограждающие конструкции не имеют «взрывных» клапанов необходимой площади. Требования по безопасности уже сточились, а перечисленные котельные построены давно и не отвечают требованиям промышленной безопасности.

В сельской местности, особенно в центральной России, эксплуатируются до сих пор тысячи электрокотельных, используя дорогостоящую электроэнергию, при этом что эти районы уже газифицированы. Подобное расточительство ничем не может быть оправдано, так как в 1м<sup>3</sup> газа содержится 8000 ккал или 9,3 кВт тепловой мощности, а в 1 кВт·ч электроэнергии в 9,3 раза меньше – 860 ккал. КПД современных газовых котлов составляет 90 %. Тогда как при использовании электрокотла на отопление затрачивается в 8,4 раза тепла больше, что сверхрасточительно. О какой «экономии» в ЖКХ может идти речь при использовании электрокотельных вместо газовых котлов наружного размещения? Это катастрофический перерасход дорогостоящих энергоресурсов. Котлы наружного размещения с атмосферной горелкой типа КСУВ производства ООО «НПО «Вр КС» окупятся при замене электрокотельных в течение

1–2 месяцев. Таким образом, удастся сэкономить 700 % расходов на электрокотельные в течение одного года. Вывод их из эксплуатации необходимо ускорить.

Большую экономию энергоресурсов может дать вывод из эксплуатации изношенных тепловых сетей большой протяженности, так как тепловые потери в них достигают 50–60 %, при этом теряется не только тепло, произведенное в котельных, но и электроэнергия циркуляционных насосов, в больших объемах теряется теплоноситель с затратами на химводоподготовку. ООО «НПО «Вр КС» двадцать лет назад разработало автономные системы отопления и горячего водоснабжения на базе котлов наружного размещения КСУВ с полной ликвидацией тепловых сетей с их огромными затратами на создание и эксплуатацию. В свое время Общество эксплуатировало котельную с двумя котлами ДКВР-6,5/13. Годовой расход газа составлял 1,5 млн м<sup>3</sup>, расход воды – до 6000 м<sup>3</sup> за сезон, расход электроэнергии – 450 тыс. кВт ч за сезон. В результате проведенной работы по замене централизованного отопления и горячего водоснабжения на созданные нами автономные системы отопления и горячего водоснабжения с применением котлов наружного размещения КСУВ расход газа уменьшился на 1,15 млн.м<sup>3</sup> за сезон, расход электроэнергии снизился на 445 тыс. кВт ч за сезон, воды – на 5500 м<sup>3</sup> за сезон. Благодаря этому, Общество, пережив многочисленные экономические кризисы, переживает рецессию.

## II ШАГ. Продление срока службы эксплуатирующихся систем отопления за счет уменьшения давления теплоносителя и его лучшей очистки

В городах, районных центрах, сельских поселениях эксплуатируются многие тысячи маломощных котельных для отопления старого жилого фонда, кото-

рый состоит из отдельных 2- и 3-этажных домов. Земля вокруг таких строений принадлежит различным собственникам, и поэтому пытаться построить современные блочные котельные для замены маломощных старых котельных не представляется возможным.

Мы были вынуждены создать настенные котлы наружного размещения типа КСУВ с креплением их к наружной стене отапливаемого здания. Старый жилой фонд имеет изношенные системы отопления, не выдерживающие давление сетевой воды. Продлить срок их службы возможно за счет уменьшения давления теплоносителя и его лучшей очистки.

Патриарх советской теплотехники д.т.н. Е.Я. Соколов в свое время предложил безреагентный способ удаления из воды газообразных составляющих за счет ее нагрева. Специалистам Общества удалось на этой основе создать безреагентную систему, применяя деаэрационно-расширительный бак, расположенный выше точки системы отопления. Деаэрационно-расширительный бак оснащен обратным клапаном для связи с атмосферой, давлением 0,02 ати. Через расширительный бак проходит весь объем теплоносителя, за двое–трое суток обычная водопроводная вода превращается в качественный теплоноситель с содержанием газовых составляющих в 3 раза меньше, чем в разрешенных к использованию водогрейных котлах. Давление теплоносителя снижается до гидростатического системы отопления, что в 2–3 раза ниже давления теплоносителя в централизованных системах отопления. Таким образом возможно продлить срок службы отопительных систем старого жилого дома на 3–5 лет. Получив прибыль от эксплуатации автономных систем отопления, можно произвести замену старых отопительных систем на новые без особой нагрузки на бюджет.

### III. ШАГ. Снижение неблагоприятных последствий летних отключений теплоснабжения

Централизованные системы горячего водоснабжения, базирующиеся на ветхих котельных для отопления такого же ветхого жилого фонда, в летний период во многих районах Центральной России вообще не подают горячую воду. Более современные котельные установки прекращают подачу горячей воды на 2–3 недели из-за профилактических мероприятий, этому есть объективные причины. Из-за частичной загрузки теплотехнического оборудования летом очень часто котлы останавливаются и потом включаются, износ котельного механического оборудования увеличивается по сравнению с зимним периодом в 2–3 раза, в результате оно выходит из строя.

При замене централизованного горячего водоснабжения на горячее водоснабжение из автономных источников картина более благоприятная. При установке двух котлов типа КСУВ возле отапливаемого здания в зимний период нагрузка на оба котла примерно одинаковая – 60–80 %, в этом случае поддерживаются комфортные условия по подаче горячей воды. В летний период эксплуатируется только один котел для обеспечения горячего водоснабжения с той же загрузкой. Таким образом, перерывов в подаче горячей воды не бывает вообще.

Однако и при автономной системе отопления и горячего водоснабжения ветхого жилого фонда есть проблема: необходимо иметь запасную атмосферную горелку (замена горелки занимает 30 мин) и запасной теплообменник из тонкостенной гофрированной нержавеющей трубы. Котлы наружного размещения эксплуатируются при температуре наружного воздуха до –45 °С, резервный котел использовать нельзя: он просто разморозится. Специалистами Общества разработаны модульные котлы с системой горячего водоснабжения, при этом теплообменник горячей воды из тонкостенной гофрированной нержавеющей трубы выполнен сменным. Подобное решение целесообразно потому, что в качестве исходной холодной воды часто используются местные минерализованные воды с большим содержанием солей. Устанавливать сложную и дорогую систему водоподготовки для горячей воды, учитывая экономическую ситуацию в ЖКХ, представляется нереальным.

### IV. ШАГ. Снижение тепловой нагрузки на котельные центральной системы отопления

В ЖКХ эксплуатируются многочисленные современные котельные, которые нельзя заменить на автономные источники отопления и горячего водоснабжения. Однако выводя из эксплуатации наиболее протяженные тепловые сети и переключив отопление и горячее водоснабжение от таких сетей на автономные источники, возможно снизить тепловую нагрузку на котельные и получить большой экономический эффект. Эти котельные обеспечены всей инфраструктурой на проектную мощность (газ, водоснабжение, электроснабжение, оставшиеся тепловые сети с уменьшенной нагрузкой), и их имеющаяся газовая мощность может быть использована для создания когенерационных систем производства, электроэнергии и тепловой энергии. Как известно, в зависимости от используемого оборудования, электрическая эффективность составляет от 35 до 42 %, тепловая – от 40 до 48,5 %. Таким образом, появляется возможность обеспечивать теплом оставшихся потребителей и вырабатывать до 40 % электроэнергии для собственных нужд котельных и нужд ЖКХ. Общий КПД использования газового топлива составит до 90 %. Определенный положительный опыт в монтаже когенерационных систем имеют предприятия ОАО «МПНУ Энерготехмонтаж». Однако в основном монтируется оборудование, производимое на западе и востоке. Его спектр для когенерации в РФ весьма скромен, чему способствует действующий Налоговый кодекс, препятствующий обновлению технологического оборудования промышленных предприятий. Программа по модернизации действующих котельных с применением систем когенерации в РФ отсутствует, хотя это направление по экономической эффективности в топливно-энергетическом хозяйстве ЖКХ не имеет аналогов.

### V. ШАГ. Обеспечение безопасности систем отопления

Некоторое распространение на территории РФ получили системы поквартирного отопления на основе настенных котлов. Большой опыт в этом имеется в г. Смоленске, одним из первых внедривших поквартирное отопление многоэтажных домов. Подробно о достоинствах и недостатках поквартирного отопления рассказано в статье А. Баркасова «Поквартирное отопление в России: тенденции развития» (журнал «Аква-Терм», № 1, 2012 г.). С мнением автора нельзя согласиться: вводить в квартиру многоэтажного

дома газ для подключения к теплогенератору для отопления и горячего водоснабжения недопустимо по требованиям безопасности. Как известно, самыми надежными противовзрывными средствами являются пассивные средства безопасности, активные средства в виде датчиков загазованности, электромагнитных клапанов, перекрывающих подачу газа при повышенной загазованности, иногда отказывают и в отсутствие пассивных происходит катастрофа – взрыв газа с разрушением многоэтажного, многоквартирного дома.

Главным средством пассивной защиты является остекление помещения, в которое подведен газ. Его площадь должна быть не менее 0,035 м<sup>2</sup> на каждый кубический метр объема данного помещения, а если это кухня, соединенная автоматически незакрывающейся дверью с другим помещением, то и такого же объема. Причем при остеклении должно быть использовано стекло толщиной не более 3 мм, которое разрушится при возникновении давления 3–5 кПа (а при взрыве возникает давление газовоздушной смеси до 7 бар). Остекление же всех многоэтажных, многоквартирных домов выполнено в виде пластиковых сдвоенных блоков из стекла толщиной 4 мм и более, этот блок способен выдержать давление 30–50 кПа. Таким образом, дом при взрыве разрушится, оконные рамы с блоками остекления упадут на землю и разрушатся от удара, люди погибнут. Никакая, во многих случаях спорная экономия от поквартирного отопления не может быть оправданием гибели жителей. Опыт полностью негативен без внесения изменений в СНиП по строительству многоэтажных, многоквартирных жилых домов с выполнением действующих правил по пассивной безопасности. Получив от Министерства ЖКХ и строительства заказ, ООО «НПО «Вр КС» может разработать котлы наружного размещения типа КСУВ с закрытой камерой сгорания, одноходовым теплообменником мощностью 20–35 кВт и организовать их серийное производство с дальнейшим размещением на незастекленных балконах, в лоджиях. Котел оснащен двумя взрывными клапанами площадью, в 20 раз превышающей нормативную, открывающимися автоматически при возникновении внутри корпуса котла давления 1–2 кПа, что делает их применение абсолютно безопасным для поквартирного отопления. При этом ликвидируется один трубопровод для подачи свежего воздуха на сгорание. Сохраняются жизни людей. Дутьевые горелки ГДК, производимые Обществом, работают надежно при температуре наружного воздуха до –45 °С, а импортные – в котельных при температуре среды +5 °С.

# Применение горелок ГГРУ на одногорелочных и многогорелочных промышленных котлах. Экологическая и энергетическая эффективность использования

**К. Ридер, д.т.н., заслуженный изобретатель России, генеральный директор ЗАО «ЭкотеплоГаз»**

На котлах типа ПТВМ и КВ-ГМ районных тепловых станций УТЭХ г. Москвы были установлены горелки стадийного сжигания типа ГГРУ, благодаря чему общий выброс вредных веществ в дымовых газах при эксплуатации котлов ГУП «МостеплоЭнерго» был снижен на 50 %. Конструктивные решения, реализованные в горелках, обеспечивают снижение энергозатрат по сравнению с горелками производства Германии в 2,5–3 раза.

Горелки, разработанные и выпускаемые ЗАО «ЭкотеплоГаз», предназначены для работы на природном газе (в том числе на сжиженном и биогазе) или жидким топливом (мазут, дизельное топливо и др.) для паровых (ДКВр, ДЕ и других, любой производительности) и водогрейных (малой, средней и большой мощности ПТВМ, КВГМ и пр.) котлов. Специальные модификации горелок применяют на котлах различной конструкции, в том числе жаротрубных отечественного («Дорогобужкотломаш», Бийский котельный завод, Псковский котельный завод и многих других производителей) и зарубежного производства (LOOS, Viessmann, BAVCOCK и др.). Горелки прекрасно зарекомендовали себя при работе на печах, в том числе для плавки металлов, обжига кирпича, сушки и многое другое.

ЗАО «ЭкотеплоГаз» освоило серийное производство широкого ряда горелочных устройств теплопроизводительностью от 0,115 до 45 МВт.

В г. Москве такими горелками оборудована большая часть районных и квартальных тепловых станций: РТС «Бирюлево», «Бутово», «Внуково», «Волхонка-Зил», «Жулебино», «Коломенская», «Красная Пресня», «Крылатское», «Кунцево», «Курьяново», «Люблино», «Митино», «Пенягино», «Переделкино», «Перово», «Строгино», «Теплый стан», «Терешково», «Тушино-3», «Тушино-5», «Химки-Ховрино», «Чертаново»; КТС-11а, КТС-18, КТС-24, КТС-25, КТС-26, КТС-28, КТС-54, РТС «Некрасовка».

В соответствии с планомерной работой по улучшению экологической обстановки в Москве, на котлах типа ПТВМ и КВ-ГМ районных тепловых станций УТЭХ г. Москвы были установлены горелки стадийного сжигания типа ГГРУ производства ЗАО «ЭкотеплоГаз», отличающиеся пониженным выбросом вредных веществ в продуктах сгорания. Их применение на котлах ПТВМ вместо установленных ранее горелок ВТИ позволило уменьшить общий

выброс вредных веществ в дымовых газах при эксплуатации котлов ГУП «МостеплоЭнерго» на 50 %.

До реконструкции общим недостатком установленных котлоагрегатов был недобор тепловой мощности до номинальной на 10–14 % и содержание оксидов азота в продуктах сгорания на максимальной мощности до 450 мг/м<sup>3</sup>. После установки горелок ГГРУ и проведения мероприятий по увеличению мощности котлов и снижению содержания оксидов азота в продуктах сгорания, разработанных и предложенных ЗАО «ЭкотеплоГаз», удалось увеличить мощность котлов на 20 %. При этом на 35 % уменьшились выбросы оксидов азота. КПД котлов также был повышен на 2 % благодаря увеличению радиационной составляющей факелов горелок ГГРУ. Существовавшая ранее практика индивидуальной доводки каждой из горелок ВТИ котлоагрегата отпала. Также стало возможным отказаться от применения торкрета, необходимого для

защиты ранее установленных горелок от прогорания.

Отсутствие тяжеловесного торкрета резко облегчило изготовление и монтаж горелок.

Повышение мощности котлов приводит при сохранении существующей компоновки горелок к увеличению теплонапряженности топки. Если в типовом варианте ее величина, принятая для водогрейных котлов, составляет до 300 тыс. ккал/м<sup>3</sup>·ч, то принятая схема реконструкции котлов с сохранением габаритной базы и одноярусного расположения горелок привели к увеличению теплонапряженности в огневом поясе до 500 тыс. ккал/м<sup>3</sup>·ч. Подобный фактор вызывает снижение удельного тепловосприятия в топке, рост адиабатической температуры в зоне горения и в результате увеличение удельной концентрации оксидов азота, а в целом – величины валового выброса вредных ингредиентов от котлов. Однако сам принцип сохранения одной и той же ячейки при реконструкции котла определяет экономичность и легкость самой реконструкции котельной и является главенствующим при выборе способа и основных условий реконструкции.

Поэтому настоящая ситуация требует дальнейшего развития природоохранных мероприятий, направленных на снижение токсичности дымовых газов районных тепловых станций.

Поставленная задача оптимизации условий строительства при реконструкции с сохранением головного здания, внутри и вне станционных технологических коммуникаций, оборудования, а также защиты воздушного бассейна требует создания на базе типового котла КВГМ и ПТВМ котлоагрегата, отличающегося ярусным расположением автоматизированных горелочных устройств стадийного сжигания с повышенной утилизацией тепла продуктов сгорания, возможностью работы ярусно расположенных горелочных устройств с разно-переменными коэффициентами расхода воздуха в различных сочетаниях, вводом в горелки отработанных продуктов сгорания путем их рециркуляции с опти-

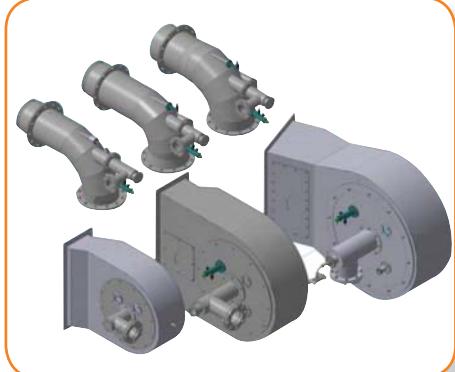
мальной степенью, а также установкой в топке двухсветного экрана.

Принципиальные решения по созданию чистого котла были разработаны ЗАО «ЭкотеплоГаз» на основе ранее проведенных детальных исследований на базе экспериментальной установки и опытно-промышленных теплогенераторов различного типа. Результаты отдельных исследований были подтверждены авторскими свидетельствами и патентами.

Заложенные принципиальные решения по экологии при разработке сочетались с необходимостью поддержания высоких теплотехнических характеристик котла-теплогенератора.

В развитии этих решений ЗАО «ЭкотеплоГаз» были проведены мероприятия на реконструируемых районных и квартальных тепловых станциях г. Москвы.

**РТС «Митино».** До реконструкции максимальный теплосъем с котлов КВ-ГМ-100 в среднем достигал не более ~80 Гкал/ч. Выход оксидов азота на данной нагрузке составлял ~370 мг/м<sup>3</sup> (при  $\alpha = 1$ ). После реконструкции фронт котла был переоборудован: вместо трех заводских горелок вихревого типа были установлены четыре горелки стадийного сжигания типа ГГРУ-3500 в два яруса.



Горелочные устройства типа ГГРУ

Теплопроизводительность котла была доведена до 118 Гкал/ч. Тягодутьевые машины не заменялись.

**РТС «Переделкино».** В качестве дутьевого устройства был применен вентилятор ВДН-20 и увеличено число оборотов двигателя дымососа. Снижено гидравлическое сопротивление экранных труб котлоагрегата.

Проведенные пусконаладочные испытания показали возможность увеличения теплосъема с котла до 134 Гкал/ч и при этом снижение выбросов оксидов азота на 35 %. В этом случае расчеты концентрационных полей рассеивания показали, что величина ПДВ выброса составляла менее 0,1 ПДК.

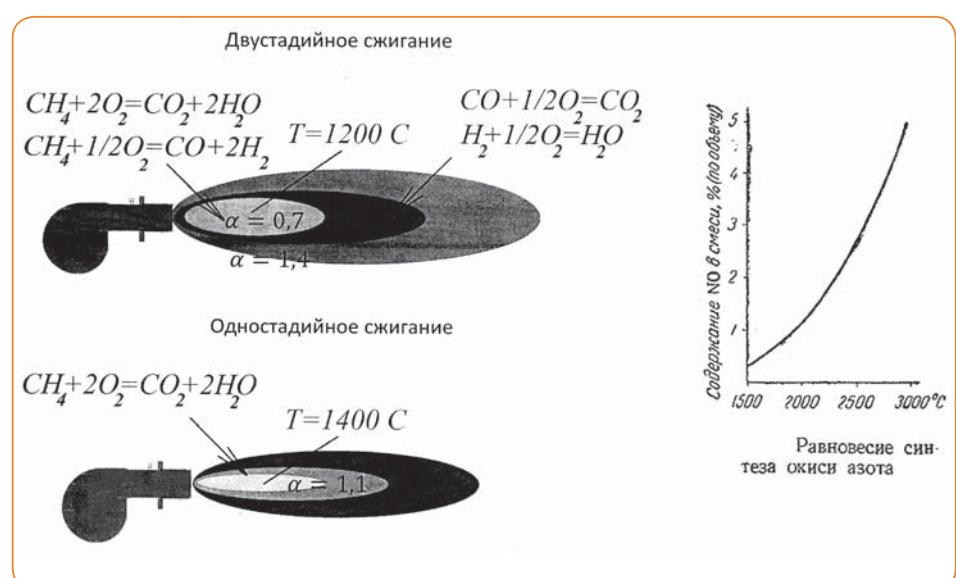


Рис. 1. Схема двустадийного и одностадийного сжигания топлива

Таблица. Сравнительные результаты обычного и позонного сжигания газа в топке котла ПТВМ-60 с десятью горелками ГРУ-600

| Наименование параметров  | Значение величины       |   |          |
|--|-------------------------|---|----------|
|  | Режим обычного сжигания | Режим работы горелок с различными расходами воздуха |          |
| Номер опыта  |                         | 1   | 2        |
| Соотношение давлений газа  | 1                       | 1,8   | 2,2      |
| Расход газа при 0 °C, м <sup>3</sup> /ч  | 6304                    | 6304  | 6304     |
| Состав вредных выбросов:<br>монооксид углерода, ppm<br>диоксид азота в пересчете на NO <sub>x</sub> при $\alpha = 1$ , мг/м <sup>3</sup> | 2<br>324                | 2<br>285  | 2<br>253 |
| Экологический эффект, %  |                         | 12,0  | 21,9     |
|  |                         |   | 30,9     |

Снижение оксидов азота, достигнутое на котлах КВ-ГМ, объясняется применением горелок стадийного сжигания вместо вихревых, равномерным полем тепловых потоков в топке и уменьшением теплонапряженности зоны горения благодаря двухрядному расположению

горелок вместо ранее принятой установки горелок треугольником (рис. 1).

В настоящее время осуществляется интенсивное строительство источников автономного теплоснабжения. Учитывая, что в ГУП «Мостеплоэнерго» установлено 26 котлов КВГМ-100, их реконструкция позволит получить дополнительно фактически 1300 Гкал/ч, что равнозначно строительству трех новых станций. Очевидно, что затраты на реконструкцию этих котлов по сравнению с новым строительством несопоставимо меньше.

Реконструкция котлов ПТВМ с 2003 г. предполагала установку «экологических» котлов ПТВМ-60Э и ПТВМ-120Э, в которых, благодаря установке двухсветного экрана, происходит дополнительный съем тепла в центре топки.

Охлаждение пламени путем передачи тепла окружающим поверхностям является эффективным методом уменьшения выхода NO<sub>x</sub>, так как при этом время реакции образования оксидов азота, зависящее от скорости охлаждения продуктов сгорания, уменьшается. Это позволяет снизить локальные температуры в наиболее напряженной зоне горения и тем самым уменьшить выбросы оксидов азота.

Наряду с этим размещение дополнительных экранов повышает теплопроизводительность котла при сохранении его габаритов. Это, как известно, обеспечивает экономичное решение по реконструкции котлов.

Указанное техническое решение было применено ранее на котле ДКВР-10/13 производственно-отопительной котельной ДСК г. Калинина (рис. 2).

Реконструкцией предусматривалась установка двухсветного экрана поверхности нагрева 24 м<sup>2</sup> по оси топки, дополнительного стального экономайзера кипящего типа с поверхностью нагрева 62,8 м<sup>2</sup>. Поверхность чугунного экономайзера была увеличена до 472 м<sup>2</sup>. На фронте котла были установлены в два яруса четыре горелки. В результате испытаний реконструированного котла его теплопроизводительность увеличилась вдвое.

Размещение в топке дополнительных тепловоспринимающих поверхностей обеспечило значительное снижение оксидов азота.

На низких нагрузках в диапазоне 20–40 % максимальной достигаемое снижение концентрации NO<sub>x</sub> в дымовых газах котла составило 25–30 %. При увеличении паропроизводительности в диапазоне 60–100 % нагрузки снижение

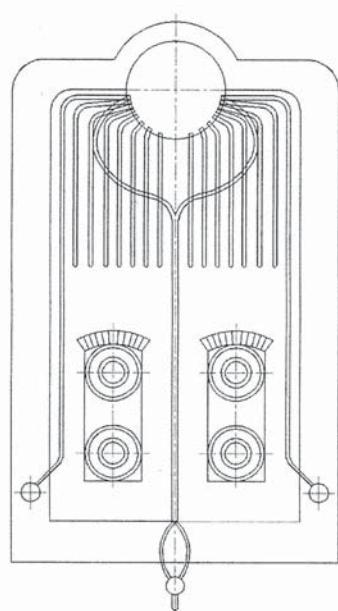


Рис. 2. Установка двухсветного экрана на реконструированном котле ДКВР-10-13

концентрации оксидов азота в дымовых газах достигло 55 % (рис. 3).

Применение автоматизированных горелочных устройств позволяет эксплуатировать горелки с минимально необходимым коэффициентом избытка воздуха.

Как показал целый ряд исследований, для горелок с неполным предварительным смещением пик выхода оксидов азота находится в зависимости от степени предварительного смещения в диапазоне  $\alpha = 1,12-1,18$ . Смещение коэффициента избытка воздуха в сторону единицы позволяет снизить выход оксидов азота на 10–15 %. В нашем случае горелки типа ГГРУ могут работать в режиме  $\alpha = 1,02-1,04$  и таким образом минимизировать выход оксидов азота.

Реализация последнего решения была выполнена силами ГУП «Мостеплоэнерго» более чем на 100 котлах с помощью прибора КГА8. Его применение обеспечило постоянную коррекцию технологического режима котлов по оптимизации режимов сжигания и минимизации NO<sub>x</sub>. В связи с этим не только был сформирован внутрираслевой мониторинг режимов работы котлов, но и появилась возможность постоянной передачи информации в систему городского мониторинга.

Ярусное расположение горелок позволяет осуществлять режим сжигания в варианте – нижний ряд горелок с коэффициентом избытка первичного воздуха ниже единицы, например 0,7, верхний – с коэффициентом избытка воздуха больше единицы, например, 1,4.

В целом коэффициент избытка воздуха за котлом составил  $\alpha = 1,05$ .

При работе горелок с  $\alpha < 1$  обеспечивается снижение уровня температуры в ядре факела горелки в связи с недостатком воздуха и, вследствие этого, снижается выход оксидов азота.

При работе горелок с  $\alpha = 1,4$  также происходит захолаживание факела горелки из-за избыточного количества воздуха. Температура в ядре факела падает по сравнению со стехиометрическим сжиганием газа, и как следствие процесс образования оксидов азота

затормаживается. Это приводит к снижению концентрации оксидов азота в уходящих газах котла. Часть газа, не сгоревшая в факеле горелок нижнего ряда, дожигается в избыточном воздухе верхнего ряда.

Однако в связи с тем, что несгоревшая часть газа невелика и рассредоточена по всему объему топки, повышенных температур в топке не наблюдается, средний коэффициент избытка воздуха за котлом остается низким и эффект по снижению оксидов азота сохраняется.

Предварительные работы были проведены при десяти встречано работающих горелках на котлах ПТВМ-60 на РТС «Волхонка-Зил». В процессе испытаний были получены данные по трем соотношениям расходов газа на горелки, расположенные с противоположных сторон котла. Результаты испытаний сведены в таблицу.

Коэффициент избытка воздуха за котлом не изменился по сравнению с обычным режимом сжигания. Очень важным является минимальное содержание в уходящих газахmonoоксида углерода. Мощность выброса NO<sub>x</sub> была снижена с 4,8 до 3,3 г/с.

Тепловая мощность котлов в обычном режиме сжигания и при соотношении давлений газа три к единице не изменилась и составила 49,6 Гкал. КПД оставался равным 92 %. Горелки при проведении всех экспериментов работали устойчиво.

Для усиления эффекта снижения оксидов азота в выбросах котлов было разработано специальное автоматизированное устройство рециркуляции дымовых газов. В этом случае при постоянном расходе природного газа через горелки объем факела увеличивается и температура его снижается, что в свою очередь приводит к падению концентрации оксидов азота в продуктах сгорания газа.

Выход NO<sub>x</sub> по механизму Зельдовича определяется лишь атомарным кислородом, а атмосферный кислород влияет только на скорость реакции образования оксидов азота. При одинаковом времени пребывания уменьшение концентрации

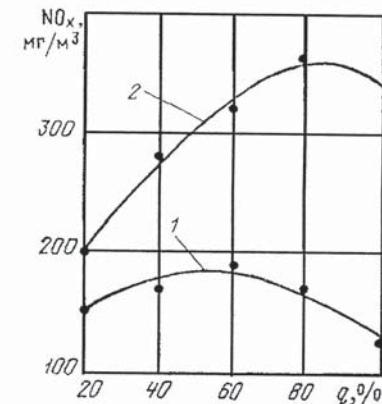


Рис. 3. Снижение окислов азота за счет установки двухсветного экрана

атомарного кислорода приводит к снижению концентрации оксидов азота в уходящих газах.

Как известно, генерация кислорода происходит при небольших концентрациях оксида углерода, характерных для начального периода горения. Следовательно, подавляя процесс генерации атомарного кислорода в начальный период горения, можно добиться значительного снижения выхода оксидов азота в продуктах сгорания.

Механизм генерации атомарного кислорода основан на присутствии в пламени активированных молекул CO<sub>2</sub>. Избыточная энергия может расходоваться либо на расщепление молекулы O<sub>2</sub>, либо на получение кванта энергии при столкновении с молекулами типа CO, NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub>.

Во втором случае избыточной энергии CO<sub>2x</sub> не хватает для разрушения молекул ввиду высоких значений их энергии связи. Поэтому для подавления генерации атомарного кислорода в зоне реакции уже в начальный момент горения должны присутствовать инертные топочные газы, которые могут быть поданы путем рециркуляции.

Этот метод снижения оксидов азота был реализован на котле ПТВМ-100 РТС «Тушино-3» на базе горелок ГГРУ-1000. Рециркуляции дымовых газов в устройстве осуществлялась принудительно.

Дымовой газ отбирался за конвективной поверхностью котла и направлялся

лялся в смесители горелок инжекторно-тантгенического типа, расположенные перед горелками. В смесителях осуществлялось смешение дымовых газов с воздухом, и далее полученная смесь подавалась в горелочные устройства. Подача рециркуляционных газов также увеличивает скорость истечения газо-воздушной смеси.

Уменьшение температуры горения в факеле и увеличение скорости выброса смеси существенно снижают стабилизационные характеристики горелки по отрыву факела.

Горелки ГГРУ разработаны с учетом использования как отдельно, так и совместно с рециркуляционными устройствами и отличаются повышенными стабилизационными характеристиками горения.

Рециркуляционная система устроена таким образом, что при работе дымососов рециркуляционный газ поступает во все горелки, в том числе и нерабочие.

Автоматизация устройства рециркуляции котла предусматривает включение дымососов с пульта управления, открытие ПРЗ, автоматическое поддержание заданного режима давления рециркуляционного газа перед горелками, отключение рециркуляции, сигнализацию включения дымососов, поддержание давления рециркуляционного газа.

Испытания были проведены на РТС «Терешково» в двух вариантах. В первом варианте при работе котла с 16-ю горелками в обычном режиме концентрация оксидов азота в уходящих газах составила 240 мг/м<sup>3</sup> при  $\alpha$ , приведенном к единице. После подачи рециркуляционных газов (второй вариант) содержание оксидов азота в уходящих газах упало до 120 мг/м<sup>3</sup> или 60 ppm в пересчете к принятой величине  $\alpha = 1,4$  концентрация оксидов азота составила 85,7 мг/м<sup>3</sup>.

Во втором варианте степень рециркуляции была равна 20 %. Давление рециркуляционного газа после ПРЗ составило  $P_r = 1,55$  кПа. При этих условиях было получено практически 45 %-ное снижение содержания оксидов азота.

Такое снижение можно объяснить рядом факторов: низкой температурой рециркуляционных газов (за счет отбора

газа на входе в дымовую трубу), вводом продуктов рециркуляции фактически в газовоздушную смесь, низким значением коэффициента избытка первичного воздуха, близким к единице (благодаря конструкции горелки ГГРУ-1000).

При работе котла на 16-ти горелках содержание монооксида углерода после подачи рециркуляционных газов увеличилось с 11 до 16 ppm.

Для определения величины максимально целесообразной степени рециркуляции была проведена серия экспериментов с учетом различных нагрузок котла при ее увеличении до максимально возможного, значения коэффициентов избытка воздуха за котлом поддерживались близкими к минимально необходимым. Эксперименты показали, что максимально целесообразная степень рециркуляции составляет приблизительно 20 %. С учетом большого опыта эксплуатации горелок на котельных агрегатах ОАО «МОЭК» и других заказчиков ЗАО «ЭкотеплоГаз» для РТС «Перово» были разработаны модернизированные горелки ГГРУ-М. Применение их, наряду с целым рядом специальных мероприятий и улучшенным алгоритмом работы горелок, позволило бы при уже достигнутых результатах, таких, как увеличение КПД котлов на 2 %, гарантированно снизить содержание оксидов азота не менее чем на 40 % и обеспечить экономию газа до 4 % (в среднем при расчете на год).

Хотелось бы обратить внимание на то, что горелки ГГРУ хорошо себя зарекомендовали при работе как на одногорелочных, так и многогорелочных котлах.

Учитывая их большую единичную мощность, практически 45–50 МВт, их можно использовать на крупных паровых и водогрейных котлоагрегатах, на которых повышенная мощность самого котлоагрегата может быть обеспечена путем естественного набора необходимого числа горелок. Заложенный в горелках принцип стадийности сжигания при низких коэффициентах избытка первичного воздуха  $\alpha = 1,02–1,04$  обеспечит экономию природного газа или жидкого топлива, а выравнивание температур в топке увеличит износостойкость экранных поверхностей и приведет к

снижению выброса вредных веществ. Наряду с этими предложениями ЗАО «ЭкотеплоГаз» была предложена схема автоматизации регулирования нагрузки по наличию СО, в то время как параметр  $O_2$  носит чисто информативный характер. Это позволит обеспечить экономию топлива несмотря на изменение погодных условий (для водогрейных котлов), т.е. барометрического давления, погодных температур и влажности. Такая схема также опробована на ряде станций ОАО «МОЭК».

Наличие в горелках специально-го завихрителя переменного сечения позволяет качественно сжигать топливо при пониженных давлениях воздуха перед горелкой ~ 120 мм вод.ст. Это обеспечивает снижение энергозатрат по сравнению с горелками производства Германии в 2,5–3 раза. Коллектив ЗАО «ЭкотеплоГаз» постоянно работает над совершенствованием горелочных устройств.

### Литература

1. Ридер К.Ф., Равич М.Б., Шуркин Е.Н. Метод подавления окислов азота в высоконапряженных топках беспламенного горения // Промышленная энергетика. – 1976. – № 5.
2. Ридер К.Ф. Оценка возможности снижения выхода окислов азота при эксплуатации горелок института «Мосгазпроект» // Промышленная энергетика. – 1977. – № 2.
3. Ридер К.Ф. Совершенствование теплотехнических и токсикологических характеристик газогорелочного оборудования и котлов районных тепловых станций: Тезисы доклада к Всесоюзному научно-техническому совещанию «Повышение качества сжигания топлива и охрана окружающей среды от загрязнения вредными выбросами ТЭС и крупными промышленными предприятиями». – Казань, 31 мая – 2 июня, 1988 г.
4. Ридер К.Ф., Гайстер Ю.С. Способ управления процессом горения. Патент РФ № 2100703. 1997 г. Б.И. № 36.
5. Ридер К.Ф., Хохлов Л.К. Способ повышения энергетических и экологических показателей горелочных устройств и устройство для его реализации. Патент РФ № 2122154. 1988 г. Б.И. № 32.

# Каскадные котельные Navien

Компания **Navien** (Южная Корея), ведущий мировой производитель отопительного оборудования, является первой компанией, предложившей в Азиатско-Тихоокеанском регионе конденсационные котлы и каскадные установки на их основе. Такие котельные являются лидерами продаж не только в этом регионе, но и в Европе, поскольку при использовании конденсационных котлов достигается максимальная экономия расхода газа (до 30 %), соответственно, снижаются коммунальные платежи и при этом максимально сокращаются вредные выбросы в атмосферу.

Сегодня **Navien** предлагает решения для создания каскадных котельных на базе настенных конденсационных котлов серии **NCB**, способные удовлетворить потребность в автономном энергоэффективном теплоснабжении не только загородных домов, но и городских объектов коммерческого, производственного, административного и социального назначения. Так, на базе котлов **NCN-52HD** номинальной мощностью 40 кВт можно создать каскадную котельную мощностью 320 кВт (если устанавливаются 8 котлов в каскаде) и даже 640 кВт (если подключаются 16 котлоагрегатов). При комплектации таких установок компания **Navien** использует только комплектующие собственного производства (циркуляционные насосы, автоматику управления, системы дымоудаления и пр.), что гарантирует слаженность, надежность и бесперебойность работы котельных.

Также для упрощенного монтажа **каскадных котельных Navien** предлагает гидравлические модули, которые включают циркуляционные насосы, трубную разводку радиаторного и напольного отопления, комплексы КИП и автоматику погодозависимого управления. Такие модули, специально разработанные под габариты и рабочие параметры конденсационных котлов **Navien**, полностью устраниют все возможные ошибки при проектировании, монтаже и пусконаладке котельной.



## Эффективность конденсационных котлов **Navien**

Высокая эффективность конденсационных котлов обусловлена их конструкцией, благодаря которой скрытое тепло водяного пара, образующегося в дымовых газах при сгорании топлива, остается в котле, а не теряется при дымоудалении. У конденсационных котлов производства **Navien** **коэффициент эффективности** достигает 107–108 %, а при частичной нагрузке (30 %) и температуре обратной воды 30 °C – даже 108,8 %. При использовании погодозависимой автоматики и работе в низкотемпературном режиме отопления (50/30 °C) конденсационные котлы **Navien** позволяют снизить расход топлива на 30 %, если сравнивать их работу с традиционными газовыми котлами. Такие высокие значения ресурсосбережения обусловлены также тем, что котлы серии **NCN-52HD** имеют широкий диапазон регулирования мощности (от 10 до 100 %). При модулировании нагрузки наибольший эффект достигается при работе каскадной установки на базе 4-х или 8-ми котлов: нетрудно подсчитать, что в этом случае вместо десяти будет, соответственно, 40 и 80 градаций мощности. При этом увеличивается и эксплуатационный ресурс каждого из котлов в системе: **каскадные контроллеры-программаторы Navien**, осуществляющие управление системой, поддерживают такой режим, при котором

суточный механический износ распределяется поровну на все котлоагрегаты каскада благодаря, во-первых, ротации их включения, а во-вторых, неполной нагрузке на каждый из котлов (при работе на частичной мощности снижается тепловая нагрузка на детали котлов и, соответственно, повышается их долговечность).

Помимо контроллера и жидкокристаллических панелей управления, расположенных на лице-

вой стороне каждого котла, работой установки можно управлять с помощью **дистанционного пульта управления** со встроенным компактным датчиком температуры и большим жидкокристаллическим дисплеем с подсветкой. Он позволяет дистанционно изменять настройки и режимы работы системы; также он является программатором, с помощью которого можно задать почасовую регулировку температуры системы отопления в автоматическом режиме.

## Преимущества конденсационных котлов **Navien**

Настенные газовые конденсационные котлы **Navien NCN-52HD** работают с модулируемыми горелками на природном и сжиженном газе, характеризуются высокой скоростью нагрева теплоносителя, стабильностью работы при низком входном давлении газа в системе газопровода и низком входящем давлении воды в системе водопровода. Номинальное давление составляет 2,5 бара, номинальная температура теплоносителя – 90 °C. Надежность котлов обеспечивается также системой защиты от замерзания, функцией автодиагностики и наличием защитного чипа **SMPS** (Switched-Mode Power Supply), который поддерживает безупречную работу котла даже при перепадах напряжения в сети в пределах +/-30 % от 230 В.

При использовании погодозависимой автоматики котлы **Navien** обеспечивают заданный температурный режим в помещении вне зависимости от температуры окружающей среды. Погодозависимая автоматика уже встроена в систему управления и для ее использования достаточно установить на улице датчик внешней температуры и соединить его с котлом. Широкий спектр предлагаемых дымоходов **Navien** позволяет смотреть как вертикальную, так и горизонтальную системы дымоудаления.

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

# Автоматические котлы пульсирующего горения

Автоматические котлы пульсирующего горения предназначены для отопления и горячего водоснабжения зданий и сооружений по закрытой схеме. По своей эффективности, безопасности и принципиально новой технологии выработки тепла такие котлы не имеют аналогов в России и СНГ, являются одним из наиболее технологичных образцов современной теплоэнергетики и представляют практический интерес для широкого круга потребителей.

Реформа ЖКХ выяснила многие проблемы, но самым экономически затратным по-прежнему остается отопление.

По разным оценкам специалистов, 25–35 % всех энергоресурсов России тратится на отопление. Около половины объектов и инженерных сетей требует замены, не менее 15 % находятся в аварийном состоянии.

На каждые 100 км тепловых сетей ежегодно приходится в среднем 70 повреждений. Потери в тепловых сооружениях и сетях достигают 30 %. Во многих отопительных котельных установлено малоэффективное оборудование, используются устаревшие технологии, имеют место большие потери тепла при транспортировке теплоносителя и отсутствует контроль за его использованием потребителями.

В Европе, например, считается, что протяженность тепловых сетей рентабельна на расстоянии не более 1 км. При его увеличении расходы на тепловые сети возрастают многократно. В настоящее время для повышения эффективности использования топливно-энергетических ресурсов проводятся следующие мероприятия:

- перевод котельных на более дешевое топливо (газ);
- ликвидация нерентабельных котельных, КПД которых, как правило, не превышает 50 %, с переводом потреб-

ителей на индивидуальное теплоснабжение;

- децентрализация теплоснабжения в экономически оправданных случаях;
- модернизация котельных с использованием современных научно-технических достижений.

В этой связи повышенный интерес специалистов вызывают производимые АО «КРЭМЗ» автоматические водогрейные котлы пульсирующего горения мощностью 100 и 400 кВт. Новизна котлов заключается в принципе их работы, основанном на периодическом объемном (бесфакельном) сжигании газообразного топлива.

Используемая принципиально новая технология выработки тепла, достигнутые технические характеристики позволяют утверждать, что котлы пульсирующего горения являются одним из наиболее эффективных и безопасных средств решения задачи отопления и горячего водоснабжения.

Котлы данного типа имеют ряд преимуществ перед традиционными котлами, содержащими факельную горелку:

- 1) малые габариты и масса на единицу теплопроизводительности вследствие интенсификации (в два раза выше, чем в традиционных) процессов теплообмена в камере сгорания;
- 2) предельная простота конструкции, отсутствие горелочного устройства, небольшое сечение дымовой трубы;



Котел ПВ-100 (390x390x1785 мм)

- 3) высокий КПД (93–95 %) независимо от теплопроизводительности котла и минимальное электропотребление (не более 110 Вт);
- 4) низкий уровень эмиссии (выброса) вредных веществ (CO, NO, NO<sub>2</sub>) при работе котла;

5) высокий уровень пассивной безопасности из-за малого объема, заполняемого газовоздушной смесью, и высокой прочности оболочек. Котлы имеют столь малые объемы всех полостей, что суммарная энергия аварийного «хлопка» газовоздушной смеси незначительна, а прочность всех элементов конструкции позволяет выдержать избыточное давление при хлопке 16 кг/см<sup>2</sup>, хотя теоретически достижимо давление при хлопке 8 кг/см<sup>2</sup>;

6) высокая надежность, безопасность, предельная простота конструкции, автоматизация работы котлов в сочетании с самодиагностирующимся блоком управления, что позволяет отказаться от присутствия дежурного персонала. Автоматика котла обеспечивает не только его автоматизированную работу в различных режимах (розжиг, поддержание режима горения и выработка тепла, отключение по командам управления теплопроизводительности и т.д.), но и высокую безопасность при эксплуатации и возникновении внештатных и аварийных ситуаций.

В этих целях котлы пульсирующего горения снабжены электрооборудованием, микропроцессорным блоком управления и комплексом датчиков (продувки, горения, температуры и давления теплоносителя, кондуктометрии), которые:

- обеспечивают выдачу управляющих сигналов на трансформатор зажигания, электромагнитный клапан и вентилятор для управления розжигом и горением;

- предотвращают подачу топлива при неудачных попытках розжига, а также при некондиционном топливе и воздухопитании (если не обеспечивается установленный напор продувки, засорены воздуховоды и газоходы выхлопа либо давление топливного газа находится за пределами допустимых значений);

- не допускают начала розжига при ненадлежащих параметрах теплоносителя в котле и останавливают горение (подачу топлива), если эти параметры вышли за допустимые пределы в процессе работы;

- обеспечивают выдачу сигналов и информации о нормальной работе

котла и сигнала «Тревога» при неполадках, возникших в ходе его функционирования;

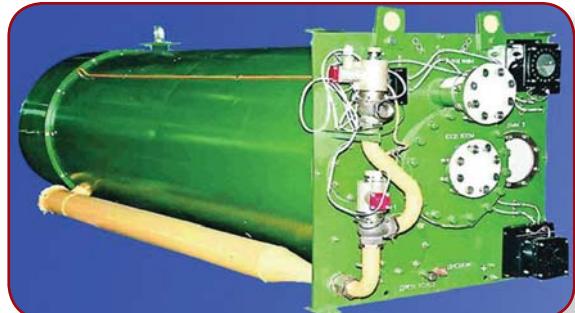
7) простота и сокращение сроков монтажа, наладки и ввода в строй за счет высокой степени заводской готовности. Конструкция котла включает схемы автоматики. На предприятии имеется лаборатория – котельная, в которой проводятся заводские испытания котлов в режиме реальной работы. Котлы рассчитаны на эффективную работу в течение не менее 15-ти лет;

8) возможность строить котельные установки на малых площадях за счет компактного их размещения (например, расположения котлов ПВ-400 друг над другом числом до двух). По требованию заказчика котлы могут комплектоваться блоками автоматического управления (БАУ) группой (не более шести) водогрейных котлов, подключенной к единой системе водяного отопления. Во время работы блок поддерживает в заданном интервале температуру воды в системе отопления, включая или отключая необходимое количество котлов. Заданный интервал температуры устанавливается оператором при настройке системы. Максимальная температура этого интервала устанавливается либо оператором (ручной режим), либо определяется по графику зависимости максимальной температуры от «уличной температуры» (автоматический режим).

Это позволяет при использовании ограниченного набора типовых котлов решать разнообразные задачи по отоплению не только отдельных помещений, но и небольших микрорайонов.

Упрощенно принцип действия и конструкцию котла пульсирующего горения можно представить следующим образом.

В камеру сгорания через воздушно-пульсирующий и газопульсирующий мембранные клапаны, расположенные в ресиверных камерах, подается топливный газ. С помощью электrozапальной свечи осуществляется первичное воспламенение газовоздушной смеси и



Котел ПВ-400 (2700x900x994 мм)

кратковременное повышение давления, приводящее к возникновению акустических волн в резонаторе.

Камера сгорания совместно с резонаторными трубами образует объемный акустический резонатор типа резонатора Гельмгольца. Когда давление в камере превышает давление в ресиверах, пульсирующие мембранные клапаны закрываются. При этом дальнейшее поступление газа и воздуха в камеру сгорания приостанавливается. Под избыточным давлением дымовые газы выходят из камеры и через резонансные трубы и выхлопной коллектор поступают в окружающую среду. Через определенное время (около 20 м/с) давление в камере снижается и пульсирующие клапаны открываются, впуская очередную порцию газа и воздуха. Цикл повторяется с частотой 35–40 раз в секунду. Такой процесс называется пульсирующим горением.

Всасывание воздуха происходит благодаря периодическим полуволнам разрежения, а повторное воспламенение свежих порций газовоздушной смеси осуществляется не от свечи, а с помощью остаточного пламени, которое постоянно присутствует в зоне завихрения на свечном конце камеры сгорания. Процесс пульсирующего горения может продолжаться неограниченное время, пока не будет отключена подача топливного газа. Для ее включения и отключения служит отсечной клапан.



АО «КРЭМЗ»  
Тел./факс (48735) 5-42-94  
omis.kremz@yandex.ru  
www.kremz.ru

## Что хочет потребитель?

Именно этот вопрос в компании ООО «Виссманн» мы задаем себе каждый день для того, чтобы встать на место покупателя, думать как он, понять, что же хочет он получить от оборудования в конечном итоге и определить его область применения (отрасль промышленности), а самое главное, найти ту тонкую грань соотношения «цена/качество», чтобы, с одной стороны, иметь современное энергетическое хозяйство (энергоцентр), а с другой – не переплачивать. Только ответив на такие наиважнейшие для потребителя (и, соответственно, для нас) вопросы, мы можем объективно оценить все возможные риски и затраты, как капитальные, так и возникающие в процессе дальнейшей эксплуатации и обслуживания оборудования. Сегодня мы постараемся предоставить исчерпывающую информацию и ответить на вышеперечисленные вопросы.



И. Плотников,  
инженер по развитию

Поскольку подавляющее большинство наших клиентов (инвесторы, генеральные директора, главные инженеры и энергетики) являются деловыми людьми, к сожалению, не располагающими значительным количеством свободного времени и просто физически не имеющими возможность детально ознакомиться со всеми концептуальными преимуществами котельного оборудования Vitomax D (паровые и водогрейные котлы с двумя камерами сгорания), но четко знающими «цену деньгам» и нацеленными на получение коммерческой прибыли и процветание своего бизнеса, то основным и единственно важным критерием для них является конечная стоимость основного продукта. Себестоимость же технологического и вспомогательного оборудования, а также прочие расходы завода (к примеру, фонд заработной платы, амортизационные расходы, материально-техническая база и пр.) заложены в конечную стоимость продукции широкого потребления и ее выпускаемый объем. В свою очередь снижение издержек и расходов предприятия при сохранении стабильно высокого качества продукции приводит к уменьшению ее себестоимости, а значит повыше-

**VIESSMANN**  
climate of innovation

нию конкурентоспособности и делает ее более коммерчески успешной. И в этом случае в выигрыше оказываются все: как производитель, так и потребитель.

Казалось бы, очень заманчиво в качестве основного критерия для покупки генерирующего оборудования рассматривать только цену. Но этот путь является изначально ложным, поскольку он выгоден только компаниям, заботящимся о сиюминутной выгоде (и, как правило, не производственным) и не рассматривающим стабильность всего жизненного цикла котельного оборудования, а также совместимость и согласованность работы всей энергетической системы. Собственнику

же бизнеса важен непрерывный процесс производства, надежность и стабильность параметров и весь спектр затрат в обозримом будущем, поскольку он платит «из собственного кармана».

Промышленная котельная – это достаточно сложное «изделие», состоящее из большого числа компонентов, которые необходимо грамотно подобрать и увязать вместе. В первую очередь, это задача проектных и монтажных организаций – узкоспециализированных профессиональных компаний. Конечно, долговечная и безаварийная работа котельной зависит от каждого такого компонента, будь то насос, горелочное устройство, шкаф управления



и пр. Котел в этом смысле не исключение. Более того, поломка котла скорее всего приведет к более существенным проблемам, чем выход из строя какого-либо иного элемента котельной. Его конструкция не предусматривает планово-предупредительного ремонта, это изделие, которое покупается один раз и служит долго «верой и правдой» при соблюдении условий эксплуатации. Нормативный срок службы котлового блока Vitomax D составляет порядка 20-ти лет.

Учитывая существующие реалии и специфику рынка теплотехнического оборудования в Российской Федерации (РФ), мы понимаем, что промышленный котел как «сердце котельной» должен быть в первую очередь надежным, легко обслуживающим, энергоэффективным, неприхотливым в эксплуатации и в случае необходимости ремонтопригодным. Его выход из строя может повлечь остановку всего технологического процесса, а значит и прекращение выпуска готовой продукции (временно ограничить потребителя в получении прибыли) или оставить людей без тепла.

Конечно же, наша продукция предназначена как для деловых участников рынка и технических специалистов, так и для тех, кто только делает свои первые шаги в промышленном секторе. Но не стоит забывать и о культуре ее эксплуатации, хотя, конечно же, промышленные котлы Vitomax D сконструированы таким образом, что могут «многое простить».

Производство промышленных котлов серии Vitomax D расположено в г. Венло (Нидерланды), где изготавливаются водогрейные и паровые котлы с одной или двумя жаровыми трубами тепловой мощностью до 40 МВт, а также водотрубные и комбинированные котлы единичной мощностью до 116 МВт.

Функционально структура завода представлена следующими подразделениями: отдел развития и разработок (конструкторский отдел), производственный отдел, служба контроля качества, служба поддержки продаж, промышленный сервис, администрация. На заводе осуществляется полный цикл производства котлов, начиная с обработки металлопроката и заканчивая изготовлением деталей теплоизоляции и облицовки. Используются современное оборудование и технологии: лазерная и плазменная резка, автоматическая и полуавтоматическая сварка, вальцовка, холодная штамповка, литье формованных теплоизоляционных материалов, окраска методом порошкового напыления и др. Завод также самостоятельно производит системы управления котлов и программное обеспечение для них.

Все без исключения промышленные котлы Vitomax D проходят строгий контроль качества в собственной аттестованной лаборатории: визуальный, рентгенографический, радиоизотопный, ультразвуковой, магнитопорошковый, капиллярный, а также гидравлические испытания давлением. Давление испытаний превышает максимально допустимое избыточное давление (давление срабатывания предохранительных клапанов) на 85 %. Контроль качества осуществляется на всех стадиях изготовления котла, начиная со входного контроля и маркировки металлопроката и полуфабрикатов. Испытания и окончательная приемка котла производится инспектором TUV – организации, аналогичной российскому Ростехнадзору.

По желанию заказчика котел может быть укомплектован всей необходимой запорной и регулирующей арматурой, автоматикой, устройствами индикации, контрольно-измерительными приборами, арматурой безопасности. Именно здесь мы делаем упор на комплектные поставки. Данное решение позволяет на самой начальной стадии проработки проекта исключить ошибки в подборе оборудования котельной, за это отвечает не только проектировщик, но и сотрудники специализированных инженерных подразделений Viessmann. В процессе консультаций и взаимодействия между участниками проекта появляется сбалансированное по всем параметрам и отвечающее конкретным (уникальным) требованиям технологического процесса комплексное решение. Осуществляя базовый инжиниринг, мы берем на себя ответственность и помогаем потребителю сосредоточиться на действительно важных для него вопросах: увеличение основного производства, улучшение качества продукции, расширение ее ассортимента и строительство совершенных новых заводов.

Водогрейные и паровые котлы Vitomax D – это высокоэффективная техника для работы не только на дизельном топливе и природном газе, но и на мазуте, которая позволяет снижать отопительные издержки и беречь окружающую среду, увязывая между собой экономическую выгоду, экологическую безопасность и социальную ответственность.

Наши многочисленные референции на территории РФ (обратившись в службу



маркетинга, Вы можете бесплатно заказать полную печатную версию референц-альбома «Промышленное оборудование») в различных отраслях промышленности покажут Вам возможность применения нашей производственной линейки для отопительных систем и технологических процессов, где основное и вспомогательное оборудование (котлы, горелки, насосы, ХВО, деаэратор и пр.) согласовано друг с другом от стадии проектирования и подбора оборудования до пусконаладочных работ и ввода котельной в эксплуатацию. Сегодня мы имеем прекрасный шанс модернизировать устаревшие котельные установки и использовать более современное промышленное оборудование, снизить издержки и минимизировать срок окупаемости установки.

В целях прозрачности и открытости ведения бизнеса, занимая последовательную активную позицию, мы хотим быть ближе к клиенту и готовы осуществлять поставку оборудования в кратчайшие сроки, содержать склад с самым широким ассортиментом запчастей, обеспечивать гарантийные обязательства компании. Наши сотрудники имеют возможность выехать на место монтажа оборудования, выполнить шеф-монтажные и пусконаладочные работы. Для этого необходимо позвонить в call-центр по телефону, который доступен 24 ч в сутки 365 дней в году. Ежедневная работа с клиентами, налаживание тесных рабочих контактов, оказание консультационных услуг и непосредственной практической помощи – вот основные предпосылки для нашей совместной работы и процветания Вашего бизнеса.

**Отдел продаж промышленного оборудования ООО «Виссманн».**  
129337, г. Москва,  
Ярославское шоссе, д. 42.  
Тел.: +7 495 6632111.  
Факс: +7 495 6632112.  
[www.viessmann.ru](http://www.viessmann.ru)  
[www.viessmannrus.com](http://www.viessmannrus.com)



Компания «ИВАР промышленные системы», официальный российский представитель I.VAR Industry S.r.l. (Италия), предлагает промышленные котлы на диатермическом масле, которые преосходят традиционные паровые котлы, поскольку позволяют создавать высокотемпературные (свыше 350 °C) системы низкого давления, способные работать без образования накипи и коррозии.

## Котлы на диатермическом масле I.VAR Industry – эффективная альтернатива промышленным парогенераторам

Котлы на диатермическом масле – это стальные котлы, использующие в качестве теплоносителя диатермическую жидкость (масло), технико-эксплуатационные характеристики которой лучше воды и пара. Основное преимущество диатермического минерального или синтетического масла – это высокая температура кипения, выше 350 °C, при избыточном атмосферном давлении. К тому же масло – незамерзающий теплоноситель, и в отличие от воды и пара оно не является коррозионно-агрессивным по отношению к внутренним поверхностям теплоэнергетического оборудования. Основной недостаток котлов на диатермическом масле – это

возможность его порчи (разложение или окисление), что можно избежать с помощью следующих мер:

- регулярная проверка масла (химический анализ);
- замена масла в зависимости от результатов его химического анализа;
- применение масла с рабочими параметрами ниже расчетных;
- правильное расположение и соединение расширительного бака;
- обслуживание насосов и составляющих элементов, контролирующих циркуляцию и температуры масла.

Для безотказной долговечной работы теплоэнергетических систем с диатермическим маслом необходимы правиль-





ная изоляция и покрытие трубопроводов из-за очень высокой рабочей температуры, отсутствие резьбовых соединений (только фланцевые или сварные). В конструкции систем не должно быть меди, медных сплавов и, конечно, утечек масла из системы. Для выполнения всех условий долгосрочной работы котла необходимо устанавливать, помимо самого котла с горелкой, также систему контроля температуры и потока, которая включает такие элементы, как насосная станция для осуществления циркуляции масла в системе, шкаф управления с автома-

тикой, расширительный бак, бак запаса масла, станция подпитки масла. Котлы на диатермическом масле I.VAR Industry находят широкое применение в текстильной, пищевой, нефтеперерабатывающей и других областях промышленности (заводы по производству асфальта, производство самоклеящихся голограммических этикеток с защитными ламинатами и пр.). Компания «ИВАР промышленные системы» осуществляет поставку котлов на диатермическом масле серии ODE/C в горизонтальном исполнении и серии ODE/V в вертикальном исполнении. Это котлы змеевикового типа с трехходовым движением дымовых газов, работающие при максимальном давлении 10 бар с маслом температурой 350 °C (минеральные масла имеют рабочую температуру около 300 °C, синтетические – более высокую температуру – 350–360 °C). Змеевик с двумя концентрическими кольцами и укрепленными торцевыми частями выполнен из закрытых спиральных бесшовных толстостенных труб, изготовленных из высококачественной стали.

Линейка котлов серии ODE/C горизонтального исполнения представлена 14-ю моделями номинальной мощностью от 116 до 5815 кВт. Линейка котлов вертикального исполнения ODE/V представлена 7-ю моделями номинальной мощностью от 116 до 1163 кВт. Для нагрева масла применяются дутье-

вые горелки, использующие в качестве топлива газ, легкое и тяжелое жидкое топливо. Котлы на диатермическом масле I.VAR Industry полностью отвечают российским ПБ 10-574-03 «Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов» и СНиП II-35-76 «Котельные установки». Дополнительная обшивка с теплоизоляцией передней стенки котла позволяет держать температуру не более 55 °C в соответствии с ПБ 10-574-03. Современная конструкция котлов способствует достижению высокого КПД и сохранению высоких эксплуатационных характеристик в течение всего срока службы оборудования.

Компания «ИВАР промышленные системы» может предложить комплексную поставку основного оборудования для маслогрейной котельной, включая общую насосную станцию для двух и более котлов, арматуру, автоматику, расширительные баки и баки хранения масла, разработку тепловой схемы и т.д. По запросу клиента специалисты компании готовы произвести механическую и электрическую подготовку котла под устанавливаемую на него горелку.

ООО «ИВАР  
промышленные системы».  
Москва, ул. Клары Цеткин, д.33/35.  
Тел.: (495) 602-00-63,  
[www.ivar-industry.ru](http://www.ivar-industry.ru)



# Альтернативные источники энергии – экологическое будущее планеты

Геотермальная энергетика – одно из самых перспективных направлений экономии невозобновляемых топливно-энергетических ресурсов.



Недра Земли обладают большим потенциалом для развития современной энергетики. Например, в некоторых географических районах использование геотермальных источников может решить вопрос теплоэлектроснабжения целых регионов. Геотермальные электростанции строятся там, где находятся месторождения геотермального сухого пара, источники влажного пара, месторождения геотермальной воды, сухих горячих скальных и магматических пород. В зависимости от источников геотермальной энергии, которые, как правило, определяются ландшафтом и природными условиями региона, энергия на геотермальных электростанциях производится несколькими способами.

Концерн KSB (Франкенталь, Германия) имеет многолетний опыт проектирования, изготовления и поставки насосного оборудования для геотермальных электростанций в мире. Так, **электростанции открытого типа** (рис. 1) используют горячую геотермальную среду или пар для работы турбины. Их строят там, где доступны чистые и горячие (150–250 °C) термальные воды. Производительная мощность каждого энергоблока – порядка 20–120 МВт. Для объектов такого типа концерн предлагает насосы для перекачивания термальной воды, например, серий Magnochem, RPH, MegaCPK; конденсатные насосы/насосы обратного конденсата серий Multitec, MegaCPK, RPH; HPK-L; насосы охлаждающей жидкости, например, MegaCPK, Omega, Etanorm и

многие другие; насосы для теплосетей, такие как Omega в исполнении для горячей воды ( $\leq 140$  °C), HPK-L или MegaCPK для температуры перекачиваемой среды до 200 °C.

**Гидротермальные бинарные электростанции** (рис. 2) используют горячую термальную воду и передают теплоту второму контуру. Они характеризуются

отсутствием прямого взаимодействия турбины с геотермальной средой. Сам бинарный цикл заключается в использовании двух типов вод – горячей и умеренной. Оба потока пропускаются через теплообменник. Более горячая жидкость выпаривает более холодную, и образуемые вследствие этого процесса пары приводят в действие турбины.

Рис. 1

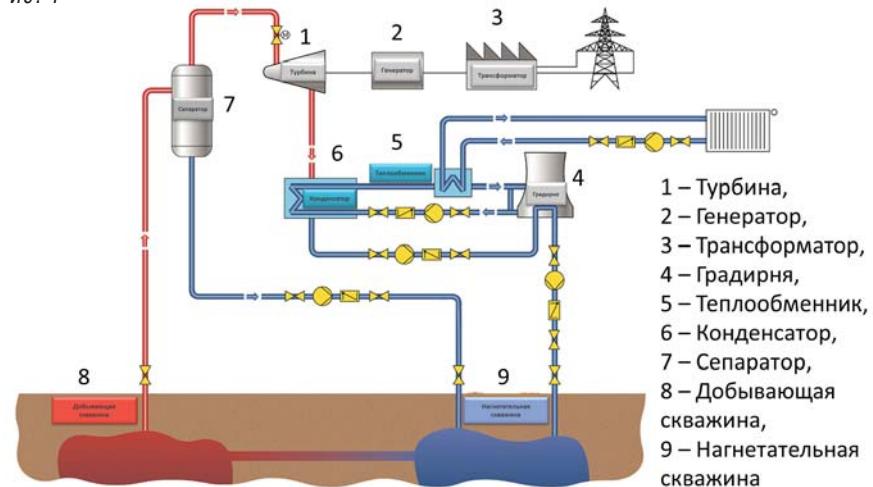
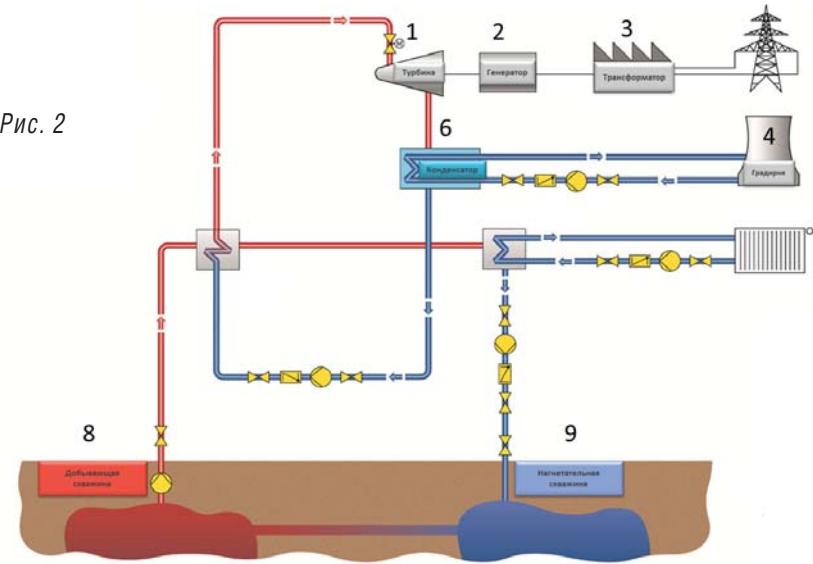


Рис. 2



Производительная мощность подобных электростанций – 1–20 МВт электрической и 10–70 МВт тепловой энергии на один энергоблок. Двухконтурные электростанции пропускают геотермальное тепло, поступающее из скважины, температурой от 80 до 150 °С на второй контур.

Для выработки электроэнергии в контуре электростанции используется цикл ORC (органический цикл Ренкина) или технология Калины (вода–аммиак) для повышения эффективности при более низких температурах жидкости.

Для электростанций этого типа концерн KSB поставляет оборудование в целях применения в двух независимых циклах:

- в производственном – скважинные насосы серии UPA/UPZ, причем выбор модели зависит от типоразмера скважины и глубины установки насоса, а также от состава перекачиваемой среды; насосы для обратной закачки типа Multitec или HGM, а также в некоторых случаях стандартные насосы серий MegaCPK или RPH;

- в цикле ORC – комбинирование питательных (серии HG, HGM, Multitec) и конденсатных (HPK-L, MegaCPK и Multitec) насосов.

**Петротермальные электростанции** сходны по конструкции с бинарными электростанциями. Различие заключается в том, что горячая вода в земле отсутствует. В этом случае насосы высокого давления закачивают холодную воду в землю на горячие твердые породы, где она нагревается, двигаясь от нагнетательной скважины к производственной. Через производственную скважину горячая вода транспортируется на поверхность в теплообменник. Далее происходит процесс, аналогичный процессу на бинарных электростанциях. Петротермальные бинарные электростанции используют тепло, аккумулированное в грунте, при создании искусственного цикла термальных вод. Такие электростанции задействованы для производства тепла и электроэнергии.

Следующим типом являются **геотермальные тепловые установки**, в которых геотермальное тепло используется непосредственно для отопления или направляется во второй цикл (например, централизованное теплоснабжение). Мощность каждого блока – порядка 10–70 МВт. Температура используемых термальных вод, добываемых на глубине 3000–6000 м, – 130–200 °С. В этом

случае концерн KSB предлагает насосное оборудование аналогичное тому, которое применяется на бинарных электростанциях.

В последнее десятилетие использование нетрадиционных возобновляемых источников энергии переживает в мире настоящий бум. Это позволит радикально и наиболее экономично решить проблему энергоснабжения стран, которые пользуются дорогостоящим привозным топливом. Масштаб применения геотермальных источников энергии значительно увеличился, особенно в странах Западной Европы (Германия, Франция, Великобритания), Северной Европы (Норвегия, Швеция, Финляндия, Исландия, Дания), в Новой Зеландии, Японии, Мексике и пр.

В России геотермальная энергия занимает первое место по потенциальным возможностям ее использования из-за уникального ландшафта и природных условий. Найденные запасы термальных вод температурой от 40 до 200 °С и глубиной залегания до 3500 м на ее территории могут обеспечить получение примерно 14 млн м<sup>3</sup> горячей воды в сутки. Введение геотермальной энергетики в энергобаланс страны позволит повысить энергетическую безопасность, улучшить экологическую обстановку, а также благоприятно отразится на экономике тех регионов, в которые поставка традиционных источников энергии затруднена.

На основании накопленного опыта реализации проектов в тепловой и атомной энергетике России компания KSB готова предложить комплексные инженерные решения для обеспечения работоспособности геотермальных станций. Все оборудование KSB, поставляемое в РФ, имеет необходимые сертификаты безопасности и допуски к применению в области промышленности и энергетики. Учитывая современную



**Насос HPK-L**

Горизонтальный центробежный насос со спиральным корпусом, имеющим поперечный разъем, в процессной конструкции, с тепловым барьером и воздушным охлаждением камеры уплотнения, встроенным вентилятором, без постороннего охлаждения, с радиальным рабочим колесом, однопоточный, одноступенчатый, по ISO 2858 / ISO 5199. Исполнение по ATEX.

Q [м<sup>3</sup>/ч] – до 1160.

H [м] – до 162.

T [°C] – до +400.



**Насос высокого давления Multitec**

Многоступенчатый секционный центробежный насос горизонтальной или вертикальной установки. Один или два роликоподшипника. Литые радиальные рабочие колеса. Материалы проточной части: серый чугун, бронза, нержавеющая сталь, дуплексная нержавеющая сталь, супердуплексная сталь. Исполнение по ATEX.

Q [м<sup>3</sup>/ч] – до 850.

H [м] – до 1000.

T [°C] – от -10 до +200.

тенденцию к импортозамещению, концерн KSB ведет работу по локализации производства в России.

**Наши технологии. Ваш успех.**



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

# Настройка топливосжигающего оборудования и контроль выбросов дымовых газов после котлов-утилизаторов

М. Григорян

Сегодня, в условиях международных санкций и сложной экономической ситуации, одним из факторов роста и конкурентоспособности производимой продукции на предприятиях становится эффективность использования энергоресурсов. В то же время снижение энергозатрат вследствие уменьшения расходов на обеспечение энергоресурсами каждого предприятия положительно скажется на экономике в целом. Использование современного энергосберегающего оборудования позволит не только сократить затраты на топливо и электроэнергию, но и свести к минимуму негативное воздействие высокотемпературных процессов топливосжигающих установок на окружающую среду. Наглядным примером такого оборудования являются котлы-утилизаторы тепла отходящих дымовых газов или тепла производственных процессов.

В большинстве случаев отработанные дымовые газы топливосжигающего оборудования очищаются и выбрасываются в атмосферу без эффективного использования теплоты отходящих газов. Котлы-утилизаторы дают возможность экономить на покупке и установке котельного оборудования, а также

вырабатывать значительные объемы тепла без расходов на покупку энергоносителей. Конструктивной особенностью котла-утилизатора является отсутствие у него собственного устройства для сжигания топлива, за исключением случаев, когда необходимо дожигать компоненты, входящие в состав отходящих газов, имеющих горючие составляющие. Главная задача котла-утилизатора – максимально эффективное использование теплоты поступающего в него дымового газа в целях последующей генерации горячей воды, водяного пара или нагретого воздушного потока для применения в различных технологических процессах на производстве.

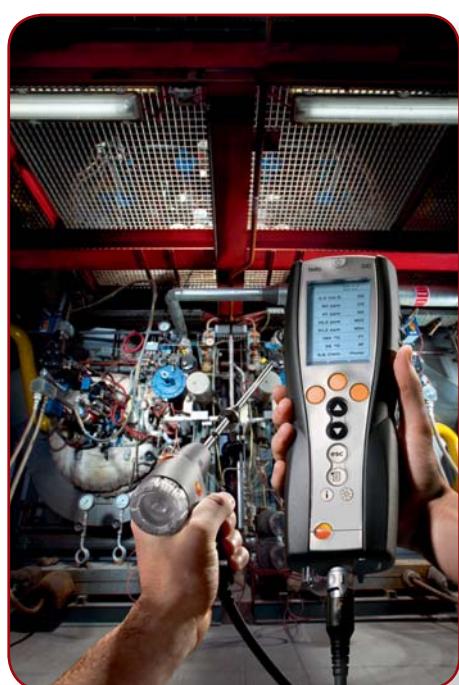
Температурный диапазон утилизируемых газов достаточно широк: от 350–400 °C (для двигателей внутреннего сгорания (ДВС)) до 900–1500 °C (при эксплуатации в сталеплавильных и цементных печах). Конструктивно котлы-утилизаторы в зависимости от организованного в них способа взаимного движения воды, пара и продуктов сгорания подразделяются на газотрубные (жаротрубные) и водотрубные.

В газотрубных котлах отработанные дымовые газы поступают внутрь высокопрочных труб, являющихся поверхностями нагрева, а пароводяная смесь и вода проходят снаружи. При этом максималь-

ный уровень рабочего давления обычно не превышает 80 МПа. С помощью дополнительных устройств показатель внутреннего рабочего давления может быть удвоен. Данный тип котлов используется для утилизации дымовых газов с высоким уровнем загрязнения и находится в наиболее доступном ценовом диапазоне.

В водотрубных котлах пароводяная смесь и вода проходят внутри труб, а отработанные дымовые газы – снаружи, отдавая свое тепло. КПД водотрубных котлов значительно выше, чем у газотрубных, благодаря тому, что наружная рабочая поверхность труб может быть увеличена до нужного размера. Водотрубные котлы могут быть как с естественной циркуляцией, так и с многократной принудительной, позволяющей увеличить эффективность утилизации дымовых газов. Для водотрубных моделей котлов характерны высокая надежность и длительность эксплуатации, которая на порядок выше, чем у газотрубных моделей. В то же время следует учитывать, что трубы водотрубных котлов в большей степени подвержены загрязнениям в виде накипи, копоти и оседания большого количества взвешенных частиц.

В последнее десятилетие получило распространение использование газопоршневых электростанций (ГПЭ)



Настройка топливосжигающего оборудования с testo 340

и газотурбинных установок (ГТУ). Электрический КПД ГПЭ при работе на качественном природном газе достигает 44 %, что является высоким показателем по сравнению с КПД ГТУ (33–39 %). Подавляющее большинство ГПЭ и ГТУ могут работать совместно с котлами-утилизаторами, т. е. как когенерационные установки, способные выдавать тепловую и электрическую энергию. Температура выхлопных газов на выходе из ГПЭ составляет 400 °C, а из ГТУ – 600 °C. Дымовые газы подобной температуры, поступающие в котлы-утилизаторы, позволяют легко получать тепловую энергию в режиме когенерации практически без дополнительных затрат. Таким образом, комбинированная выработка электрической и тепловой энергии на ГПЭ и в ГТУ позволяет повысить эффективность использования топлива до 85–95 %, при этом значительно снизив выбросы в атмосферу.

Для того чтобы с максимальной эффективностью использовать ГПЭ, необходимо производить настройку ДВС в различных режимах работы с помощью газоанализатора. Наиболее походящим для этой цели прибором является газоанализатор testo 340 с возможностью одновременного измерения концентраций O<sub>2</sub> (от 0 до 25 %) и CO (от 0 до 10 000 ppm), а также прямого измерения оксидов азота NO (от 0 до 3000 ppm) и NO<sub>2</sub> (от 0 до 500 ppm). Без прямого измерения NO и NO<sub>2</sub> на различных оборотах двигателя невозможна правильная настройка работы ДВС (согласно ГОСТ Р 55006-2012).

При проведении настройки ДВС, работающего на дизельном топливе, необходимо контролировать концентрацию диоксида серы SO<sub>2</sub> (от 0 до 5000 ppm), так как SO<sub>2</sub> активно разрушает когенерационную установку и снижает ее КПД из-за сульфатов, оседающих на поверхностях нагрева. Газоанализатор testo 340/350 для промышленных двигателей и турбин благодаря новейшему зонду, рассчитанному на максимальную температуру 1000 °C, четырехметровому двухканальному шлангу для точного измерения NO<sub>2</sub>/SO<sub>2</sub> и встроенному пылевому фильтру позволяет обеспечить точные измерения. Дополнительные возможности – беспроводное управление с компьютера по каналу Bluetooth и ПО easyEmission – позволяют управлять газоанализатором testo 340 на расстоя-

нии до 10 м и создают наиболее комфортные условия при проведении настройки ДВС. Затем нужно проконтролировать эффективность утилизации выхлопных газов на выходе из котла-утилизатора.

Для настройки новейших ГТУ требуется газоанализатор, способный осуществлять измерения в «сухих газах» и контролировать низкие концентрации CO и NO с высокой точностью. Прибором, отвечающим этим требованиям, является анализатор дымовых газов testo 350. Блок пробоподготовки на элементах Пельтье позволяет провести измерения в осущененной пробе дымовых газов, а специальный зонд для турбин исключает возможность образования конденсата и способствует высокоточному измерению крайне неустойчивых газов NO<sub>2</sub>/SO<sub>2</sub>. Для настройки и контроля выбросов из ГТУ, работающих на природном газе, потребуются сенсоры высокоточного измерения низких концентраций CO (от 0 до 500 ppm), NO<sub>2</sub> (от 0 до 500 ppm) и сенсора NO (от 0 до 300 ppm) с разрешением 0,1 ppm. Полезная функция автоматической защиты всех сенсоров и пятикратного расширения диапазона позволяет получить точные значения концентрации без риска повреждения сенсоров во время процесса наладки турбин.

В турбинах, работающих на попутном газе, необходимо контролировать концентрацию сероводорода и диоксида серы, так как в попутном газе содержание H<sub>2</sub>S может достигать 8 %, а при его сгорании образуется SO<sub>2</sub>. Для выполнения этой задачи в testo 350, помимо сенсоров CO, NO<sub>2</sub>, NO, необходимо установить сенсоры H<sub>2</sub>S (от 0 до 300 ppm) и SO<sub>2</sub> (от 0 до 500 ppm). Удобство при проведении измерений обеспечит управляющий модуль testo 350, позволяющий управлять блоком анализатора на расстоянии до 100 м (при условии отсутствия помех) и получать измеренные значения по каналу Bluetooth 2.0 с помощью управляющего модуля. Как и с testo 340, с testo 350 можно подключаться к ПК (ноутбуку, планшету) по каналу USB или Bluetooth с помощью ПО easyEmission. По окончании настройки турбины нужно обязательно проконтролировать уровень концентраций дымовых газов на выходе котла-утилизатора.

Мониторинг требуется проводить регулярно вне зависимости от производства, на котором установлено оборудование. Превышение уровня концентраций в



Анализатор дымовых газов testo 350



Работа на объекте с testo 350

утилизированных газах говорит о загрязнении поверхностей нагрева, что приведет к снижению эффективности использования котла-утилизатора. Постоянный контроль процессов и регламентные работы по очистке котла от различного вида отложений позволяют избежать дорогостоящей поломки, восстановить КПД и обеспечить экологическую безопасность его выбросов.

Компания ООО «Тэсто Рус». Тел.: +7 495 221-62-13. [info@testo.ru](mailto:info@testo.ru) [www.testo.ru](http://www.testo.ru)

# «Кельвион» – новое имя «ГЕА Машимпэкс» и GEA Heat Exchangers

9 ноября 2015 г. в международном теплообменном бизнесе произошло важное событие – завершилась консолидация компаний, которые раньше были частью сегмента Heat Exchangers в составе GEA Group AG. В результате смены собственника появилась новая компания, которая вступает в игру на глобальном рынке теплообмена под названием «Кельвион».



Новым названием компания отдает дань уважения лорду Кельви-ну – пионеру термодинамики. Но на самом деле она продолжает работу на глобальном рынке теплообменного оборудования, используя огромный накопленный опыт в области теплообмена, предлагая решения с применением современного оборудования: пластинчатых и кожухотрубных теплообменников, аппаратов воздушного охлаждения и градирен, испарителей и конденсаторов.

В компании «Кельвион» традиции и большой опыт инженеров сочетаются с гибкостью компании среднего размера. Как премиальный бренд в теплообмене «Кельвион» обеспечивает требуемую высокую надежность и по традиции предлагает лучшие технологии и оборудование на рынке, которым заказчики доверяют на протяжении десятилетий.

Компания «ГЕА Машимпэкс», представлявшая сегмент GEA Heat Exchangers в России, также в ближайшее время

будет переименована в «Кельвион Машимпэкс». За двадцать лет с момента основания компанией были пройдены основные этапы локализации производства оборудования в России: организованы производственные линии разборных, сварных пластинчатых теплообменников, индивидуальных тепловых пунктов и насосов для трансформаторного масла, а в 2015 г. в Ленинградской области запущено производство аппаратов воздушного охлаждения. Смена названия стала очередным шагом в реализации долгосрочной стратегии развития компании в России, направленной на локализацию производства, укрепление позиций и повышение компетенций на рынке теплообменного оборудования.

«Кельвион Машимпэкс» продолжит внедрение луч-

ших мировых технологий производства теплообменного оборудования на своих российских площадках, предлагая отечественным предприятиям энергоэффективные решения задач теплообмена и создавая дополнительные рабочие места в РФ.

«Кельвион» – международная компания-производитель промышленного теплообменного оборудования широкого ассортимента: пластинчатые и кожухотрубные теплообменники, аппараты воздушного охлаждения и градирни, испарители и конденсаторы.

Компания работает в различных отраслях промышленности: энергетике и нефтегазовом комплексе, химии и судостроении, пищевой промышленности, тепло- и холодоснабжении. Это клиентоориентированная компания с оборотом около 900 млн евро (по данным 2014 г.) и штатом сотрудников свыше 4500 человек.



# Экономайзер – решение для существенной экономии

Котлы *I.VAR Industry S.r.l.* могут комплектоваться экономайзером. Как правило, экономайзеры используются на паровых котлах серий *BHP*, *SBV* и на котлах перегретой воды серий *XV/AS*.

**Э**кономайзер – это устройство, предназначенное для повышения КПД котла.

## Принцип работы

Экономайзер состоит из теплообменника с оребренными трубами, через которые питательная вода поступает в котел. Она подогревается внешними дымовыми газами, собирающимися в системе, которая соединяет дымовую камеру котла с теплообменником. Восстановленная энергия передается питательной воде, что повышает КПД системы в сочетании с экономайзером приблизительно на 4–5 %.

## Заслонка экономайзера с электроприводом

В дополнение к системе в котел устанавливается байпас питательной воды, который нужен для минимальной циркуляции теплоносителя. Предусматривается также байпас отработанных газов, проходящих через экономайзер.

На выходе из дымовой камеры имеются две заслонки, которые управля-

ют потоком отработанных газов от котла к дымовой трубе. Одна заслонка располагается на входе экономайзера, а другая – между ней и дымовой камерой, отводя отработанные газы в трубу, присоединенную непосредственно к дымоходу. Альтернативный путь выполняет функцию обходного газохода экономайзера, чтобы гарантировать непрерывную работу котла и давать возможность проводить обслуживание (плановое или срочное) экономайзера, не останавливая работу котла.

По соображениям безопасности и для правильной работы положение двух заслонок управляется контроллером *Aliant*.

Котел оборудован ручной заслонкой, соединенной с концевым выключателем, и автоматической заслонкой с электроприводом, соединенной с контроллером *Aliant*. При необходимости проведения обслуживания ручная заслонка должна быть закрыта (на входе в экономайзер); при ее закрытии выдается импульс на контроллер *Aliant*, который автоматически открывает заслонку с электроприводом.

При работе с жидким топливом также рекомендуется закрывать ручную заслонку, чтобы обеспечить байпас экономайзера. Две заслонки управляются так, чтобы они никогда не были закрыты одновременно. Если обе заслонки закрыты, контроллер *Aliant* выдает сигнал тревоги, и горелка не запускается.

## Преимущества

На линии питательной воды установлен трехходовой клапан, что обеспечивает постоянную циркуляцию воды через экономайзер для предотвращения вскипания.



Регулировка положения заслонок происходит по двум параметрам: температуры уходящих газов и температуры питательной воды.

Установлен сбросник пароводяной смеси с возможностью рекуперации тепла.

Стандартно экономайзер изготавливается из углеродистой стали, но при использовании высокосернистых видов топлива может быть выполнен из нержавеющей стали.

Система котла с экономайзером имеет относительно большие габаритные размеры, следовательно, необходимо увеличивать размеры котельной.

Однако установка экономайзера является целесообразным шагом, поскольку окупает себя уже через несколько лет. Кроме того, что на 4–6 % сокращается потребление топлива, снижаются затраты, система становится более экологичной, поскольку вредные выбросы снижаются.

Паровые котлы *SBV* могут комплектоваться пароперегревателем с максимальной температурой пара до 300 °C при рабочем давлении 11 бар.



ООО «ИВАР промышленные системы».  
Москва, ул. Клары Цеткин, д.33/35.  
Тел.: (495) 602-00-63, [www.ivar-industry.ru](http://www.ivar-industry.ru)

# Паровые и водогрейные котлы-утилизаторы

Работа некоторых технологических установок, таких как газотурбинные электростанции, печи различного назначения, газоперекачивающие установки и т. д., сопровождается выделением в большом объеме выхлопного газа, температура которого может достигать несколько сотен градусов. По ряду причин, в том числе экологических, выброс подобной тепловой энергии в атмосферу невозможен. Поэтому были изобретены котлы-утилизаторы, позволяющие передавать тепловую энергию отработанных газов в другие теплоносители, такие как вода или термальное масло.

Тепло вырабатываемых отходящих газов, используемое для нужд технологического процесса, способствует повышению КПД технологической установки, а применяемое для внешних нужд – улучшению экономики процесса.

Отличие котлов-утилизаторов от других видов котлов заключается в том, для них не требуется никакого дополнительного топлива, они работают только за счет энергии отработанных газов. Их основные преимущества заключаются в следующем: снижаются расходы на очистку выхлопных газов; уменьшается выброс загрязняющих веществ в окружающую среду; топливо используется более эффективно.

## Aprovis

APROVIS EnergySystems специализируется на производстве водяных и паровых котлов-утилизаторов. Источником тепловой энергии служит отходящий газ стационарных двигателей мощностью от 50 кВт до 20 МВт. Его температура достигает 550 °C. В зависимости от температуры пара и нагреваемого вторичного контура отходящий газ может быть охлажден до 50 °C.

С учетом специализации на рынке когенерационных установок с использованием стационарных двигателей APROVIS занял лидирующую позицию в сегменте котлов-утилизаторов. Линейка продуктов APROVIS имеет необходимые сертификаты Таможенного союза. Наряду с многочисленными международными референциями, изделия APROVIS успешно эксплуатируются в России и Республике Беларусь. Каждый проект разрабатывают опытные инженеры и техники под индивидуальные требования и с

учетом будущих условий использования оборудования. В результате появляется решение, оптимизированное под конкретную установку, и объем поставки, адаптированный к потребности клиента (например, с экономайзером или без него).

Следует особо отметить решения для двух моторов. При этом паровой котел-утилизатор выполнен так, что прохождение отходящих газов каждого двигателя в котле полностью независимо. Поэтому паровой котел-утилизатор может эксплуатироваться от двух моторов без риска для них и без согласования с изготовителем двигателей.

В стандартный объем поставки котла-утилизатора для давления до 25 бар входят: тепловая изоляция котла, КИПиА, шкаф управления и насосная группа. Дополнительное оборудование и байпас поставляются в соответствии с необходимостью и по согласованию с клиентом. Благодаря такому объему поставки, работы на установке редуцируются до минимума, так что затраты на монтаж и обслуживание ограничены только самым необходимым.

Принцип газотрубного котла с большим объемом воды делает генерацию пара стабильной и безопасной. Благодаря



ревизионным крышкам, расположенным с торцевых сторон котла-утилизатора, обеспечивается свободный доступ для проведения сервисных работ и чистки. Это гарантирует долговременную и надежную эксплуатацию оборудования. Тысячи проектов, успешно реализованных в течение последних пяти лет, подтверждают надежность APROVIS.

## Bono Energia



Котлы-утилизаторы отходов тепла компании Bono Energia (Италия) используются в производстве пара или энергии из отработанных продуктов сгорания газовых турбин, дизельных двигателей средней скорости и тепла, отходящего в ходе других производственных процессов. Мощность выпускаемых компанией котлов-утилизаторов отходов тепла для газовых турбин – от 3 до 20 МВт.

Наиболее распространенным типом конструкции котлов-утилизаторов Bono Energia является водотрубная с циркуляцией воды естественного типа, оснащенная двумя барабанами.

Технические характеристики: эффективная мощность газовой турбины – от 3 до 15 МВт, температура выхлопного газа – до 900 °C, поток выхлопных газов –

от 5 до 60 кг/с, эффективная мощность котла – от 3 до 45 МВт, пропускная способность котла – от 1 до 60 т/ч, давление пара – от 5 до 70 бар, температура пара – до 450 °С.

Водотрубные паровые котлы-utiлизаторы Bono Energia могут включать систему контроля, упрощающую эксплуатацию. С помощью рабочих станций можно осуществлять управление котлом и наблюдение за ним. Рабочие станции производятся Automata – дочерним предприятием Bono Energia.

Производственные решения компании Bono Energia имеют высокую степень специализации и заняли нишу в узко-специализированных секторах рынка, например, в секторе электростанций на биотопливе (растительном масле).

## Bosch

Компания Bosch объединяет накопленный за 150-летнюю историю опыт известнейших производителей котельного оборудования Loos и Buderus, усиливая его собственными передовыми техническими разработками и новейшими решениями.

Паровой котел-utiлизатор Bosch Universal HRSB предназначен для совместного использования с ГПУ. В объем поставки котла входит изоляция, предохранительное оборудование, управляющий модуль с сенсорным экраном (шкаф управления), возможна дополнительная комплектация экономайзером и байпасом. Теплоноситель – насыщенный пар высокого давления, производительность – от 400 до 4100 кг/ч, максимально допустимое давление – 10 и 16 бар, максимальная температура дымовых газов источника дополнительного тепла – 550 °С, минимальные и максимальные объемы дымовых газов источника дополнительного тепла – 500 и 23 500 кг/ч, соответственно, топливо источника дополнительного тепла – природный газ (другие типы дымовых газов – по запросу), диапазон выходной мощности комбинируемых блоков ТЭЦ – от 0,5 до 4 МВт(э).

Паровой котел-utiлизатор Bosch Universal UL-S. Трехходовой жаротрубный паровой котел, который может использоваться в режиме чистого утилизатора.

Четырехходовой паровой жаротрубный котел Bosch UL-S 4-Zug – ноу-хау Bosch, не имеющее аналогов. В основе конструкции этого котла – тради-



ционный паровой трехходовой котел Bosch Universal UL-S. В дополнение к имеющимся трем ходам дымогарных труб в котле организован четвертый ход, предназначенный для использования тепла выхлопных газов ГПУ и других источников. Теплоноситель – пар высокого давления.

Четвертым ходом могут быть оснащены котлы типа UL-S паропроизводительностью от 1250 до 28000 кг/ч, максимально допустимое давление – до 30 бар, максимальная температура – 235 °С, типы используемого топлива – газ, легкое жидкое топливо.

Водогрейный котел-utiлизатор Bosch Unimat UT-H представляет собой трехходовой жаротрубный водогрейный котел типа UT-H, который может использоваться без горелочного устройства, в режиме чистого утилизатора.

## Clayton

Паровой котел-utiлизатор Clayton предназначен для полезного использования тепла выхлопных газов и отпуска насыщенного пара. Он комплектуется собственной автономной системой управления. В объем поставки включены: питательный насос, экономайзер питательной воды, необходимая предохранительная, запорная и регулирующая арматура, комплект КИП, система автоматического управления, адаптированная для совместной работы с системой управления газовым двигателем. Возможна установка с пароперегревателем и горелкой.

Рабочее давление – до 100 бар, рабочая температура пара – от 200 до 1400 °С, расход выхлопных газов – до 42 000 кг/ч, температура выхлопных газов входящая – от 1200 до 2000 °С.

Тепломеханическая часть котла-utiлизатора Clayton. Для каждого га-

зопоршневого агрегата или турбины предусматривается установка индивидуального котла-utiлизатора. Компания Clayton (Бельгия) специализируется на производстве компактных моделей для энергетических установок с высокими параметрами пара. Отпуск пара котла-utiлизатора осуществляется от отдельно стоящего сепаратора (гарантируется степень сухости пара 99,5 %).

Преимущества котлов-utiлизаторов пара Clayton: наиболее энергоэффективное решение из существующих, возможность установки на улице или встраивания в дымовую трубу, небольшой вес и компактность, качество пара, быстродействие, безопасность, низкие эксплуатационные расходы, высокая эффективность, полная автоматизация, низкий уровень выбросов.

Котел-utiлизатор Clayton обладает всеми преимуществами парогенераторов компании Clayton. Для систем утилизации тепла, устанавливаемых обычно очень близко к его источнику и становящихся частью вытяжной системы, небольшой вес и размер имеют особое значение. Конструкция котла-utiлизатора Clayton позволяет использовать его повсеместно. Для такого котла не требуются дополнительные меры для улучшения теплообмена и предотвращения загрязнения поверхности труб отложениями от отходящих газов.

Сажеобдувочный аппарат, стандартно включаемый в поставку, может функционировать во время работы котла. Большое распространение котлы-utiлизаторы Clayton также получили в судостроении и используются на теплоходах и пароходах после дизельных генераторов.

## Vapor

Котлы-utiлизаторы выхлопных газов газопоршневых двигателей и газовых турбин: PKV (без горелки) и PPKV (с горелкой) – водогрейные котлы, PKS (без горелки) и PPKS (с горелкой) – паровые котлы. Одно-, двух- или трехсекционные котлы для одного, двух или трех газопоршневых двигателей.

Общие характеристики котлов: одноХодовая дымогарная конструкция секции. Возможность комплектации котла-utiлизатора секцией с горелкой. Высокий КПД. Эффективная работа на изменяющихся рабочих нагрузках газопоршневых двигателей. Длительный срок



эксплуатации и быстрая окупаемость, простота обслуживания, большой опыт в изготовлении проектов на газопоршневых двигателях GEJenbacher. Класс давления – 10–20 бар. Мощность котлов – от 0,5 до 23,5 т/ч. Возможность комплектации котла пароперегревателем и экономайзером. Температура пара – до 215 °C (при комплектации котла пароперегревателем).

В стандартный объем поставки входят: паровой дымогарный котел-утилизатор, экономайзер для подогрева питательной или сетевой воды, комплект запорной, регулирующей и предохранительной арматуры, комплект контрольно-измерительных приборов, система управления котлом-утилизатором (комплектуется в отдельной панели управления), охладитель отбора проб, продувка по солесодержанию, шлама.

### VKK Standardkessel

Немецкая компания VKK Standardkessel (от нем. «стандартный котел» – прим. ред.) была создана слиянием компаний VKK Standardkessel Lentjes – Fasel GmbH, Duisburg и VORWAERMER und KESSELBAU Koethen GmbH и является одним из лидирующих производителей промышленных котельных систем в Европе. VKK Standardkessel – это также инжиниринговая компания с мировой репутацией, комплектующая энергетические и технологические системы в тепло- и электроэнергетике на самом современном технологическом уровне. Эксклюзивным правом поставки оборудования компании VKK Standardkessel обладает компания ООО «ТЕРМИКО» (г. Москва).

VKK Sctandardkessel разрабатывает и поставляет котлы-утилизаторы для широкого спектра термических процессов для производства пара или горячей

воды с помощью газотрубных или водотрубных котлов. Ноу-хау компании заключается в конструкции поверхностей нагрева, благодаря которой появляется возможность выдерживать высокие термические и механические нагрузки в самых тяжелых условиях эксплуатации.

Котлы-утилизаторы VKK Sctandardkessel в зависимости от требуемых эксплуатационных параметров и качества уходящих газов могут иметь газотрубную или водотрубную конструкцию. Газотрубные котлы в зависимости от системы в большинстве случаев дополняются водотрубными поверхностями нагрева. Для повышения тепловой мощности и улучшения регулируемости котлы-утилизаторы часто дополнительно оснащаются горелочным устройством. Для турбин мощностью до 5 МВт используются серийные газотрубные котлы.

Поверхности нагрева котлов-утилизаторов выполняются в соответствии с преобладающими условиями эксплуатации, при этом учитываются системы очистки, используемые в данном проекте. Дополнительные фильтрующие установки обеспечивают качество уходящих дымовых газов, соответствующее требованиям к чистоте окружающей среды.

Загрязненная почва нагревается в барабанной сушильной печи. Уходящие газы поступают в котел-утилизатор при температуре 900 °C и затем очищаются с помощью фильтра.

VKK Sctandardkessel поставляет котлы-утилизаторы для установок термического



дожига, производящих пар и горячую воду за счет тепла уходящих газов.

Системы утилизации со стороны подачи уходящих газов, как правило, оснащаются подогревателями воздуха, байпасными системами, пусковыми клапанами и при необходимости дополнительными горелочными устройствами. Очищенные уходящие газы могут без дополнительной обработки выбрасываться в окружающую среду. В камере сгорания производится термическая обработка загрязненного вредными веществами воздуха из полимеризатора. Очищенный поток дымовых газов поступает в газотрубную часть котла-утилизатора при температуре 750 °C. В результате производится 1,9 т/ч насыщенного пара при давлении 14 бар.

В систему утилизации включен также подогреватель утилизируемого воздуха. Для различных режимов работы установки котел-утилизатор и подогреватель воздуха оснащены встроенным байпасами. Установка включает две газовые турбины по 5 МВт, за ними располагается газотрубный котел-утилизатор с горелкой для насыщенного пара производительностью по 25 т/ч каждый, рабочее давление пара – 20 бар.

### ОАО «ГСКБ»

ОАО «ГСКБ» (г. Брест, Беларусь) выпускает водогрейные котлы-утилизаторы, работающие с микротурбинами Capstone. Система автоматического управления обеспечивает пуск и остановку насоса, защиту от превышения предельных давления и температуры воды на выходе, защиту от пониженного расхода воды, звуковую и световую сигнализации аварийных режимов. Система автоматики котла также обеспечивает работу котла-утилизатора с установкой необходимой температуры на выходе.

Технические характеристики котлов-утилизаторов марки КУВ: тепловая мощность – от 100 до 1300 кВт, массовый поток дымовых газов – от 0,46 до 6,7 кг/с. Основной конструкционный материал – сталь 09Г2С. Температура дымовых газов на входе – от 220 до 600 °C. Расчетное давление воды (избыточное) – 0,9 МПа. Расчетная температура воды: на входе – 70 °C, на выходе – 95 °C. Температура уходящих газов: для моделей КУВ-100 и КУВ-240 – 100 °C, для моделей КУВ-740 и КУВ-1300 – 90 °C.



Показатели качества питательной воды: прозрачность по шрифту – не менее 30 см, карбонатная жесткость с pH до 8,5 – 700 мг-экв/кг, условная сульфатно-кальциевая жесткость – 4,5 мг-экв/кг, значение pH при температуре 25 °C – от 7 до 11, соединение железа в пересчете на Fe – 500 мкг/кг, свободная углекислота должна отсутствовать или находиться в пределах,

обеспечивающих pH > 7, масла и нефтепродукты – не более 1 мг/кг.

Технические характеристики котлов-утилизаторов марки КУ: максимальная тепловая мощность – от 198 до 5270 кВт, максимальная паропроизводительность – от 0,3 до 8 т/ч, рабочее давление пара – 0,05–1,6 МПа, температура питательной воды – не менее 100 °C, температура пара – 100 °C; максимальная температура дымовых газов: на входе – 500 °C, на выходе – 140–230 °C.

Показатели качества питательной воды: прозрачность по шрифту – не менее 20 см, жесткость общая – не более 50 мг-экв/кг.

Основное оборудование, входящее в комплект поставки: устройство контроля расхода, необходимая запорная и предохранительная арматура, автоматически регулируемые заслонки обводного канала, ящик управления.

Имеется возможность комплектования котлов-утилизаторов горелкой для возможности поддержания выработки пара в необходимом количестве при

уменьшении массового расхода дымовых газов.

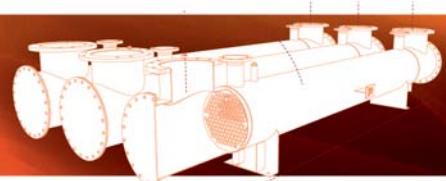
## ОАО «МПНУ Энерготехмонтаж»

ОАО «МПНУ Энерготехмонтаж» уже более 15-ти лет занимается проектированием и строительством мини-ТЭЦ на базе газопоршневых двигателей и накопило значительный опыт в этой области. Каждому проекту специалисты компании подходят индивидуально, выбирая наиболее оптимальный план работы, разрабатывая свою схему автоматизации объекта, подбирая наиболее эффективное оборудование. В целях повышения эффективности работы энергоснабжающей компании ОАО «МПНУ Энерготехмонтаж» разработало свою линейку утилизаторов тепла газопоршневых установок.

Утилизаторы тепла представляют собой газоводяные кожухотрубчатые теплообменники. В них используется тепло отходящих газов газопоршневых установок. Теплообменники выполнены из высококачественных материалов и имеют длительный срок службы.

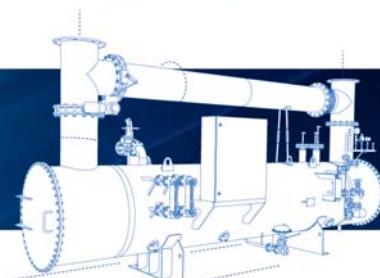
### Котлы-утилизаторы для мини-ТЭС

- Лидер на рынке Германии
- Опыт более 5000 реализованных проектов
- Индивидуальные конструктивные решения



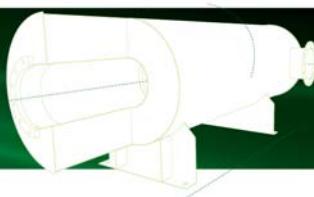
### Котлы-утилизаторы паровые

- Опыт реализации международных проектов
- Готовые «под ключ» полные парогенераторные системы
- Легкость в управлении благодаря APROVIS Controlling System (ACS)



### Глушители

- Компактные решения
- Оптимизированный акустический расчет
- Адаптированы под Вашу установку



Реклама

**APROVIS**  
ENERGY SYSTEMS

APROVIS Energy Systems GmbH  
Ornbauer Str. 10  
91746 Weidenbach  
Germany

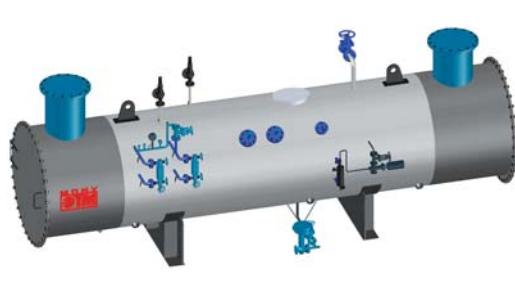
Tel.: +49 9826 / 65 83 - 0  
Fax: +49 9826 / 65 83 - 110  
info@aprovivs.com  
www.aprovivs.com

**EAC**

прочной стали и способны работать при температуре отходящих газов до 600 °C. В зависимости от запроса и параметров работы утилизаторы могут быть изготовлены как из углеродистой, так и нержавеющей стали. На сегодняшний день разработана линейка подобных водогрейных утилизаторов мощностью от 400 кВт до 4 МВт. Паровые утилизаторы выпускаются паропроизводительностью от 0,5 до 2,5 т/ч, рабочее давление – до 16 бар. Данные утилизаторы поставляются в комплекте с необходимой арматурой, клапанами, приборами КИПиА, автоматикой безопасности и управления, теплоизоляцией, газоходами и газовыми заслонками, системами постоянной и периодической продувки. Для повышения эффективности утилизаторы могут комплектоваться экономайзерами для подогрева питательной или сетевой воды, которые также изготавливаются ОАО «МПНУ Энерготехмонтаж».

Инженеры компании разработали собственную систему автоматизации данных утилизаторов. Изготовление утилизаторов и шкафов управления для них осуществляется на производственной базе филиала ОАО «МПНУ Энерготехмонтаж» в г. Брянске. Требования к качеству воды для данных утилизаторов соответствуют требованиям российской нормативной документации. По запросу заказчика выполняется доработка данных утилизаторов под конкретную газопоршневую установку.

Помимо отдельных утилизаторов, ОАО «МПНУ Энерготехмонтаж» разработало блок-модуль утилизации тепла, который поставляется в высокой степени заводской готовности. В нем возможно размещение совместно парового и водогрейного утилизаторов вместе со вспомогательным оборудованием: шкафом управления, барботером, газоходами, глушителем, дымовой трубой, системой отопления и вентиляции. Здание модуля выполнено из сэндвич-панелей.



## ООО «ТМ МАШ»

Компания «ТМ МАШ» (г. Санкт-Петербург) выпускает водогрейные котлы-utiлизаторы (тепловые модули) единичной тепловой мощностью от 30 до 4200 кВт. Технические характеристики: температура выхлопного газа – до 600 °C; нагреваемая среда (сетевой теплоноситель) – вода либо антифриз; наиболее распространенный температурный режим – 70/90 и 70/95 °C. При этом были реализованы проекты с теплоносителем, имеющим на входе температуру около 5 °C. Также выполнены проекты с котлами-utiлизаторами с температурой на выходе 114 °C.

Основные конструкционные материалы – углеродистые и нержавеющая сталь. Комплектность поставки включает полный перечень узлов теплового модуля: котел-utiлизатор тепла антифриза (охлаждающей жидкости), переключатели потока дымовых газов, байпасный газоход, комплект КИПиА и шкаф управления тепловым модулем. Заказчик сам выбирает объем поставки.

Требования к качеству воды соответствуют требованиям производителей стандартных котлов. Поскольку предприятие выпускает водогрейные котлы, дожиг газов и, соответственно, дополнительные горелки не предусматриваются.

Тепловой модуль – основной компонент систем утилизации тепла генераторных станций, которые представляют собой комплекс тепломеханического оборудования и устройств, позволяющих утилизировать тепловую энергию ряда генераторов, объединять потоки теплоносителя в сборном тепловом пункте и выдавать тепло потребителю. Элемент системы, который утилизирует тепло от каждой машины, правильнее называть тепловым модулем либо блоком утилизации тепла.

Тепловой модуль – основной элемент когенерационных установок (мини-ТЭС) на базе двигателей внутреннего сгорания. Он позволяет в значительной степени повысить суммарный КПД теплоэлектроагрегата, доведя его значение до 85–90 %.

Во время работы двигателя внутреннего сгорания тепловая энергия утилизируется в тепловом модуле следующим образом:

- утилизатор тепла антифриза снимает тепло антифриза двигателя – вместо охлаждения антифриза на радиаторе охлаждения (сухая гра-



дирня) антифриз отдает свою тепловую энергию на нагрев воды потребителя. Он представляет собой теплообменник кожухотрубчатого или пластинчатого типа, работающий по схеме «вода/антифриз»;

– утилизатор тепла дымовых газов снимает тепло с уходящих выхлопных газов двигателя: температура уходящих дымовых газов на выходе из двигателя составляет порядка 450–550 °C, температура газов на выходе из утилизатора – 120–180 °C. Данное понижение температуры позволяет обеспечить существенный нагрев воды потребителя. Утилизатор тепла дымовых газов – кожухотрубчатый теплообменник, работающий по схеме «вода/дымовые газы».

Общая величина утилизируемой тепловой энергии сопоставима с вырабатываемой электроэнергии – в среднем на 100 % кВт полученной электроэнергии вырабатывается 110–130 % кВт тепла.

Утилизировать тепло можно как отдельно с контуров антифриза либо выхлопных газов, так и с обоих контуров одновременно. Таким образом, существуют следующие варианты исполнения тепловых модулей:

- тепловой модуль в полной заводской готовности;
- тепловой модуль утилизации тепла выхлопных газов;
- тепловой модуль утилизации тепла антифриза.

Тепловые модули утилизации тепла выхлопных газов и антифриза могут располагаться как на единой раме, так и раздельно.

Традиционно тепловой модуль в полной заводской готовности включает: утилизаторы тепла выхлопных газов и антифриза; переключатель потоков выхлопных газов с управлением; трубопроводную обвязку по линии антифриза и сетевой воды; байпасный трубопровод с затворами поворотными; рамное основание; комплект КИПиА; шкаф автоматического управления.

Трубные пучки изготавливаются из нержавеющей стали 12x18н10т и увеличивают долговечность изделия.

20-я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

бытового и промышленного оборудования  
для отопления, водоснабжения, инженерно-  
сантехнических систем, кондиционирования,  
вентиляции, бассейнов, саун и СПА

# aqua THERM

MOSCOW

2-5 февраля 2016

Крокус Экспо | Москва

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



Developed by:

 Reed Exhibitions®  
Messe Wien

Организаторы:

 Reed Exhibitions®

 ITE

Специализированные разделы:

 WORLD OF  
WATER & SPA  
 Climate Control  
Equipment  


Специальный проект:

 new  
energy

Реклама





Проект строительства мини-ТЭЦ – главный опорный документ при реализации планов развития собственной тепло- и электrogенерации предприятия.

## Требования к проектам мини-ТЭЦ для возможности параллельной работы с внешней сетью

С.Вострокнутов, директор РУЭЛТА МСК

Первоочередной задачей при рассмотрении вопроса строительства мини-ТЭЦ является подготовка бизнес-плана – определение целесообразности инвестиций в строительство энергоцентра, их объемов, сроков возврата и перспектив получения дальнейшем прибыли. Подготовка бизнес-плана сопряжена с правильным пониманием экономической ситуации в государстве, оценкой прогнозов роста тарифов на энергоресурсы, корректным расчетом капитальных затрат на строительство мини-ТЭЦ, а также ее дальнейшей эксплуатацией.

Для того чтобы получить объективные

ответы на указанные вопросы, необходимо учитывать ряд технических моментов:

- в каком режиме будет работать энергоцентр – параллельно с внешней сетью или же изолированно;
- каковы тарифы на сегодняшний день;
- план развития предприятия;
- режим работы объекта – насколько стабильно потребление электроэнергии, есть ли базис нагрузки;
- состав электрических нагрузок;
- на каком напряжении планируется выработка электроэнергии, имеется ли вся необходимая инфраструктура или

же необходимо ее строительство или реконструкция;

- как планируется утилизировать тепловую энергию;
- выбор основного оборудования (российское или зарубежное);
- с какими сетевыми компаниями предстоит взаимодействовать – кто будет выдавать технические условия на подключение к внешним сетям;
- наличие свободных лимитов на энергоресурсы;
- выбор поставщиков основного оборудования (российские или зарубежные);
- выбор площадки для будущего энергоцентра;

– наличие обслуживающего персонала и т.д.

Рассматривать технические вопросы необходимо комплексно, так как все они тесно взаимосвязаны и зачастую в поиске оптимальных решений участвуют специалисты различных областей энергетики. Команда строителей мини-ТЭЦ должна быть готова к этому.

Все это относится к сбору первичной информации и подготовке задания на разработку проектной документации.

Следующим основным этапом является разработка проектной документации, начинающаяся со сбора требований, предъявляемых к будущей мини-ТЭЦ: технические условия на подключение к внешним сетям и подготовка задания на проектирование. На данном этапе проекта должны быть определены все граничные условия, сформулированы все задачи и получены требования и ограничения к создаваемой системе.

В техническом задании отражаются требования ко всем системам строящейся мини-ТЭЦ, данный документ является основополагающим и в дальнейшем становится приложением к договору строительства.

При проектировании особое внимание должно быть уделено вопросам надежности и безопасности энергоснабжения. Как отмечалось ранее, одним из ключевых вопросов является режим работы мини-ТЭЦ: параллельно с внешней сетью или же изолированно. Критериями в данном вопросе являются: наличие потребителей первой категории надежности электроснабжения, нахождение на объекте крупных единичных потребителей, влияние качества электроэнергии на процессы предприятия.

Безусловно, режим параллельной работы является предпочтительным, так как генерация, работая параллельно с внешней сетью, обладает существенно большей динамической и статической устойчивостью, и данный режим работы способен обеспечить требуемое качество электроснабжения, однако он влечет за собой необходимость проведения большего объема работ: должны быть рассмотрены вопросы системной устойчивости, безопасности и надежности – в проекте должны быть проведены ва-



Варианты размещения мини-ТЭЦ на открытых площадках

риантная проработка режимов работы электрической сети, анализ изменения уровня тока короткого замыкания в существующей сети, по результатам которого могут быть выданы требования на замену имеющегося на объекте распределительного оборудования или его масштабную реконструкцию.

Отдельного внимания заслуживают вопросы разработки и согласования системы релейной защиты, так как в энергосистеме появляются новые источники электроэнергии, необходимость рассматривать двунаправленные защиты. Зачастую на объектах возникает проблема согласования быстродействия защит распределительной сети и самого гене-

ратора, поэтому необходимо отдельно рассматривать вопросы быстродействия и селективности.

Кроме того, средствами защиты и автоматики необходимо обеспечивать выделение генерации на сбалансированную нагрузку предприятия в случае исчезновения связи с внешней системой (отключение выключателя со стороны сетевой организации). В данном режиме автоматика должна действовать практически без выдержек времени, в ином случае режим «острова» может быть недержан и генераторы будут остановлены своими защитами.

Одним из способов апробации принимаемых технических решений является



Мини-ТЭЦ с модулем утилизации тепла

компьютерное моделирование энергосистем различных масштабов, широко применяемое в современном проектировании. Современные программно-технические комплексы позволяют заранее отработать все возможные режимы, проверить предполагаемое к установке оборудование по допустимым предельным режимам (перегрузки, сбросы и наборы мощности, аварийные ситуации), а также отладить систему управления нагрузками на предприятии и проверить правильность выбранных уставок релейной защиты.

В проекте должны быть рассмотрены вопросы требований от сетевых организаций. Чаще всего к генерации мини-ТЭЦ предъявляют требование о невыдаче во внешнюю сеть электроэнергии – возникает необходимость обеспечивать нулевые перетоки по линиям связи. Данная функция является стандартной для поставщиков генерирующих мощностей, однако она требует стыковки шкафов управления выработкой электроэнергии мини-ТЭЦ с уже имеющимся измерительным оборудованием в распределительной сети объекта. На данном этапе в проекте должны быть рассмотрены варианты подключения новых измерительных комплексов, а также обеспечения связи между измерителями и преобразователями мощности и шкафами управления мини-ТЭЦ. При больших мощностях энергоцентросетевыми организациями выдвигаются

требования о передаче в региональные диспетчерские службы телеметрии и телесигнализации о показателях работы находящихся на объекте генерирующих мощностей. Здесь проектом необходимо предусмотреть сбор и передачу данных согласно используемым в данном регионе стандартам.

Как уже отмечалось, при проектировании электрической части мини-ТЭЦ требуется понимание стыковки первичного и вторичного управляющего оборудования. Автоматике управления генераторов требуется немалый объем телесигнализации и телеметрии. Кроме того, от шкафов управления генераторов в цепи вторичной коммутации распределительных устройств должны передаваться команды телеуправления и блокировок. Данный объем работы должен быть выполнен проектировщиками в сотрудничестве с производителем генерирующих мощностей, в ином случае монтаж и пусконаладка объекта будут существенно затягиваться.

Отдельным вопросом является учет энергоресурсов, потребляемых мини-ТЭЦ, а также электро- и теплоэнергии, выдаваемых в сеть предприятия. Без их корректного учета невозможно определить экономические эффекты от строительства энергоцентра. Данный объем работы также должен являться одним из разделов проекта строительства мини-ТЭЦ. Двунаправленный учет электроэнергии на границе балансовой принадлежности сетей является обязательным в случае планиро-

вания продажи вырабатываемой электроэнергии во внешнюю сеть. (Данный вопрос является темой отдельной статьи и здесь рассматриваться не будет.)

В целях повышения безопасности и оперативности управления мини-ТЭЦ рекомендуется рассматривать вопросы создания автоматизированной системы управления и диспетчеризации (АСУД). При ее разработке необходимо учитывать особенности режимов работы, состав обслуживающего персонала, требования к оповещению о событиях в системе, уровни доступа к системе управления и др.

После разработки проектной документации и прохождения ее согласования в сетевых организациях и инспектирующих органах проект переходит на этап строительства и пусконаладки. Особого внимания требуют проработки временных схем энергоснабжения мини-ТЭЦ, перенастройка релейной защиты и автоматики, учет всех возможных режимов работы системы. Отдельно следует отметить, что все испытания, даже при работе на изолированную нагрузку (нагрузочные модули), должны проводиться после выдачи разрешений инспектирующими органами с соблюдением требований безопасности.

Завершающим этапом проекта является сдача объекта в эксплуатацию. Особое внимание здесь необходимо уделить правильности оформления и передачи всей необходимой документации, а также выбору способа поддержания объекта в надлежащем техническом состоянии: обслуживание силами собственной эксплуатационной службы (которую зачастую приходится создавать с нуля) или же передача вопросов обслуживания мини-ТЭЦ специализированным компаниям.

Подводя итоги, хочется отметить, что в данной статье лишь кратко рассмотрены требования к проектам мини-ТЭЦ с возможностью параллельной работы с внешней сетью и без нее, а также приведена примерная последовательность действий – каждый проект требует индивидуального подхода. Подобные работы должны выполняться квалифицированной командой, в которую входят специалисты различных областей.

## Уникальный микроэнергокомплекс

НПП «Донские технологии» (Ростовская обл., г. Новочеркасск), созданное на базе Донского технопарка ЮРГТУ (НПИ), разработало микроэнергокомплекс на базе высокоэффективной микротурбины электрической (5–30 кВт) и тепловой (20–200 кВт) мощностью для систем автономного децентрализованного распределения и потребления тепла и электроэнергии. При разработке стояли две задачи: повышение эффективности малой распределенной энергетики и снижение выбросов вредных веществ и повышение экологической безопасности производства и потребления энергии.

В результате анализа патентной и научно-технической документации выявлено, что в настоящий момент в энергетике применяются влажно-паровые турбины электрической мощностью не менее 100 кВт. Что касается диапазона вырабатываемых мощностей 30–100 кВт, то здесь доминируют автономные энергостанции, в том числе когенерационные, базирующиеся на газопоршневых или газотурбинных агрегатах.

Главными особенностями влажно-паровой микротурбинной установки являются: вертикальное исполнение ее конструкции, малый расход пара, низкие начальные параметры (давление и температура) теплоносителя, а также возможность раздельного регулирования тепловой и электрической энергии. Перечисленные выше особенности и определяют новизну подхода к проектированию и конструктивному исполнению агрегата.

## Проекты электростанций для Новосибирска

ОАО «Звезда-Энергетика» презентовало проекты газовых и дизельных электростанций правительству Новосибирской области перед подписанием соглашения о разносторонних партнерских отношениях между Санкт-Петербургом и Новосибирском. Когда договоренности были закреплены, представители регионов собрали круглый стол, куда пригласили крупные предприятия области, занимающиеся импортозамещением. «Звезда-Энергетика» предложила свои услуги новосибирским предприятиям и административным центрам по строительству дизельных (мощностью до 2 МВт), газопоршневых и газотурбинных электростанций, а также блочных котельных и других сопутствующих объектов. По мнению генерального директора компании ООО «Энергомонтаж», депутата Законодательного Собрания Новосибирской области Ивана Сидоренко, строительство локальных объектов теплоэнергетики – перспективная тема для Новосибирска.

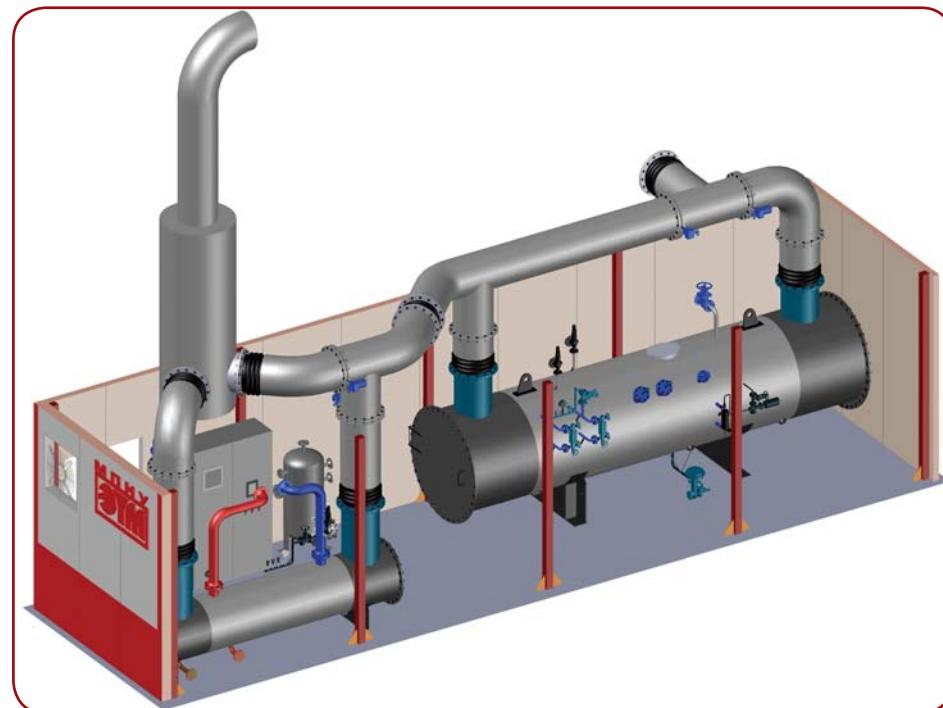


## КЕЛЬВИОН – НОВОЕ ИМЯ ГЕА МАШИМПЭКС

Кельвион - новое имя ГЕА Машимпэкс - производителя и поставщика высококачественного теплообменного оборудования. Название Кельвион – новое, но фактически компания продолжает работу на глобальном рынке теплообменного оборудования, используя огромный накопленный опыт в области теплообмена, предлагая решения с применением современного оборудования: пластинчатых и кожухотрубных теплообменников, аппаратов воздушного охлаждения и градирен, испарителей и конденсаторов.

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

Эксперты в теплообмене



Производство электроэнергии на мини-ТЭЦ достаточно дорогостоящее, и использование газопоршневых установок (ГПУ) эффективно лишь в случае когенерации или тригенерации. За счет утилизации тепла более чем в два раза снижается себестоимость тепла и электроэнергии и значительно сокращается срок окупаемости проекта.

## Опыт проектирования и строительства мини-ТЭЦ. Утилизаторы тепла газопоршневых установок. Описание, конструкции, производители

В. Завацкий, главный инженер Брянского участка «МПНУ Энерготехмонтаж»

**В** последнее десятилетие в целях экономии энергозатрат, достижения энергонезависимости, обеспечения безопасности и бесперебойности электро- и теплоснабжения предприятия активно внедряют источники собственной генерации электроэнергии и тепла. Все это способствует развитию технологий строительства мини-ТЭЦ, более глубокому изучению проблем, связанных с их возведением и эксплуатацией, а также изучению мер по повышению эффективности мини-ТЭЦ.

Наибольшее распространение получили мини-ТЭЦ на базе газопоршневых двигателей. Такие мини-ТЭЦ наиболее

эффективны при нагрузках ориентировочно от 500 кВт до 20 МВт. Это тот диапазон нагрузок, который использует большинство предприятий в России. Но не только промышленные предприятия являются потребителями данной технологии тепло- и электроснабжения. Подобные мини-ТЭЦ строятся и для торговых центров, и жилых микрорайонов, и тепличных комплексов и т.д., а если учитывать возможность их работы параллельно с внешней сетью, то можно отметить, что область их применения очень широка.

ОАО «МПНУ Энерготехмонтаж» более 15-ти лет занимается проектированием, строительством и наладкой подобных

мини-ТЭЦ на базе газопоршневых двигателей и накопило уже значительный опыт. Важно не только построить данный энергоцентр для выработки электроэнергии и тепла, но и использовать такую схему его работы, которая была бы максимально эффективна. Конечно, есть предприятия, на которых уже на этапе строительства закладываются подобные источники энергоснабжения. Однако сегодня это чаще всего действующие со своим установленным оборудованием, своими схемами работы и нагрузками потребления. Очень важной задачей является нахождение правильного баланса между достижением высоких показателей эффективности

и затратами, связанными с установкой нового источника тепла и электроэнергии. Здесь имеются в виду затраты как на непосредственно установку мини-ТЭЦ, так и на модернизацию существующей системы электро- и теплоснабжения.

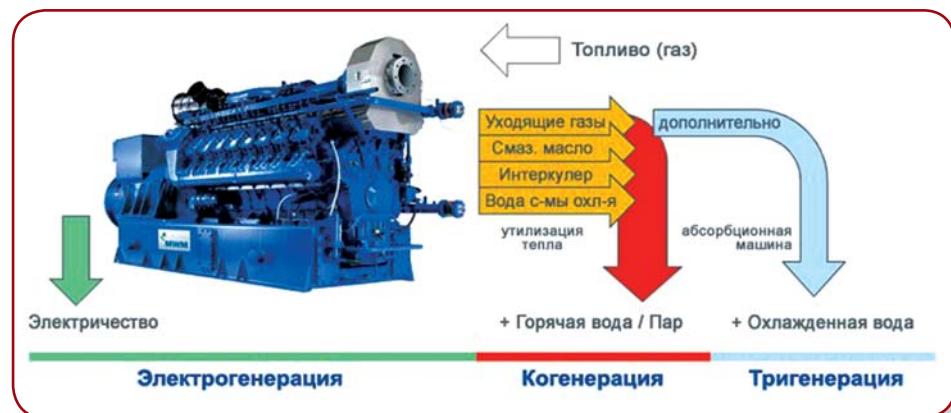
Тем не менее, если предприятие решилось на установку своего независимого источника энергии, необходимо добиваться получения максимальных показателей эффективности: помимо максимально возможной нагрузки электроснабжения, необходимо утилизировать вырабатываемое тепло.

В среднем КПД ГПУ ведущих производителей составляют около 83–90 % в зависимости от мощности и типа. Из них электрический КПД – около 41–44 %, тепловой КПД – около 42–45 %.

Поддержание высокого электрического КПД зависит от многих параметров: мощности установки, степени ее загрузки, частоты отключений, схемы работы, состава или типа сжиженного газа и т. д. Электрический КПД ГПУ – это отдельная большая тема для рассмотрения, поэтому в данной статье мы рассматривать ее не будем. Остановимся более подробно на тепловом КПД, когенерации, способах утилизации тепла ГПУ, их эффективности, влиянии на общий экономический эффект работы ГПУ, типах утилизаторах тепла.

При когенерации параллельно с выработкой электроэнергии ГПУ вырабатывают тепловую энергию в виде горячей воды или пара (или и то, и другое). Горячая вода в свою очередь может применяться в системах отопления и горячего водоснабжения или для производства холода в абсорбционных холодильных установках; пар используется для технологических нуждах.

Для охлаждения двигателя применяется замкнутый контур с охлаждающей жидкостью, которая, отобрав тепло у двигателя, подается в теплообменник, где передает свое тепло теплоносителю. Управление потоком охлаждающей жидкости осуществляют датчик температуры и трехходовой клапан, которые, в зависимости от температуры охлаждающей жидкости, направляют ее либо в рубашку охлаждения двигателя, либо в аварийный радиатор охлаждения. Таким образом,



#### Виды вырабатываемой энергии ГПУ

теплообменник является первой ступенью утилизации тепла.

Далее теплоноситель направляется в котел-утилизатор, где догревается за счет тепла выхлопных газов. В случае, когда их температура низкая (двигатель только запущен), они направляются по байпасному газоходу в дымовую трубу. Таким образом, комбинированная выработка электрической и тепловой энергии позволяет повысить эффективность использования топлива до 83–90 %.

Летом, как правило, потребность в тепле значительно снижается за счет отсутствия необходимости в отоплении и вентиляции. Но утилизировать тепло в больших объемах можно для выработки холода, используя установки на полную

мощность в летнее время. Это возможно благодаря включению в тепловую схему абсорбционных холодильных машин (АБХМ). Вырабатывающие холод абсорбционные охладители используют в своей работе горячую воду. Произведенный в АБХМ холд применяется в системах кондиционирования.

Утилизация тепла существенно влияет на окупаемость ГПУ и конечную себестоимость вырабатываемых тепла и электроэнергии.

Рассмотрим влияние утилизации на окупаемость на примере энергоцентра с тремя ГПУ по 2 МВт каждая (табл. 1).

Дымовые газы температурой 450–500 °C от ГПУ подаются на паровой котел-утилизатор, в котором вырабатыва-

**Таблица 1. Себестоимость электроэнергии и тепла, срок окупаемости мини-ТЭЦ с ГПУ в зависимости от степени утилизации тепла**

| Наименование показателей                                | Степень утилизации тепла |      |       |
|---|--------------------------|------|-------|
|   | 0 %                      | 50 % | 100 % |
| Установленная мощность мини-ТЭЦ, кВт                    | 6000                     | 6000 | 6000  |
| Количество моточасов в году, ч                          | 8000                     | 8000 | 8000  |
| Коэффициент загрузки мощности (от 0,0 до 1,0)           | 0,8                      | 0,8  | 0,8   |
| Ориентировочная сумма затрат на строительство, млн евро | 6,7                      | 6,7  | 6,7   |
| Стоимость кВт·ч электроэнергии, руб./кВт·ч              | 2,12                     | 1,27 | 0,91  |
| Стоимость Гкал тепла, руб./Гкал                         | 2454                     | 1474 | 1054  |
| Срок окупаемости, лет                                   | 6,9                      | 5,39 | 4,42  |



Водогрейный утилизатор тепла фирмы APPROVIS

вается пар с давлением 21 бар на технологические нужды. После парового утилизатора дымовые газы температурой около 220 °С поступают в водогрейный утилизатор тепла, в котором нагревают

воду от 65–68 до 70–73 °С. Их температура в результате составляет около 115–125 °С. Далее дымовые газы через глушитель и дымовую трубу выбрасываются в атмосферу. Регулирование давления пара и температуры воды на этих утилизаторах происходит за счет заслонок на газоходе, которые либо подают греющий теплоноситель в утилизатор, либо пускают его по байпасу.

Рассмотрим сводные таблицы измерений и режимные карты работы установок утилизации после проведения пусконаладочных работ на одном из наших объектов (табл. 2). Как мы видим из таблицы, по результатам наладки удалось выйти на паспортные характеристики по выработке пара – около 1,25 т/ч при давлении 21 бар. КПД утилизатора составил 84 %.



Система утилизации тепла  
ООО «ТМ МАШ»

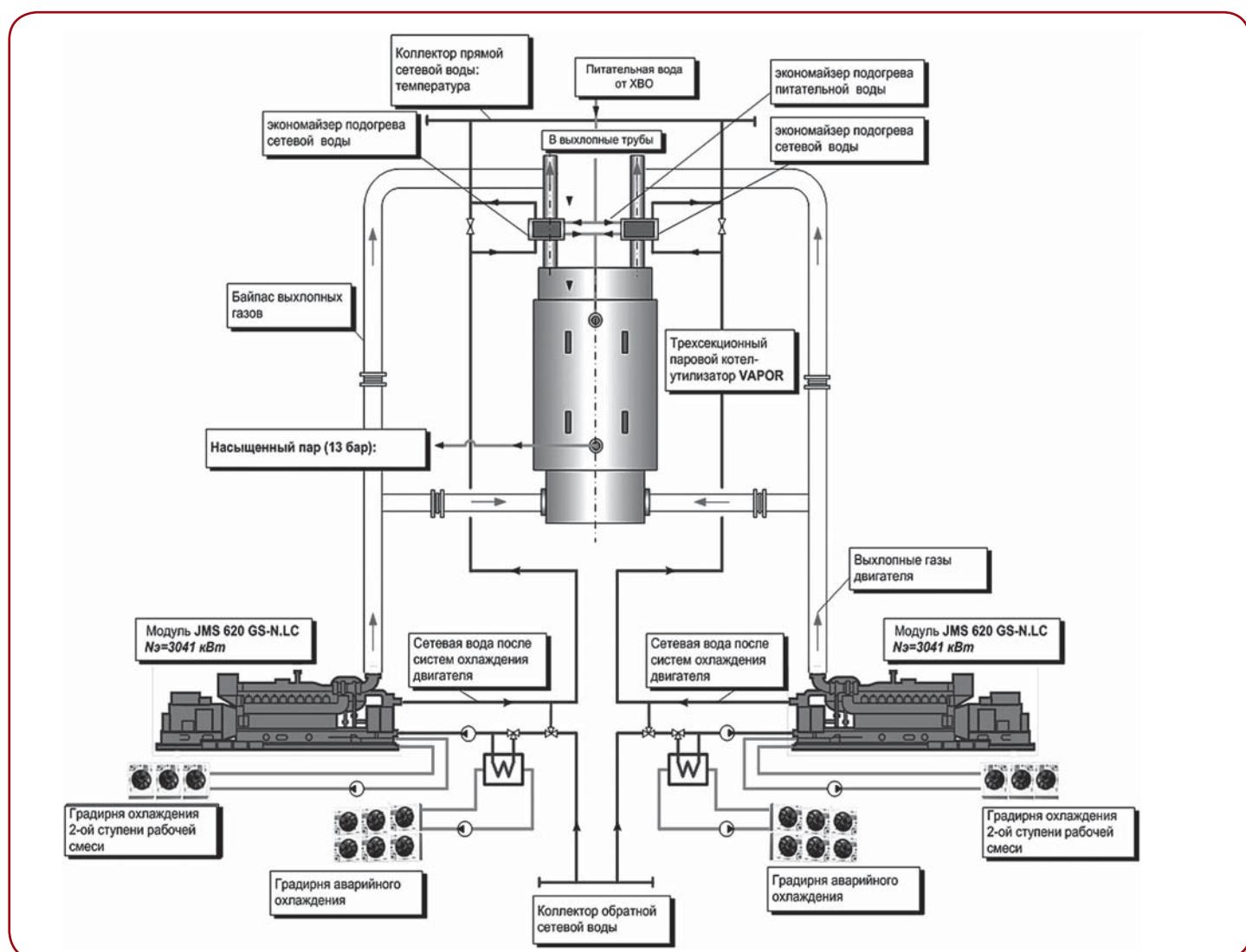


Схема работы утилизаторов пара

Таблица 2. Режимная карта работы парового котла-утилизатора дымовых газов ГПУ электрической мощностью 2 МВт

| Наименование параметров   | Единица измерения  | Обозначение   | Величина  |   |  |
|---|--|---|---|---|--|
|   |  |   | 1   | 2   | 3  |
| Параметры работы котла:<br>тепловая нагрузка котла (мощность)<br>расход (выработка) пара<br>производительность  | Гкал<br>кг/ч<br>%  | Q<br>D <sub>p</sub><br>N  | МИН.<br>0,5<br>913<br>72                            | 0,7<br>1186<br>94                                   | макс.<br>0,7<br>1284<br>102                          |
| Параметры теплоносителя:<br>давление питательной воды<br>давление пара в котле<br>температура питательной воды  | кгс/см <sup>2</sup><br>кгс/см <sup>2</sup><br>°C           | P <sub>п.в.</sub><br>P <sub>п</sub><br>T <sub>в</sub>   | 24<br>от 19 до 21,0<br>102–104                      |   |  |
| Параметры топлива и дымовых газов:<br>давление газа после крана на опуске<br>температура газа<br>действительный расход газа<br>бъем дымовых газов на 1м <sup>3</sup> газа   | бар<br>°C<br>Н.м <sup>3</sup> /ч<br>м <sup>3</sup>         | P <sub>г</sub><br>T <sub>г</sub><br>B<br>V <sub>г</sub>   | 3,1 ± 10%<br>от -10 до +60                          | 273,9<br>17,36                                      | 400,9<br>18,58<br>516,9<br>19,27                     |
| Результаты замеров:<br>температура воздуха<br>температура дымовых газов:<br>перед парогенератором<br>после парогенератора<br>содержание в дымовых газах за котлом:<br>CO <sub>2</sub><br>O <sub>2</sub><br>CO<br>NOx<br>коэффициент избытка воздуха | °C<br>°C<br>°C<br>CO <sub>2</sub><br>%<br>ppm<br>ppm<br>ак | T <sub>возд</sub><br>T <sub>ог</sub><br>T <sub>ог</sub><br>CO <sub>2</sub><br>O <sub>2</sub><br>CO<br>NOx<br>ак | 14<br>503<br>221<br>6,7<br>8,9<br>502<br>49<br>1,74 | 14<br>482<br>223<br>6,2<br>9,7<br>420<br>24<br>1,86 | 15<br>435<br>226<br>6,0<br>10,1<br>407<br>24<br>1,93 |
| Расчетные величины эффективности работы:<br>потери тепла:<br>с уходящими газами %<br>от химического недожога<br>в окружающую среду, q <sub>5н</sub> =1,0 %<br>суммарные<br>КПД<br>удельный расход условного топлива                                 | %<br>%<br>%<br>%<br>%                                      | q <sub>2</sub><br>q <sub>3</sub><br>q <sub>5</sub><br>q <sub>сум</sub><br>КПД<br>кг.т/Гкал                      | 13,5<br>0,3<br>1,4<br>15,1<br>84,9<br>168,3         | 14,6<br>0,2<br>1,1<br>15,9<br>84,1<br>169,8         | 15,1<br>0,2<br>1,0<br>16,3<br>83,7<br>170,7          |

Дымовые газы после парового утилизатора температурой около 220 °С далее направляются в водогрейный утилизатор тепла, в котором происходит нагрев сетевой воды на 5–8 °С (табл. 3).

С учетом выработки пара на паровом утилизаторе общее количество выработанного тепла двух утилизаторов составило около 2 МВт при максимальной нагрузке. При этом общий КПД ГПУ колебался в диапазоне 81,5–88 %, что соответствует заявленным показателям производителя. При этом электрический КПД колебался в диапазоне от 33,8 до 41,3 % на разных нагрузках, тепловой КДП – от 41,7 до 47,7 % также на разных нагрузках.

При заказе производители ГПУ, как правило, уточняют, какой способ утилизации тепла будет наиболее эффективен на предприятии. На данном этапе очень важно уже знать, по какой схеме будет работать мини-ТЭЦ, по какому температурному графику, какие параметры пара необходимы и т.д. Поэтому до принятия решения о закупке оборудования мы рекомендуем своим заказчикам провести предпроектную подготовку строительства мини-ТЭЦ, это в дальнейшем сэкономит значительные средства, в десятки или сотни раз превышающие затраты на такую предпроектную подготовку.

Утилизация тепла от рубашки двига-

теля происходит через обычные пластинчатые теплообменники, которые широко представлены на рынке. Немного хуже дело обстоит с утилизаторами тепла отходящих газов. В России и в мире существует достаточно много производителей утилизаторов тепла уходящих газов ГПУ. В большинстве случаев они поставляются в комплекте с газопоршневыми двигателями и имеют общую с ними систему автоматизации и управления.

Такие поставщики, как, например APROVIS или VAPOR, помимо водогрейных, также поставляют на российский рынок паровые утилизаторы тепла отходящих газов ГПУ.

Таблица 3. Режимная карта работы ГПУ электрической мощностью 2 МВт

| Наименование параметров                               | Единица измерения   | Обозначение             | Режим работы |       |       |
|---|---------------------|-------------------------|--------------|-------|-------|
|   |                     |                         | 1            | 2     | 3     |
| Параметры работы генератора:                          |                     |                         |              |       |       |
| нагрузка установки                                    | %                   |                         | 50           | 75    | 100   |
| электрическая мощность установки                      | кВт                 | <i>N</i>                | 1007         | 1525  | 2022  |
| среднее значение напряжения                           | В                   | <i>U</i>                | 10700        | 10500 | 10500 |
| среднее значение силы тока                            | А                   | <i>I</i>                | 60           | 88    | 120   |
| косинус φ   | cos                 | φ                       | 0,97         | 0,96  | 0,96  |
| обороты двигателя                                     | об/мин              | <i>n</i>                | 1500         | 1500  | 1500  |
| Топливо:  |                     |                         |              |       |       |
| давление газа после крана на опуске                   | бар                 | <i>P<sub>г</sub></i>    | 3,1          | 3,05  | 3,0   |
| расход газа расчетный (приведенный)                   | нм <sup>3</sup> /ч  | <i>B<sub>г</sub></i>    | 314,6        | 400,7 | 516,6 |
| давление газа перед рампой низкого давления           | мбар                | <i>P<sub>гд</sub></i>   | 160          | 150   | 140   |
| температура смеси                                     | °С                  | <i>T<sub>см</sub></i>   | 52,1         | 52,6  | 55,5  |
| Система охлаждения:                                   |                     |                         |              |       |       |
| температура масла                                     | °С                  | <i>T<sub>м</sub></i>    | 90           | 91    | 92    |
| давление масла  | кгс/см <sup>2</sup> | <i>P<sub>м</sub></i>    | 4,9          | 4,65  | 4,56  |
| температура воды внутреннего контура                  | °С                  | <i>T<sub>в</sub></i>    | 89,0         | 91,0  | 92,0  |
| давление воды внутреннего контура                     | кгс/см <sup>2</sup> | <i>P<sub>в</sub></i>    | 1,80         | 1,90  | 1,80  |
| Система сетевой воды:                                 |                     |                         |              |       |       |
| давление воды на выходе (после ТО выхлопа)            | кгс/см <sup>2</sup> | <i>P''</i>              | 4,1          | 4,1   | 4,1   |
| температура воды на входе (перед тепловым модулем)    | °С                  | <i>T'</i>               | 65,8         | 65,8  | 65,8  |
| температура воды перед ТО выхлопа                     | °С                  | <i>T'<sub>ут</sub></i>  | 69,8         | 70,0  | 71,3  |
| температура воды после установки (после ТО выхлопа)   | °С                  | <i>T''</i>              | 71,3         | 72,8  | 73,9  |
| расход воды   | м <sup>3</sup> /ч   | <i>G<sub>в</sub></i>    | 127,2        | 127,2 | 127,2 |
| Паровая утилизация:                                   |                     |                         |              |       |       |
| температура дымовых газов до утилизатора              | °С                  | <i>T<sub>ор</sub></i>   | 533          | 482   | 435   |
| температура дымовых газов после утилизатора           | °С                  | <i>T<sub>ор</sub></i>   | 221          | 223   | 226   |
| количество вырабатываемого пара                       | кг/ч                | <i>D<sub>п</sub></i>    | 913          | 1186  | 1284  |
| количество вырабатываемого пара, Гкал                 | Гкал                | <i>Q</i>                | 0,52         | 0,67  | 0,73  |
| Продукты горения:                                     |                     |                         |              |       |       |
| температура поступающего воздуха                      | °С                  | <i>T<sub>возд</sub></i> | 14           | 14    | 15    |
| средняя температура дымовых газов за двигателем       | °С                  | <i>T<sub>ц</sub></i>    | 533          | 482   | 435   |
| температура дымовых газов после ТО выхлопа            | °С                  | <i>T<sub>yx</sub></i>   | 113          | 120   | 122   |
| состав дымовых газов за установкой:                   |                     |                         |              |       |       |
| CO <sub>2</sub>                                       | CO <sub>2</sub>     | %                       | 6,7          | 6,2   | 5,9   |
| O <sub>2</sub>  | O <sub>2</sub>      | %                       | 8,9          | 9,7   | 10,3  |
| CO  | CO                  | ppm                     | 512          | 423   | 439   |
| NO <sub>x</sub>                                       | NO <sub>x</sub>     | ppm                     | 49           | 24    | 8     |
| коэффициент избытка воздуха                           |                     | λ <sub>yx</sub>         | 1,66         | 1,77  | 1,87  |
| Пересчет выбросов к 5% кислорода, мг/м <sup>3</sup> : |                     |                         |              |       |       |
| содержание CO   | мг/м <sup>3</sup>   | CO                      | 640          | 529   | 549   |
| содержание NO <sub>x</sub>                            | мг/м <sup>3</sup>   | NO <sub>x</sub>         | 101          | 49    | 16    |
| Расчетные показатели (баланс):                        |                     |                         |              |       |       |
| потери тепла:   |                     |                         |              |       |       |
| с уходящими газами                                    | %                   | <i>q<sub>2</sub></i>    | 6,4          | 7,4   | 7,8   |
| от химического недожога                               | %                   | <i>q<sub>3</sub></i>    | 1,8          | 1,9   | 2,0   |
| в окружающую среду <i>q<sub>5H</sub></i> =5,6         | %                   | <i>q<sub>5</sub></i>    | 11,2         | 7,4   | 5,6   |
| суммарные   | %                   | <i>q<sub>сум</sub></i>  | 19,5         | 16,7  | 15,3  |
| коэффициент полезного действия (брутто)               | %                   | КПД <sub>бр</sub>       | 80,5         | 83,3  | 84,7  |



Утилизатор тепла змеевикового типа  
фирмы *Clayton*

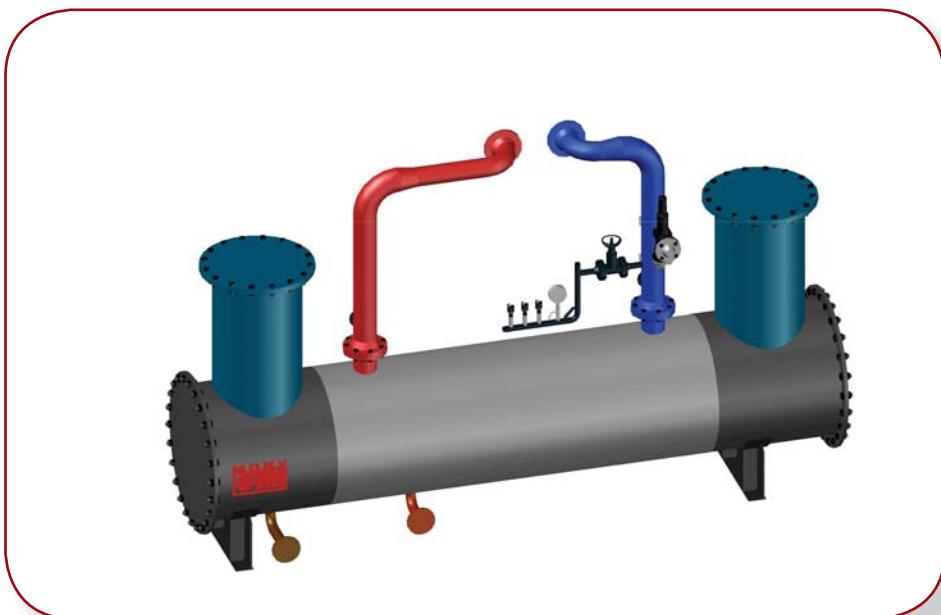
Интересны также паровые утилизаторы тепла фирмы *Clayton*. Они змеевикового типа, вертикального исполнения. Мощность таких утилизаторов можно менять путем добавления дополнительных секций.

В отличие от ранее рассматриваемых кожухотрубчатых утилизаторов тепла, в схемах утилизаторов змеевикового типа дополнительно добавлен сепаратор. Вода, нагретая в змеевике, направляется в сепаратор с меньшим давлением, где происходит ее вскипание. Пар направляется на технологические нужды, а вода возвращается в деаэратор, и цикл повторяется.

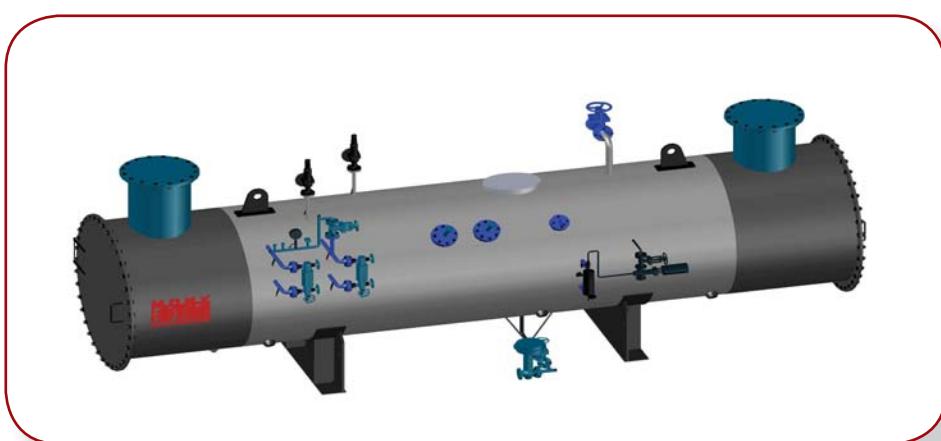
Российские фирмы также поставляют подобные утилизаторы тепла уходящих газов ГПУ, однако в основном водогрейные. Например, ООО «Гидротермаль» (г. Н. Новгород), ООО «ТМ МАШ» (г. Санкт-Петербург).

ОАО «МПНУ Энерготехмонтаж» также разработало свою линейку водогрейных и, что важно, паровых утилизаторов тепла отходящих газов ГПУ.

Утилизаторы тепла МПНУ представляют собой газоводяные кожухотрубчатые теплообменники. Они выполнены из высокопрочной стали и способны работать при температуре отходящих газов до 600 °C. На сегодняшний день разработана линейка подобных водогрейных утилизаторов мощностью от 400 кВт до 4 МВт. Паровые утилизаторы поставляются паропроизво-



Водогрейный утилизатор тепла ОАО «МПНУ Энерготехмонтаж»



Паровой утилизатор тепла ОАО «МПНУ Энерготехмонтаж»

дительностью от 0,5 до 2,5 т/ч в комплекте с необходимой арматурой, клапанами, приборами КИПиА, автоматикой управления. По запросу заказчика выполняется их доработка под конкретную ГПУ.

Помимо поставки отдельных утилизаторов, ОАО «МПНУ Энерготехмонтаж» разработало блок-модуль утилизации тепла. Он поставляется в высокой степени заводской готовности. В данном модуле возможно размещение совместно парового и водогрейного утилизаторов вместе со вспомогательным оборудованием: шкафом управления, барботером, газоходами, глушителем, дымовой трубой, системой отопления и вентиляции. Здание модуля выполнено из сэндвич-панелей. В настоящее время утилизаторы тепла произ-

водства ОАО «МПНУ Энерготехмонтаж» проходят необходимые тесты и сертификацию и в начале следующего года будут доступны для заказа потенциальными заказчиками.

Итак, применение утилизаторов тепла обязательно при проектировании и реализации проекта строительства мини-ТЭЦ на базе ГПУ. Их использование в два раза повышает общий КПД ГПУ, более чем в два раза снижает себестоимость тепла и электроэнергии, значительно сокращает срок окупаемости проекта. Современные утилизаторы поставляются в высокой степени заводской готовности и полностью автоматизированные, что позволяет установке эффективно работать при любых изменяющихся нагрузках ГПУ.



В 2015 г. мини-ТЭЦ АО «ДВЭУК» приступили к выработке электроэнергии на о. Русском во Владивостоке: мини-ТЭЦ «Центральная» (установленная электрическая мощность 33 МВт, тепловая – 123,3 Гкал/ч) и мини-ТЭЦ «Океанариум» (установленная мощность 13,2 МВт и 29,51 Гкал/ч, соответственно).

## «Центральная» и «Океанариум» – высокотехнологичные мини-ТЭЦ на о. Русском во Владивостоке

А. Максимов, заместитель генерального директора, главный инженер АО «ДВЭУК»

«Центральная» и «Океанариум» – две из трех высокотехнологичных мини-ТЭЦ, составляющих основу энергетического кластера на о. Русском во Владивостоке, который создавался для энергообеспечения объектов саммита АТЭС-2012 по заказу Минрегиона России. Также в составе кластера 5 км магистральных теплотрасс и 10,5 км распределительной электросети с подстанциями. В рамках поручений Правительства РФ выполнены приоритетные задачи бесперебойного энергоснабжения объектов саммита и «Приморского океанариума», в том числе в период их строительства.

Сегодня мини-ТЭЦ «Центральная» является узловым источником энергоснабжения кампуса Дальневосточного федерального университета, медицин-

ского центра, лабораторного корпуса, Академии МЧС России, опреснительных установок и ряда других социальных и коммунальных объектов. Мини-ТЭЦ «Океанариум» представляет собой единый энергокомплекс для тепло- и электроснабжения «Приморского океанариума» по первой категории надежности.

Энергосистема острова настроена на синхронную работу с материком, хотя функционирование газотурбинных установок на этапе проектирования было рассчитано на так называемый островной режим, когда еще не планировалась прокладка кабельных линий 220 кВ с материка. В результате была решена достаточно сложная технологическая проблема: газотурбинные установки, которые ориентированы на рабо-

ту в локальной энергосистеме, удалось настроить на работу с энергосистемой Приморского края, что позволило осуществлять отпуск электроэнергии на материк.

Мини-ТЭЦ отличает современная техническая начинка и полная автома-



Мини-ТЭЦ «Центральная» с ПС 220 кВ «Русская»

тизация технологических процессов. Все станции построены по нетиповому, индивидуальному проекту, адаптированному к местности (проекты разработаны «НАТЭК-ЭнергоПроект»). Следует отметить, что в этой части острова отсутствовала какая-либо инфраструктура. Люди, техника и материалы доставлялись морским транспортом, так как мост стал функционировать со второй половины 2012 г. Также для мини-ТЭЦ «Океанариум» была построена отдельная дорога, водовод, канализация, собственные очистные сооружения.

Установленная мощность объектов генерации составляет 49,8 МВт электрической энергии и 163,16 Гкал/ч тепловой. Магистральные теплосети имеют закрытый первичный контур, вторичный контур находится у потребителя.

На мини-ТЭЦ «Центральная» установлено пять энергоблоков GPB70D (KHI), на мини-ТЭЦ «Океанариум» – два энергоблока GPB70D (KHI). Электрическая мощность каждой газотурбинной установки – 6,6 МВт на газе и 5,8 МВт – на дизельном топливе. Оборудование производства Kawasaki Heavy IndustriesLtd. поставлено компанией Sojitz Corporation. На станциях расположены подстанции 35/10 кВ и хранилища дизельного топлива.

Энергоблок газотурбинной установки GPB70D создан на базе газовой турбины M7A (KHI), основными преимуществами которой являются высокие эксплуатационные параметры, экономичность, компактность, простота обслуживания. Также в энергоблоках использованы генераторы переменного тока 10 кВ производства Fuji Electric.

В настоящее время газотурбинные установки мини-ТЭЦ работают на природном газе в режиме когенерации (одновременная выработка электрической и тепловой энергии).

В период строительства мини-ТЭЦ работали на дизельном топливе, после газификации островной территории все оборудование переведено на природный газ от магистрального газопровода («Сахалин–Хабаровск–Владивосток»). При этом дизельное топливо является резервным, его нормативных запасов в резервуарах хватит на неделю работы.

В составе каждого энергоблока работает котел-утилизатор Rosink ECO-SPI-5,5 мощностью 10,68 МВт (постав-

щик Euroasiatic Machinery, Сингапур). Установки размещены в легкосборном здании, каждая из них имеет звукоизолирующее укрытие. В когенерационном режиме общий КПД в зависимости от нагрузки составляет 80 %.

Для выработки дополнительной тепловой энергии на мини-ТЭЦ «Центральная» смонтированы шесть пиковых водогрейных котлов «Термотехник» ТТ 100 мощностью по 15 МВт производства ООО «Энтророс» с двухтопливными горелками Oilon GKP-1600 МЕ (газ/дизельное топливо) фирмы Oilon (Финляндия).

На мини-ТЭЦ «Океанариум» установлены два пиковых водогрейных котла «Термотехник» ТТ 100 производства ООО «Энтророс» тепловой мощностью по 6,5 МВт с двухтопливными горелками GKP-700 M DN80 (газ/дизельное топливо) фирмы Oilon (Финляндия). КПД пиковых водогрейных котлов достигает 96 %.

В составе средств автоматики на станциях задействованы терминалы РЗА «Сириус», «TOP», микропроцессорные устройства релейной защиты Sepam, устройства противоаварийной и режимной, частотно-делительной автоматики и отключения нагрузки (ООО «Прософт-Системы»). Внедрены системы АСКУЭР (ЗАО ИТФ «Системы и технологии»), МСПД (ООО «Юнител Инжиниринг», Cisco), АСУТП (АО «Синетик»), САУТЭ (SPRECON, Hirschmann).

Станции объединены магистральной сетью передачи данных как для автоматизированного управления и телемеханики электроэнергетической системы, так и для работы системы коммерческого учета энергоресурсов. То есть на едином диспетчерском месте реализован принцип мониторинга, сбора информации и управления оборудованием всех мини-ТЭЦ. Это говорит о высокой степени защиты и надежности, позволяет задействовать минимум дежурного персонала (пять человек на станции «Центральная», четверо – на станции «Океанариум»), дает возможность оптимально регулировать работу генерирующего оборудования для сокращения затрат на выработку энергии.

Инвестиционный проект реализован АО «ДВЭУК» в рамках федеральной целевой программы «Экономическое и



Внутренняя площадка мини-ТЭЦ «Центральная»



Сердце ГТУ – газовая турбина M7A (KHI)



Установка поддержания давления теплосети (мини-ТЭЦ «Центральная»)



Мнемосхема распределительных сетей (мини-ТЭЦ «Центральная»)

социальное развитие Дальнего Востока и Забайкалья на период до 2013 года». Стоимость строительства с учетом магистральных теплотрасс для мини-ТЭЦ «Центральная» составила 4,338 млрд рублей, для мини-ТЭЦ «Океанариум» –



Мини-ТЭЦ приморского «Океанариума»



Пиковые водогрейные котлы «ТермоТехник» ТТ 100 мощностью по 6,5 МВт с двухтопливными горелками GKP-700 M DN80 (мини-ТЭЦ «Океанариум»)



Котельный зал (мини-ТЭЦ «Океанариум»)



Установка поддержания давления теплосети (мини-ТЭЦ «Океанариум»)

2,535 млрд рублей. Срок строительства с момента проектирования для мини-ТЭЦ «Центральная»: I и II пусковые комплексы – 2008–2012 гг., III пусковой комплекс – 2008–2014 гг., для мини-ТЭЦ «Океанариум» – 2010–2014 гг.

Наибольшие трудности при реализации проекта были связаны с дефицитом квалифицированных подрядных организаций не только в Приморье, но и на Дальнем Востоке. Еще одна проблема – длительный процесс передачи Министерством обороны РФ своих земель в ведение региональной власти и муниципалитета. Как и для других заказчиков-застройщиков объектов саммита АТЭС–2012, это стало серьезным препятствием в оформлении необходимой документации на фоне жесткого графика работ.

Возникали и такие сложности, как перенос площадки строительства уже после завершения проектирования объекта. Кроме того, имелось большое число корректировок схемы энергоснабжения заказчиком, были увеличены первоначально заявленные мощности энергопотребления, существовали сложности с логистикой, поиском и поставкой передовых образцов энергетического оборудования.

За девять месяцев 2015 г. общая выработка электроэнергии составила 32 566 тыс. кВт·ч, в том числе за III квартал – 13 725 тыс. кВт·ч. Она осуществляется двумя мини-ТЭЦ «Центральная» и «Океанариум».

Отпуск тепловой энергии двух мини-ТЭЦ за январь–сентябрь 2015 г. превысил 90,2 тыс. Гкал, что на 1 % выше, чем за аналогичный период прошлого года. Удельный расход условного топли-

ва на отпуск электроэнергии составил 281 г/кВт·ч, на отпуск тепла – 181 кг/Гкал. Несмотря на недозагрузку станций по электрической и тепловой энергии (объемы потребления присоединенных потребителей меньше расчетных нагрузок), показатели расхода условного топлива свидетельствуют об эффективности генерирующего оборудования мини-ТЭЦ.

Использование природного газа вместо дизельного топлива позволяет снизить уровень выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух: по окислам азота – в два раза, оксиду углерода – в три раза. При этом сажа выбрасывается в незначительном количестве. Переход на голубое топливо является одним из способов, позволяющих снизить выброс парниковых газов ( $\text{CO}_2$ ) и тем самым реализовать статью 6 Киотского протокола к Рамочной конвенции ООН об изменении климата.

Работа на природном газе, безусловно, влияет на себестоимость вырабатываемой энергии. Достаточно отметить, что газ в 5–6 раз дешевле дизельного топлива.

Возведенные энергообъекты низкоизкупаемые, однако достаточно высока их социальная значимость, так как требовалось заложить базис для развития территории на ближайшее десятилетие. В администрации Приморского края проводилось не одно совещание на тему тарифообразования, чтобы решить проблему окупаемости, но с учетом амортизации тарифы для новых энергообъектов по-прежнему являются экономически необоснованными. При этом мощности построенной энергоЭИФРУТКУРЫ используются немногим более чем на 30 %.

**Для справки.** Строительство НОК «Приморский океанариум» ДВО РАН ведется в северо-восточной части о. Русский. В состав комплекса будут входить экспозиционный корпус с дельфинарием и научно-адаптационный корпус. Экспозиционный корпус, стилизованный под морскую раковину, обещает стать настоящим произведением архитектурного и дизайнерского искусства. Общий объем воды аквариумов составит около 25 тыс. тонн. Посетители смогут наблюдать за жизнью морских обитателей из подводного тоннеля шириной 2,5 м и длиной 70 м, оборудованного движущейся дорожкой. Всего же в океанариуме будут содержаться свыше 500 видов морских и пресноводных рыб и животных.

## ЭнергоСентр на базе электростанций ENEX

«БПЦ Инжиниринг» запустил в промышленную эксплуатацию микротурбинный энергоСентр Минского камвольного комбината – крупнейшего в Беларуси производителя текстильной продукции. Строительство собственного энергоСнтра мощностью 4 МВт велось в рамках комплексной модернизации предприятия. В основу энергоСнтра вошли четыре микротурбинные электростанции ENEX 1000 единичной мощностью 1000 кВт, котлы-утилизаторы, два паровых и два водогрейных котла. Суммарная мощность нового энергетического объекта составила 4 МВт, тепловая – 23,8 МВт. «БПЦ Инжиниринг» в рамках проекта выполнил поставку основного технологического оборудования, включающего

генерирующие установки, тепло-утилизаторы, газовые компрессоры и котельное оборудование, систему ХВО и АСУ ТП, а также осуществил шефмонтаж, пусконаладку и обучение персонала. Низкие затраты на обслуживание генерирующего оборудования позволили снизить себестоимость выработки электроэнергии в 2,5 раза по сравнению с сетевыми тарифами. Работа энергоСнтра в режиме когенерации обеспечивает высокую энергоэффективность объекта – порядка 4,8 МВт тепла комбинат получает условно-бесплатно в качестве побочного продукта. Все вместе это позволит сократить энергозатраты предприятия в размере порядка 1,2 млн долл. США в год.



**oilon**<sup>®</sup>

Горелки для любого жидкого и газообразного топлива 10 кВт - 80 МВт



особое тепло

**oilon**<sup>®</sup>  
www.oilon.com

# Особенности оборудования химводоподготовки для паровых котлов

Д. Криворучко, начальник отдела стандартного оборудования ООО «Гидротехинжиниринг»

*Паровая котельная является объектом повышенной опасности. В связи с этим к работе всех без исключения ее систем предъявляются повышенные требования. Химводоподготовка (ХВП) – одна из таких важнейших систем, так как качество воды, поступающей в котел, напрямую связано с качеством пара, выходящего из котла.*

Оценка оборудования водоподготовки начинается с анализа воды: требуется знать, от чего необходимо очищать воду источника, который будет использоваться. Скважина, озеро, река или муниципальный водопровод – у каждого свои особенности. Например, скважинная вода отличается высоким содержанием железа, жесткости, минерализации; вода поверхностного источника – показателями мутности, цветности, взвешенных веществ; вода из водопровода соответствует СанПиН. По питьевой воде, однако, требуется знать ее жесткость для расчета установки умягчения. Чтобы определить состав воды и исключить неправильный подбор и последующую работу оборудования ХВП, необходимо произвести отбор пробы воды и отвезти в специализированную лабораторию, где после проведения исследований вам предоставят развернутый анализ воды. Для поверхностных источников рекомендуется проводить анализ воды каждый месяц в течение года или двух лет, так как показатели мутности, цветности, железа и др. в паводковый период имеют тенденцию к резкому повышению концентраций, которые также необходимо учитывать.

Наиболее важные показатели воды – это те, которые указаны в нормативах для питательной воды: органолептические (цветность, запах, привкус, мутность), уровень pH, общее солесодержание (или электропроводность), щелочность, жесткость, растворенный кислород, железо, медь, нефтепродукты, кремний.

Далее определяем производительность ХВП. Для паровых котлов нужно

обеспечить расход подпиточной воды, равный сумме максимальных потерь пара и конденсата технологическими потребителями, сетями и котельной, а также потерь из-за непрерывной (верхней) и периодической (нижней) продувки. Также при определении расхода воды на ХВП необходимо учитывать ее расход на собственные нужды ХВП (для проведения промывки и регенерации фильтров).

В зависимости от давления пара на выходе из котла определяются и уточняются количественные характеристики показателей питательной воды.

Самая распространенная проблема не только для паровых котлов, но и для всего теплообменного оборудования – известковые отложения. Под воздействием высоких температур из воды выпадает в осадок карбонат кальция. Образование отложений обусловлено присутствием в воде ионов жесткости – кальция и магния. Для удаления из воды таких ионов большое распространение получила установка умягчения. Общий принцип ее работы основан на ионном обмене, т.е. фильтрующий материал установки «забирает» из воды ионы жесткости, «заменяя» их на ионы натрия. Вследствие этого, наиболее часто применяемая схема ХВП для паровой котельной – двухступенчатое умягчение исходной воды с предварительной фильтрацией (в случае присутствия в воде повышенных концентраций мутности и железа). Согласно требованиям, предъявляемым к питательной и котловой воде, обязательно нормируется общая ее жесткость: от 0,02 мг-экв/л и ниже, в зависимости от давления и температуры

в котле. Первая ступень основная, снижается жесткость воды до 0,1 мг-экв/л, вторая – барьерная, позволяет добиться снижения до нормативных значений.

Однако, как показывает практика, выбор заказчика/подрядчика оборудования ХВП на основе двухступенчатого умягчения воды не всегда бывает правильным. В некоторых случаях паровые котлы, оснащенные такой системой ее подготовки, начинают «хандрить» еще в процессе ПНР, а добиться их выхода на номинальный режим работы становится невозможно. Связано это с тем, что при подборе оборудования не учитывался такой показатель, как солесодержание (минерализация, сухой остаток) исходной воды, который указывает на то, сколько растворенных солей находится в воде. Вся вода, поступающая в котел, превращается в пар, поэтому солесодержание котловой воды выше питательной. Солесодержание котловой воды нормируется согласно требованиям, предъявляемым к питательной и котловой воде.

В современных котлах контроль за солесодержанием воды осуществляется системой автоматической продувки. В верхней части котла устанавливается датчик проводимости, по показателям которого срабатывает клапан непрерывной (верхней) продувки. Через него сбрасывается часть котловой воды с большим солесодержанием, при этом котел пополняется питательной водой, прошедшей через систему ХВП. Таким образом, поддерживается регламентируемое солесодержание котловой воды.

При солесодержании питательной воды  $\leq 300$ – $350$  мг/л солесодержание кот-

ловой будет обеспечиваться ее сбросом через продувочный клапан, но при значениях 400 мг/л и выше продувочный клапан не обеспечит достаточный сброс воды, что в итоге приведет к постепенному превышению солесодержания котловой воды, аварийному выключению горелки и принудительному останову котла.

Продувку котлов по сухому остатку, %, определяют по следующей формуле:

$$P = S_{\text{ов}} A_{\text{ов}} 100 / (S_{\text{кв}} - S_{\text{ов}} A_{\text{ов}}),$$
 где  $S_{\text{ов}}$  – сухой остаток обработанной воды, мг/л;  $A_{\text{ов}}$  – доля обработанной воды, определяемая из пароводяного баланса котельной, учитывающей потери конденсата;  $S_{\text{кв}}$  – сухой остаток котловой воды, мг/л, принимается по паспортным данным завода-изготовителя.

При этом согласно СНиП допускаемую величину непрерывной продувки для котлов с давлением пара до 1,4 МПа следует принимать не более 10 % производительности котлов, при большем давлении – не более 5 %.

Кроме того, избыточный сброс котловой воды при продувке – экономически неэффективный способ нормализации водно-химического режима котла в связи с перерасходом газа, так как температура котловой воды достигает 150–170 °C.

Наиболее популярное решение для снижения солесодержания питательной воды – применение в схеме системы ХВП установки обратного осмоса. Она позволяет снизить солесодержание исходной воды до 20–30 мг/л с одновременным уменьшением жесткости воды до 0,1–0,2 мг-экв/л, т.е. полностью замещает первую ступень умягчения. При этом значительно снижаются эксплуатационные расходы, связанные с потреблением таблетированной (или технической) соли. Есть и недостатки эксплуатации установки:

- непрерывный сброс стоков из установки (в размере 25 % обработанной воды). Однако при достаточно высоком солесодержании питательной воды (продувка 25–30 %) соответствующее количество (и более) воды сбрасывается из котла продувочным клапаном. При этом температура стока на установке обратного осмоса не превышает температуры исходной воды, а для сброса котловой воды был дополнительно потрачен газ для нагрева;

- высокое энергопотребление (0,6–0,7 кВт на 1 м<sup>3</sup>/ч обработанной воды);

– необходимость проведения периодической (1 раз в 3–6 месяцев) химической промывки установки.

В среднем срок окупаемости при использовании установки обратного осмоса составляет 1–1,5 года. Модернизация котельных с применением данной схемы ХВП проводилась на нескольких предприятиях, таких как «Элгад-ЗСИ», г. Коломна, «Главстрой», г. Усть-Лабинск и др.

Вторая распространенная проблема – коррозия внутренней поверхности котлов. Коррозия – это электрохимическая реакция, в результате которой происходит самопроизвольное разрушение металлов вследствие химического или физико-химического взаимодействия с окружающей средой. Различают два основных вида коррозии: кислородную и углекислотную.

Кислородная коррозия обусловлена присутствием в воде растворенного кислорода. Деаэрация (удаление кислорода воздуха) воды осуществляется непосредственно перед подачей питательной воды в котел, так как любой контакт воды с воздухом провоцирует насыщение воды кислородом. Для этих целей используется двухступенчатый атмосферный деаэратор. Однако требуемые концентрации по кислороду в питательной воде достаточно низкие (30 мкг/л и меньше), поэтому производители деаэраторов рекомендуют дополнительно предусматривать дозирование кислородосвязывающих реагентов. Для котлов небольшой паропроизводительности (парогенераторов), где установка деаэратора исключается, дозирование кислородосвязывающих реагентов обязательно.

Углекислотная коррозия происходит при наличии в воде свободной углекислоты CO<sub>2</sub>. Она присутствует в воде в трех основных состояниях: связанном CO<sub>3</sub>, полусвязанном HCO<sub>3</sub> и свободном CO<sub>2</sub>. Концентрации состояний определяются уравнением диссоциации и зависят от уровня pH воды. Полное отсутствие свободной углекислоты (перевод в связанную и полусвязанную формы), провоцирующей образование коррозии, происходит при уровне pH ≥

8,4. Поэтому в питательной воде жестко нормируется pH. Корректировка данного показателя также осуществляется непосредственно перед подачей питательной воды в котел с помощью дозирования реагента на основе щелочи (едкого натра NaOH).

Третья проблема для персонала, эксплуатирующего паровые котлы, – коррозия пароконденсатного тракта и как следствие ненадлежащее качество конденсата, который приходится сливать в канализацию вместо повторного использования. Данный вид коррозии – углекислотная. Происходит она следующим образом: углекислота питательной воды в связанной и полусвязанной формах под воздействием температуры в котле распадается до свободной формы CO<sub>2</sub> и вместе с паром поступает потребителю. В результате в процессе конденсации пара в конденсатопроводе образуется раствор угольной кислоты H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, который оказывает разрушающее воздействие на металлический трубопровод. Как следствие – свищи в конденсатопроводе, теплообменниках и конденсат с повышенной концентрацией по железу.

Данная проблема решается несколькими способами:

- применение в схеме системы ХВП установки обратного осмоса. При одновременном снижении солесодержания и жесткости удаляются из воды и ионы углекислоты в трех состояниях. В результате – отсутствие углекислоты в питательной, котловой воде и конденсате;

- дозирование в питательную воду (после деаэратора) реагента на основе нейтрализующих аминов. Под воздействием температуры реагент вместе с

Проектирование ПП РФ № 87

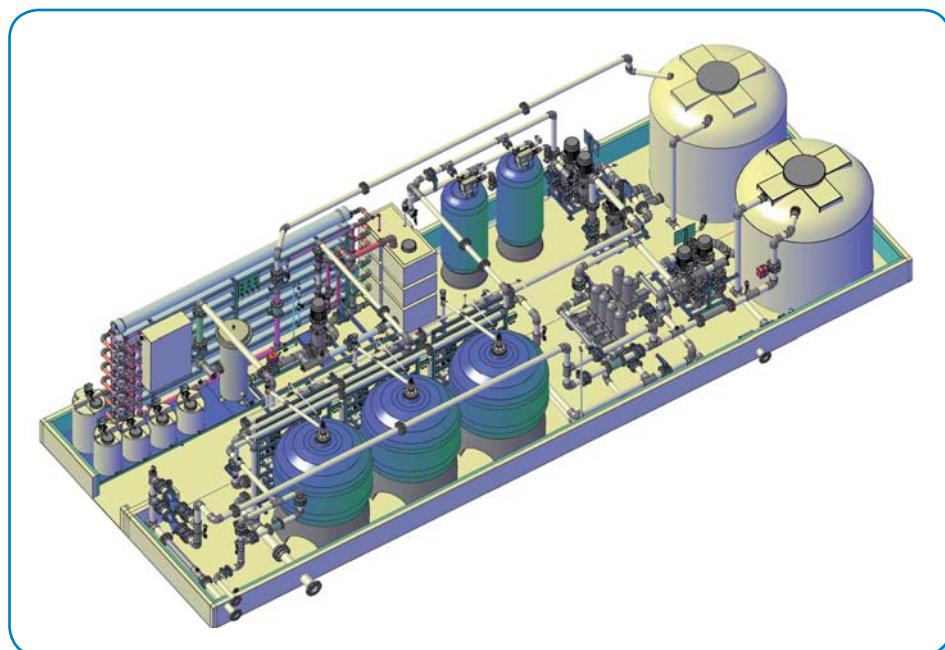
Водоподготовка

Очистка стоков

Реагентная обработка воды

ООО «Гидротехнининг» г. Москва, ул. Кетчерская д 13, стр. 3  
тел.: +7(495)225-28-01 / факс: +7(495)787-72-66  
e-mail: [office@hte.ru](mailto:office@hte.ru) web: <http://www.hte.ru>

Реклама



паром и углекислотой будет поступать потребителю, pH конденсата будет повышаться, что в результате предотвратит коррозионные процессы.

Установка фильтров для очистки конденсата, предлагаемая многими компаниями, устраняет лишь следствие, загрязнение конденсата железом, и является некой полумерой решения.

В настоящее время тенденции рынка таковы, что заказчику требуется наиболее оперативно поставить на объект оборудование ХВП и обеспечить его очищенной водой. При свертывании работ на объекте необходимо демонтировать систему ХВП и перевезти ее на другую площадку, где она сможет продолжить работу. В связи с этим к оборудованию ХВП предъявляются определенные требования:

– универсальность, обеспечение очистки воды требуемого качества независимо от исходного анализа, ведь источник воды на каждом объекте будет отличаться от предыдущего;

– мобильность, готовность по первому требованию заказчика переместить оборудование ХВП на другой объект;

– всесезонность, обеспечение очистки воды круглогодично.

Специалистами ООО «Гидротехинжиниринг» в настоящее время решается подобная задача. Система водоподготовки общей производительностью 180 м<sup>3</sup>/ч осуществляется для паровых котлов, которые вырабатывают пар для добычи сверхвязкой нефти в Республике

Татарстан. Оборудование располагается в шести мобильных блочно-модульных зданиях, оснащенных системой отопления, аварийной и противопожарной сигнализацией, приточно-вытяжной вентиляцией. Основа здания: сдвоенный морской 40 ft контейнер. Производительность одного блока ХВП – 30 м<sup>3</sup>/ч.

Расчет оборудования водоподготовки производился, исходя из представленного анализа двух рек Республики Татарстан, и отличается повышенным солесодержанием, жесткостью и периодическими паводковыми превышениями по мутности, цветности и органическим загрязнениям. В состав оборудования включены:

– фильтр грубой механической очистки, предназначен для защиты последующего установленного оборудования ХВП от повреждений;

– комплекс пропорционального дозирования окислителя, предназначен для подачи в исходную воду окислительного реагента (гипохлорита натрия) для окисления соединения железа, марганца и органических загрязнений, присутствующих в воде поверхностного источника;

– комплекс пропорционального дозирования коагулянта, предназначен для подачи в исходную воду коагулянта, способствующего образованию более крупных хлопьев коллоидных частиц, присутствующих в воде поверхностного источника;

– накопительная емкость и автоматическая насосная станция, используются

в качестве накопителя исходной воды – 8 м<sup>3</sup> и подачи ее на оборудование системы водоподготовки;

– дисковый фильтр грубой очистки – 200 мкм, тонкой очистки – 20 мкм и автоматическая установка фильтрации и обезжелезивания, предназначены для последовательного удаления из воды различных фракций взвешенных веществ, а также окисленных соединений железа, марганца и органических соединений;

– автоматическая установка обратного осмоса, предназначена для снижения солесодержания (общей минерализации) и жесткости воды, непосредственным образом влияющего на продувку парового котла;

– накопительная емкость и автоматическая насосная станция, предназначена в качестве накопителя обессоленной воды 8 м<sup>3</sup> и подачи ее на последующую ступень системы водоподготовки;

– автоматическая установка умягчения непрерывного действия второй ступени, предназначена для удаления из воды присутствующих (остаточных) ионов кальция и магния, обуславливающих жесткость воды;

– комплекс пропорционального дозирования реагента, предназначен для дозирования в питательную воду реагента на основе фосфатов, препятствующих образованию коррозии в котле.

Перевозка контейнеров к месту эксплуатации осуществляется с помощью железнодорожного или автотранспорта. Установка производится на подготовленную бетонную площадку, после чего блоки соединяются, монтируются соединительные трубопроводы, и после ПНР оборудование готово к работе.

Система ХВП в современной паровой котельной – важное технологическое звено, поэтому необходимо уделять достаточное внимание проработке решений подготовки воды. В настоящее время на рынке водоподготовки России присутствует значительное количество компаний (в том числе и зарубежных), поставляющих самое разное оборудование различных производителей в зависимости от возможностей и потребностей заказчика. Однако немногих профессионалов в данной области выделяет тот факт, что они знают обо всех проблемах работы оборудования ХВП для котельных и стараются решить их в комплексе.

# Поликарбоксилаты в водоподготовке

М. Иванов

Что представляют собой поликарбоксилаты, которые часто присутствуют в ингибиторах отложений? Удивительно, но различные источники дают отличающуюся друг от друга трактовку этого понятия. Попробуем разобраться.

Одной из проблем при циркуляции воды по трубопроводам является образование на поверхности накипи и минеральных отложений. Они затрудняют течение воды по трубам и ухудшают теплопередачу. Для предотвращения образования отложений и шламового осадка в системах холодного водоснабжения, ГВС и теплофикации рекомендуется производить качественную водоочистку, а также вводить в водяные контуры специальные реагенты – ингибиторы отложений.

В большинстве случаев действие этих препаратов основано на взаимодействии с солями, образующими эти отложения, или их ионами. Помимо этого, в ряде случаев ингибиторы отложений взаимодействуют с мелкими нерастворимыми частицами, переводя их в устойчивое взвешенное состояние и тем самым препятствуя скоплению этих осадков на поверхности оборудования и трубопроводов. Со временем эти осевшие нерастворимые примеси уплотняются и также могут образовывать отложения. Кроме того, взаимодействие ингибиторов отложений с мелкими нерастворимыми частицами делает их неспособными быть зародышами при протекании кристаллизации нерастворимых солей в процессе образования минеральных отложений.

В некоторых случаях ингибиторы отложений обладают активным действием в отношении уже сложившихся отложений и при длительном применении способствуют постепенному их разрушению.

Ранее, чтобы избежать образования отложений на оборудовании и трубопроводах, контактирующих с водой и водяным паром, в контуры дозировали гидразин и фосфаты, а также некоторые другие химические соединения. Однако присутствие этих реагентов часто приводило лишь к кратковремен-

ному действию в очень ограниченных условиях.

Современные условия эксплуатации оборудования потребовали создания совершенных препаратов, препятствующих образованию отложений, которые могли бы сохранять свою ингибирующую способность в широком диапазоне изменения параметров состояния водной среды. Так, некоторые марки современных препаратов сохраняют свою работоспособность до 200 °C. Отдельные ингибиторы отложений могут применяться даже в очень жесткой воде с общей жесткостью по  $\text{Ca CO}_3$  до 1250 мг/л и pH 6,0–10,0.

Как утверждают производители, их препараты обладают высокой активностью по стабилизации дисперсии. Поэтому такие вещества предохраняют поверхность трубопроводов и оборудования от осаждения солей жесткости за счет уменьшения числа центров их кристаллизации. Благодаря своим диспергирующим свойствам, эти реагенты препятствуют осаждению взвешенных веществ и образованию шламовых отложений в критических частях системы водоснабжения. В результате этого уменьшается возможность протекания подшламовой коррозии металлических поверхностей оборудования. При длительном применении происходит постепенное удаление старых отложений. Ингибиторы образования накипи используются для обработки котловой воды, а также в системах ГВС и теплофикации для предупреждения образования накипи и шламовых осадков.

Современные препараты, которые применяются для этих целей, обычно содержат целый набор различных химических веществ, среди которых часто встречаются поликарбоксилаты концентрацией от 2 до 20 %. В инструкции к

этим препаратам, особенно зарубежного производства, обычно сообщается, что поликарбоксилаты в ингибиторах отложений находятся в виде натриевых солей, которые в результате протекающего гидролиза образуют полианионное соединение. Также в описании к данным препаратам обычно указывается, что образованный в результате гидролиза полиэлектролит имеет большое родство с двух- и трехвалентными катионами металлов, с которыми образует стабильные растворимые соединения. Эти соединения могут быть удалены при продувке котла.

Кроме того, полимерные продукты на основе поликарбоксилатов способны покрывать оболочкой мелкие кристаллические частицы осадка, что не позволяет осадкам уплотняться.

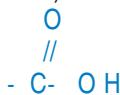
Интересно отметить, что во многих случаях в инструкциях по использованию ингибиторов отложений и рекламных материалах об этих продуктах подробно излагается механизм действия функциональных групп поликарбоксилатов. Однако в то же время совершенно ничего или крайне мало сообщается о строении функциональных групп и строении молекулы поликарбоксилата. Это наводит на определенные домыслы, совершенно не связанные ни с механизмом действия, ни со строением этого химического соединения.

Что же собой представляют поликарбоксилаты, которые часто присутствуют в ингибиторах отложений? Так, в одних источниках утверждается, что поликарбоксилат является разновидностью полиакрилата, т. е. полимерным производным на основе акриловой кислоты. В то же время из других данных следует, что поликарбоксилат представляет собой некую разновидность поликарбоната.

Кстати, следует напомнить, что в общепринятом значении этого химического термина поликарбонатами называют группу термопластичных полимеров на основе сложных эфиров угольной кислоты и двухатомных спиртов, синтезируемых методом поликонденсации. Довольно часто эти полимеры используются в качестве конструкционных и ударопрочных материалов, что говорит об их инертности.

Некоторые специалисты утверждают, что поликарбоксилаты являются самостоятельным классом новых полимерных соединений. Поэтому их нельзя путать ни с одним из известных видов высокомолекулярных продуктов.

По всей вероятности, начать обсуждение молекулярного строения поликарбоксилатов следует с досконального анализа их названия. Исходя из его формального рассмотрения, можно предположить, что оно касается полимерного соединения, имеющего в молекулярном скелете значительное число карбоксильных групп. Уместно напомнить, что карбоксильная группа (карбоксил)



является функциональной одновалентной группировкой, входящей в состав карбоновых кислот и определяющей их кислотные свойства:



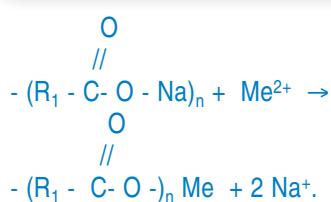
где R – углеродный скелет карбоновой кислоты.

Образовавшийся карбоксилат-анион в дальнейшем способен взаимодействовать с катионами различных металлов, образуя соль:



Действительно, как утверждается во многих инструкциях к применению ингибиторов отложений различных марок, поликарбоксилаты используются в виде натриевых солей, которые могут взаимодействовать с двух- и трехзарядными катионами металлов, участвующими в формировании минеральных отложений и накипи.

Вероятно, это можно выразить следующим уравнением:



где R<sub>1</sub> – углеродный скелет элементарного звена поликарбоксилата.

Кроме того, производители, использующие поликарбоксилаты, приписывают им способность препятствовать образованию отложений за счет торможения процесса образования осадков.

Обычно процесс формирования кристаллических осадков включает три этапа: достижение предела растворимости и образование твердой фазы, формирование из твердой фазы устойчивых центров кристаллизации с достаточным размером ядра и рост кристаллической фазы на поверхности зародышей. Как можно видеть из этого перечня, необходимым условием образования отложений является достаточное количество твердой фазы, способной в дальнейшем стать центрами кристаллизации.

Действительно, как показали практические наблюдения, при отсутствии центров кристаллизации образования минеральных отложений в водной среде не происходит, даже если концентрация нерастворимых солей выше предела растворимости. Поэтому ингибитирующее действие поликарбоксилатов, вероятно, связано со способностью блокировать центры кристаллизации, делая их неактивными. Предположительно, это связано

с тем, что вокруг мельчайших частиц, образовавшихся в результате выпадения нерастворимых соединений в осадок, в присутствии поликарбоксилатов наблюдаются устойчивые относительно плотные оболочки. Они препятствуют проникновению к твердым частицам новых молекул солей, необходимых для роста кристаллической фазы. Помимо этого, оболочки повышают устойчивость твердых частиц в жидкой фазе.

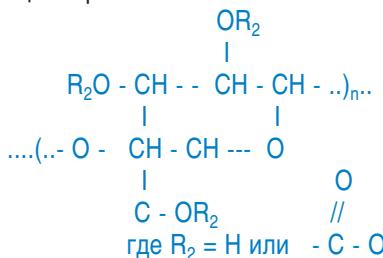
Сначала растворимые макромолекулы поликарбоксилатов ориентируются вокруг нерастворимых мельчайших примесей, затем начинают сорбироваться на их поверхности своими активными функциональными группами, а в конце процесса создают плотную сольватную оболочку, препятствующую либо выпадению осадков, либо не позволяющую использовать эти структуры в качестве активных зародышей центров кристаллизации.

Принимая во внимание, что поликарбоксилаты способны образовывать вокруг твердых частиц плотные оболочки, можно предположить, что это должны быть полимерные соединения относительно небольшого молекулярного веса преимущественно линейного строения. Такое предположение может основываться на том, что полимерные соединения с высоким значением молекулярной массы или имеющими разветвленные и сшитые полимерные цепи в подавляющем большинстве случаев будут терять растворимость даже в сильно разбавленных растворах.

Если же исходить из строения угле-

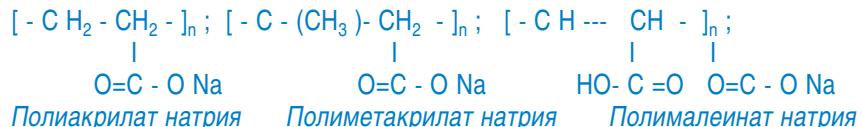
родного скелета самой полимерной цепи, то формально под понятие «карбоксилатные полимеры» может попасть широкий круг высокомолекулярных соединений. Так, известны карбоксилатные каучуки различной природы: бутадиеноевые, изопреновые, бутадиен-стирольные и бутадиен-нитрильные. Однако в них основным мономерным звеном остаются все же молекулы эластомера, а звенья с карбоксильными группами встречаются нерегулярно. Иначе эти полимеры назывались бы по-другому. Такие продукты имеют значительный молекулярный вес, а их даже олигомерные соединения мало растворимы в воде.

Конечно, по формальным признакам к поликарбоксилатам можно отнести и карбоксиметилцеллюлозу, имеющую следующее строение:



В элементарном звене этого модифицированного природного высокомолекулярного соединения может находиться несколько карбоксильных групп. Однако эти соединения зачастую также имеют значительные величины молекулярной массы, а химическое их расщепление в целях получения олигомерных фрагментов с низким значением молекулярного веса часто бывает довольно затруднительно. Хотя из карбоксиметилцеллюзы и получают натриевую соль, которая применяется в качестве ресорбента (вещества, препятствующего повторному выпадению осадков после их диспергирования). Но согласно существующим правилам в названии этого полимерного продукта должен быть отмечен исходным природным материалом.

Таким образом, вполне вероятно, поликарбоксилаты следует искать среди полимеризационных полимерных продуктов, в элементарном звене которых имеется карбоксильная группа. В итоге в этот список попадают лишь полимеры непредельных органических кислот, которые затем переводят в натриевую форму. Среди таких полимеров могут быть отмечены натриевые соли полиакриловой, полиметакриловой и полималеиновой кислот.



Конечно, известны полимеры и на основе других ненасыщенных кислот, но они широкого коммерческого применения как будто не имеют.

Важно отметить, что натриевые соли этих водорастворимых полимеров производят и отечественная промышленность. При этом они не называются поликарбоксилатами. Например, водорастворимая натриевая соль полиакриловой кислоты в России производится под маркой ПАН-1 и называется поликарилат натрия. Он применяется в различных областях – лакокрасочной промышленности в качестве стабилизатора дисперсий водно-сuspензионных красок, в строительстве – в качестве пластификатора для различных марок самоуплотняющего бетона. Но также ПАН-1 находит применение в водоочистке для облегчения процесса фильтрации воды через мелкодисперсные сорбенты и в водоподготовке, где его используют в качестве средства, мешающего образованию отложения минеральных веществ.

Одновременно с этим аналогичный продукт производится за рубежом, где он имеет маркировку PAAS (poly acrylic acid sodium) – полимер на основе натриевой соли полиакриловой кислоты и используется примерно для этих же целей.

Во всем мире большое распространение получили сшитые и сетчатые продукты на основе ПАН-1 и его близких аналогов. Эти соединения обладают способностью к значительному поглощению воды и различных растворов. При этом они образуют сильно набухшие материалы (почему их и применяют в прокладках и подгузниках). Интересно напомнить, что технология производства таких систем была разработана еще в период начала эпохи освоения космического пространства в 60-х гг. XX в. Сшитый полиакрилат натрия применялся в США в качестве «космического туалета» в условиях невесомости. Кстати в СССР в этот период был разработан настоящий «космический туалет», в котором учитывались все специфические особенности космического полета.

Если все же вернуться к растворимым полимерным полианионным соеди-

нениям на основе акриловой кислоты и ее подобных мономеров, то можно предположить следующие причины скрытия строение молекулярной структуры поликарбоксилата.

Во-первых, изменение названия одного из компонентов ингибитора отложений, вероятно, следует рассматривать лишь как рекламный ход в целях привлечения внимания. Для специалистов и потребителей это подается как использование нового, неизвестного ранее продукта с рядом ценных свойств.

Во-вторых, следует учитывать, что вещества, так называемые поликарбоксилаты, используются не только в реагентах для промышленной водоподготовки в системах тепло- и водоснабжения, но и в препаратах для бытовых стиральных и посудомоечных машин, а также в других средствах бытовой химии. Причем объемы денежной массы, получаемые от продаж реагентов бытовой химии, весьма значительны, что заставляет производителей очень внимательно относиться к мнению потребителей об их безопасности; а поскольку для всех видов продуктов бытового назначения требуется жесткий контроль над их безвредностью в отношении человека и окружающей среды, то, может быть, с новым названием известных веществ производители пытаются обойти уже существующие ограничения на применение.

В-третьих, современные тенденции в борьбе за сохранение окружающей среды направлены на использование полимерных материалов, которые активно подвержены скорому распаду в естественных условиях или так называемому активному биологическому разложению. Поэтому полимерные соединения, не обладающие такими свойствами, будут встречаться «в штыки» природоохранными органами, особенно в странах Западной Европы и США. Возможно, это и заставляет некоторых производителей обратиться к поиску новых рынков сбыта своей продукции.

Все это, по всей вероятности, и толкает фирмы, использующие поликарбоксилаты в составе различных препаратов, не афишировать строение их полимерного скелета и функциональных групп.

# Актуальные вопросы импортозамещения в теплоснабжении и энергетике России

*Импортозамещение – это слово сегодня у всех на слуху, но что оно означает? По мнению большинства экспертов отрасли, импортозамещение – это конкуренция, и в первую очередь стоит вопрос соотношения цены и качества выпускаемой продукции, которая должна быть конкурентоспособна на мировых рынках.*

**П**роблема импортозамещения сложна, имеет много особенностей, связанных с условиями производства в разных отраслях, наличием научно-технических разработок и интенсивностью отношений с зарубежными поставщиками. Вопросами импортозамещения занимаются промышленные предприятия, научные, проектные и строительные организации, органы надзора и лицензирования, финансовые, лизинговые, страховые и инвестиционные компании, учебные заведения и СМИ.

На заседании Совета Федерации 18 ноября 2015 г. глава Министерства промышленности и торговли РФ Денис Мантуров выступил с докладом о реализации программ импортозамещения в отраслях промышленности. По его данным, за первые 10 месяцев текущего года импорт промышленных товаров сократился почти на 40 %, а физический объем экспорта вырос на 5,6 %. В гражданских секторах промышленности Минпромторг совместно с регионами провел широкую ревизию технологического уровня всех отраслей и определил критическую номенклатуру изделий, которые пока не выпускаются в нашей стране. По результатам этой работы в марте были утверждены 20 отраслевых планов, включающих более 2200 направлений импортозамещения.

По решению правительства особую роль в работе по импортозамещению будет играть Фонд развития промышленности, который обеспечит льготное финансирование перспективных проектов. В распоряжении фонда имеются средства федерального бюджета в размере 20 млрд рублей, при этом только за несколько месяцев этого года фонд получил более 600 заявок от разных компаний и регионов на общую сумму порядка 240 млрд рублей. Кроме того, Минпромторг подготовил методологическое обеспечение реализации планов импортоза-

мещения на региональном уровне. Для этого уже заключены 70 соглашений о сотрудничестве с субъектами РФ и в ближайшее время будут подписаны остальные. В отрасли теплоснабжения Бюро НДТ приняло участие в заседании круглого стола «Порядок перехода отраслей топливно-энергетического комплекса России на принципы наилучших доступных технологий», который был организован при участии Аналитического центра при Правительстве РФ совместно с Минэнерго России. На круглом столе руководитель Бюро НДТ Дмитрий Скobelев сообщил, что НДТ надо рассматривать не как проблему, а как новые возможности при переходе топливно-энергетического комплекса России на НДТ.

Главные меры, которые необходимо принять для осуществления импортозамещения в энергетике и теплоснабжении, отражены в резолюциях крупнейших энергетических форумов страны. В частности, говорится о том, что следует ввести четкое определение критериев «отечественного продукта» с утверждением необходимой степени локализации производства иностранных компаний, создаваемых на территории РФ. Для стабильной и успешной работы импортозамещающих предприятий необходимо оказать финансовую поддержку, например, предоставить безвозмездные субсидии, долгосрочные кредиты под низкий процент, государственные гарантии или пересмотреть условия оплаты в сторону увеличения получения предоплаты от заказчиков.

Президент РФ Владимир Путин призвал регионы активно пользоваться таким инструментом импортозамещения, как инвестиционный контракт. Он уточнил, что такие соглашения регионы и муниципалитеты при участии федеральных властей смогут подписывать с инвесторами, начиная с 2016 г. Необходимо провести унификацию ввозимой зарубежной про-

дукции и ее компонентов в целях освоения идентичного производства на территории РФ. Обязательно следует оценить производственные возможности заводов по выпуску импортных аналогов. Не удастся обойтись без государственной поддержки по выводу импортозамещающей продукции на рынок. Так, нужно облегчение прохождения процедуры таможенной очистки, в некоторых случаях – снижение таможенных пошлин.

Важно убедить потребителя в высоком качестве отечественной продукции, возросший спрос на которую будет лучшим индикатором успешного импортозамещения. Должна вестись разработка российских и межгосударственных стандартов, отражающих требования к продукции: по эксплуатации, надежности, сроку службы, маркировке, испытаниям, а не требованиям к элементам конструкции и отдельным материалам.

Импортозамещение в российском топливно-энергетическом комплексе важно для стратегической безопасности страны. К сожалению, сегодня главная отрасль по целому ряду направлений находится в высокой зависимости от иностранных компаний. Отечественные предприятия могут обеспечить поставку лишь 67 % оборудования, необходимого для выполнения программ модернизации российских нефтеперерабатывающих заводов. При этом лицензиарами 90 % установок, сооружение которых запланировано в России, являются резиденты стран, поддерживающих санкции. По данным Минэнерго России, критично положение по таким позициям, как отдельные виды насосов (доля российских поставок – около 50 %), большая часть компрессоров (около 22 %), компьютерные программы, некоторые виды контрольно-измерительного оборудования.

Столь высокая зависимость от иностранных компаний может угрожать долгосрочной энергетической и экономической

безопасности страны. Для снижения рисков руководством страны поставлена задача развития отечественной промышленности и осуществления импортозамещения в энергетике. Эта цель имеет одно из приоритетных значений для обеспечения устойчивого функционирования ТЭК в будущем.

Одна из ключевых проблем в этой отрасли – взаимодействие компаний с поставщиками и подрядчиками, здесь необходимо пересмотреть российскую традицию проведения тендерных закупок.

Также для стратегической безопасности России уже сегодня необходимо корректировать стратегию топливного комплекса с учетом тенденций к доминированию в мировой энергетике новых видов энергоносителей: топливных элементов, электромобилей и др. По данным Международного энергетического агентства, к 2050 г. изменится идеология нефтепереработки и вместе с ней всей мировой энергетики. Российские промышленные компании вкладывают значительные средства в модернизацию производства и НИОКР. Однако реализация госпрограмм, в том числе по импортозамещению, может застопориться из-за человеческого фактора, а именно, из-за дефицита квалифицированных кадров.

С использованием опыта WorldSkills (международного некоммерческого движения, целью которого является повышение престижа рабочих профессий и развитие профессионального образования) в России с помощью ресурсов Минобразования и Минпромторга будут созданы шесть центров профобразования, в них пройдут профподготовку и повысят квалификацию рабочие по 50-ти самым востребованным специальностям.

Минстрой России намерен также запустить интернет-банк данных о наиболее эффективных технологиях в сфере ЖКХ. На этом портале будут размещены самые передовые разработки и решения в сфере тепло-, энерго-, газо-, водоснабжения и водоотведения. Предполагается, что профессионалы смогут дать свою оценку представленным в интернет-банке проектам.

Для подготовки специалистов также очень важно поддержать создание на базе Консорциума энергетических вузов (на базе НИУ «МЭИ») экспертных центров, осуществляющих деятельность по определению степени технико-экономической эффективности импортозамещающих технологий либо выявление факторов недостаточной эффективности и псевдоимпортозамещаемости. Нужно поддержать инициативу МЭИ по расширению системы сертификации эффективных импортозамещающих технологий

(не организаций). Должны быть внесены изменения в 223 и 44 ФЗ. Предприятия, изготавливающие импортозамещающую продукцию, должны получить четкий механизм использования своей уникальности, кроме демпингования по цене.

**Комментарий Игоря Кожуховского, заместителя генерального директора ФГБУ «Российское энергетическое агентство», председателя наблюдательного совета НП «Распределенная энергетика».**



**Что Вы можете сказать о компаниях, которые работают сегодня в России в секторе малой энергетики? Каковы основные тенденции рынка?**

Среди российских компаний, производящих энергетические установки для малой энергетики, я бы выделил ОАО «ОДК – Газовые турбины», входящее в «Ростехнологии». Производственная линейка включает газовые турбины малой мощности, газопоршневые установки и блочно-модульные котлы, а также пэкидж. Газовые турбины малой мощности производит Уральский турбинный завод.

В России создана технологическая платформа «Малая распределенная энергетика», в которую входят более 200 компаний и организаций, работающих на рынках, связанных с малой распределенной энергетикой. Речь идет о технологиях производства энергии на основе ископаемого топлива, возобновляемой энергетике, локальных энергосистемах, включающих комбинации различных технологий, об энергетических установках, принадлежащих потребителям, в том числе работающих на вторичных энергетических ресурсах. Социальная и технологическая базы для развития распределенной энергетики очень широки.

На наших глазах за последнее десятилетие направление распределенной энергетики превращается из экзотического явления в преобладающий тренд. Поэтому данному направлению должно уделяться гораздо большее внимание в государ-

ственной энергетической политике.

Что касается технологий малой распределенной энергетики, то, прежде всего, необходимо делать акцент на то, что на рынке конкурентоспособны технологии комбинированного производства, когда энергетическая установка производит тепло, электричество и, желательно, холод. Такие комбинированные установки показывают несравненно большую экономическую эффективность, чем крупные генерирующие станции, которые производят только электрическую энергию в конденсационных режимах, или крупные котельные, вырабатывающие только тепло. Комбинированные установки имеют преимущество с точки зрения эффективности использования топлива, минимума потерь тепловой энергии при транспортировке потребителям. Эти факторы перевешивают так называемый «эффект масштаба», который традиционно имеет место в большой энергетике.

**Какое энергетическое оборудование российского производства сегодня может и должно составить конкуренцию зарубежным аналогам?**

Сейчас сложилась ситуация, когда преобладающий набор технологических решений в сфере распределенной энергетики предлагают зарубежные поставщики. В нише микротурбин практически нет российских технологий. Компания «БПЦ Инжиниринг» успешно внедряет газовые микротурбины, производимые американской фирмой Capstone, организовала локализацию их производства в России. Газовые турбины малой мощности, газопоршневые технологии – здесь есть отечественные производители, но на рынке преобладают зарубежные: MWM, Kawasaki, GE. Наши производители имеют хорошие перспективы для расширения своего участия на рынке. Твердотопливная энергетика на угле, торфе, брикетах – это котельное и паротурбинное оборудование. Котельные установки – работает ряд российских производителей, но на рынке очень серьезные продукты предлагают зарубежные компании. Отмечу MWPower, совместное предприятие компаний «Метсо» и «Вяртсила», предлагающее комплектные энергетические установки, включающие котлы и паровые турбины, обеспечивающие когенерацию на разных видах топлива; есть еще несколько зарубежных производителей, и здесь, на мой взгляд, мы могли бы составить им конкуренцию.

Производители котлов в России есть, прежде всего, это ОАО «ЭнергоМашиностроительный Альянс» («ЭМАльянс»), Ковровский завод ко-

## ОФИЦИАЛЬНЫЕ СТРАНИЦЫ

тельно-топочного и сушильного оборудования, другие заводы, но здесь очень важно качество. Чего в России нет, так это паровой турбины малой мощности, киловаттного класса, представлены исключительно зарубежные фирмы. Поэтому производство паровой турбины малой мощности и комплектных установок «котел плюс паровая турбина малой мощности» – на этом стыке можно получить конкурентоспособный продукт. Мы знаем все НИОКРы по паровым турбинам малой мощности, знаем компании, которые их производят в единичных экземплярах, пока еще пилотные образцы, в частности, компания «Донские технологии», г. Ростов-на-Дону, имеет такую разработку. Их надо поддерживать, продвигать на российском рынке.

**Комментарий Артура Мирзояна, заместителя генерального директора ООО «Специальные системы и технологии».**



Реализация программы импортозамещения станет реальным драйвером развития отечественной промышленности, если государство установит понятные правила взаимодействия сырьевых и инфраструктурных корпораций с отечественными промышленниками и будет контролировать их исполнение. Преференции для российских промышленников необходимы при условии, что отечественная продукция сопоставима по цене и качеству с зарубежными аналогами или превосходит их по этим показателям.

Российская продукция, замещающая импорт, должна быть конкурентоспособна на мировом рынке.

Группа компаний «Специальные системы и технологии» (ГК «ССТ»), созданная в 1991 г., является одним из крупнейших в мире производителей систем электрообогрева. Со временем основания компания

фактически работает в режиме импортозамещения. За 25 лет был ликвидирован технологический разрыв в этом сегменте. Сейчас мы занимаем порядка 40 % российского рынка промышленных систем обогрева и более половины рынка бытовых систем. Экспортируем наши продукты и системы в 44 страны мира.

В настоящее время ГК «ССТ» обладает всеми необходимыми ресурсами и производственными мощностями для обеспечения российских потребителей промышленными системами электрообогрева отечественного производства. Мы участвуем в программах импортозамещения наших крупнейших потребителей из российского ТЭК, взаимодействуем с Минпромторгом в рамках научно-технического совета и экспертных групп.

Помимо расширения производственных мощностей для выпуска систем кабельного электрообогрева, мы осваиваем новые технологии и выводим на российский рынок свои разработки.

Одна из разработок – термоэкранирующие мембранные Reform, предназначенные для дополнительной защиты оборудования от коррозии, а также их можно использовать в качестве материала, усиливающего свойства теплоизоляционных систем. Мембранные производятся на основе полимерной дисперсии с высоким содержанием полых керамических микросфер. Продукт наносится на трубопроводы или оборудование методом напыления. После отвердения он образует покрытие мембранных типов, насыщенное полыми изолированными частицами. В системах теплоизоляции термоэкранирующие мембранные Reform выступают в качестве первого контактного слоя, который снижает «термический шок» (циклический перепад температур, пиковую тепловую нагрузку) с верхних слоев изоляции, предотвращая их повреждение и утрату теплоизолирующих свойств. Новый продукт ГК «ССТ» наиболее эффективен при нанесении на узлы и оборудование, которые подвержены коррозии под тепловой изоляцией: трубопроводы, емкости, теплообменники, резервуары, паропроводы, задвижки, вентили.

Второй продукт – гибкие гофрированные трубопроводы из нержавеющей стали Neptun IWS. В конце 2013 г. мы открыли новый производственный комплекс в Московской области, который оснащен оборудованием, созданным по нашему заказу. Компания является единственным в России производителем гофрированных труб из нержавеющей стали.

Гофрированные трубы Neptun IWS применяются в системах отопления, горячего и холодного водоснабжения, пожаротушения, для обустройства водяных теплых полов.

Трубопроводы производятся из высоколегированной нержавеющей стали марки AISI304. Компания выпускает несколько модификаций гофрированных труб: отожженные, неотожженные и в специальной оболочке. Для соединения трубопроводов Neptun IWS мы предлагаем широкий ассортимент высококачественных латунных фитингов уникальной быстросборной конструкции, которая обеспечивает удобство и высокую скорость монтажа.

Гибкие гофрированные трубопроводы из нержавеющей стали и фитинги Neptun IWS прошли испытания на соответствие установленным требованиям в области пожарной безопасности.

**Комментарии Рашида Артикова, генерального директора Ассоциации организаций в области энергетики, члена экспертного совета при комитете Государственной Думы РФ по энергетике, секция теплоснабжения.**



**Какая продукция может считаться российской?**

Ответом на этот вопрос может являться наличие множества разных стандартов, особенно их много у компаний с государственным участием: у «Россетей» – свои, у «Газпрома» – свои. Каждый считает по-своему. Этот вопрос определяется патентообладателем (обладателем лицензии), зависит от того, кому принадлежит патент (лицензия) на право выпуска той или иной продукции (или же долевое участие). Федерального законодательства по вопросу определения отечественного производителя пока еще нет.

**Прорабатываются ли меры по снижению налога на прибыль для предприятий, имеющих инвестиционные программы по разработке и освоению производства импортозамещающей продукции на период реализации дан-**

**ных программ или освобождению от его уплаты?**

Такой федеральной программы я не знаю. Региональные программы есть, в регионах идет снижение налогов, но пока они все в проработке: встречи, заседания, определения. Самое большое продвижение в этом вопросе – создание справочников НДТ – наиболее доступных технологий. Продукция и оборудование, которые войдут в них, – российские разработки, ноу-хау. Это как раз то, о чем говорил Президент России Владимир Путин, – прорывные технологии, способные опережать импортные на несколько лет вперед. Справочники как раз могут послужить продвижению отечественного производителя.

**Планируется ли создание общедоступных информационных центров (банков данных), содержащих сведения о потребностях по импортозамещению и предложениях различных компаний в разных областях?**

Таким банком данных станут справочники НДТ. Минстрой разрабатывает справочники НЭТ – наиболее эффективных решений. В них войдут все достижения отечественных производителей.

**Внедрение каких систем менеджмента качества необходимо импортозамещающим предприятиям?**

Мне бы хотелось обратить внимание на программы по импортозамещению. Они существуют в отраслевых госкорпорациях, у которых есть средства. Наиболее продвинутая программа, на мой взгляд, у «Газпрома». Недавно в Санкт-Петербурге прошла конференция по импортозамещению в газовой отрасли. В прозвучавших на ней докладах было отмечено, какие отечественное оборудование и приборы могут выступить заменой импортным, на каких предприятиях и участках, каково соотношение их цены и качества.

Малая энергетика сейчас ориентируется в основном на Минэнерго, а оно эту работу только начинает разворачивать. В октябре в Аналитическом центре Правительства РФ прошли два мероприятия по импортозамещению, на которых присутствовали представители министерств: Алексей Кулапин, директор Департамента государственной энергетической политики Минэнерго, Алексей Конев, заместитель генерального директора Российского энергетического агентства (РЭА). РАЭ было поручено разработать документацию по импортозамещению в отрасли ТЭК, и аналитический центр взял эту работу на контроль.

Постановлением Правительства РФ подготовлено к выпуску 46 наименований

справочников НДТ, но, к сожалению, в области ТЭК – ни одного. Единственный, кто пошел на опережение, – это Минстрой, под руководством заместителя министра Андрея Чибиса сейчас разрабатываются справочники по наиболее эффективным технологиям в области теплоснабжения.

**Комментарий Николая Вострика, руководителя направления «Стальные дымоходные системы» компании Schiedel.**



**Какие успешные продукты Вами внедрены? Какие инвестиции при этом были осуществлены?**

Строительство и модернизация котельных – актуальная тема на сегодняшний день. Современные отопительные системы (различные виды котлов и когенерационных установок) отличаются высоким КПД и требуют соответствующих по надежности дымоходных систем для отвода продуктов сгорания. В 2015 г. в нашем производственном кластере в Торжке компания завершила процесс локализации производства дымоходных систем из нержавеющей стали. Инвестиции в проект составили более 200 тыс. евро.

Schiedel и в дальнейшем планирует осуществлять инвестиции в свое производство в России. У нас здесь три направления деятельности: дымоходные системы из нержавеющей стали, о которых я уже сказал, дымоходные системы из керамики и вентиляционные каналы для многоквартирных домов.

**Комментарий Вячеслава Гуна, заместителя директора теплового отдела компании «Данфосс».**

Для любой производственной компании важны связи как с потребителями продукции, так и с поставщиками, и «Данфосс» здесь не исключение. Являясь мировым лидером в производстве оборудования для теплоснабжения, частотных приводов и холодильной техники, компания имеет хорошие перспективы для работы в России. На своих



российских площадках, используя мощности партнеров, мы выпускаем около трети нашей продукции, реализуемой в России. Это очень высокий показатель для рынка инженерного оборудования в силу большого количества номенклатуры товаров.

Компания разработала долгосрочную стратегию по увеличению доли российского производства. «Данфосс» уже осуществил инвестиции в создание новых мощностей в России – более 80 млн евро. В Подмосковье мы выпускаем радиаторные терморегуляторы, стальные шаровые краны, а также позиционные и квартирные распределительные шкафы для систем отопления. На заводе в Нижнем Новгороде собираем БТП и теплообменники для систем теплоснабжения. В России мы также выпускаем оборудование для систем индивидуального учета потребления тепла. Среди российских продуктов программное обеспечение для коммерческого учета потребления тепловой энергии, управления ИТП и ЦТП, насосными станциями.

Локализация производства в России для нас – это естественный процесс. Проще производить там, где есть спрос на продукцию. Это позволяет учесть требования рынка и существующие нормативы. Например, при изготовлении БТП всякий раз требуется индивидуальное решение, исходя из технического задания заказчика, различных нагрузок объекта и имеющихся исходных параметров теплоносителя.

Мы понимаем, что выпускать всю номенклатуру продуктов «Данфосс» на российских площадках в настоящее время нет экономического смысла. Рынку требуется качественный, но недорогой продукт. Конкурентоспособность же продукции можно обеспечить только при больших объемах. Поэтому импортозамещение для нас – это, прежде всего, вопрос целесообразности. В основе всей нашей работы по локализации производства – баланс конкурентоспособности и потребности рынка.

# «Котлы и горелки–2015»

С 6 по 9 октября 2015 г. в Санкт-Петербурге прошла XIII Международная специализированная выставка по теплоэнергетике «Котлы и горелки–2015». Организатор – объединение «ФАРЭКСПО». Выставка хорошо известна специалистам отрасли как проверенная временем бизнес-площадка.

Одна из особенностей экспозиции выставки в 2015 г. – значительно обновленный состав участников, увеличение числа российских компаний, занимающихся непосредственно производством промышленного оборудования, в том числе: Борисоглебский котельно-механический завод (БКМЗ), «Промкотлоснаб» (г. Барнаул), Шебекинский машиностроительный завод, «Дорогобужкотломаш» (Смоленская область), компания «РЭМЭКС-Энерго» (Московская область).



Большой интерес вызывала экспозиция постоянных участников выставки, совершенствующих свои достижения для дальнейшего развития отрасли: Центральный котлотурбинный институт (НПО ЦКТИ), инжиниринговая компания «Вапор», научно-производственное предприятие «Алмаз», компании «Хортэк-Центр», «Аристон Термо Русь», группа компаний Нортекс, RAY International, компания «Норд Крафт»,

научно-производственное предприятие «Изомат», «Ринний центр», научно-производственное предприятие «Белкотломаш».

Из новинок, представленных на выставке, специалисты отметили:

- горелки Technoflame блочные газовые, комбинированные, жидкотопливные (поставщик – ООО «Арматура-Центр»);
- бытовые электрические котлы Тенко, представленные в широком ассортименте компанией «БелПромСвязь»;
- газовую горелку ГБд-0,34 (производитель – АО «БКМЗ»);
- жаротрубный котел «Турботерм Оптима» мощностью 500 кВт (производитель – ГК «РЭМЭКС»);
- автономный мобильный электrozапальник «ЭЗАМ» для дистанционного розжига пилотных горелок котельных агрегатов и других устройств, работающих на газообразном и жидкотопливном (разработка группы компаний «Март Групп»);
- новое поколение электрического котла ТОР-2 – экономичный двухконтурный электрический котел для отопления и горячего водоснабжения помещений площадью от 200 до 400 м<sup>2</sup> с максимальной входной мощностью 30 кВт, представленный компанией Progrev;

– автоматические пеллетные котлы «Светлобор», оснащенные системой вакуумной подачи топлива, очистками горелки и теплообменника, системой выгрузки золы (разработчик – ООО СКБ «ТехноШок»);

– пиролизные твердотопливные высокоэффективные котлы «ГАЗГЕН», представляющие интерес для бюджетных организаций;

– комбинированное отопительное и водонагревательное оборудование, тип котла ZCK-24HE (компания Vara-Feg – единственный производитель газового отопительного оборудования в Венгрии);

– комбинированный регулятор FRM, рассчитанный на давление до 10 бар



(производитель – компания Karl Dungs GmbH&Co);

– твердотопливное котельное оборудование на щепе и пеллетах мощностью от 10 кВт до 20 мВт, представленные ООО «Утильэнерго» и Distant (Австрия);

– комбинированную горелку GKP-450M Oilon Stream, отличающуюся улучшенной конструкцией и позволяющей сократить уровень шума до 80дБ(А) и снизить стоимость горелки.

В рамках выставки прошел конкурс «Передовые решения в энергосбережении». Решением конкурсной комиссии победителем в номинации «Лучший региональный проект» признана группа компаний «Промкотлоснаб» (г. Барнаул) с макетом-экспозицией модульной котельной установки МКУ-В-0,6Д; МКУ-0,6 (3х2) МВт. За лучшее представление продукции дипломы дирекции выставки вручены компании «Хортэк-Центр» (г. Санкт-Петербург), ООО «Аристон Термо Русь» (Ленинградская область), ООО «Ринний центр» (г. Москва), ОАО «Дорогобужкотломаш» (Смоленская область), ГК «РЭМЭКС» (Московская область).

Деловая программа выставки входила в состав V Международного конгресса «Энергосбережение и энергоэффективность–динамика развития», в котором приняли участие более 400 специалистов и руководителей предприятий из 19 городов России, 6 зарубежных стран.



# ПОДПИСКА - 2016

Уважаемые читатели!

Оформите подписку на 2016 г. на журналы Издательского Центра «Аква-Терм»

Вы можете подписаться в почтовом отделении через альтернативные агентства подписки:

Москва

- «Агентство подписки «Деловая пресса», [www.delpress.ru](http://www.delpress.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

- «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 позвоните по тел. (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

|                                     |       |                      |
|-------------------------------------|-------|----------------------|
| ПАО СБЕРБАНК Г. МОСКВА              | БИК   | 044525225            |
| Банк получателя 7733734943          | Сч. № | 30101810400000000225 |
| ООО «Издательский Центр «Аква-Терм» | Сч. № | 40702810038170015431 |
| Получатель                          |       |                      |

## Счет на оплату № 6102-987 от 10 декабря 2015 г.

Поставщик Общество с ограниченной ответственностью «Издательский Центр «Аква-Терм»,  
Исполнитель ИНН 7733734943, КПП 773301001,  
125464, Москва г. Новотушинский проезд, дом № 10, корпус 1, тел.: (495) 7513966

| № | Товары (работы, услуги)   | Кол-во | Ед. | Цена   | Сумма    |
|---|---|--------|-----|--------|----------|
| 1 | Годовая подписка на журнал «Промышленные и отопительные котельные и мини-ТЭЦ» на 2016 год | 6      | шт. | 842,37 | 5.054,24 |

Итого: 5.054,24

Сумма НДС: 909,76

Всего к оплате: 5.964,00

Всего наименований 1, на сумму 5 964,00 руб.

Пять тысяч девятьсот шестьдесят четыре рубля 00 копеек

Внимание!

Оплата данного счета означает согласие с условиями поставки товара.

Уведомление об оплате обязательно, в противном случае не гарантируется наличие товара на складе.

Товар отпускается по факту прихода денег на р/с Поставщика, самовывозом, при наличии доверенности и паспорта.

Руководитель



Бухгалтер

Вантеева О.Ф.

3-я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА  
бытового и промышленного оборудования  
для отопления, водоснабжения,  
инженерно-сантехнических систем, вентиляции,  
кондиционирования, бассейнов, саун и спа

3rd INTERNATIONAL EXHIBITION  
for domestic and industrial heating, water supply,  
engineering and plumbing systems, ventilation,  
air-conditioning, equipment for pools, saunas and spas

# aqua THERM

NOVOSIBIRSK

24–26 февраля / February 2016  
МВК «Новосибирск Экспоцентр» • Новосибирск  
Novosibirsk Expo Centre • Novosibirsk • Russia  
[www.aquatherm-novosibirsk.ru](http://www.aquatherm-novosibirsk.ru)

Reed Elsevier LLC • Advertising

Организаторы / Organised by:

 Reed Exhibitions®

 ITE

Создатель / Developed by:

 Reed Exhibitions®  
Messe Wien

Специализированные разделы /  
Specialised sections:

 World of  
Water & Spa

Climate Control  
Equipment 

Специальный проект /  
Special project

 new  
energy

М П Н У



ОАО «МПНУ ЭНЕРГОТЕХМОНТАЖ»

СТРОИТЕЛЬСТВО КОТЕЛЬНЫХ «ПОД КЛЮЧ»  
БЛОЧНО-МОДУЛЬНЫЕ И КРЫШНЫЕ КОТЕЛЬНЫЕ  
МИНИ-ТЭЦ  
ИННОВАЦИОННЫЕ ПРОЕКТЫ  
ПОСТАВКА ОБОРУДОВАНИЯ  
ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ТЭО  
СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫЕ РАБОТЫ  
СДАЧА В ЭКСПЛУАТАЦИЮ  
ТЕХНИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ПРОЕКТА  
ЭКСПЕРТИЗА ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ  
СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ



М П Н У



115054, г. Москва, ул. Валовая, д. 29

Коммерческий отдел тел.(495)411-44-55

Тел./факс (495)959-27-38

[www.mpnu.ru](http://www.mpnu.ru) [sale@mpnu.ru](mailto:sale@mpnu.ru)