

ПРОМЫШЛЕННЫЕ И ОТОПИТЕЛЬНЫЕ

1 (34)' 2016

КОТЕЛЬНОЕ И МИНИ-ТЭЦ



www.cibunigas.com

Котельные

Новый тип
оборудования –
каталитические
котлы

Обзор рынка

Жаротрубные
водогрейные
промышленные
котлы

Когенерация

ОЦР-технологии
в системах
утилизации бросового
тепла

16+

Фото на 1-й обложке:
главный корпус завода CIB UNIGAS
www.cibunigas.com

Содержание

НОВОСТИ

3-6, 8

9 Каталитическая очистка дымовых газов от Oilon

ИНТЕРВЬЮ

11 Россия остается приоритетным рынком для Schiedel. Инновации на прочном фундаменте традиций

БИЗНЕС-КЛАСС

14 Итоги 2015 – прогнозы

2016: блиц-опрос

руководителей компаний рынка теплоснабжения

КОТЕЛЬНЫЕ

18 Автономное энергоснабжение микрорайонов на основе экологически чистых каталитических котлов

22 Техническое обслуживание тепло- и энергоцентров. Котлы, горелки, котельная автоматика, катализаторы COdINO_x

ПРОИЗВОДИТЕЛИ РЕКОМЕНДУЮТ

24 Правильный выбор – котлы Псковского котельного завода для районного теплоснабжения

26 Жаротрубно-дымогарные котлы серии «ДОРОГБУЖ»

28 Реконструкция котла ДКВР-10-13ГМ

29 Водогрейные жаротрубные котлы Шебекинского машиностроительного завода

30 Эффективная работа ГТУ OPRA в условиях сбросов/набросов нагрузки

32 Котлы I.VAR Industry на перегретой воде для ЖКХ и промышленности

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

ОБЗОР РЫНКА

36 Современные жаротрубные водогрейные промышленные котлы

41 Дымоходы Rosinox® – качество без компромиссов

ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ И КОГЕНЕРАЦИЯ

42 Применение ОЦР-технологии в системах утилизации бросового тепла

46 Крышные мини-ТЭЦ на базе микротурбин

РЕПОРТАЖ С ОБЪЕКТА

50 Модернизированная гибридная газогенераторная мини-ТЭЦ ООО «Центр Соя»

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

56 Энергосервисный бизнес в США

ВЫСТАВКИ И КОНФЕРЕНЦИИ

60 Анализ состояния, модернизация и развитие рынка промышленного котельного и энергетического оборудования

62 Бизнес-платформа Приволжья

63 V ежегодный энергетический форум в Челябинске



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

Главный редактор
Юлия Ледаева
prom@aquatherm.ru

Служба рекламы и маркетинга:
Елена Нефедова
sales@aquatherm.ru
Тел.: (495) 751-67-76, 751-39-66

Служба подписки
Инна Свешникова
market@aquatherm.ru

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

ведущий научный
сотрудник ВТИ
В.В. Чернышев, зам.начальника
Управления государственного
строительного надзора
Федеральной службы
по экологическому,
технологическому
и атомному надзору
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 воспроизведение или размножение каким бы то ни было способом материалов, опубликованных в настоящем издании, допускается только с письменного разрешения редакции.

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



Если в термодинамическом цикле в качестве рабочего тела используется не водяной пар, как в традиционной паротурбинной технологии, а низкокипящие рабочие тела (НРТ) – органические или синтетические вещества с низкой температурой кипения, то такая установка будет работать по органическому циклу Ренкина (ОЦР).

Применение ОЦР-технологии в системах утилизации бросового тепла

О. Мохов, исполнительный директор ООО «Малая и Альтернативная Энергетика»

Органический цикл Ренкина (от англ. Organic Rankine Cycle) назван так в честь Вильяма Ренкина (1820–1872) – шотландского инженера и физика, внесшего огромный вклад в термодинамику. ORC- или ОЦР-технология – это применение подобных систем для получения электроэнергии из различных источников тепла.

Одним из распространенных НРТ является органическая жидкость пентан C_5H_{12} (отсюда и название – «пентановая технология», хотя оно условно). До температуры $+36\text{ }^{\circ}\text{C}$ (при атмосферном давлении) он находится в жидком состоянии, а после $+36\text{ }^{\circ}\text{C}$ переходит в газообразное состояние. Примерами других НРТ могут быть циклопентан, углеводороды (бутан, пропан), хладоны (R11, R12, R114, R123, R245+a), аммиак, толуол, дифенил, силиконовое

масло, а также CO_2 при высоком давлении или новое синтетическое вещество Novac 649 – разработка компании «ЗМ», известной по брэндру «Скоч» и др. Последнее, в отличие от пентана, является негорючим, инертным, неэлектропроводным и экологичным.

Типовая схема электростанции (системы утилизации тепла для газотурбинной установки (ГТУ) на основе ОЦР представлена на рисунке. Основные ее части – термомасляный утилизационный котел, турбодетандер с электрогенератором и различные теплообменные блоки (испаритель, подогреватель, рекуператор и воздушный конденсатор).

Выхлопные газы от ГТУ через переключающий шибер (дивертор) поступают в термомасляный котел. Переключающий шибер позволяет не останавливать работу

газовой турбины в случае необходимости прекращения работы системы утилизации. В первичном контуре системы применяется термическое масло. Это вызвано тем, что большинство НРТ – горючие вещества, а температура выхлопных газов у современных ГТУ достигает $500\text{ }^{\circ}\text{C}$. Термомасло более устойчиво к высоким температурам и позволяет передать тепло НРТ не выше заданной температуры. Температура термического масла на выходе из утилизационного котла находится в пределах $280\text{--}315\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Нагретое масло передает тепло НРТ в подогревателе и испарителе. В последнем происходит процесс парообразования – из жидкого состояния органическая жидкость переходит в газообразное и по трубопроводу направляется в турбодетандер.

Расширяющийся газ в турбодетандере

вращает генератор, который вырабатывает электроэнергию, со скоростью 1500 об/мин.

Отработавшее после турбины рабочее тело поступает в рекуператор и далее в воздушный конденсатор. После конденсатора оно насосами направляется в пароперегреватель, где подогревается до температуры 220–250 °С и затем снова направляется в турбину.

При использовании в основном контуре CO₂ на сверхкритические параметры промежуточный термомасляный контур не требуется, CO₂ напрямую подается в котел.

По соображениям взрывопожаробезопасности часто оборудование ОЦР-установки размещается на открытом воздухе. Таким образом, в случае утечки рабочего вещества исключается образование взрывоопасной концентрации его паров.

Кроме основного оборудования, парового котла и паровой турбины в составе системы утилизации тепла на базе паротурбинной технологии используется много вспомогательного оборудования: охлаждающие устройства (градирни) для паровой турбины, деаэраторы, система водоподготовки, питательные, конденсатные и циркуляционные насосы. Все оно связано многочисленными трубопроводами: питательными, паропроводами, циркуляционными, конденсационными, химочищенной, сырой, технической воды. На этих трубопроводах установлено огромное количество регулирующей и запорной арматуры, как ручной, так и с электроприводом.

Чтобы подготовить к пуску основное оборудование, прогреть паропроводы, требуется большое количество специалистов, так как все ручные задвижки, вентили, воздушники необходимо открыть, а после прогрева закрыть. Подготовка к пуску занимает несколько часов. Все это усложняет систему управления и обслуживание паротурбинной электростанции.

Также опасной для работы является погода с отрицательными показателями, особенно для градирен. Кроме того, для охлаждения конденсатора требуется большое количество технической воды.

ОЦР-электростанции имеют следующие преимущества:

- отсутствует сложное паротурбинное оборудование (паровые котлы, турбины, ХВО, деаэраторы и т. д.);

- все системы работают надежно до тем-

пературы наружного воздуха –50 °С;

- ОЦР-электростанция работает в автоматическом режиме без обслуживающего персонала, поскольку она намного проще и у нее отсутствуют дренаж и воздушники ручного управления;

- высокая степень заводской готовности модулей – быстрый монтаж;

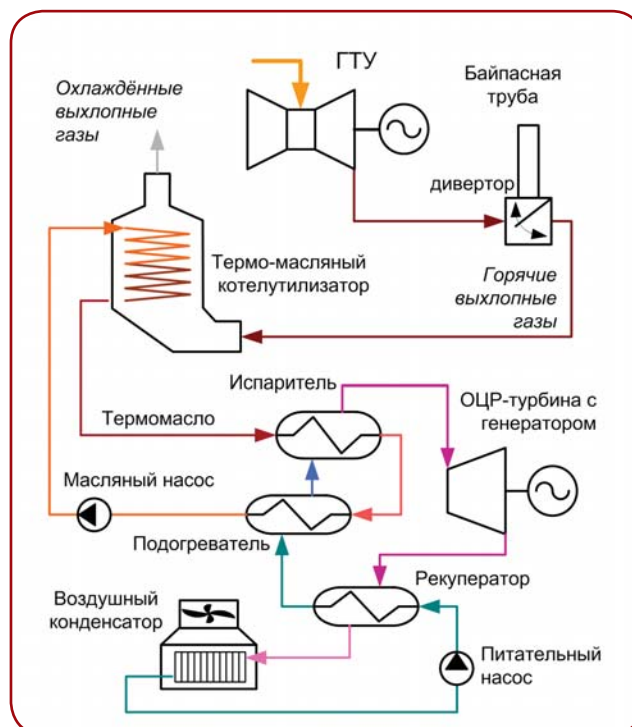
- вместо воды в технологическом цикле применяются незамерзающие жидкости – пентан, термическое масло;

- температура заморозки НРТ и загустевания термического масла – ниже –80–100 °С;

- отсутствует сложное водоподготовительное оборудование (химводоочистка, деаэраторы, вакуумные эжекторы, мокрые градирни, насосы и т.д.);

- отсутствуют проблемы коррозии в связи с использованием неагрессивных органических жидкостей;

- длительный срок службы оборудования за счет относительно низкой частоты вращения, а также низких значений давления и температуры, что также дополнительно



Типовая схема электростанции (системы утилизации тепла для ГТУ) на основе ОЦР

обуславливает низкий уровень шума, срок службы ОЦР-установок – 25 лет.

Благодаря вышеперечисленным преимуществам, ОЦР-установки нашли применение в различных системах утилизации бросового тепла, таких как геотермальные электростанции, комплексы утилизации тепла выхлопных газов газотурбинных и газопоршневых установок, системы, работающие на тепле горячих технологических



Комплекс получения электроэнергии на биомассе 800 кВт



Цементный завод мощностью 2 МВт

газов (цементная, сталелитейная промышленность, производство кирпича и др.), комплексы получения электроэнергии, работающие на биомассе (отходы деревообработки и др.).

Стоит отметить один исторический факт – первая в мире геотермальная ОЦР-электростанция была создана в СССР на Камчатке (Паратунская ГеоТЭС) в 1967 г., затем была построена первая очередь Мутновской ГеоТЭС, которые работают и по настоящее время. В дальнейшем такие установки в России не производились, а за рубежом это направление активно развивалось.

Одной из лидирующих в этой отрасли является компания Ormat. Ее головной офис расположен в США, основное производство находится в Израиле. Специализация – геотермальные электростанции, комплексы за газотурбинными установками.

Другая компания Turboden (Италия) является европейским лидером по производству ОЦР-установок. В 2015 г. она отметила свое 35-летие. Компания поставила более 300 установок по всему миру, из которых 240 находятся в эксплуатации. Компания Turboden первой внедрила в России относительно мощную – 1,8 МВт электрической и 10 МВт тепловой энергии – ОЦР-электростанцию на нефтеперерабатывающем заводе компании «Лукойл-Пермь». Станция работает на тепле от сжигания

попутного нефтяного газа, который раньше утилизировали в факелах. Вырабатываемая тепловая энергия расходуется на технологические нужды производства. После вхождения в 2013 г. в состав концерна Mitsubishi Heavy Industries компания Turboden получила мощную поддержку и широкие возможности для внедрения своих ОЦР-установок в России. Она предлагает линейку установок мощностью от 0,3 до 10 МВт. Компания Turboden первой предложила одноконтурный (без термического масла) вариант ОЦР-установок – DirectExchange. Известный концерн Siemens с недавнего времени также предлагает ОЦР-установки до 2 МВт.

Подразделение компании GE – NuovoPignoneS.p.A. (Италия) также занимается разработками систем утилизации тепла выхлопных газов на базе ОЦР-технологии под торговой маркой ORegenTM. В настоящее время у компании имеется один реализованный проект на газоперекачивающей станции компании Canada's Alliance Pipeline в канадской провинции Альберта. Электрическая мощность – 14 МВт.

Бывшее советское, а ныне украинское предприятие ПАО «Сумское НПО им. М.В. Фрунзе», г. Сумы, изготовило опытно-конструкторскую пентановую установку на своем предприятии. Она забирает тепло выхлопных газов от газовой турбины ГТД

НК-16СТ и выдает 4 МВт электрической мощности. В настоящее время предприятие, кроме этой установки, других не изготавливает.

Компания Maxhtec (Германия) владеет почти 100 %-ным пакетом акций компании Adoratec GmbH и предлагает ORC-системы, ранее выпускаемые под маркой Adoratec, теперь – под своим именем. В арсенале компании более 20-ти реализованных проектов ОЦР-электростанций, в основном на биомассе, с максимальной мощностью 1700 кВт.

Компания Dresser-Rand (США) использовало в своих установках негорючее вещество – углекислый газ. Но для работы этого вещества по циклу Ренкина потребовалось высокое рабочее давление – 24 МПа. Температура – до 500 °С. Работа при таких высоких параметрах связана с определенными техническими трудностями. Компания выпустила установку на 300 кВт и собирается поставить установку на 8 МВт для газоперекачивающей станции в Канаде.

Российские компании проявляют интерес к этой технологии. Стоит отметить компанию «Комтэк-Энергосервис», которая предлагает комбинированный цикл – SORC (SteamORC). Водяной пар срабатывает в паровой противодавленческой турбине, а далее – в ОЦР-турбине на изобутане. Тем самым достигается высокий КПД.

В настоящее время ПАО «Газпром» начинает внедрение ОЦР-установки на компрессорной станции «Октябрьская» ООО «Газпром трансгаз Югорск». Комплекс будет использовать тепло выхлопных газов ГПА-Ц-16 и вырабатывать до 8 МВт электроэнергии на собственные нужды. Финансирование проекта будет осуществлено по схеме энергосервисного контракта.

К сожалению, опыта и референц-листа внедренных проектов сегодня у российских компаний нет, а это важно, так как параметры цикла Ренкина подбираются из опыта разработки и эксплуатации подобных систем. Можно, например, стремиться к увеличению КПД путем повышения давления, но при этом придется ликвидировать утечки рабочего вещества в уплотнениях подшипников турбины и насосов, а это не только повышенные эксплуатационные расходы, но и снижение безопасности, так как многие НРТ пожароопасны.