

Системы ПНВ идеально подходят для двухстадийной технологии подогрева воздуха, при которой на одной стадии используется газовый нагрев, на другой – за счет водяных калориферов. Этот подход является действительно энергосберегающим, поскольку при сохранении высокой надежности теплоснабжения он позволяет использовать вторичное тепло в виде технологической горячей воды, которое, как правило, сбрасывается в канализацию или окружающую среду.

Для технологического нагрева воздуха, как правило, используют горелки с отдельной подачей воздуха на горение и способные выдерживать более высокие температуры технологического воздуха.

Прямой нагрев воздуха может быть успешно использован в агрегатах для сушки, нагрева, нормализации и т.д., там, где необходим подвод тепла за счет теплоносителя с температурой до 800°C.

Горячий воздух с помощью рециркуляционного вентилятора/дымососа подается в агрегат. Продукты сгорания от сжигания природного газа в специальном горелочном устройстве смешиваются с рециркуляционным воздухом, нагревая его

до требуемой температуры. Отходящий из печи остывший воздух направляется рециркуляционным вентилятором обратно в агрегат после подогрева на горелочном устройстве. В сушилах для удаления влаги часть воздуха из печи сбрасывается в атмосферу.

Такие системы успешно работают в камерах для сушки автомобильных корпусов после покраски, сушилах керамики и кирпичей и т.п.

Литература

1. Ганжа В.Л., Горошевич С.Г. Об эффективности использования газопоршневых когенерационных установок//Сб. «Тепло- и массоперенос – 2005». – Мн: ИТМО НАНБ, 2005.
2. Тимошпольский В.И., Трусова И.А., Стеблов А.Б., Павлюченков И.А. Теплообмен и тепловые режимы в промышленных печах. – Мн: «Высшая школа», 1992.
3. Лисиенко В.Г., Щелоков Я.М., Ладыгичев М.Г. Хрестоматия энергосбережения. Книга 2. – М: «Теплоэнергетик», 2003.

СТАБИЛИЗАЦИОННАЯ ОБРАБОТКА ПИТАТЕЛЬНОЙ (ПОДПИТОЧНОЙ) ВОДЫ КОТЛОАГРЕГАТОВ, ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ, ВОДОБОРОТНЫХ ЦИКЛОВ ОХЛАЖДЕНИЯ – ЭФФЕКТИВНЫЙ МЕТОД ЭКОНОМИИ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ

Пушкарский А.И.

Правильно и рационально организованный водно-химический режим систем теплоснабжения обеспечивает надежную эксплуатацию всех элементов системы за счет предотвращения образования любых типов отложений на внутренних поверхностях котлов (подогревателей) и трубопроводов тепловых сетей, а также коррозионное повреждение внутренних поверхностей теплоэнергетического оборудования. Неотъемлемой частью правильно организованного водно-химического режима является система постоянного и представительного химического контроля подпиточной и сетевой воды.

Для удовлетворения разнообразных требований к качеству воды возникает необходимость специальной физико-химической обработки природной воды (химводоподготовки), осуществляемой на водоподготовительных установках, имеющих со-

ответствующее аппаратное оформление.

Водоподготовка включает следующие технологические стадии (фазы) обработки воды:

- очистка воды от взвешенных, органических веществ и коллоиднодисперсных соединений железа;
- умягчение или частичная деминерализация;
- удаление из воды агрессивных газов O_2 и CO_2 ;
- коррекционная обработка.

В последние годы в системах теплоснабжения и горячего водоснабжения широко используется **стабилизационная обработка подпиточной воды (СОВ)**, реализуемая методом полной стабилизации природной («сырой») подпиточной воды путем добавления комплексонов.

При обработке воды комплексонами удается исключить стадию умягчения воды и стадию удаления агрессивных газов.

Комплексоны представляют собой, как правило, полимеры, содержащие анионные, катионные или неионогенные функциональные группы типа карбоновых, гидроксильных, сульфоновых и т.д. В теплоэнергетике в силу ряда причин, наиболее широкое применение получили фосфоновые соединения.

В настоящее время в РФ проведено фундаментальное исследование комплексонов. Установлено их строение, открыты эффекты стабилизации, и субстехиометрического взаимодействия; разработана математическая модель процесса ингибирования фосфоновыми соединениями кристаллизации солей, разработаны рекомендации по применению термодинамических критериев для оценки накипеобразующей способности воды и методика расчета расхода фосфонатов для предотвращения накипеобразования и снижения коррозионной активности сетевой воды.

Ингибиторы на основе комплексонов с фосфоновыми группами, способны в субстехиометрическом соотношении препятствовать росту кристаллов труднорастворимых солей щелочноземельных металлов.

Уникальная способность фосфоновых соединений ингибировать процесс кристаллизации карбоната кальция определяется близостью значений параметров кристаллической решетки CaCO_3 и фосфонат иона.

Карбонат кальция более чем другие труднорастворимые соединения склонен к образованию накипи. Это объясняется ярко выраженным кристаллическим полиморфизмом CaCO_3 , который в зависимости от условий кристаллизации может образовывать кристаллы с различной кристаллической решеткой (более 30-видов) и, соответственно, различными свойствами.

В присутствии фосфонат иона CaCO_3 кристаллизуется либо в виде мелких кристаллов арагонита игольчатой формы, не способных образовывать плотноупакованные прочные отложения, либо в виде частиц, не имеющих какой-либо организованной кристаллической структуры.

Кроме того, цинковые комплексы фосфоновых кислот, например Na_2Zn ОЭДФ (цинковый комплекс динатриевой соли 1-гидроксиэтилидендифосфоновой кислоты), одновременно являются эффективными ингибиторами коррозии.

Биологическое исследование фосфорорганических комплексонов, проведенное в Институте гигиены труда и профзаболеваний, выявило еще одно уникальное свойство этой группы веществ – практическое отсутствие токсичности.

Именно эффект субстехиометрии при ингибировании накипеобразования и коррозии, а также отсутствие токсичности предопределил широкое применение фосфоновых соединений в теплоэнергетике.

В настоящее время имеется огромный положительный промышленный опыт применения этих ингибиторов.

В Республике Беларусь, данная технология успешно используется с 1992 года на паровых и водогрейных котлах, в тепловых сетях, а также на водооборотных циклах охлаждения.

Универсальность технологии заключается в том, что ее можно применять и на чистом, и на загрязненном оборудовании не останавливая технологического процесса. В случае загрязненного оборудования процесс отмывки ранее отложившихся карбонатных отложений протекает в течение от полутора до трех месяцев. При этом, учитывая отсутствие коррозионной активности применяемых реагентов, не происходит уменьшение толщины стенок трубопроводов (как в случае химической промывки), более того по окончании процесса отмывки происходит пассивация внутренних поверхностей оборудования и трубопроводов защитной пленкой, предотвращающей коррозию металла в период простоя оборудования.

Процесс теплопередачи характеризуется уравнением:

$$T_{СТ} = T_{РТ} + q \left(\frac{1}{\alpha_2} + \frac{\delta_H}{\lambda_H} + \frac{\delta_M}{\lambda_M} \right)$$

где: $T_{СТ}$ – температура наружной стенки металла; $T_{РТ}$ – температура рабочего тела (воды, пара); q – удельный тепловой поток на единицу поверхности трубы (барабана); α_2 – коэффициент внутренней теплоотдачи; δ_H , δ_M – толщина накипи и металла соответственно; λ_H – теплопроводность накипи (0,1-1,7 Вт/м^{2*0}С); λ_M – теплопроводность металла (35-40 Вт/м^{2*0}С).

Как видно из этого уравнения - теплопроводность накипи в 20-80 раз ниже теплопроводности металла. Очевидно, что наличие накипи на внутренних поверхностях систем нагрева ведет к значительному перерасходу топлива.

Из практики внедрения, могу утверждать: – наличие накипи 0,5 мм на внутренних поверхностях конвективных труб котлоагрегата ведет к перерасходу топлива на 3–3,5%. Из той же практики – при обследовании котлоагрегатов перед монтажом АС-СОВ установлено: – 98% котлов эксплуатируемых в РБ имеют накипь вышеоговоренной толщины.

При внедрении СОВ происходит постепенная

отмывка от имеющихся отложений котлоагрегатов, тепловых сетей, а также внутридомовых коммуникаций и оборудование продолжает работать в безнакипном режиме.

Второй немаловажный аспект экономии энергоресурсов при внедрении СОВ: – сокращение до 25% потребления воды. Кроме стоимости самой воды как энергоресурса, идет сокращение потребления электроэнергии на перекачивание как воды, так и стоков от регенерации Na-катионитовых фильтров.

Третий аспект: — снижение безопасности эксплуатации котлоагрегатов и тепловых сетей. Как известно под слоем накипи интенсивно протекают процессы язвенной коррозии трубопроводов. Следствие всего этого – порывы трубопроводов и естественно потеря теплоносителя на который затрачены энергоресурсы. Эффект ингибирования коррозии металла, за счет создания пассивирующей пленки на внутренних поверхностях трубопроводов не только продлевает срок службы дорогостоящего оборудования, но и предотвращает от нежелательных порывов и утечек теплоносителя в период отопительного сезона.

Четвертый аспект: – значительное снижение затрат на химическую подготовку воды. Для примера: на сегодняшний день стоимость 1 метра кубического химочищенной воды (методом Накатионирования) на котельных Брестского котельного хозяйства составляет 5 494 рубля. При внедрении СОВ себестоимость обработки 1 метра кубического снижается до 850 рублей. При годовой подпитке 60 000 метров кубических – экономический эффект составляет 278 миллионов рублей.

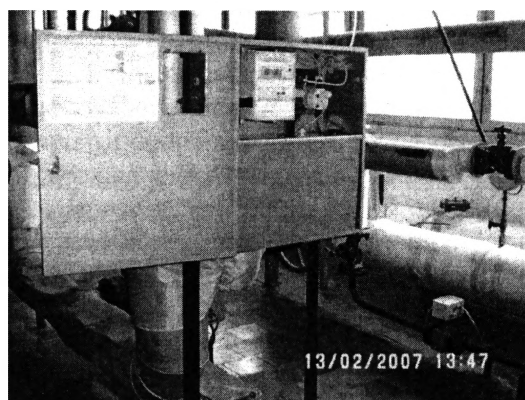
Вопрос введения ингибитора в систему котлоагрегата или систему теплофикации является очень важным моментом в процессе стабилизационной обработки воды. Учитывая что нет двух одинаковых систем, а также то, что приходится работать на системах которые по несколько десятков лет находятся в эксплуатации, к вопросу начала стабилизационной обработки необходимо подходить очень взвешенно.

Мы предлагаем для этих целей автоматизированную систему стабилизационной обработки воды которая позволяет производить необходимое и достаточное дозирование реагента в подпиточную воду учитывая: объем обрабатываемой системы, температурный режим работы котлоагрегата, качество воды, поступающей на подпитку системы теплоснабжения, а также объем подпиточной воды поступающей в систему теплофика-

ции в единицу времени.

В состав АС-СОВ входит:

- автоматический блок управления и обработки информации,
- блок хранения и дозирования ингибитора,
- узел индикаторных пластин,
- расходомерный узел.



Внешний вид АС-СОВ

Дозирование ингибитора осуществляется согласно режимной карты разработанной в результате обследования объекта и рассчитанной по специальной программе специалистами нашего предприятия. Используемый нами электромагнитный расходомерный узел не создает дополнительного гидравлического сопротивления, имеет более низкий порог срабатывания в сравнении с турбинными или лопастными расходомерами, а также более надежен в эксплуатации.

Узел индикаторных пластин позволяет эффективно контролировать процесс стабилизационной обработки воды не прибегая к остановке эксплуатируемого оборудования.

Температурная стойкость реагента составляет 210°C.

Расход реагента на 1 метр кубический подпиточной воды составляет порядка 5 грамм либо в денежном выражении 120 руб/м³.

ПДК O_3 для питьевой воды составляет 20 грамм/м³ (или 20 мг/литр).

Расчет произведенный совместно с Брестским областным управлением ЖКХ показал:

В системе Брестского областного управления ЖКХ на балансе состоит 414 котельных. Их них 47 котельных присоединенной нагрузкой более 4 Гкал/час потребляют 175 235 ТУТ в год, и содержат 124 котлоагрегата. Объем подпитки на выше оговоренных котельных составляет порядка 850 000 м³ в год.

При внедрении АС-СОВ на сорока котельных управления ЖКХ экономический эффект за счет

экономии топлива в результате безнакипной работы котлоагрегатов составит: **7 647 тыс. н.м³**, либо, принимая стоимость 1 тыс.н.м³ равной 304 000 рублей получаем экономический эффект в размере - **2 324 688 000** рублей;



Состояние верхнего барабана парового котла до внедрения АС-СОВ

Сокращение потребления воды составит **204 000 м³** в год.

Снижение затрат за счет перехода на СОВ составит **2 527 900 000** рублей

Учитывая исключение периодических химических промывок котлоагрегатов, за счет безнакипного режима эксплуатации экономический эффект составит: **532 208 000** рублей за 4 года или **133 052 000** рублей в год.

Следовательно – годовой экономический эффект составит порядка **5 миллиардов** рублей.

Стоимость затрат на внедрение не превысит **1 миллиарда** рублей.

Потребность в реагенте на год эксплуатации составит порядка **100 млн.** рублей

Срок окупаемости при внедрении Автоматизированной системы стабилизационной обработки воды на котельной мощностью 5 Гкал в час – не превышает **шести месяцев**. Таким образом, мы видим что стабилизационная обработка питательной (подпиточной) воды котлоагрегатов, тепловых сетей и водооборотных циклов охлаждения является весьма эффективным методом экономии энергоресурсов.

Дополнительную информацию можно получить у специалистов Частного производственного унитарного предприятия «ПиК-92».

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГРАДИРЕН

Петручик А.И., к.ф.-м.н.
ООО «ТрансБелСиб Техно»

Для отвода тепла от промышленного оборудования в системах оборотного водоснабжения промышленных предприятий используются градирни. Как правило, на предприятиях используются типовые многосекционные вентиляторные градирни испарительного типа с размером секции в плане 4x4, 8x8, 12x12 и 12x16 метров.

Как видно из рисунка 1 а и б, в типовой градирне нагретая вода, предназначенная для охлаждения, подается по подводящему трубопроводу на высоту от 5-8 метров, где по системе трубопроводов равномерно распределяется и разбрызгивается разбрызгивающими соплами по оросителю. Под действием силы тяжести вода стекает по оросительной насадке в водосборный бассейн. Воздух в градирню подается через воздухоходные окна, расположенные в нижней части градирни. Вынуж-

денная тяга создается вентилятором.

Между охлаждаемой в градирне водой и атмосферным воздухом происходит тепло- и массообмен. Теоретическим пределом охлаждения воды при испарительном охлаждении является температура мокрого термометра. Для среднесуточных летних метеоусловий температура мокрого термометра составляет около 20°C. Как правило, температура нагретой воды, поступающей в градирню, составляет 25-45°C. Температура охлажденной воды на выходе из вентиляторной градирни в соответствии с требованиями СНиП 2.04.02-84 не должна превышать температуру мокрого термометра более, чем на 5°C.

В процессе эксплуатации градирни выходят из строя ее основные элементы: ороситель, каплеуловитель, вентилятор, обшивка, каркас. При этом