

УДК 628.168.3

ИНГИБИТОРЫ СОЛЕОТЛОЖЕНИЙ И КОРРОЗИИ

Рыбинская Э.В., студент гр. ВВб-141, IV курс
Научный руководитель: Иванова Я. Ю.,
старший преподаватель кафедры СКВиВ
Кузбасский государственный технический университет
имени Т. Ф. Горбачева,
г. Кемерово

Достаточно распространенная проблема, возникающая при эксплуатации водогрейных котлов и теплообменных аппаратов – это образование карбонатно–кальциевых отложений. Они образуются при неудовлетворительной работе водоподготовительных установок либо при их отсутствие, когда для питания котлов используют «сырую» воду. Перенасыщение нагреваемой и испаряемой воды кальциевыми и магниевыми солями зародышей твердой фазы приводит к накипеобразованию. Одни вещества могут выделяться в твердую фазу на внутренних поверхностях оборудования в виде прочной и плотной накипи, а другие внутри водяной массы могут выпадать в толще воды в виде взвешенных шламовых частиц. Однако нельзя провести четкую границу между накипью и шламом, так как вещества, отлагающиеся на поверхности нагрева в форме накипи, могут с течением времени превращаться в шлам и, наоборот, шлам при некоторых условиях может прикипать к поверхности нагрева, образуя так называемую вторичную накипь.

Слой накипи влечет за собой ухудшение теплопередачи из-за низкой теплопроводности накипи $0,08-2,3$ Вт/(м·К). Поэтому происходит перегрев металла теплопередающих поверхностей, где его прочность может оказаться недостаточной, чтобы выдержать возникшие в нем напряжения. При большой ее толщине нарушается циркуляция воды и пережигается металл, вследствие чего сокращается срок службы теплотехнического оборудования. Кроме того, увеличивается пережог топлива. По многочисленным данным каждый миллиметр накипи приводит к перерасходу до 2 и более процентов топлива. Встречаются данные, что общие потери топлива достигают 10% и более [1].

Исходя из вышеизложенного, следует, что необходимость проведения работ, обеспечивающих безаварийную работу оборудования, выходит на первый план. Поэтому изучение способов поддержания внутренних поверхностей нагрева котлов и другого теплофикационного оборудования в безнакипном состоянии является актуальной задачей.

В системах теплоснабжения для отказа от традиционной водоподготовки с ионообменными фильтрами, значительному сокращению потребления свежей воды и ликвидации сбросов сточных вод применяют фосфонаты в качестве ингибиторов солеотложений (антинакипинов), это дает возможность применять воду с различным химическим составом для работы оборудования в безнакипном режиме.

Фосфаты относятся к реагентам, связывающим соли жесткости в мало-растворимые соединения. Механизм стабилизационной обработки воды при добавлении фосфатов в небольшой концентрации связан с их адсорбцией на поверхности зародышевых кристаллов CaCO_3 . Это вызывает замедление дальнейшей кристаллизации и стабилизацию пересыщенных растворов $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$. Стабилизирующим действием обладают соли различных фосфорных кислот, и наиболее часто применяют тринатрийфосфат, гексаметафосфат и триполифосфат, с помощью которых можно стабилизировать карбонатную жесткость.

На сегодняшний день российские заводы производители выпускают товарные ингибиторы солеотложений и коррозии, которые имеют разрешение на применение в системах теплоснабжения:

1. ПАО «Химпром» г. Новочебоксарск
 - ИОМС (водный раствор натриевых солей аминотиметиленфосфоновых кислот, преимущественно нитрилотриметилфосфоновой кислоты);
 - АФОН (водный раствор цинкового комплекса динатриевой соли оксиэтилидендифосфоновой кислоты);
 - оксиэтилидендифосфоновая кислота ОЭДФК ($\text{C}_2\text{H}_8\text{O}_7\text{P}_2$);
 - нитрилотриметилфосфоновая кислота ($\text{C}_3\text{H}_{12}\text{NO}_9\text{P}_3$);
 - реагент ПАФ-13А (Водный раствор полиаминометиленфосфонатов (марка А) и его смесь с антифризом - этиленгликолем (марка Б)).
2. ООО «Экоэнерго» г. Ростов-на-Дону
 - Оптион;
 - Эктоскейл;
 - Авакс на основе оксиэтилидендифосфонатоцинката натрия.
3. ООО «ТехЭнергоХим-Групп» г. Тольятти
 - Puro Tech BW, Puro Tech ZK 6 (основные действующие компоненты - циклогексиламин, аминоэтанол, диамины);
 - PuroTech 110 (смесь цинка, фосфоната, полимерных дисперсантов);
 - PuroTech Disperse 5 (смесь фосфонатов и полимерных дисперсантов);
 - PuroTech Envirohib 130 (смесь фосфонатов, полимерных дисперсантов и азолов).
4. ООО «ОТК» «ТРАВЕРС»
 - Аминат (различные марки на основе солей фосфоновых кислот);
 - цинковый комплекс 1 (водный раствор цинкового комплекса 1-гидроксиэтилидендифосфоновой кислоты).

Препаратов, которые могли бы конкурировать с фосфонатоцинкатами по эффективности комбинированной защиты не существует, однако более эффективные ингибиторы накипеобразования и коррозии в отдельности все же существуют.

Чаще всего используются следующие антинакипины – ИОМС, ОЭДФ, реагенты группы Аминатов, ПАФ-13. Обычно область их эффективного применения ограничивается как качеством исходной воды – карбонатный индекс не более 8–10 (мг-экв/кг)², так и температурой подогрева: для водогрейных котлов – не более 110°C, для бойлеров – не более 130°C. Однако зачастую для подпитки теплосетей используется вода артезианских скважин, либо смесь артезианских и поверхностных источников, которые характеризуются карбонатными индексами, значительно превышающими указанные пределы. В этой связи важное значение приобретает предварительная оценка возможности и эффективности применения фосфонатов в условиях работы оборудования конкретных теплосетей.

В г. Железнодорожный в МУП «Теплосеть» проводились исследования эффективного использования различных фосфонатов, таких как ИОМС, ПАФ-13А, СК-110 и др. В качестве исходной воды используется вода с карбонатным индексом 15–20 (мг-экв/кг)². Опыты проводились на экспериментальной установке, моделирующей условия работы водо-водяных и пароводяных теплообменников в интервале температур 100–150°C и чисел Re 10000–40000. Эффективность ингибиторов оценивалась по снижению интенсивности накипобразования до допустимых пределов при различном качестве исходной воды и температуры подогрева в зависимости от дозы реагентов. Получено примерно равная эффективность действия ИОМС, СК-110 и ПАФ-13А. По экономическим соображениям, так и в связи с тем, что этот реагент обладает лучшими характеристиками при повышенных значениях рН сетевой воды, предпочтение было отдано реагенту ПАФ-13А [2].

Авторами работы [3] была проведена эффективность комплексоната «Эктоскейл» как реагента для предотвращения образования отложений в водооборотных циклах. В ходе эксперимента было установлено, что при значениях жесткости раствора выше 9 мг-экв/л эффективность комплексоната снижется, при чем повышение его дозировки малоэффективно. Проведенные в работе [4] исследования, так же подтвердили отсутствие 100% эффективности ингибиторов солеотложений, где были использованы различные марки ингибиторов ООО «Экоэнергия» и ингибитор «Акварезалт». Использование ИОМС [5] для устранения карбонатных отложений на котельной показало, что в диапазоне 120–140 °С ингибитор эффективен при дозе 3–5 г/м³. Однако при повышении температуры до 150 °С необходимо увеличение дозы реагента почти до 10 г/м³ для обеспечения безнакипного режима работы оборудования. Определенная авторами статьи [6] эффективность антинакипинов по изменению содержания кальция или величины общей жесткости, показали различные значения. Для исследования были выбраны марки Аминат-А и Аминат-ОД, которые показали не стабильность значений в диапазоне от 100-75% ингибирования при различных значениях жесткости и рН обрабатываемой воды.

На практике действие различных ингибиторов или их комбинаций показывает их неоднозначную эффективность. Это происходит из-за использования разными производителями различных технологических процессов по-

лучения ингибиторов. Поэтому препараты различных производителей отличаются друг от друга формой выпуска (водный раствор или порошок), химическим составом и, следовательно, эксплуатационными качествами. Не всегда информация, которую распространяют производители о своих продуктах, объективна и достоверна. Это приводит к тому, что заявленные показатели конкретного ингибитора, часто отличаются от фактических.

Таким образом, несмотря на высокую, подтвержденную многолетней практикой эффективность применения фосфонатов нередко приводит к отрицательным последствиям (забивание теплообменных трубок сетевых подогревателей и водогрейных котлов карбонатами кальция и магния). Для разработчиков технологий применения фосфонатов одним из важнейших инструментов является методика подбора наиболее эффективного ингибитора солевых отложений применительно к конкретному объекту. Принципиальное значение при отработке технологии стабилизационной обработки воды с помощью фосфонатов имеет воспроизведение ее в реальных технологических условиях работы теплообменного оборудования.

Следовательно для получения положительных результатов при использовании антинакипинов необходимо:

- проводить разработку технологии стабилизационной обработки воды (состав ингибитора, оптимальные его концентрации) в условиях, достаточно четко моделирующих условия реальных образцов подпиточной воды.

- с целью исключения нарушения циркуляции воды в котле целесообразно провести предварительную очистку котлов от ранее образовавшихся отложений.

- следить за точностью дозирования ингибитора. Изменение режима в сторону снижения установленной эффективной концентрации ингибитора может очень быстро привести к отрицательному результату.

- контролировать регулярно химический процесс, включающий определение ингибитора и величины общей жесткости в обрабатываемой воде.

В связи с этим следует считать обязательным наличие на предприятиях квалифицированного персонала для контроля режима стабилизационной обработки воды, что данный момент времени является еще одной из актуальных проблем в теплоэнергетике.

Список литературы:

1. Шапров М.Ф. Водоподготовка для промышленных и отопительных котельных. – М.: Стройиздат, 1976. – 119 с.

2. Богловский А.В. Опыт внедрения технологии обработки сетевой воды фосфонатами // Теплоснабжение. Информационный бюллетень. 2001. №3–4, С. 10–12.

3. Кочнев, С. В. Оценка эффективности комплексоната «Эктоскейл» как реагента для предотвращения образования карбонатных отложений в водоборотных циклах / С. В. Кочнев, В. К. Фрицлер // III Всероссийская научно-

практическая конференция: «Современные проблемы производства кокса и переработки продуктов коксования»: сб. науч. работ. – Кемерово, 2015.

4. Неведров, А. В. Подготовка воды водооборотных циклов коксохимических производств / А. В. Неведров, Н. Г. Колмаков, С. П. Субботин, А. В. Папин, Т. Г. Черкасова // Кокс и химия. – 2015. – №2. – С. 25-29.

5. Дрикер, Б. Н. Исследования в области физико-химических свойств органофосфонатов и их применение в промышленности / С. В. Смирнов, Н. В. Цирульникова, М. В. Рудомино, Н. И. Крутикова // Сборник докладов и тезисов конференции «Современные технологии водоподготовки и защиты оборудования от коррозии и накипеобразования». – Москва, 2003.

6. Рудакова Г.Я., Применение фосфонатов для стабилизационной обработки воды в системах теплоснабжения / Г. Я. Рудакова, А. А. Кугушев // Материалы II конференции «Современные технологии водоподготовки и защиты оборудования от коррозии и накипеобразования». – Москва, 2007.