

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЛЕКСОНОВ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

А. С. Купреев, О. Р. Муканова, Р. В. Муканов, Е. М. Дербасова
Астраханский государственный
архитектурно-строительный университет

Комплексонный водно-химический режим, который применяется в теплоэнергетических системах с температурой теплоносителя до 200 °С и давлением до 16 кгс/см — паровых котлах, тепловых сетях с водогрейными котлами и сетевыми подогревателями, включая системы с открытым водоразбором и тепловых пунктах с независимыми системами теплоснабжения и горячего водоснабжения [1].

Комплексонный водно-химический режим полностью заменяет использование других технологических процессов химической водоподготовки и может быть использован вместо других систем водоподготовки (Na-катионирования, магнитной или ультразвуковой обработки воды) и в дополнение к ним.

Данный режим основан на введении в воду небольших количеств органических производных фосфоновых кислот – комплексонов.

Свойства комплексонов и их влияние на процессы накипобразования и коррозии

Важным свойством производных фосфоновых кислот является их способность ингибировать (т. е. тормозить) рост кристаллов минеральных солей при дозировке в субстехиометрическом (1:100 ... 1:500) соотношении к солям жесткости. Механизм субстехиометрического ингибирования основан на образовании устойчивых комплексов фосфоновых кислот со щелочноземельными металлами (главным образом, кальцием и магнием), способных сорбироваться (т. е. образовывать тонкую пленку) на атомных плоскостях зародышей кристаллизации и блокировать центры кристаллизации минеральных солей. При этом блокируются центры роста кристаллов, в результате чего рост зародышей кристаллов становится невозможным и накипь не образуется. Таким образом, производные фосфоновых кислот препятствуют кристаллизации солей жесткости: магнезита (тригонального карбоната магния) и доломита (тригонального двойного карбоната кальция и магния). В результате, карбонаты остаются в истинно растворенном состоянии или образуют сверхтонкую, не осаждающуюся взвесь. По опыту эксплуатации паровых котлов в Республике Татарстан, в присутствии производных фосфоновых кислот отложение солей жесткости в виде накипи не происходит даже при питании паровых котлов сырой водой с жесткостью порядка 20 мг-экв/дм и более [2].

Другим свойством производных фосфоновых кислот является их способность ингибировать коррозию металлов, в частности, сплавов железа в водной среде. Замедление коррозии объясняется способностью ингибиторов сорбироваться на поверхности металла и пассивировать металл

(т. е. образовывать защитную пленку). Основным фактором влияния на скорость процесса коррозии является образование поверхностных адсорбционных комплексов с железом (химическое закрепление комплексонов на поверхности металла), а также полиядерных гетерометаллических поверхностных комплексов, включающих, помимо ионов железа, ионы кальция, магния и другие присутствующие в воде ионы. В результате, на поверхности металла создается защитная пленка, препятствующая коррозии металла. Скорость коррозии углеродистой стали обыкновенного качества в присутствии комплексонов, по различным данным, снижается в 5...20 раз, причем даже при отсутствии деаэрации, то есть при наличии в воде кислорода.

Кроме того, комплексонные препараты обладают способностью разрушать застарелые отложения накипи и продуктов коррозии. Это дает возможность проводить очистку систем от отложений накипи и продуктов коррозии в процессе эксплуатации систем. Это позволяет не проводить специальных мероприятий по промывке, не отключая системы ГВС на плановую промывку. В зависимости от концентрации комплексона, температуры, состава воды и структуры отложений, последние переходят в форму коллоидного раствора, взвеси или рыхлого осадка. При этом практика показала следующее: во-первых, чем выше температура и концентрация комплексона, тем быстрее идет разрушение отложений; и, во-вторых, чем быстрее идет разрушение отложений, тем более грубая взвесь получается. Из паровых котлов образующаяся взвесь удаляется при непрерывной и периодической продувке. Из тепловых сетей взвесь удаляется с утечками, которые восполняются подпиткой. При очистке тепловых сетей от накипи и продуктов коррозии объем подпитки должен соответствовать нормативу по СНиП 41-02-2003, что соответствует объему подпитки в час 0,75 % от водного объема системы. Если фактический объем подпитки ниже нормативного, то для удаления взвеси следует 1...2 раза в сутки спускать загрязненную воду из грязевиков и из нижних точек тепловой сети. Из тепловых сетей с открытым водоразбором взвесь удаляется с отбираемой водой.

Таким образом, введение в воду малых количеств производных фосфоновой кислоты позволяет предотвратить образование отложений минеральных солей, защитить металл от коррозии и удалить существующие отложения накипи и продуктов коррозии.

Дозирующие устройства для комплексонных препаратов

Для комплексонной обработки воды следует применять, как правило, дозирующие устройства, действие которых основано на отборе части динамического напора потока воды в трубопроводе подпитки, так как, такие устройства не требуют внешнего источника питания и нечувствительны к перебоям в подаче электроэнергии. Отступление от данного требования, в частности, применение для подачи комплексона дозирующих насосов, должно быть экономически обоснованным.

Устройство (рис. 1) [3], предназначено для дозирования жидких реагентов в поток воды и поддержания постоянной пропорции дозирования при изменении расхода воды в широком диапазоне – от 2 м³/час и более.

Оно состоит из узла отбора 2, контейнера 1 с раствором комплексона и калиброванным жиклером, соединенных гибкими рукавами 3 и 4. Принцип действия дозирующего устройства основан на том, что при обтекании узла отбора давлением магистральным потоком между двумя отверстиями (входным и выходным) на его поверхности возникает перепад давления, который пропорционален квадрату расхода воды и синусу двойного угла поворота узла отбора. Этот перепад давления передается на жиклер, через который раствор комплексона из контейнера поступает в поток воды, причем расход раствора пропорционален корню квадратному из перепада давления на жиклере. В результате расход жидкого реагента прямо пропорционален расходу среды в магистральном потоке и корню квадратному из синуса двойного угла поворота узла отбора. Пропорция дозирования раствора комплексона по отношению к объему воды регулируется вращением узла отбора.

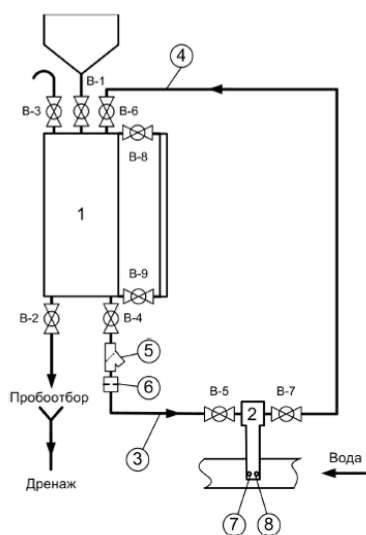


Рис. 1. Схема дозирующего устройства:
 1 – резервуар раствора комплексона;
 2 – узел отбора;
 3, 4 – гибкие соединительные рукава;
 5 – фильтр;
 6 – калиброванный жиклер;
 7 – выходное отверстие;
 8 – входное отверстие;
 В-1...В-9 – краны шаровые

Выбор типа дозирующего устройства, места и схемы его монтажа и режима эксплуатации должен быть обоснован расчетом режима дозирования и распределения комплексона по тепловой сети в зависимости от расхода воды на подпитку, объема, схемы разводки и гидравлического режима тепловой сети, а также наличия открытого водоразбора

Потребное количество реагента для обработки 1 м³ воды определяется в результате расчетов и лабораторных исследований образцов воды. Дозировка комплексонного препарата может составлять от 0,5 до 15 г/м³ в расчете на основное вещество (т. е. собственно комплексон). Товарные комплексонные препараты имеют различное содержание основного вещества, которое может составлять от 20 до 97 % и указывается в сертификате или заводском паспорте на препарат.

Необходимая дозировка препарата зависит от химического состава воды и используемого комплексонного препарата и температурного режи-

ма работы теплоэнергетической системы. Дозировка комплексона возрастает при увеличении содержания кальция и магния в воде, а также при увеличении общей щелочности воды. При увеличении рабочей температуры воды в котле необходимое количество препарата также возрастает.

Определение количества необходимого комплексона производится на основании следующих исходных данных:

- средний объем подпитки (расход воды на подпитку) в м³/час Q;
- расход реагента на обработку 1 м³ воды (по п. 5) в граммах G;
- продолжительность отопительного сезона в часах T;
- концентрацию реагента (по заводскому паспорту) в % C_{реаг};
- плотность (удельный вес) реагента в кг/м³ ρ.

Средний часовой расход препарата G в час определяется по формулам:

$$G_{\text{час}} = G \cdot Q \text{ (г)}, \quad (1)$$

$$G_{\text{час}} = \frac{100 \cdot G \cdot Q}{C_{\text{РЕАГ}} \cdot \rho} \text{ (л)}, \quad (2)$$

Годовой расход реагента G_{год} определяется по формуле:

$$G_{\text{год}} = G_{\text{час}} \cdot T, \text{ (л)} \quad (3)$$

Расчет дозирующего устройства производим исходя из:

- объема подпитки (расход воды на подпитку) в м³/час Q_{час};
- расхода реагента на обработку 1 м³ воды в граммах G;
- концентрации реагента (по заводскому паспорту) в % C_{РЕАГ} (для реагентов, поставляемых в твердом состоянии, используют, как правило, 10%-ный раствор, который приготовляет обслуживающий персонал котельной);

- плотности (удельного веса) реагента в кг/м³ ρ;
- радиуса подпиточного трубопровода в мм R_{ТР};
- объема резервуара дозирующего устройства в м³ V.

Заданная пропорция дозирования реагента (безразмерная величина) определяется по формуле:

$$\varepsilon = \frac{0.1 \cdot G}{C_{\text{РЕАГ}} \cdot \rho} \quad (4)$$

Диаметр отверстия калиброванного жиклера (в мм) определяется, ориентировочно, по формуле:

$$D_{\text{ж}} = \sqrt{2 \cdot \varepsilon} \cdot R_{\text{ТР}} \quad (5)$$

Угол поворота узла отбора первоначально принимается равным 7°30' с целью последующего уточнения в процессе наладки.

Периодичность заправки дозатора реагентом (в м³ подпиточной воды) определяется по формуле:

$$V_{\text{запр}} = \frac{V}{\varepsilon} \quad (6)$$

Ориентировочная периодичность заправки дозатора реагентом (в часах) определяется по формуле:

$$T_{\text{ЗАПР}} = \frac{V}{\varepsilon \cdot Q_{\text{ЧАС}}} \quad (7)$$

Вывод: использование комплексонов способно продлить работу котельной и тепловых сетей, за счет снижения количества солей жесткости, что в свою очередь снижает процессы накипобразования. Отсутствие накипи повышает коэффициент теплопередачи отопительных приборов, что положительно сказывается на параметрах микроклимата снабжаемых теплом зданий.

Список литературы

1. Переяслова Г. А., Порубаев В. П., Кордаков И. А., Дрикер Б. Н. Способы борьбы с отложениями в технологическом оборудовании и трубопроводах предприятий цветной металлургии. Алма-Ата : Каз. НИИНТИ, 1980. 78 с.
2. Монахов А. С., Дик В. П., Рябова Л. В. Исследование возможности применения комплексонов на фосфоновой основе для отмывки отложений // Тр. Моск. энерг. института, 1991. № 646. С. 101–104.
3. Методические указания по применению комплексоновых препаратов для ведения водно-химического режима теплоэнергетических систем. Ижевск, 2003.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ ДЛЯ СИСТЕМ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

В. С. Полянский, О. Р. Муканова, Р. В. Муканов, Е. М. Дербасова
Астраханский государственный
архитектурно-строительный университет

Стратегия развития энергосистемы России предполагает внедрение и использования технологий, позволяющих экономить энергетические ресурсы, в том числе использование нетрадиционных технологий на основе альтернативных источников энергии. Кроме того, в настоящее время, изведенных запасов органического топлива по словам экспертов хватит не более чем на 200 лет, поэтому становится все более нерациональным сжигать органическое топливо в маломощных котельных агрегатах для получения тепловой энергии в системах теплоснабжения и ГВС. Сжигание топлива ведет также к существенному ухудшению экологической обстановки в населенных пунктах.

Одним из эффективных путей уменьшения потребления топлива для производства тепловой энергии является использование альтернативных источников энергии, в первую очередь, солнечной энергии, которая в летний период накапливается в воздухе, воде и грунте. Однако, достаточно низкий потенциал энергии, а также периодичность действия не позволяет напрямую использовать эту энергию без преобразования. В качестве устройства преобразования низкопотенциальной тепловой энергии в высокопотенциальную используют установки, которые получили название тепловой насос. Тепловой насос является обратной холодильной машиной, что позволяет преобразовывать низкопотенциальную энергию грунта в вы-