

УДК 628.164-926.41

**ПРИМЕНЕНИЕ ИНГИБИТОРОВ СОЛЕОТЛОЖЕНИЙ
В ТЕХНОЛОГИИ УМЯГЧЕНИЯ ВОДЫ В ЭНЕРГЕТИКЕ
APPLICATION OF SALT INHIBITORS IN WATER SOFTENING
TECHNOLOGY IN POWER ENGINEERING**

Е.И Смыкал, М.В. Шепелев

Научный руководитель – В.А. Романко, старший преподаватель
Белорусский национальный технический университет, г. Минск

E. Smykal, M. Shepelev

Supervisor – V. Romanko, Senior Lecturer
Belarusian national technical university, Minsk

***Аннотация:** в статье рассмотрена современная альтернатива классическому способу умягчения, основанному на принципе натрий-катионирования – применение ингибиторов солеотложений. Целью рассмотрения и сравнения является определение достоинств и недостатков, а также оценка перспектив использования в отраслях энергетики в ближайшем будущем.*

***Abstract:** the article reviews a modern alternative to the classical softening method based on the principle of sodium cationization – the usage of scale inhibitors. The purpose of consideration and comparison is to determine the advantages and disadvantages, as well as to assess the prospects for usage in energy industries in the near future.*

***Ключевые слова:** ингибиторы солеотложений, реагенты, органические фосфонаты, водоподготовка, принцип действия, преимущества, недостатки.*

***Key words:** scale inhibitors, reagents, organic phosphonates, water treatment, principle of operation, advantages, disadvantages.*

Введение

Одними из наиболее перспективных элементов современной водоподготовки в теплоэнергетике являются ингибиторы солеотложений (от лат. *Mhibeo* – останавливаю, сдерживаю). Первый опыт использования вышеуказанных реагентов датируется 1975 годом, когда специалисты НИУ “МЭИ” успешно применили оксиэтилиденфосфовую кислоту (ОЭДФ) с целью предотвращения образования накипи. В первую очередь, основой необходимости применения ингибиторов солеотложений являлось желание уйти от нерентабельных, в экономическом плане, ВПУ, мощностью до 4500 т/ч, использующих классический способ умягчения воды – натрий-катионирование. Изначально в перечень ингибиторов входило лишь небольшое количество элементов: нитрилотриметиленфосфовая кислота (НТФ) и ОЭДФ (полупродукты производства фосфовых кислот), однако их первичное применение, показавшее положительные результаты, стимулировало разработку новых продуктов. В настоящее время активно используются следующие ингибиторы: жирные амины (пленкообразующий ингибитор), полифосфаты, силикаты, хроматы, нитриты, а также более сложные хромат-фосфатные ингибиторы, фосфаты цинка, хроматы цинка и другие.

Основная часть

Эксплуатация энергетического оборудования, зачастую, сопровождается образованием отложений твёрдых солей жёсткости. В свою очередь, результатом этих отложений в теплообменных аппаратах является накипь, представляющая собой соединение карбонат-ионов и ионов кальция, формирующее зародыши кристаллов карбоната кальция, в которых так же может присутствовать карбонат магния. Осаждаясь на стенках оборудования, кристаллы срастаются и происходит разрастание накипи.

Большую область применения в энергетике получили ингибиторы солеотложений класса органических фосфонатов (ОФ) – соли органических фосфоновых кислот. Принцип действия которых основан на образовании комплексов с ионами металлов (в большинстве своём с цинком), после чего образовавшиеся комплексы органофосфатов адсорбируются на: поверхности зарождающихся кристаллов карбоната кальция и препятствуют дальнейшему процессу кристаллизации; застарелых отложениях накипи, после чего накипь разрушается, превращаясь в легкоудаляемую взвесь; металлических поверхностях. Результатом адсорбции на металлической поверхности является возникновение тонкой плёнки, затрудняющей доступ кислорода и снижение скорости коррозии металла, соответственно. Иными словами, ингибитор, введённый в среду, сорбируется на зародышах кристаллов и конкурирует за центры кристаллизации, что приводит к блокировке поверхности частиц от ионов, образующих накипь. В свою очередь, сокращение числа зародышей кристаллов ведёт к практически полному предотвращению накипеобразования.

Результативность и безопасность применения ингибиторов зависят от правильно выбранных реагентов и их концентраций, поскольку содержание их по тракту подпиточной воды должно быть постоянным, равным расчётному значению. Интервал концентраций, при котором достигается наивысшая эффективность, называется интервалом “эффективных концентраций”.

Таблица 1 – Зависимость эффективности антинакипина класса ОФ в от исходной концентрации

Концентрация, мг/дм ³	Эффективность, %
0	50
1	61
2,5	73
4	95
5	98
6,5	99
13	98
26	98
39	95
65	91

Из анализа имеющихся данных (таблица 1) следует, что интервал эффективных концентраций составляет 4- 40 мг/дм³.

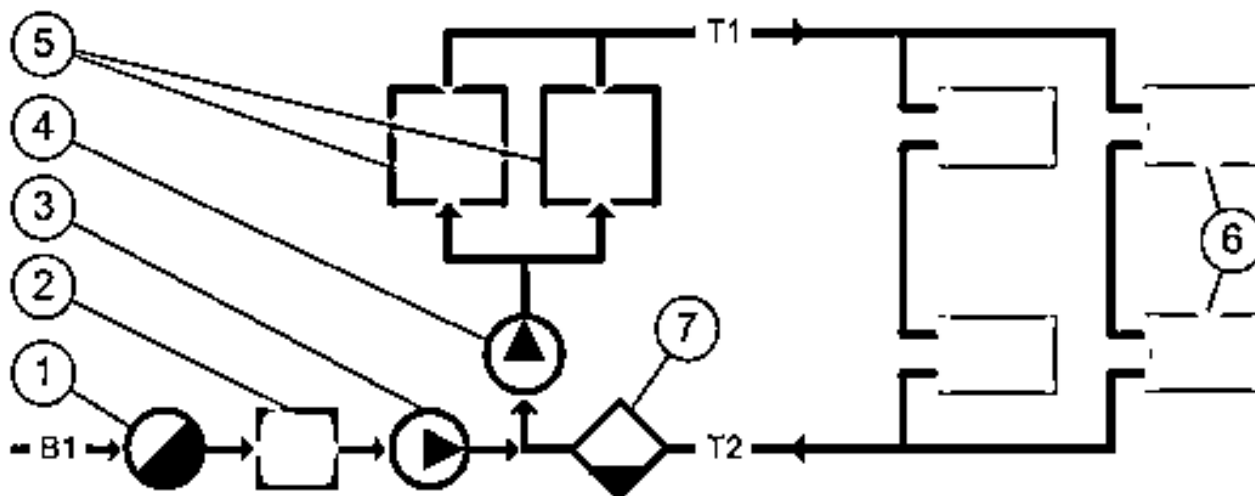


Рисунок 1 – Схема системы отопления с обработкой воды ингибитором солеотложений: 1 – узел учета подпиточной воды; 2 – дозатор ингибитора; 3 – подпиточный насос; 4 – сетевой насос; 5 – котлоагрегаты; 6 – отопительные устройства; 7 – грязевик; В1 – трубопровод водоснабжения; Т1 – прямой трубопровод теплосети; Т2 – обратный трубопровод теплосети

Схема системы отопления, включающая в себя обработку воды ингибитором солеотложений показана на рисунке 1, из которой видно, что дозатор ингибирования врезают, в большинстве случаев, в подпиточный трубопровод системы отопления между узлом учёта и подпиточным насосом.

Таким образом, если не учитывается механизм взаимодействия реагентов с компонентами среды, их термодинамические и кинетические параметры, не соблюдается интервал “эффективных концентраций” и не определяется место наилучшего внедрения реагентов солеотложений в системе водоснабжения, применение их не только не даёт ожидаемых результатов, но и может привести к отрицательным последствиям.

Ключевыми преимуществами способа умягчения воды, основанного на применении ингибиторов солеотложений, являются:

- Практически полное предотвращение отложений малорастворимых солей при соблюдении заданных технологических параметров и, соответственно, снижение затрат на текущий ремонт оборудования.
- Экономия топливных ресурсов.
- Значительное снижение потребления питательной воды.
- Интенсификация технологических процессов.

В свою очередь, весомыми ограничениями в использовании фосфонатов в энергетике являются:

- По составу исходной воды: общее содержание Fe не более 0,5 мг/л; pH среды не более 8,5; величина щелочности Щ₀ не более 7 мг-экв/л.
- По температуре подогрева: верхней границей эффективного процесса ингибирования кристаллизации карбоната кальция, для большинства антинакипинов, является температура 130°C.
- Метод использования ингибиторов солеотложений не подходит для

энергетических объектов большой мощности, поскольку конечные затраты на оборудование и реагенты увеличивают стоимость производства тепла, в следствии чего метод становится малорентабельным.

Заключение

Опыт использования ингибиторов солеотложений в процессе водоподготовки показывает, что современные антинакипины обеспечивают наиболее эффективную, в сравнении с иными способами, защиту от образования отложений минеральных солей и их пагубного влияния на металл трубопроводов водоснабжения. Ключевыми условиями достижения положительного результата являются правильное ведение водно-химического режима (дозирование реагентов и аналитический контроль), а также учитывание при выборе антинакипинов механизма их взаимодействия с компонентами растворов.

Исходя из вышеперечисленного и того, что в настоящее время активно разрабатываются новые виды реагентов, следует, что использование ингибиторов солеотложений в процессе водоподготовки на энергетических объектах в ближайшей перспективе будет иметь положительную тенденцию.

Литература

1. Балабан-Ирменин, Ю. В. Антинакипины - органофосфонаты в энергетике. История и современная практика / Ю. В. Балабан-Ирменин, Г. И. Костенко // Энергосбережение и водоподготовка. – 2014. – № 2. – С. 2–8.
2. Цуканова, Т. В. Правила эффективной подготовки подпиточной воды систем теплоснабжения / Т. В. Цуканова // Новости теплоснабжения. – 2012. – № 8. – С. 48.