

# Применение ингибиторов солеотложений и коррозии



**В статье одного из ведущих отечественных специалистов в области защиты теплотехнического оборудования от накипеобразования и коррозии, к.т.н. С.А. Потапова [1] рассмотрена проблема повышения эффективности фосфонатоцинкатных ингибиторов солеотложений и коррозии и описаны результаты применения разработанной автором композиции ККФ на целом ряде конкретных теплоэнергетических систем. Работы С.А. Потапова и деятельность возглавляемого им предприятия ООО «ИТЦ Оргхим» хорошо известны среди российских теплотехников.**

Ф.Ф. ЧАУСОВ,  
Удмуртский государственный университет  
(г. Ижевск)

Способы получения органофосфонатных комплексов переходных металлов, в т.ч. оксиэтилидендифосфонатоцинкатов, разработаны Блазером и др. [2] в конце 1950-х гг. Применение этих препаратов как ингибиторов солеотложений и коррозии изобретено специалистами США в 1960-х гг. [3, 4]. В 1980-х гг. Ю.И. Кузнецов с сотр. [5, 6] провел систематические исследования механизма ингибирующего действия фосфонатоцинкатов на коррозию железа и стали в нейтральных средах. На основе работ Ю.И. Кузнецова уральскими специалистами сделан ряд изобретений [7, 8]. Наиболее исследованным и получившим наибольшее распространение препаратом для противонакипной и противокоррозионной обработки воды является оксиэтилидендифосфонатоцинкат натрия (натриевая соль цинкового комплекса ОЭДФ). Его применение для обработки воды систем горячего водоснабжения нашло отражение в нормативно-технической документации (9). Переход к рыночным отношениям стимулировал специалистов к изобретению эффективных средств защиты теплотехнических систем от накипеобразования и коррозии, в основу которых было положено применение оксиэтилидендифосфонатоцинката натрия [10–12].

В статье [1] С.А. Потапов приводит результаты применения оксиэтилидендифосфонатоцинката натрия специалистами ООО «Экоэнерго» и ВТИ на системе теплоснабжения ТЭЦ-2 Ростова-на-Дону, где при концентрации препарата до 5 мг/л скорость коррозии составляла 0,068 мм/год. На этой основе автор делает вывод о недостаточно высокой противокоррозионной эффективности этого препарата. Следует отметить, что при такой оценке не учитывается тот факт, что введение фосфонатов меняет характер коррозионного процесса.



**На этой котельной технологическая дисциплина находится на надлежащем уровне и внедрение новых технологий, скорее всего, пойдет успешно...**

В отсутствие фосфонатов коррозия углеродистой стали в нейтральных средах имеет преимущественно язвенный или питтинговый характер. При введении в водную среду фосфонатов процесс коррозии становится равномерным [13]. В результате даже при небольшой формальной степени защиты фактический срок службы энергетического оборудования значительно возрастает.

В настоящее время товарные ингибиторы солеотложений и коррозии на основе оксиэтилидендифосфонатоцинката натрия промышленно выпускаются ОАО «Химпром» (г. Новочебоксарск) и ООО «Экоэнерго» (г. Ростов-на-Дону). Эти препараты с успехом применяются для защиты теплотехнического оборудования от накипеобразования и коррозии. Говоря о фосфонатоцинкатах, следует иметь в виду, что существуют более эффективные ингибиторы накипеобразования и коррозии в отдельности, но в настоящее время нет других препаратов, конкурентных с фосфонатоцинкатами по эффективности комбинированной защиты.

Для повышения эффективности противонакипного и противокоррозионного действия оксиэтилидендифосфонатоцинката натрия С.А. Потапов предложил

использовать добавки полимеров природного происхождения. Разработанная им композиция ККФ представляет собой двухкомпонентную систему. Одним из компонентов является водный раствор оксиэтилидендифосфонатоцинката натрия; другой компонент — раствор модифицирующих полимеров природного происхождения, химический состав которого автор не раскрывает. Раздельное хранение растворов обеспечивает стойкость препарата к длительному хранению. Перед использованием растворы подлежат смешиванию с получением рабочего раствора.

**Специалистами УдГУ накоплен положительный опыт применения композиции ККФ на ряде предприятий Удмуртии. При правильном использовании композиция ККФ позволяет обеспечить безнакипный режим эксплуатации теплотехнического оборудования и в наших условиях обеспечивает степень защиты углеродистых сталей от коррозии около 50 %, причем коррозия из локальной переходит в равномерную, что значительно продлевает срок службы теплотехнического оборудования.**

Вместе с тем, необходимо отметить некоторые технологические сложности,



...а в этом хозяйстве возможны некоторые затруднения.

возникающие при использовании композиции ККФ:

1. Двухкомпонентная поставка и необходимость смешивания растворов усложняет применение композиции ККФ и повышает вероятность ошибки из-за смешивания в неправильной пропорции.
2. Готовый рабочий раствор композиции ККФ обладает нестабильными от партии к партии и во времени реологическими характеристиками. Это затрудняет его дозирование и может привести к неправильной дозировке.

Отмеченные недостатки композиции ККФ хорошо известны не только нам, но и разработчику, вследствие чего есть все основания полагать, что в перспективе они будут устранены.

Говоря о деятельности ООО «ИТЦ Оргхим», нельзя не заметить публикации [14], авторы которой путем тенденциозного подбора сведений и нарушения причинно-следственных связей стремятся создать впечатление, что отдельные неудачи при внедрении реагентной водоподготовки являются следствием индивидуальных свойств композиции ККФ или присущи только ООО «ИТЦ Оргхим». Однако опубликованные материалы не содержат количественных показателей

водно-химических режимов, вследствие чего специалисту по прочтении этой статьи невозможно судить о правильности или неправильности технологических режимов, предложенных специалистами ООО «ИТЦ Оргхим», и об истинных причинах трудностей на описанных объектах. Поэтому статья не имеет научно-технического характера и представляет собой диффамацию в адрес ООО «ИТЦ Оргхим».

Вне зависимости от целей публикации [14], необходимо отметить, что многие эксплуатационные организации при внедрении новых технологий водоподготовки испытывают трудности, которые возникают независимо от конкретного разработчика этих технологий. В целом это можно считать естественным, т.к. внедрение технических новшеств всегда связано с затратой материальных ресурсов и требует физических и моральных усилий. Однако я считаю необходимым отметить некоторые проблемы, с которыми наиболее часто сталкиваются эксплуатационники при внедрении реагентной обработки воды. Эти проблемы являются общими, не зависящими конкретного разработчика технологии и внедряющей организации. Многие из них рассмотрены в статье [15].

**К сожалению, приходится повторить еще раз: главная причина всех проблем — халатность эксплуатационников.** Это, в сущности, отмечено и авторами статьи [14], например: «документы (инструкция, руководство по эксплуатации, режимная карта, методика) не были соответствующим образом утверждены». А ведь это обязанность администрации эксплуатирующей организации [16, п. 9.1.1]! Другая, не менее распространенная причина неудач — самодельность (читай — самодеятельная деятельность) технического персонала. Светлый образ Кулибина вот уже два века не дает покоя множеству гораздо менее одаренных подражателей, которые уверены в том, что они, «практики», разберутся в любой технологии куда лучше «кабинетных» ученых и инженеров. В той же статье [14] можно прочитать о том, что «методика отработывалась по ходу проведения работ персоналом котельной», что, конечно, не могло не привести к отрицательным результатам. Воистину, «уж слишком часто приглашают инженеров «поработать» вместе с адвокатами над конструктивными «достижениями» практиков» [17].

**На рынке технологий водоподготовки встречаются методы недобросовестной конкуренции.** К ним прибегают

фирмы, которые не располагают квалифицированными специалистами и научно-технической инфраструктурой для создания и внедрения работоспособных технологий водоподготовки. Чаще всего они пытаются привлечь потребителя простотой и дешевизной предлагаемых технологий и оборудования. На практике за простотой скрывается нарушение технологии, а за дешевизной — экономия на качестве.

Одна из форм недобросовестной конкуренции — недопустимо вольное обращение с физическими и химическими терминами. Некорректна практика присвоения ингибиторам солеотложений и коррозии безликих буквенно-цифровых обозначений («СК-110», «ВП-1»), которые никак не соотносятся с химическим составом препарата. Цель этого — ввести потребителя в заблуждение, сформировать мнение об «уникальности» и «незаменимости» конкретного препарата. В действительности многие препараты, выпускаемых под разными названиями, представляют собой одно и то же вещество. Например, широко распространенные препараты, выпускаемые под марками «ЦИНК-ОЭДФК», «Цинковый комплекс ОЭДФ», «ОЭДФ-Zn», «АФОН 230-23А», имеют в своей основе одно и то же вещество, которое, согласно принятым в химии правилам, называется «натрия оксиэтилендифосфонатцинкат». Используемое специалистами ОАО «Химпром» название «Оксиэтилендифосфонато [4] — цинк динатриевая соль» грешит против международного стандарта, а все другие бытующие вариации на эту тему — сущий кошмар и для химика, и для инженера.

**Частая причина критических повреждений теплотехнического оборудования — неправильная дозировка ингибитора.** Многочисленные «таблицы рекомендуемых концентраций» (например, [18]) воспринимаются малоквалифицированными проектировщиками как основание для включения в проект указаний по дозированию ингибитора. И беда тому эксплуатационнику, который последует этим указаниям!

В действительности, на сегодняшний день, рассмотрев химический состав воды и температурный режим, ни один (честный) человек не может сказать, какая концентрация ингибитора является оптимальной. Не существует таблиц, способных указать правильное решение. Поэтому добросовестный проектировщик может (и должен) включить в проект лишь указание на необходимость

проведения в ходе пусконаладки научно-исследовательских и технологических работ (НИР) по определению оптимальной концентрации ингибитора. Таблицы же [19] могут служить только первым приближением для исполнителя НИР.

Следовательно, для эксплуатирующей организации единственно правильным подходом к началу работ по внедрению реагентной водоподготовки будет являться заключение «Договора на создание и передачу научно-технической продукции» с одним из научных центров в области применения ингибиторов солеотложений и коррозии. Требования к содержанию и порядку исполнения этого документа предусмотрены ст. 769–778 Гражданского Кодекса РФ. Предложение со стороны организации-исполнителя заключить с эксплуатирующей организацией договор другого вида — серьезное основание для недоверия к такому исполнителю. Дело в том, что для создания работоспособного технологического режима реагентной водоподготовки необходимо выполнить ряд серьезных научных исследований:

1. Гидротермальная кристаллизация: образуются ли и если да, то с какой скоростью отложения минеральных солей при нагревании исследуемой воды в тех же условиях, которые имеются в котле.
2. Исследование структуры осадков минеральных солей, образующихся в котле и в эксперименте, их сравнение и заключение о возможности предотвращения образования накипи реагентной обработкой воды.
3. Коррозионные исследования: изменение скорости коррозии металла котла в испытываемой воде, оценка факторов, влияющих на скорость коррозии.
4. Подбор реагента для противонакипной и противокоррозионной обработки воды и тестирование обработанной воды на устойчивость к образованию отложений минеральных солей и коррозии.

#### Как же потенциальному заказчику узнать научный уровень организации-исполнителя?

В наше время, когда каждый желающий имеет право учредить академию имени себя и назначить себя академиком, это не так-то просто. Не дает полной уверенности и наличие так называемых «актов внедрения», даже если их подлинность проверена экспертом. Причина этого в том, что, как сказано выше, самая лучшая технология может потерпеть фиаско, встретившись с низким уровнем производственной культуры. С другой стороны, и некомпетентной организации может случайно повезти

на одном или нескольких несложных объектах. Собственная уверенность исполнителя в успехе, основанная на ранее достигнутых положительных результатах, тоже мало чего стоит: практика показала, что нет двух одинаковых объектов и нет двух одинаковых по свойствам природных вод.

Простой, но эффективный способ оценить потенциального партнера — выявить наличие у организации так называемого «научного задела» (background) работы с ингибиторами солеотложений и коррозии, наличие содержательных научных публикаций, научную квалификацию специалистов, а главное — наличие хотя бы самого необходимого оборудования:

1. Автоклавов и термошкафов для гидротермальной кристаллизации.
2. Рентгендифрактометра (хотя бы одного, универсального) и растрового электронного микроскопа для исследования структуры отложений минеральных солей.
3. Потенциостата или хотя бы коррозиметра для коррозионного исследования.

Равноправие хозяйствующих субъектов всех форм собственности — достойный уважения демократический принцип, зафиксированный в Конституции РФ. Но если сохранность теплотехнического оборудования для вас важнее, чем идеалы демократии, имеет смысл отдать предпочтение государственному учреждению: практика показывает, что это — критерий стабильности научного коллектива и качества работы. Рассматривая проект договора, обратите внимание на реквизиты исполнителя: это должна быть научно-исследовательская организация, а значит — код по ОКОНХ от 95100 до 95130, и не иначе.

Полученный в результате работы научно-технический отчет, содержащий необходимую документацию и эксплуатационную документацию и инструкции, следует внимательно изучить и пунктуально следовать рекомендациям по эксплуатации. Замечено, что одни и те же рекомендации приносят больше пользы тем, кто понимает их смысл — физико-химические закономерности процесса ингибирования накипеобразования и коррозии. □

#### Литература

1. С.А. Потапов. Перевод систем теплоснабжения на подпитку жесткой недеаэрированной водой. Журнал «С.О.К.», №6/2005.
2. В. Blaser, K.-H. Worms. Verwendung von organischen Acylierungsprodukten der phosphorigen Saeure oder ihren Derivate als Komplexbildner fuer Metallionen. Deutsche

Patent №1082235, Kl. 12g 1/01, 1960.

3. Ch.M. Hwa. Organic phosphorous acid compound-chromate corrosion protection in aqueous system. US Patent №3431217, Int. Cl. C23F 11/18, C23F 11/12, C23F 11/10, 1969.
4. G.B. Hatch, P.H. Ralston. Method of inhibiting corrosion with aminomethylphosphonic acid compositions. US Patent №3483133, Int. Cl. C23F 11/16, C23F 11/10, 1969.
5. J. Kusnezow, J. Trunow. Untersuchung von Phosphonssauren als Inhibitoren der Korrosion von Metallen in Systemen der industriellen Wasserversorgung. Zentralstelle Korrosionsschutz, 1982, №42–43, S. 39–43.
6. Ю.И. Кузнецов, Е.А. Трунов. О механизме ингибирующего действия цинкофосфонатов в нейтральных средах. ЖПХ, Т. 57, №3, 1984, стр. 498–503.
7. А.В. Машанов, Б.Н. Дриккер, Я.М. Щёлоков и др. Способ стабилизационной обработки воды. Авт. свид. СССР №1328317, МПК C02F 5/14, C02F 5/14, 1987.
8. А.В. Машанов, К.А. Кошкина, Я.М. Щёлоков и др. Способ стабилизационной обработки воды. Авт. свид. СССР №1490099, МПК C02F 5/14, C23F 15/00, C02F 5/14, 1989.
9. Санитарные правила устройства и эксплуатации систем централизованного горячего водоснабжения. СанПиН 4723–88, 1988.
10. А.П. Ковальчук, Н.А. Иванова. Состав для ингибирования солеотложений и коррозии. Патент РФ №2115631, МПК C02F 5/14, 1998.
11. Н.В. Бондарев, С.М. Перцев, М.Ю. Трушкин и др. Состав для ингибирования солеотложения в системах оборотного водоснабжения. Патент РФ №2158714, МПК C02F 5/14, 2000.
12. А.П. Ковальчук. Состав для ингибирования солеотложений и коррозии и способ его получения. Патент РФ №2205157, МПК C02F 5/14, 2003.
13. E.S. Beardwood. Anti-scale and corrosion inhibitor. Canadian Patent №1340659, Int. Cl. C02F 5/14, 1999.
14. В.Н. Ремезов, В.М. Юрин. Проблемы выбора новых технологий. Журнал «ЖКХ», №3/2005.
15. Ф.Ф. Чаусов, М.А. Плетнёв, И.С. Казанцева. Проблемы и решения при внедрении технологии комплексной обработки воды. Опыт Удмуртского государственного университета. Журнал «С.О.К.», №6/2004, стр. 25–27.
16. Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов. ПБ 10-574–03, М., ПИО ОБТ, 2003.
17. Дж. Гордон. Конструкции, или Почему не ломаются вещи. М., «Мир», 1980.
18. А.С. Богаченкова, Л.В. Гниденко. Рекомендации по определению расхода комплексона для стабилизационной обработки воды. ЖЗ-199, М., «СантехНИИПроект», 1994.
19. Ф.Ф. Чаусов, Г.А. Раевская. Комплексонный водно-химический режим теплотехнических систем низких параметров. М.-Ижевск, РХД, 2003.