

# Опыт применения комплексной обработки воды в системе горячего водоснабжения города Можга

Одной из главных проблем «малой энергетики» является проблема водоподготовки. Ее неправильное решение приводит к накопению и коррозии теплотехнического оборудования. К числу наиболее эффективных способов водоподготовки можно отнести комплексную водоподготовку, сущность которой состоит в обработке воды специальными веществами — комплексонами, замядителями, а в ряде случаев предотвращающими процессы коррозии и накипеобразования.

Ф.Ф. ЧАУСОВ, М.А. ПЛЕТНЕВ, И.С. КАЗАНЦЕВА, Удмуртский государственный университет (г. Ижевск)  
chaus@uni.udm.ru

Один из многочисленных объектов, на которых успешно ведется комплексный водно-химический режим, — муниципальное предприятие жилищно-коммунального хозяйства (МП ЖКХ) г. Можга. Оно имеет 12 котельных общей теплопроизводительностью 57,5 ГКал/ч, которые обеспечивают отопление и горячее водоснабжение (ГВС) жилых, производственных, административно-общественных помещений и объектов социальной инфраструктуры. Общая протяженность (в двухтрубном исчислении) сетей теплоснабжения составляет 45830 м, сетей ГВС — 13980 м. Расход воды на подпитку сетей отопления составляет 131 м<sup>3</sup>/сут, сетей ГВС — 1118 м<sup>3</sup>/сут.

Одна из серьезных проблем, с которой приходится сталкиваться при эксплуатации теплотехнического оборудования, тепловых сетей и сетей ГВС, — высокая жесткость воды (8–12 мг÷экв/дм<sup>3</sup>). По этой причине происходит интенсивное образование накипи как на поверхностях теплопередачи, так и на внутренних поверхностях всего оборудования и трубопроводов сетей отопления и ГВС, вплоть до приборов потребителей тепловой энергии и разборных кранов горячей воды (рис. 1). Слой накипи содержит включения продуктов коррозии металла.

Образование слоя накипи и продуктов коррозии приводит к ряду нежелательных последствий:

- снижению коэффициента теплопередачи и КПД теплоэнергетического оборудования;
- уменьшению площади рабочей поверхности и снижению эффективности работы вакуумного деаэратора;
- повышению затрат энергии на подачу воды насосами и затруднению поступления воды к потребителям.

В ряде случаев происходило полное забивание накипью прямых трубопроводов системы ГВС, поэтому потребители получали по обратным трубопроводам горячую воду с пониженной температурой и недостаточным напором.

Для очистки теплотехнического оборудования на предприятии периодически проводилась химическая очистка систем отопления и ГВС реагентами на основе комплексонов. С этой целью применялась оксизетилендифосфоновая кислота МА (ОЭДФ-МА), выпускаемая Новочебоксарским ПО «Химпром» (ТУ 6-09-5372–87). Очистка теплоэнергетического оборудования этим препаратом осуществлялась в соответствии с инструкцией ВНИИ ИРЕА. Для промывки применялась вода, нагретая до 60–65°C, в которую добавляли ОЭДФ-МА в количестве 20–30 кг/м<sup>3</sup>.

Использование ОЭДФ-МА для очистки теплоэнергетического оборудования позволило удалять с поверхностей теплопередачи основную часть отложений накипи и продуктов коррозии. Тем не менее, не удавалось избежать некоторых негативных моментов, таких как:

- сброс в канализацию сточных вод от промывки;

- неполное удаление застарелых отложений;
- необходимость организации работ по промывке в межсезонный период с прерыванием горячего водоснабжения;
- невозможность очистки наружных и внутридомовых сетей отопления и ГВС.

Поэтому, наряду с химическими методами очистки теплотехнического оборудования, приходилось применять механические. В частности, для очистки кожухотрубчатых подогревателей системы ГВС (бойлеров) применялось сверление трубок специальным сверлом длиной 4 м, наполнитель вакуумного деаэратора (кольца Рашига) очищали механическим встряхиванием. Механическая очистка оказалась весьма трудоемким процессом. Невозможно было эффективно очистить наружные и внутридомовые тепловые сети. Поэтому практиковалась периодическая замена трубопроводов. Так, в 2001 г. заменили 3636 м трубопроводов.

Решением проблемы отложений накипи и продуктов коррозии могла бы стать химическая подготовка воды, однако использование традиционных технологий *H*- и *Na*-катионирования осложняется рядом неудобств:

- оборудование (фильтры) крупногабаритно и дорогостояще;
- присутствует необходимость периодической регенерации фильтров с затратой большого количества реагентов (кислоты или поваренной соли);
- отработанные растворы реагентов сбрасываются в канализацию и неизбежно загрязняют окружающую среду;
- возрастает коррозионная активность воды по отношению к железу и стали после *H*-катионирования.



Рис. 1. Вырезки из внутридомового трубопровода горячего водоснабжения Ø33 мм до внедрения комплексной обработки воды и по истечении 6 месяцев эксплуатации в комплексном водно-химическом режиме

Выходом из сложившейся ситуации явилось внедрение в 2001 г. на ЦТП-2 Вешняковского микрорайона комплексного водно-химического режима (КВХР), сущность которого состоит в постоянном введении в воду в процессе эксплуатации особых веществ — комплексонов. Комплексоны, используемые в процессе водоподготовки, — органофосфонаты (соли органических фосфоновых кислот). В Вешняковском микрорайоне, схема которого представлена на рис. 2, горячая вода поступает в жилые дома, детские учреждения, магазины и на промышленные предприятия, поэтому она должна удовлетворять всем требованиям к питьевой воде. Таким образом, концентрация комплексона в воде сетей ГВС не должна превышать значения ПДК в питьевой воде.

В табл. 1 показаны предельно допустимые концентрации в питьевой воде для основных комплексонов, выпускаемых ОАО «Химпром» (г. Новочебоксарск), и концентрации, обеспечивающие их противонакипную активность.

Анализ приведенных в таблице данных позволяет сделать вывод, что наиболее подходящим препаратом для обработки воды систем ГВС является ИОМС-1. Это водный раствор натриевых солей аминокислот (главным образом, нитрилтриметилфосфоновой кислоты) плотностью 1,35–1,41 кг/м<sup>3</sup>, содержащий около 25% основного вещества. ИОМС-1 является малоопасным веществом, поэтому дозирование его в воду

систем ГВС не наносит вреда здоровью потребителей. На основе проведенных расчетов было сделано заключение о целесообразности поддержания концентрации комплексона в воде сетей ГВС 3–4 мг/дм<sup>3</sup>, в воде тепловых сетей — 3–12 мг/дм<sup>3</sup>. Поддержание данных концентраций комплексона, во-первых, предотвращает кристаллизацию при распаде солей временной жесткости соединений кальция в виде отложений накипи, во-вторых, обеспечивает постепенное растворение ранее образовавшихся отложений накипи, в-третьих, способствует образованию на поверхности металла пассивной пленки, защищающей металл от коррозии.

Для дозирования ИОМС-1 в воду систем ГВС может быть использовано различное оборудование. Дозаторы инжекционного типа подают комплексоны в систему при помощи насоса, при этом требуются дополнительные затраты энергии, а надежность дозатора оказывается недостаточно высокой. Поэтому предпочтительным является использование дозаторов эжекционного типа, которые подают комплексон в воду за счет перепада давлений, создаваемого в потоке воды. Дозаторы эжекционного типа получили значительное распространение в теплоэнергетике и даже выпускались рядом предприятий, например, «Оргхим» (г. Казань), заводом ЭСТЭМИ (г. Братск). Однако эти дозаторы требовали постоянного контроля и регулирования количества подаваемого комплексона, а поэтому были трудоемки в обслуживании.

Специалистами МП ЖКХ г. Можги было принято решение о приобретении дозатора эжекционного типа «Иж-25».

От аналогов этот дозатор отличается рядом достоинств.

Во-первых, он обладает исключительной простотой и надежностью в работе. Во-вторых, он обеспечивает достаточно точное поддержание постоянной пропорции дозирования препарата в воду при изменении расхода воды в широких пределах.

Последнее обстоятельство оказалось незаменимым именно для работы в системе ГВС, поскольку здесь требуется поддержание концентрации комплексона в достаточно узком интервале значений во избежание превышения ПДК при сильных колебаниях расхода воды — от почти нулевого расхода ночью до 100 м<sup>3</sup>/ч в пиковые часы.

Дозатор «Иж-25» [1] был установлен в ЦТП-2 в III квартале 2001 г. Монтаж был выполнен силами специалистов МП ЖКХ в течение двух часов. Сразу после монтажа дозатор был введен в эксплуатацию. Потребовалось несколько дней, чтобы вполне овладеть регулировкой дозатора и добиться достаточно равномерного дозирования.

Вскрытие бойлера через два месяца после перевода ЦТП-2 в комплексный водно-химический режим показало, что значительная часть существовавших отложений накипи и продуктов коррозии растворилась, а оставшиеся отложения сильно разрыхлены и легко удаляются рукой. Осмотр колец Рашига в вакуумном деаэраторе также показал значительное уменьшение количества отложений.

Следует отметить, что в технической документации на препарат ИОМС-1 способность данного препарата удалять отложения накипи и продуктов коррозии не документирована. Указывается лишь его ингибирующая способность по отношению к образованию осадков карбоната и сульфата кальция (эффективность ингибирования — не менее 90%). В нашем же случае эффективность ингибирования оказалась, формально, более 100%, т.к. препарат в концентрации 3,0–4,0 мг/дм<sup>3</sup> не только на 100% предотвратил образование новых отложений, но и постепенно растворял существующие, причем весьма застарелые, отложения, которые не поддавались растворению ОЭДФ-МА.

К окончанию отопительного сезона отложения накипи и продуктов коррозии в бойлере и вакуумном деаэраторе были растворены полностью (рис. 3). ➔

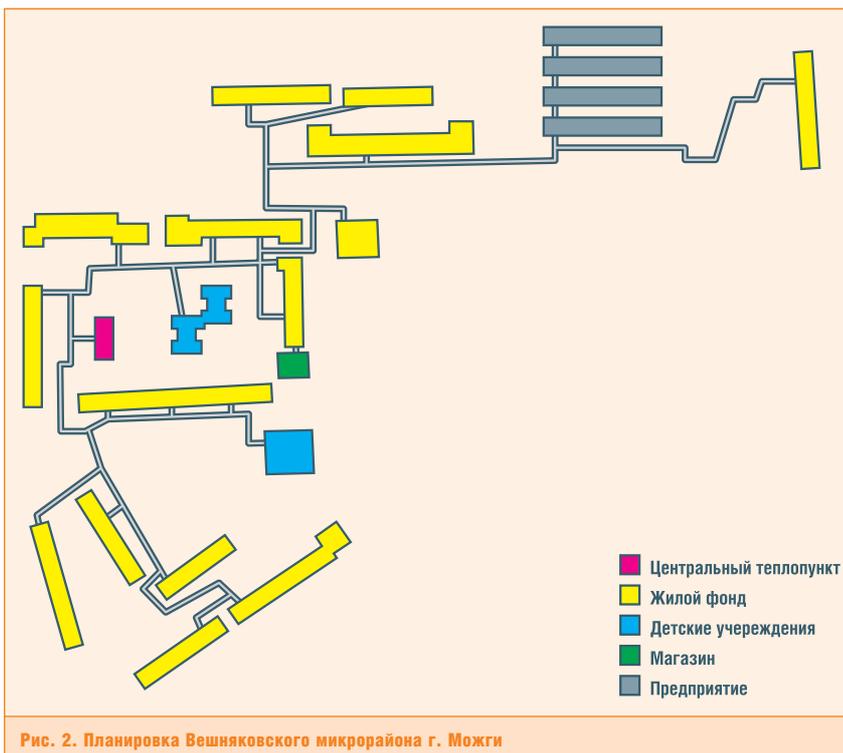


Рис. 2. Планировка Вешняковского микрорайона г. Можги

**Табл. 1. Санитарно-токсикологические свойства, предельно допустимые концентрации в питьевой воде и концентрации, обеспечивающие противонакипную активность основных комплексонов, выпускаемых отечественными предприятиями**

Наименование комплексона, технические условия, гигиенический сертификат	Предельно допустимая концентрация в питьевой воде по СанПиН 2.1.4.559-96, мг/дм <sup>3</sup>	Класс опасности по ГОСТ 12.1.007-75	Показатель вредности по СанПиН 2.1.4.559-96	Концентрация, обеспечивающая противонакипную активность, мг/дм <sup>3</sup>
<b>«Аминат-К»</b>				
ТУ 2439-028-17965829-99 СЭЗ 77.01.12.243 п. 30823.10.2 от 22.10.2002 г.	4	4	органолептический	3,0–4,0
<b>Ингибитор отложений минеральных солей ИОМС-1</b>				
ТУ 2439-369-05763441-2003 СЭЗ 77.ФУ.02.241 п. 000350.02.03 от 27.02.2003 г.	4,0	4	органолептический	3,0–4,0
<b>Цинковый комплексолят гидроксизтилендифосфоновой кислоты (комп. ККФ) — ККФ-1; ККФ-2; ККФ-3</b>				
ТУ 2439-001-54418240-2003 СЭЗ 16.11.03.243 п. 000696.07.03 от 08.07.2003 г.	5,0	3	санитарно-токсикологический	3,0–4,0
<b>Оксизтилендифосфоновая кислота МА</b>				
ТУ 2439-363-05763441-2002 СЭЗ 77.ФУ.02.243 п.000902.05.02 от 21.05.2002 г.	0,6	3	санитарно-токсикологический	3,0–4,0
<b>Нитрилотриметилфосфоновая кислота термостойкая</b>				
ТУ 2439-347-05763441-2001, ГС 77.ФУ.02.261 п.01389.12.00 от 19.12.2000 г.	1,0	3	санитарно-токсикологический	2,0–3,0

Опыт внедрения комплексоного водно-химического режима на ЦТП-2 Вешняковского микрорайона позволил сделать ряд выводов:

1. Обработка воды весьма малыми концентрациями комплексонов (3,0–4,0 мг/дм<sup>3</sup>) позволяет полностью исключить образование отложений накипи и продуктов коррозии. При этом не требуется больших затрат реагентов, не образуется сточных вод, а кроме того, добавки комплексонов снижают коррозионную активность воды по отношению к железу и стали.

2. Из числа представленных на рынке дозирующих устройств для комплексонов в наибольшей мере подходит для применения в системах горячего водоснабжения дозатор «Иж-25», как по цене и качеству, так и по простоте конструкции, монтажа, эксплуатации и надежности в работе.

3. Наиболее подходящим препаратом для обработки горячей воды является препарат ИОМС-1 производства ОАО «Химпром» (г. Новочебоксарск), т.к. он обладает не только способностью инги-

бировать отложения соединений кальция, но и растворять застарелые отложения накипи и продуктов коррозии. □

#### Литература

1. Ф.Ф. Чаусов, Г.А. Равевская, М.А. Плетнев. Применение ингибиторов солеотложения и коррозии в системах отопления. Журнал «С.О.К.» №9/2003, стр. 30–33.



**Рис. 3. Заполнитель деаэратора (кольца Рашига) до внедрения комплексоной обработки воды и по истечении 6 месяцев эксплуатации в комплексоном водно-химическом режиме**