

Минко В.А., д-р техн. наук, проф.,
Феоктистов А.Ю., канд. техн. наук, доц.,
Гуныко И.В., аспирант,
Елистратова Ю.В., аспирант,
Тарасенко Н.В., магистр,
Ткач Л.В., магистрант

Белгородский государственный технологический университет им В.Г. Шухова

МЕТОДЫ ПРОВЕДЕНИЯ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕРОПРИЯТИЙ ПО БОРЬБЕ С НАКИПЕОБРАЗОВАНИЕМ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОПОТРЕБЛЕНИЯ

ovk.bel@gmail.com

Рассмотрены основные, применяемые на практике методы борьбы с накипеобразованием в системах теплопотребления. Выполнена классификация методов по различным признакам. На основании результатов применения на практике противонакипных методов, выявлены наиболее технически эффективные. Определён экономический эффект наиболее эффективных методов противонакипных мероприятий. Предложены оптимальные методы и комбинации методов противонакипных мероприятий для систем отопления, с разными сроками эксплуатации.

Ключевые слова накипеобразование, системы теплопотребления, противонакипные мероприятия, классификация противонакипных методов, техническая эффективность, экономический эффект.

Потребление энергии в нашей стране, как и во всём мире, растёт, и прежде всего, для теплообеспечения зданий и сооружений, при том, что добыча топлива обходится всё дороже, в связи с освоением глубоких месторождений в новых отдалённых районах. Важнейшей задачей РФ является энергосбережение в системах теплопотребления, т.к. на теплоснабжение гражданских и производственных зданий тратится до 40 % всех энергоресурсов страны.

Основными среди затрат на коммунально-бытовые нужды, являются затраты на отопление.

Для более 50 регионов России проблема энергосбережения в системах отопления связана с увеличением затрат из-за потери функциональности систем отопления, что оценивается не возобновляемыми потерями в 67 млн. Гкал тепла или 83,75 млрд. рублей в год [2].

Снижение функциональности систем отопления связано с ухудшением параметров работы систем отопления, вследствие процесса образования накипи на рабочих поверхностях.

На сегодняшний день, для улучшения условий теплопередачи, на практике применяют различные методы устранения и профилактики накипеобразования, которые можно разделить на несколько групп по разным признакам.

1. По направленности действия:

1.1. Методы удаления накипи.

- Химическая очистка (промывка), основана на применении растворов сильных кислот (кислотный реагент ВП-1с с ингибитором коррозии нержавеющей стали И-55, трилон- Б),

способных достаточно быстро и эффективно растворять, соли магния и кальция [2,3].

- Механическая очистка. Данный вид очистки предусматривает обязательную разборку оборудования для прямого доступа к элементам, на которых накопился слой накипи [2]. Удаление при этом происходит ручным или механическим инструментом. [2,3,7,8,].

- Пневмогидроимпульсная промывка. Данный метод очистки отопительных систем, осуществляется при помощи специального оборудования для промывки отопления – водяного пневмопистолета, который позволяет провести комплексную очистку водопроводных труб, диаметр которых не превышает 150 миллиметров [3].

- Гидродинамическая промывка. Представляет собой разрушение и удаление отложений из отопительной системы, струёй воды, которая подаётся под давлением до 200 атмосфер. [3]

1.2. Методы профилактики накипеобразования.

- Магнитная обработка воды (МОВ). Механизм предотвращения накипеобразования на теплообменных поверхностях с помощью магнитной обработки достаточно сложен и сводится к иницированию в воде структурной перестройки [5]. В результате карбонат кальция, который обычно кристаллизуется в кристаллографической модификации кальцит, начинает кристаллизоваться в арагонит рисунок 1. Арагонит не откладывается на теплообменных поверхностях.

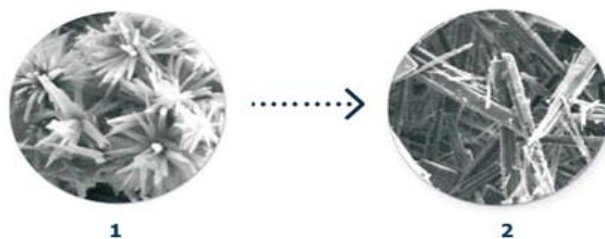


Рис. 1. Структурная перестройка карбоната кальция в результате МОВ

- Акустическая обработка воды. При озвучивании воды ультразвуком достаточной интенсивности, происходит разрушение, раскалывание образующихся в нагреваемой воде кристаллов солей жёсткости [2,3,6].

- Электромагнитная обработка воды. Применение электромагнитов, питающихся постоянным [5].

- Радиочастотная обработка воды. В приборах для радиочастотной обработки воды, излучатель генерируют переменный радиочастотный сигнал в диапазоне от 1 до 10 кГц.

- Специальная обработка воды (умягчение). Умягчение воды осуществляют 4 методами: термическим, основанным на нагревании воды, ее дистилляции или вымораживании; реагентным, при котором находящиеся в воде ионы Са и Mg связывают различными реагентами (например, известью) в практически нерастворимые соединения; ионного обмена, основанного на фильтровании умягчаемой воды через специальные материалы, обменивающие входящие в их состав ионы Na или H на ионы Са и Mg, содержащиеся в воде; диализа – на основе полупроницаемых мембран; комбинированным, представляющим собой различные сочетания перечисленных методов [2,7].

2. По принципу действия, методы противонакипных мероприятий могут быть классифицированы на:

2.1. Химические

- Смещение кальциевого равновесия дозированием кислот HCl , H_2SO_4 [3,7].

- Введение в оборотные системы ингибиторов накипеобразования ПАФ - 13, $MaPO_3$.

- Бицидная обработка воды [3] хлором и его соединениями, бромированной органикой, имеет эффективность очистки 54 -100%.

2.2. Физические

- Магнитная обработка воды (МОВ).

- Ультразвуковая и радиочастотная обработка.

- Каталитическая обработка, основанная на введении в поток металлов -протекторов, на поверхности которых происходит рост отложений [4,6]

- Радиационная обработка воды мощным световым или ультрафиолетовым импульсом

изменяет структуру карбонатов в воде и оказывает биоцидное воздействие [2].

- Использование энергии электрического разряда в воде. Ударная волна и гидродинамические импульсы, образующиеся при микроэлектровзрыве на конце рабочего кабеля, разрушают накипь и отложения практически любой прочности. Используется гибкий коаксиальный кабель, поэтому возможна очистка труб с изгибами [2].

- Применение полимерных покрытий. Значительно снижает интенсивность накипеобразования [4].

2.3. Механические

- Очистка при помощи прострела эластичных щеток или подача их на гибком валу [3].

- Промывка или продувка абразивными составами.

- Гидроструйный высоконапорный смыв отложений.

- Термический стресс - разрушение отложений под действием механических напряжений, вызванных резким перепадом температур [2].

- Шарикоочистка с введением во внутритрубное пространство стеклянных, резиновых, резиновых с корундовым пояском, пористых с ингибитором шариков [2].

- Факельное кипение стабилизирует толщину отложений за счет восходящих из пор и трещин отложений струй водяного пара.

3. Также, противонакипные мероприятия, могут быть классифицированы по виду методов на:

3.1. Обработка накипеобразующего раствора (теплоносителя), (умягчение воды 4 способами, магнитная обработка вода, ультразвуковая обработка воды, радиочастотная обработка воды и т.д).

3.2. Эксплуатационные мероприятия (различного рода очистки и промывки).

3.3. Конструкционные мероприятия (применение материалов устойчивых к зарастанию для конструкции теплообменных поверхностей).

По результатам применения вышеперечисленных методов на практике, описанных в различных работах [2,3,4,5,7] наиболее технически

эффективными методами проведения противонакипных мероприятий, считаются умягчение воды реагентным способом, умягчение воды ионообменным способом и методом диализа, химическая очистка (промывка), гидродинамическая очистка, магнитная обработка воды, электромагнитная обработка воды, акустическая обработка воды, применение полимерных покрытий теплообменных поверхностей.

В системах отопления не всегда удобно применение способов умягчение воды. Например, при открытой системе горячего водоснабжения достаточно сложно поддерживать необходимые параметры теплоносителя и большие количества технической воды по экологическим соображениям не очищаются до необходимого качества.

Умягчение воды реагентным способом при открытой системе горячего водоснабжения не применяется, так как в качестве реагентов применяются сильнодействующие химические соединения.

Была оценена экономическая эффективность технически эффективных и наиболее подходящих методов. В ценах 2013 года, был

рассчитан экономический эффект применения противонакипных мероприятий на один 4хподъездный 10 этажный дом.

Экономический эффект определялся по формуле [2]:

$$\mathcal{E} = \Pi - Н, \quad (1)$$

где \mathcal{E} – экономическая эффективность, руб.; Π – потери, обусловленные снижением производительности оборудования, руб.; $Н$ – затраты, связанные с проведением противонакипных методов, руб.

За один год применения противонакипных методов, экономический эффект, который определяется разницей затрат, положителен для магнитной обработки воды, для других методов отсутствует рисунок 2.а), что связано с большими затратами на проведение противонакипных мероприятий. Однако уже за 5 лет, экономический эффект положителен, и достаточно высок для большинства методов рисунок 2.б). Стоит отметить что экономический эффект для промывок и очисток, периодически исчезает, что объясняется необходимостью проводить данный вид мероприятий каждые 3-4 года.

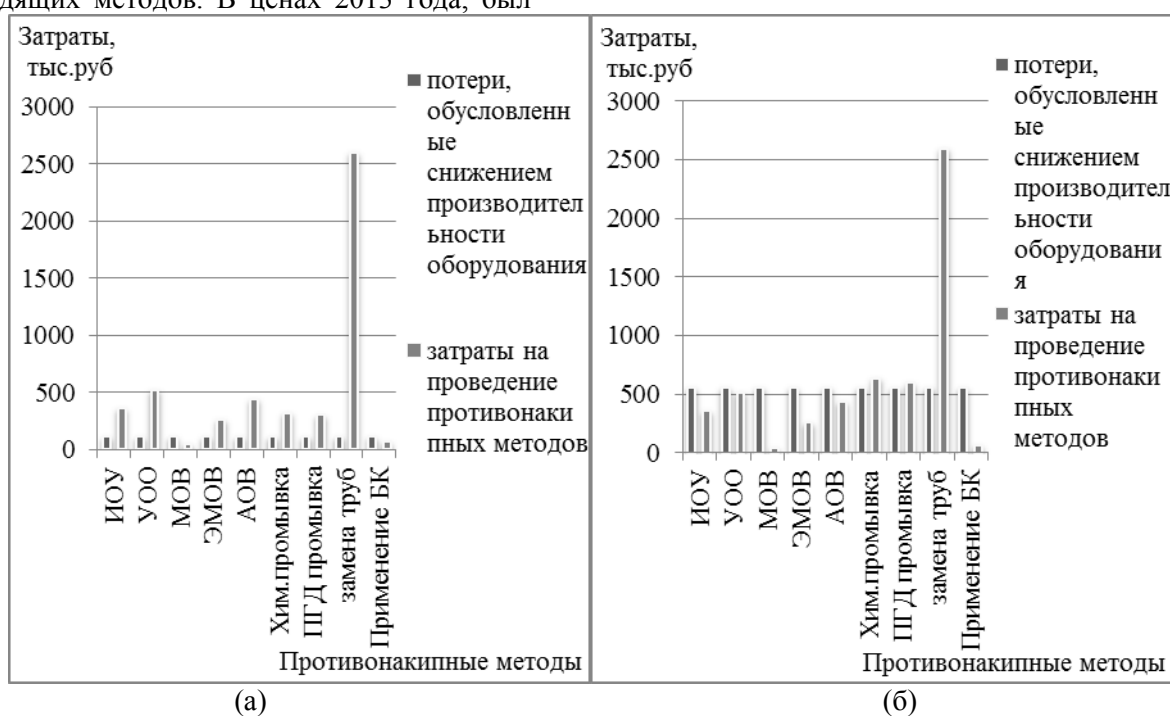


Рис. 2. Затраты на проведение противонакипных мероприятий в сравнение с потерями обусловленными снижением производительности систем отопления за 1 год (а), за 5 лет (б)

Сравнивая экономический эффект, всех рассмотренных методов, и учитывая их техническую эффективность, наиболее эффективным методом удаления отложений является – химическая промывка, наиболее эффективным методом профилактики отложений – является магнитная обработка воды.

Для систем отопления, находящихся в экс-

плуатации длительное время, необходимо первоначальное удаление накипи и дальнейшее поддержание работоспособности системы проведением профилактических мероприятий. Наибольший эффект (технический и экономический) можно получить при проведении промывки химическим способом и дальнейшей профилактики методом магнитной обработки

воды.

Для систем отопления, находящихся в эксплуатации незначительное время достаточно правильного выбора профилактического мероприятия. В результате исследования эффективности, наиболее эффективным методом профилактики накипеобразования является магнитная обработка воды.

Для систем отопления на стадии проектирования, рекомендован выбор материалов теплообменных поверхностей, к которому адгезия отложений минимальна.

Проведение противонакипных мероприятий, наиболее подходящих для конкретных сроков эксплуатации систем отопления, позволяет:

- Вывести системы отопления на проектные параметры, повысить температуры отапливаемых зданий;
- Увеличить сроки службы систем отопления без замены оборудования, снизить числа внеплановых ремонтов;
- Сократить расходы топлива для систем отопления;
- Снизить расходы электроэнергии;
- Снизить гидравлические потери.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Богословский В. Н., Сканиви А. Н. Отопление: Учеб. Для вузов. М.: Стойиздат, 1991. 735 с.: ил.
2. Сагань И. Н., Разладцн, Ю. С. Борьба с накипеобразованием в теплообменниках. Киев: Техника, 1986. 132 с.
3. Крушель Г. Е. Образование и предотвращение отложений в системах водяного охлаждения. М. Л.: Госэнергоиздат 1955. 213 с.
4. Швейко А. Н. Регулирование процесса образования отложений в оборудовании ТЭС и АЭС с целью увеличения эффективности теплообмена: дис. ... канд. техн. наук: 05.14.14 / Швейко Александр Николаевич. М., 1990. 172 с.
5. Бартнев Г.М., Зеленев Ю.В. Физика и механика полимеров: Учебное пособие для втузов. М.: Высш. шк., 1983. 391 с.
6. Очков В.Ф. Исследование процессов и разработка технологии магнитной обработки воды в теплоэнергетических установках.: 05.14.14 / Моск. энергет. ин-т - Москва, 1979 - Количество страниц: 172 с.
7. Миропольский З. Л., Бубликов И. А., Новиков Б.Е.. Исследование термического сопротивления отложений в теплообменниках, охлаждаемых технической водой // Теплоэнергетика. 1992. №5. С.71-74.
8. Минко В.А., Семиненко А.С., Гунько И.В. Елистратова Ю. В. Влияние отложений на рабочих поверхностях системы отопления на показатели работы элементов системы. // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. 2014. №5. С. 32-35
9. Кобелев Н.С., Минко В.А., Кобелев В.Н., Семиненко А.С., Гунько И.В., Токарева А.В., Тарасов Д.М. Энергосберегающее решение в биосферных системах отапливаемых жилых и общественных зданиях // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2014. № 2. С. 62-65