

ТЕПЛОТЕХНИКА

УДК 621.187.12

А.В. Неведров, Г.А. Солодов, А.В. Папин

КОМБИНИРОВАННЫЙ СПОСОБ АНТИНАКИПНОЙ ВОДОПОДГОТОВКИ ДЛЯ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Стабильное снабжение населения теплом является одним из обязательных условий обеспечения жизнедеятельности человека в бытовых условиях. Эта проблема особенно актуальна для Кузбасса, где отопительный сезон длится девять месяцев в году. Забота о снабжении промышленных предприятий и населения теплом и горячей водой ложится на системы теплоснабжения предприятий жилищно-коммунального хозяйства.

В системах теплоснабжения используется горячая вода, которую нагревают в котлах отопительных котельных или водяных подогревателях тепловых пунктов. Для возмещения потерь горячей воды, связанных с ее бытовым и производственным использованием системы горячего водоснабжения подпитывают свежей водой из природных источников.

Вода из большинства таких источников в Кузбассе имеет повышенное содержание растворенных солей кальция и магния, в результате чего имеют высокую склонность к образованию накипи. Образование слоя накипи на теплопередающих поверхностях нагрева указанных теплоисточников приводит к ухудшению коэффициента теплопередачи и снижению их мощности и теплопроизводительности, снижению эффективности использования и перерасходу топлива, увеличению количества продуктов сгорания, выбрасываемых в атмосферу [1].

Из выше сказанного, очевидно, что перед использованием для подпитки тепловых сетей и котлов вода должна подвергаться обработке с целью снижения ее способности к отложению накипи.

В России, как и в подавляющем большинстве других стран, обработка подпиточной воды в 75% случаев из 100 осуществляется методом умягчения воды на ионообменных фильтрах [2].

Этот метод требует значительных капитальных вложений, многочисленного эксплуатационного и ремонтного персонала, а также усложняет и затрудняет автоматизацию водоподготовительных установок. В результате работы ионообменных установок образуется большое количество отработанных регенерационных растворов, содержащих опасные для окружающей среды химические вещества. Большая часть этих растворов в виде жидких стоков оказывается в прилегающих поверхно-

стных водоемах, ухудшая экологическую обстановку.

Известные методы решения проблемы отработанных регенерационных растворов требуют больших капитальных и эксплуатационных затрат.

В условиях ухудшения состояния водных объектов постоянно повышаются требования контролирующих органов к качеству сбросных вод и все чаще возникают проблемы при согласовании сброса не только загрязненных, но и нормативно-чистых стоков[3].

Поэтому в последнее время предприятиями тепловой энергетики проявляется все больший интерес к физическим методам водоподготовки (обработка воды магнитным, электрическим, ультразвуковым полями). Эти методы водоподготовки позволяют защитить теплофикационное оборудование от накипи. Они не требуют громоздких сооружений, специальных контрольных лабораторий и не лимитируют количество обрабатываемой воды.

Но самое главное преимущество физических способов водоподготовки состоит в том, что они не связаны с применением химических реагентов и с образованием значительных количеств неутилизируемых отходов. Применение физических методов водоподготовки на предприятиях тепловой энергетики исключает загрязнение водоемов этими предприятиями и повышает их экологическую безопасность.

В основе обработки воды магнитным полем лежат изменения физико-химических свойств воды, возникающие при прохождении потока в межполюсном пространстве аппарата перпендикулярно магнитным силовым линиям. Изменения эти наблюдаются в воде, пересыщенной накипеобразователем и в присутствии ферромагнитных окислов железа. В воде, обработанной магнитным полем, жесткость воды не изменяется. Но характер выделяющихся твердых частиц становится иным. В омагниченной воде кристаллизация происходит не на поверхности нагрева, а в массе воды с образованием тонкодисперсного шлама, подлежащего удалению при продувке[4,5].

При воздействии ультразвукового акустического поля на накипеобразование, с одной стороны, возникают явления, обусловленные вибрацией

металлической поверхности и накипи: нарушается процесс кристаллизации, снижается прочность связи между образовавшейся накипью и металлом. Благодаря этому в подслой проникает вода, образуется пар, под давлением которого происходит вспучивание и отслаивание накипи. С другой стороны, ультразвук может способствовать агрегированию высокодисперсных частиц карбоната кальция, а в некоторых случаях и оказывать дробящее действие на выделившиеся частицы твердой фазы. В конечном итоге при воздействии ультразвука процесс кристаллизации приводит к образованию шлама, который удаляется продувкой[6].

Обработка воды постоянным электрическим полем заключается в пропускании ее через систему плоских электродов – анодов и катодов, на которые от внешнего источника подается постоянное напряжение.

Поток воды с осадком карбоната кальция поступает в антинакипной аппарат, где подвергается действию постоянного электрического поля. Под влиянием поля в аппарате и в системе протекают механические, химические и электрохимические процессы[7]. В постоянном электрическом поле твердые частицы карбоната кальция и гидрооксида магния перемещаются из потока воды к поверхности катодов. На поверхности катодов происходит отложение осадка солей накипеобразователей. Удаление этих осадков накипеобразователей из аппарата осуществляется механической чисткой во время его остановки, которая производится один раз в месяц или реже.

В лабораторных условиях нами были проведены исследования о влиянии каждого из физических полей на снижение накипеобразования на поверхности водогрейного оборудования. Исследования проводились на воде, имеющей общую жесткость 6,5 мг-экв/л, содержащей 4,3 мг-экв/л ионов кальция и 2,2 мг-экв/л ионов магния. Количество подпиточной воды составляло 20 % сетевой, поверхность нагревательного элемента – $5,6 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$.

Количество накипи, выделившейся на поверхности нагревательного элемента, определялось весовым методом. Через определенные промежутки времени работы установки проводилось взвешивание нагревательного элемента, и по разности масс нагревательного элемента двух последовательных измерений определялась масса накипи, образовавшейся за данный промежуток времени.

Затем был определен противонакипный эффект обработки воды физическими полями. Полученные результаты представлены в табл.1.

Из табл.1 видно, что наибольший противонакипный эффект достигается при обработке воды электрическим полем.

Но одна только стабилизационная обработка сетевой и подпиточной воды электрическим полем не обеспечивает полную защиту теплофикацион-

ного оборудования от накипи. Поэтому необходимо искать способы повышения противонакипного эффекта обработки воды электрическим полем.

Для решения данной задачи были проведены исследования по изучению совместного воздействия физических полей на процесс накипеобразования в теплофикационном оборудовании предприятий тепловой энергетики.

Было изучено влияние на накипеобразование совместной обработки воды двумя физическими полями в различных их сочетаниях и последовательностях. Эксперименты проводились при выше описанных условиях.

Таблица 1. Противонакипные эффекты обработки воды физическими полями

Способ обработки	Противонакипный эффект, %
Магнитное поле	54
Электрическое поле	72
Ультразвуковое поле	58

Таблица 2. Результаты комбинированного воздействия физических полей на накипеобразование

Способ обработки	Противонакипный эффект, %
электрическое поле – магнитное поле	81,5
магнитное поле – электрическое поле	84,9
электрическое поле – ультразвуковое поле	85,8
ультразвуковое поле – электрическое поле	87,1
магнитное поле – ультразвуковое поле	60,3
ультразвуковое поле – магнитное поле	62,4

На основании экспериментальных данных был определен противонакипный эффект обработки воды совместно двумя физическими полями. Полученные результаты представлены в табл.2.

Данные табл.2 показывают, что наибольший противонакипный эффект при комбинированной обработке воды физическими полями был получен при совместном воздействии ультразвукового поля и электрического поля. Этому соответствует наибольший противонакипный эффект, который равен 87,1%.

Предполагается, что повышение противонакипного эффекта в условиях совместного воздействия нескольких физических полей на процесс накипеобразования является прямым следствием суммарного воздействия, сопровождающегося увеличением концентрации центров кристаллизации. При обработке воды в последовательности: ультразвуковое поле – электрическое поле происходит следующий процесс. При прохождении во-

ды через аппарат обработки воды ультразвуковым полем происходит увеличение концентрации центров кристаллизации. Микроанализ частиц твердой фазы показал, что в этом случае частицы мельче, а концентрация их больше, чем при раздельной обработке воды этими полями. А образующиеся крупные частицы накипеобразователей осаждаются на катодах аппарата обработки воды электрическим полем.

Выводы

Антинакипная водоподготовка с помощью физических полей (электрическое, магнитное и ультразвуковое поля) является наиболее экологи-

чески безопасным способом водоподготовки и позволяет эффективно защищать водогрейное оборудование от накипи.

Наибольший противонакипный эффект водоподготовки с применением физических полей достигается при воздействии электрического поля.

Противонакипный эффект водоподготовки в системах теплоснабжения повышается при совместном воздействии физических полей на обрабатываемую воду. Наибольшую защиту водогрейного оборудования от накипи обеспечивает совместная обработка воды ультразвуковым и электрическим полями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Ушаков Г.В. Защита тепловых сетей от отложений накипи // Вестник КузГТУ. 2000. №1. С. 57-60.
2. Юрчевский Е.Б. Современное отечественное водоподготовительное оборудование для обессоливания и умягчения воды на ТЭС // Теплоэнергетика. 2002. №3. С. 62-67.
3. Седлов А.С., Шищенко В.В., Ильина Н.П. Промышленное освоение и унификация малоотходной технологии термохимического умягчения и обессоливания воды // Теплоэнергетика. 2001. №3. С. 28-33.
4. Кульский Л.А. Основы химии и технологии воды. - Киев: Наук.думка, 1991. 542 с.
5. Гульков А.Н. Применение магнитной обработки воды. - М.: Энергия, 1990. 179 с.
6. Тебенихин Е.Ф. Безреагентные методы обработки воды в энергоустановках. - М.: Энергия, 1977. 312 с.
7. Неведров А.В., Трясунов Б.Г., Ушаков Г.В. Обработка воды электрическим полем для защиты поверхностей водогрейного оборудования от накипи // Вестн. КузГТУ. 2002. №3. С. 66-68.

УДК 621.187.12

А.В. Неведров, Г.А. Солодов, А.В. Папин

БЕЗРЕАГЕНТНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВОДОПОДГОТОВКИ ДЛЯ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Анализ причин аварий при эксплуатации водогрейного оборудования в системах теплоснабжения показал, что одной из основных причин возникновения аварийных ситуаций является отложение накипи на стенках этого оборудования. Ликвидация аварий требует больших материальных и трудовых затрат. В результате аварий население и промышленные предприятия могут остаться без тепла и горячей воды на длительный срок.

Для защиты водогрейного оборудования от накипи воду перед использованием подвергают водоподготовке, с целью снижения ее накипеобразующей способности. За счет снижения накипеобразования методами водоподготовки повышается безопасность и эффективность работы водогрейного оборудо-

вания.

Существует несколько методов водоподготовки для снижения накипеобразующей способности воды: ионообменное умягчение воды, реагентное умягчение воды, умягчение воды электродиализом, ингибиравание солей жесткости, обработка воды физическими полями (электрическим, магнитным и ультразвуковым полем).

В России, как и в подавляющем большинстве других стран, наиболее распространенным способом водоподготовки для тепловых сетей является ионообменное умягчение воды [1]. Этот способ водоподготовки позволяет значительно снизить содержание солей жесткости в воде. Однако этот метод имеет существенные недостатки: 1) большие капитальные вложения и эксплуатационные

затраты; 2) образование сточных вод, в которых содержатся хлориды кальция, магния, натрия и другие химические соединения в концентрациях, значительно превышающих предельно допустимые. Эти сточные воды, попадая в водоемы, наносят им большой ущерб.

В последнее время постоянно повышаются требования контролирующих органов к качеству сбросных вод. Поэтому проявляется все больший интерес к безреагентным методам обработки воды (обработка воды электрическим, магнитным, ультразвуковым полями). Эти методы не связаны с применением химических реагентов, не требуют больших затрат на водоподготовку, исключают загрязнение водоемов, являются экологически безопасными и позволяют защитить водогрей-