

УДК 621.565

ОСОБЕННОСТИ МАГНИТНОЙ ОБРАБОТКИ ВОДЫ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ТЕХНОЛОГИИ ЕЕ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ГИПОХЛОРИДОМ НАТРИЯ

В.И. Беспалов, М.А. Загорнов
Томский политехнический университет, г. Томск
E-mail: vib@ped.tpu.ru

На тепловых электрических станциях (ТЭС), или других централизованных источниках тепла, обеспечивающих потребителей горячей водой по независимой схеме, возникает вопрос о способе подготовки воды для горячего водоснабжения. Как известно, она должна отвечать требованиям санитарных норм, то есть по крайней мере должна пройти обезжелезивание и обезвреживание. Обеззараживание воды обычно осуществляется с использованием жидкого хлора или гипохлорида натрия. Однако при подогреве такой воды, особенно взятой из артезианских скважин, возникает еще одна проблема – отложение солей жесткости на поверхностях нагрева. Особенности решения этой проблемы и посвящена данная работа.

Располагая собственными артезианскими скважинами, комбинат коммунальных предприятий (ККП) Академгородка г. Томска не мог использовать эту воду для нужд горячего водоснабжения (ГВС) из-за высокой общей жесткости, которая составляет 7,2 г-экв/м.³. Горячее водоснабжение от ККП обеспечивается системой скоростных водоводяных подогревателей, расположенных на центральном тепловом пункте. Комбинат вынужден был закупать умягченную воду в «Томских теплосетях» в объеме 1200 куб.м. в сутки. Попытки перейти на собственную воду без умягчения заканчивались неудачей из-за отложений солей в подогревателях ГВС уже в течение двух первых недель эксплуатации. Для обеспечения безнакипного режима работы был принят безреагентный метод обработки воды, предложенный НПООО «АКВА-Сервис». Схема подключения изображена на рис. 1.



Расход обрабатываемой воды изменялся от 10 до 80 куб.м./ч., температура от 8 до 10 С. Давление воды поддерживалось в пределах 6 ати. Скорости воды в подогревателях менялись от 0,1 до 0,8 м./с. Температура греющего теплоносителя достигала 120 °С, нагреваемой воды - 75 С. На момент запуска системы горячего водоснабжения, оборудованной устройством «Магнуст», на внутренней поверхности трубок подогревателей имелись

твердые отложения толщиной около 1 мм. После двух месяцев работы подогревателей был произведен контрольный осмотр, который не выявил никаких отложений. То есть при отсутствии новых отложений солей жесткости произошел размыв существующих. Влияние обработки воды жидким хлором на эффективную работу устройства «Магнуст» отмечено не было.

Через два месяца работы ГВС с устройством «Магнуст» был произведен контрольный осмотр подогревателей. Отложений на стенках труб обнаружено не было. Работа устройства «Магнуст» была оценена как эффективная.

В конце декабря 2001 г. на ККП была введена в эксплуатацию технология обеззараживания воды с использованием вместо жидкого хлора гипохлорида натрия. Из-за резкого ухудшения пропускной способности подогревателей 21 января 2002г. был произведен осмотр подогревателей. На поверхности трубок были обнаружены отложения толщиной до 5 мм. Очевидно, что быстрое зарастание подогревателей произошло вследствие применения гипохлорида натрия вместо жидкого хлора при существующей схеме системы ГВС ККП.

Процесс образования отложений солей жесткости достаточно известен. Соли временной жесткости в артезианской воде находятся в растворенном виде – бикарбонат кальция $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, аналогично для магния. При нагревании воды бикарбонат кальция распадается с образованием нерастворимой соли CaCO_3 . Этот процесс описывается следующей формулой:



При переходе на использование гипохлорида натрия в течение трех суток произошло зарастание теплообменников (рис. 2). Отложения имели бело-желтый цвет, состояли из крупных кристаллов (до 0.5 мм), твердость которых возрастала по мере высыхания отложений на воздухе. Однако эти отложения были достаточно хрупкими – легко разламывались в руках. Такое возможно, когда отложения не монолитны, а состоят из отдельных кристаллов и при механическом воздействии на них разрушаются по границе соединения этих кристаллов. Прочность этого соединения значительно меньше прочности самих кристаллов.

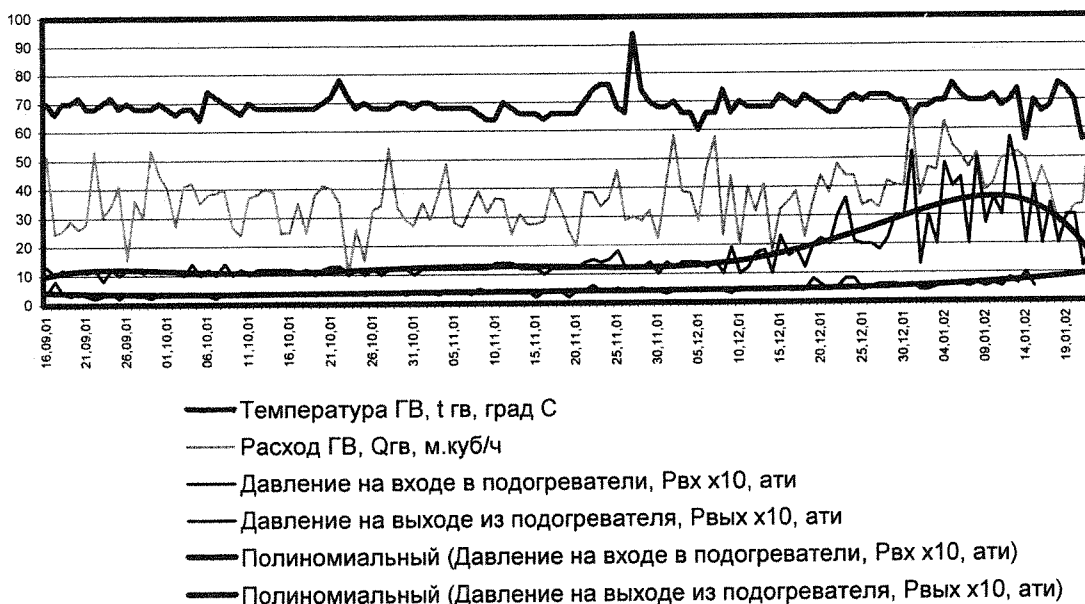
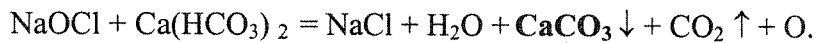


Рис. 2.

Причина сложившейся ситуации в том, что гипохлорид натрия вводился в воду до ее обработки устройством «Магнуст». Процесс разрушения бикарбонатов и формирования кристаллов из карбонатов кальция и магния начинался уже в точке смешивания гипохлорида натрия с жесткой водой:



Выделяющийся атомарный кислород является сильным окислителем и необходим для обеззараживания. Дальнейший рост кристаллов происходил в объеме воды, они выпадали на поверхности теплообмена с образованием плотных отложений. После анализа сложившейся ситуации было предложено реализовать следующую схему (рис.3).

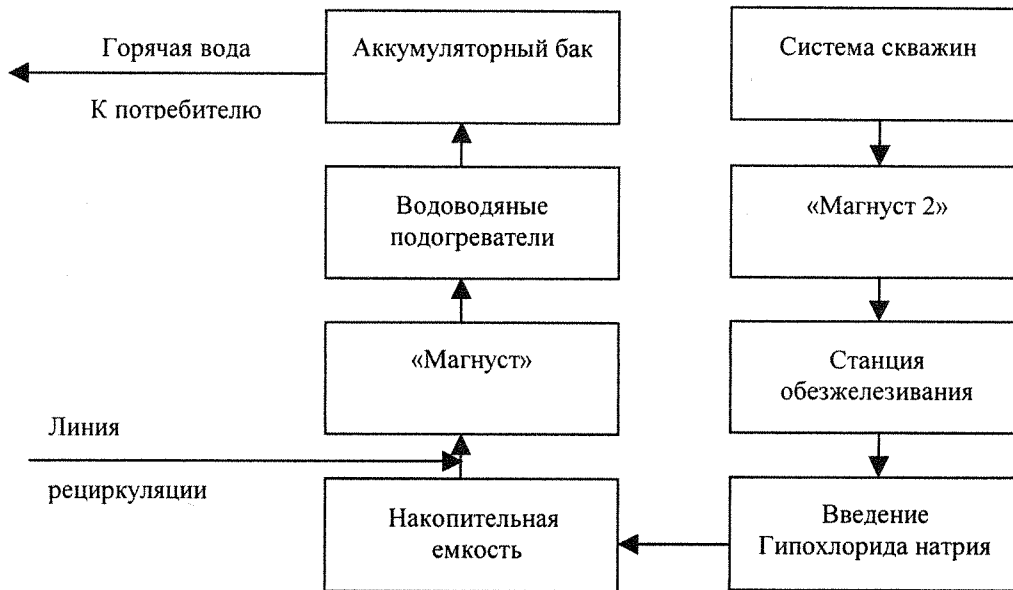


Рис. 3.

Второе устройство «Магнуст 2» с производительностью до 300 куб.м/ч было установлено до точки смешивания гипохлорида натрия с водой. Для увеличения скорости потока в подогревателях до 0.5 м/с часть воды с обратки ГВС была направлена в трубу питательной воды до обработки ее магнитным полем. Контроль за отложениями производился путем регулярного осмотра поверхностей подогревателей, часть секций которого была заменена новыми.

В течение трех последующих месяцев новых отложений солей не наблюдалось. Имеющиеся старые отложения интенсивно размываются.

Обработка воды устройством «Магнуст» до разрушения бикарбонатов при нагревании воды или добавления в нее гипохлорида натрия приводит к нарушению процесса формирования прочной кристаллической структуры, например, из ионов CaCO_3 . При этом в объеме воды образуются скопления ионов CaCO_3 в виде тонкодисперсного шлама, которые уже не образуют прочных отложений на поверхности теплообмена. Хотя при определенных условиях: низкой скорости потока, высокой концентрации шлама и высокой температуры (электрического потенциала) поверхности возможно образование вторичных отложений.

Очевидно, что нельзя рассматривать воздействие магнитного поля только на ионы кальция и магния. Воздействие магнитного поля происходит как на атомы химических элементов, находящихся в растворе, так и на группы, состоящие из этих атомов.

Из теории квантовой механики известно, что в спектрах атомов, помещенных во внешнее магнитное поле, обнаруживается дополнительное расщепление спектральных линий. Возникновение новых близко лежащих линий свидетельствует о том, что в магнитном поле энергия электронов изменяется. Вероятно, что изменения происходящие

на атомарном уровне, могут сказываться на свойствах молекул, состоящих из этих атомов. Следовательно, скопления таких молекул также будут проявлять себя, но уже как группы с определенными свойствами. То есть, с одной стороны, воздействие магнитного поля происходит на уровне элементарных частиц (магнитное поле электрона), с другой стороны, магнитное поле воздействует на группы (например, ионы солей - сила Лоренца и т.д.). Очевидно, что магнитное поле воздействует и на сам растворитель - диполи воды, ассоциаты, влияя на процессы диссоциации, гидратации, сольватации и т.д. Степень этого воздействия незначительна, так как энергия магнитного поля практически не расходуется (индукция магнитных материалов не меняется). Однако, после этого воздействия некоторые процессы в растворах воды протекают иначе (не происходит отложение солей жесткости, изменяется электропроводимость раствора воды и т.д.). Поэтому, воздействие магнитного поля на растворы воды необходимо рассматривать комплексно, что значительно и усложняет задачу.

Изложенный материал является результатом научно-практической работы кафедры Атомные и тепловые электростанции Томского политехнического института и НПООО «АКВА-Сервис». Разрабатываемые в лабораториях кафедры технологии безреагентной подготовки воды при ее обработке векторным и скалярным магнитным полем уже имеют свою область применения в теплоэнергетике.

Литература:

1. Зайцев О.С. Химия. Современный краткий курс: Учебник. - М.: Изд-во НЦЭНАС, 2001.
2. Химия/ В. Шретер, К.-Х. Лаутеншлегер, Х. Бибрак и др.: Справ. изд/ Пер. с нем. - М.: Химия, 2000.

УДК 621.311.22

ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОБРАБОТКИ ВОДЫ НА ТЭС МАГНИТНЫМИ ПОЛЯМИ

В.И. Беспалов, М.Ю. Лапицкий, М.А. Загорнов
Томский политехнический университет, г. Томск
E-mail: vib@ped.tpu.ru

Отложение различных солей на стенках теплообменных аппаратов ТЭС и других теплоэнергетических установок приводит к резкому снижению эффективности их работы, перерасходу топлива и частым остановкам для очистки.

Наиболее распространенными методами подготовки воды являются химические (коагуляция, ионообменное умягчение или полное химвосстановление) и термические (деаэрация, дистилляция). Все эти методы связаны с применением химических реагентов, что в конечном счете способствует образованию большого количества загрязненных сточных вод от водоподготовительных установок. Однако, даже при самой тщательной обработке добавочной воды удалить из неё все растворенные минеральные вещества не представляется возможным. Попадая в цикл, эти остаточные