

УДК 621.187.12

А.В. Неведров, Г.В. Ушаков, Б.Г. Трясунов, Г.А. Солодов

ЗАЩИТА ТЕПЛОФИКАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ОТ НАКИПИ ПУТЕМ ОБРАБОТКИ ВОДЫ ФИЗИЧЕСКИМИ ПОЛЯМИ

Важным моментом при проектировании тепловых сетей является выбор источника водоснабжения. Качество воды в нем будет существенно влиять на надежность водно-химического режима теплосети, а также на экономические показатели теплофикации, определяя затраты на сооружение и эксплуатацию водоподготовительной установки.

Исходная вода, пригодная для нужд теплофикации, должна отвечать прежде всего требованиям стандарта «Вода питьевая».

Исходная водопроводная вода в зависимости от конкретного водоисточника может иметь очень разнообразный химический состав. Задача теплофикационной водоподготовки заключается в приведение качества исходной воды в соответствие с теми требованиями, которые обеспечивают надежную и экономичную работу водогрейного оборудования и теплосети в целом [1].

Основные показатели качества подпиточной и сетевой воды нормируются и должны обеспечить безнакипное и бескоррозионное состояние поверхностей нагрева основного водогрейного оборудования, работающего в системе тепловых сетей с непосредственным водозабором и в закрытых сетях.

В системе теплофикации в качестве теплоисточника для приготовления горячей воды используются водогрейные котлы различных конструкций, параметров и водонагреватели пароводяные и водоводяные.

Образование слоя отложений на теплопередающих поверхностях нагрева указанных теплоисточников приводит к ухудшению коэффициента теплопередачи и снижению их

мощности и теплопроизводительности.

Загрязнение отложениями магистральных и разводящих трубопроводов теплотрасс приводит к ухудшению гидродинамического режима тепловых сетей и перерасходу электроэнергии на прокачку сетевой воды. Образование в водогрейных котлах и теплообменниках отложений, нарушающих их нормальную работу, приводит к необходимости периодической очистки поверхностей нагрева. Это сопряжено с простоями оборудования, значительными трудозатратами и повышенным износом труб. Еще больших затрат человеческого труда и материальных ресурсов требует устранение неполадок в магистральных теплотрассах и трубопроводах местных систем, вызванных нарушением водно-химического режима [2,3].

Отложения, образующиеся на поверхностях нагрева водогрейного оборудования, относятся к классу так называемых низкотемпературных. Основным компонентом таких отложений является карбонат кальция. Карбонат кальция может быть представлен в виде двух кристаллических форм: арагонита и кальцита. В зависимости от химического состава исходной воды и конкретных условий работы теплообменника в отложениях могут присутствовать окиси железа, сульфат кальция, силикаты и др.

Плотность и пористость накипи являются важными характеристиками, влияющими на теплопроводность – чем меньше плотность и больше пористость, тем ниже теплопроводность накипи.

С повышением теплопроводности повышается теплопередача через стенку котла к во-

де, и наоборот. Следовательно, накипь с более высокой теплопроводностью менее вредна.

Загрязнение поверхности нагрева котлов накипью и шламом прямо пропорционально жесткости подпиточной воды, т.е. чем выше жесткость подпиточной воды, тем больше отлагается в котлах накипи и шлама.

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

Обработка подпиточной воды на предприятиях тепловой энергетики осуществляется в основном путем умягчения воды Na-катионированием. Однако, этот метод обработки подпиточной воды имеет существенные недостатки.

Основным из недостатков умягчения воды Na-катионированием является образование при регенерации ионообменных фильтров отработанных регенерационных растворов, содержащих хлористые кальций, магний и натрий в концентрациях, значительно превышающих предельно допустимые.

Другими недостатками этого метода являются большие капитальные затраты на установку Na-катионитовых фильтров и большой расход соли на регенерацию ионообменных фильтров.

В последнее время возрастают требования к защите окружающей среды от вредных выбросов промышленных предприятий, вводятся штрафные санкции за выбросы, содержащие вредные вещества в количествах, превышающих предельно-допустимые нормативы. Поэтому в последнее время

проявляется все больший интерес к физическим методам обработки воды, которые, с одной стороны, позволяют защитить оборудование от накипи, а с другой не связаны с образованием значительного количества неутилизируемых отходов и применением химических реагентов. К таким методам относятся методы обработки воды физическими полями – магнитным, ультразвуковым, электрическим.

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[5-9].

При воздействии ультразвукового акустического поля на накипеобразование, с одной стороны, возникают явления, обусловленные вибрацией металлической поверхности и накипи: нарушаются 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 [4].

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 этого поля в аппарате и в системе протекают механические, химические и электрохимические процессы[10]. 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.

Антинакипные установки, основанные на обработке воды постоянным электрическим полем, внедрены на нескольких котельных Кемеровской области. В течение отопительных сезонов нами осуществлялся контроль за работой этих установок, в процессе которого с поверхности катодов отбирались пробы осадков. Эти осадки исследовались рентгенографическим и дериватографическим методами на содержание в них кальция и магния. Полученные данные исследований показали, что осадок в основном состоит из гидрооксида магния и карбо-

ната кальция, причем карбонат кальция представлен в виде кальцита и арагонита.

Нами были проведены исследования о влиянии электрического, магнитного и ультразвукового полей на снижение накипеобразования на поверхности водогрейного оборудования. Исследования проводились на воде, имеющей общую жесткость 6,5 мг-экв/л.

Исходная вода из терmostата по трубкам подавалась в аппарат для обработки одним из физических полей (электрическим, магнитным или ультразвуковым). Из аппарата вода поступала в котел со съемным электрическим нагревательным элементом. Перед котлом и после котла были установлены термометры. Из котла горячая вода поступала обратно в терmostat, но перед терmostатом отбиралось 20% воды. Такое же количество исходной холодной воды (20%) добавлялось в терmostat.

Температура воды перед котлом поддерживалась в пределах 60-65°C за счет охлаждения горячей воды из котла в терmostate, в котором встроен змеевик для подачи охлаждающей воды. Температура воды после котла поддерживалась в пределах 90-95°C за счет регулировки с помощью ЛАТРа напряжения на нагревательном элементе.

Количество накипи, выделившейся на поверхности нагревательного элемента, определялось весовым методом. Через определенные промежутки времени работы установки проводилось взвешивание нагревательного элемента, и по разно-

Таблица 1

Результаты воздействия обработки воды физическими полями на накипеобразование

Способ обработки	Количество накипи, мг	Противонакипный эффект, %
Контрольный опыт	456	
Магнитное поле	214	53,6
Электрическое поле	83	81,2
Ультразвуковое поле	194	57,8

сти масс нагревательного элемента двух последовательных измерений определялась масса накипи, образовавшейся за данный промежуток времени.

На основании полученных экспериментальных данных были построены кривые кинетики отложения накипи на нагревательном элементе. Эти кривые представлены на рис.1.

После того, как было изучено влияние каждого из физических полей на накипеобразование, был определен противонакипный эффект обработки воды физическими полями.

Полученные результаты представлены в табл.1.

Данные табл.1 показывают, что наименьшее количество накипи, выделившейся на поверхности нагревательного элемента, получено при обработке воды электрическим полем. Этому соответствует наибольший противонакипный эффект, который равен 81,2%.

Также было изучено влияние на накипеобразование совместной обработки воды двумя физическими полями в различных их сочетаниях и последовательностях. Эксперименты проводились на выше описанной установке. По полученным экспериментальным данным были построены кривые кинетики отложения накипи на нагревательном элементе, которые представлены на рис.2.

На основании экспериментальных данных был определен

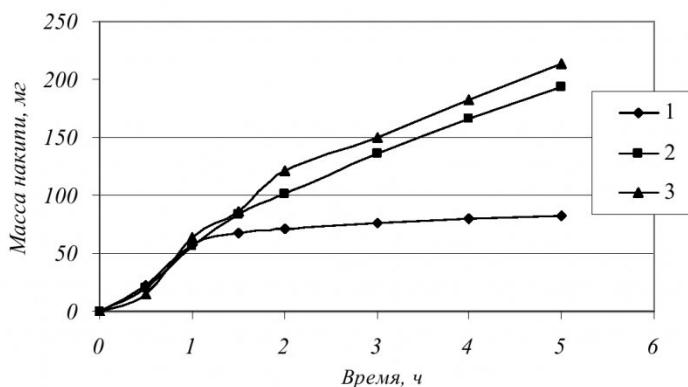


Рис.1. Кинетика отложения накипи при обработке воды одним физическим полем: 1- электрическое ; 2- ультразвуковое ; 3 – магнитное

Таблица 2
Результаты комбинированного воздействия двух физических полей на накипеобразование

Способ обработки	Количество накипи, мг	Противонакипный эффект, %
Контрольный опыт	456	
электрическое поле – магнитное поле	80	81,5
магнитное поле – электрическое поле	69	84,9
электрическое поле – ультразвуковое поле	64	85,8
ультразвуковое поле – электрическое поле	57	87,1
магнитное поле – ультразвуковое поле	181	60,3
ультразвуковое поле – магнитное поле	172	62,4

противонакипный эффект обработки воды совместно двумя физическими полями. Полученные результаты представлены в табл.2.

Данные табл.2 показывают, что наименьшее количество накипи, выделившейся на поверхности нагревательного элемента, получено при совместном действии ультразвукового поля и электрического поля. Этому соответствует наибольший противонакипный эффект, который равен 87,1%.

Повышение противонакипного эффекта в условиях комбинированной обработки воды физическими полями является прямым следствием суммарного воздействия, сопровождающегося увеличением концентрации центров кристаллизации.

Выводы

Применение физических методов водоподготовки исключает загрязнение окружающей среды вредными стоками

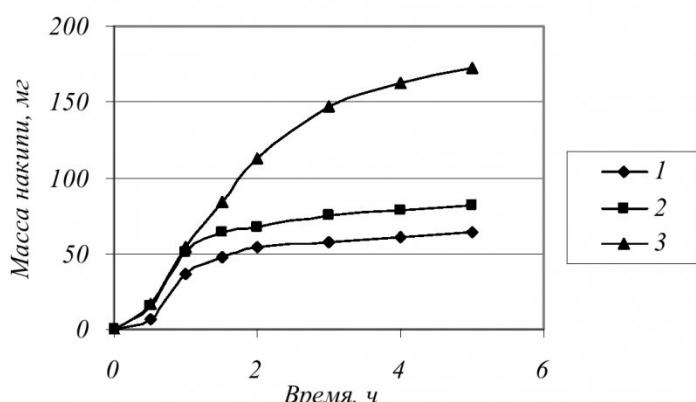


Рис.2. Кинетика отложения накипи при обработке воды двумя физическими полями: 1- электрическое-звуковое; 2- электрическое-магнитное; 3- ультразвуковое – магнитное

водоподготовительных установок. Эти методы не требуют громоздких сооружений, специальных контрольных лабораторий и не лимитируют количество обрабатываемой воды. Кроме того, физические методы являются достаточно эффективными

для борьбы с накипеобразованием.

При стабилизационной обработке воды электрическим полем достигается больший противонакипный эффект, чем при обработке воды магнитным или ультразвуковым полем.

При обработке воды совместно двумя физическими полями повышается противонакипный эффект. Наибольшее его значение достигается при совместной обработке воды электрическим и ультразвуковым полями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Лапотышкина Н.П., Сазонов Р.П.* Водоподготовка и водохимический режим тепловых сетей. - М.: Энергоиздат, 1982.- 249 с.
2. *Шапров М.Ф.* Водоподготовка для промышленных и отопительных котельных. - М.: Стройиздат, 1976.-119 с.
3. *Николадзе Г.И.* Технология очистки природных вод. - М.: Высш.шк., 1987. - 479 с.
4. *Тебенихин Е.Ф.* Безреагентные методы обработки воды в энергоустановках. - М.:Энергия, 1977. - 312 с.
5. *Кульский Л.А.* Основы химии и технологии воды. - Киев: Наук. думка, 1991. - 542 с.
6. *Гульков А.Н.* Применение магнитной обработки воды. - М.:Энергия, 1990. - 179 с.
7. *Душкин С.С., Евстратов В.Н.* Магнитная водоподготовка на химических предприятиях. - М.:Химия, 1986. - 144 с.
8. *Тебенихин Е.Ф., Гусев Б.Т.* Обработка воды магнитным полем в теплоэнергетике. - М.:Энергия, 1970. - 100 с.
9. *Классен В.И.* Омагничивание водных систем. - М.:Химия, 1982. - 240 с.
10. *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.

□ Авторы статьи:

Неведров
Александр Викторович
– аспирант каф. химической технологии твердого топлива и экологии.

Ушаков
Геннадий Викторович
– канд. техн. наук, доцент каф. химической технологии твердого топлива и экологии

Трясунов
Борис Григорьевич
– докт. хим. наук, проф. каф. химической технологии твердого топлива и экологии

Солодов
Геннадий Афанасьевич
– докт. техн. наук, проф. каф. химической технологии твердого топлива и экологии

УДК 632.15

Д.В. Шевелев, А.М. Рогатых, Х.А. Исхаков

СОСТАВ ВОДЫ, ВЫТЕКАЮЩЕЙ ИЗ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ.

Уголь и углесодержащие породы при контакте с кислородом воздуха и, особенно, при наличии влаги начинают самопроизвольно нагреваться за счет химических реакций, что приводит к их самовозгоранию [1].

Вода является растворителем для многих природных соединений, в том числе для большинства газов. С участием воды протекают окислительно-восстановительные реакции в недрах, а также современное минералообразование на поверхности углей и пород. Вытекая из угольных пластов, вода вымывает минеральные компоненты углей (МКУ), что приводит к концентрированию их в местах высыхания. Например, при исследовании явления самовозгорания углей в карьере, внимание привлекло интенсивное минералообразование на обнажениях пласта Волковский на одном из участков разреза Кедровский, где наблюдается чередование массивов, поверхность которых покрыта

белым налетом, с массивами, покрытыми желтым налетом. В отличие от процессов, характерных при самовозгорании, наблюдавшие здесь явления происходят при обычных температурах [2].

Минеральный состав отложений характеризуется наличием тех веществ, которые устойчивы в зоне осадконакопления или образуются при экзогенных процессах. К ним относятся гидроксиды, сульфаты, карбонаты железа, кальция, магния, а также силикаты [3].

Представляло интерес изучить состав веществ, вымываемых водой из угольных пластов и вмещающих пород. Наблюдения проведены на пласте Волковский разрезов “Кедровский” и “Черниговский”. Оба разреза расположены в Кемеровском геологическом-промышленном районе Северной части Кузнецкого бассейна. Угленосные залежи представлены отложениями балахонской серии и частично кольчугинской. Вмещающие породы со-