

ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА

УДК 621.187.12

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

ПРОБЛЕМЫ НАКИПЕОБРАЗОВАНИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Для предприятий тепловой энергетики одной из главных проблем является отложение накипи на поверхностях теплообменного оборудования.

Слой накипи имеет очень низкую теплопроводность. Поэтому отложение накипи на стенах водогрейного оборудования приводит к ухудшению условий передачи тепла в котельном и теплообменном оборудовании, снижению их мощности и теплопроизводительности. Накипь снижает эффективность использования топлива, приводит к перерасходу топлива и тем самым увеличивает количество продуктов сгорания, выбрасываемых в атмосферу (оксиды серы, азота, углерода, сажи и др.), повышает экологическую опасность предприятий тепловой энергетики [1].

Загрязнение отложениями накипи магистральных и разводящих трубопроводов теплотрасс приводит к ухудшению гидродинамического режима тепловых сетей и перерасходу электроэнергии на прокачку сетевой воды [2-4].

Структура накипи в значительной степени зависит от солевого состава подпиточной воды, а также от физико-химических условий, при которых протекают процессы образования накипи в котлах. По химическому составу различают несколько видов накипи [2].

В карбонатной накипи преобладают (70-80%) карбонаты кальция CaCO_3 и магния MgCO_3 . Структура таких накипей чрезвычайно разнообразна - от аморфного порошкообразного налета до плотных отложе-

ний светло-серого цвета. Она образуется в котле в местах с пониженной температурой и замедленной циркуляцией воды. Карбонат кальция может быть

представлен в виде двух кристаллических форм: арагонита и кальцита.

Сульфатная (гипсовая) накипь содержит 50-70% сульфата

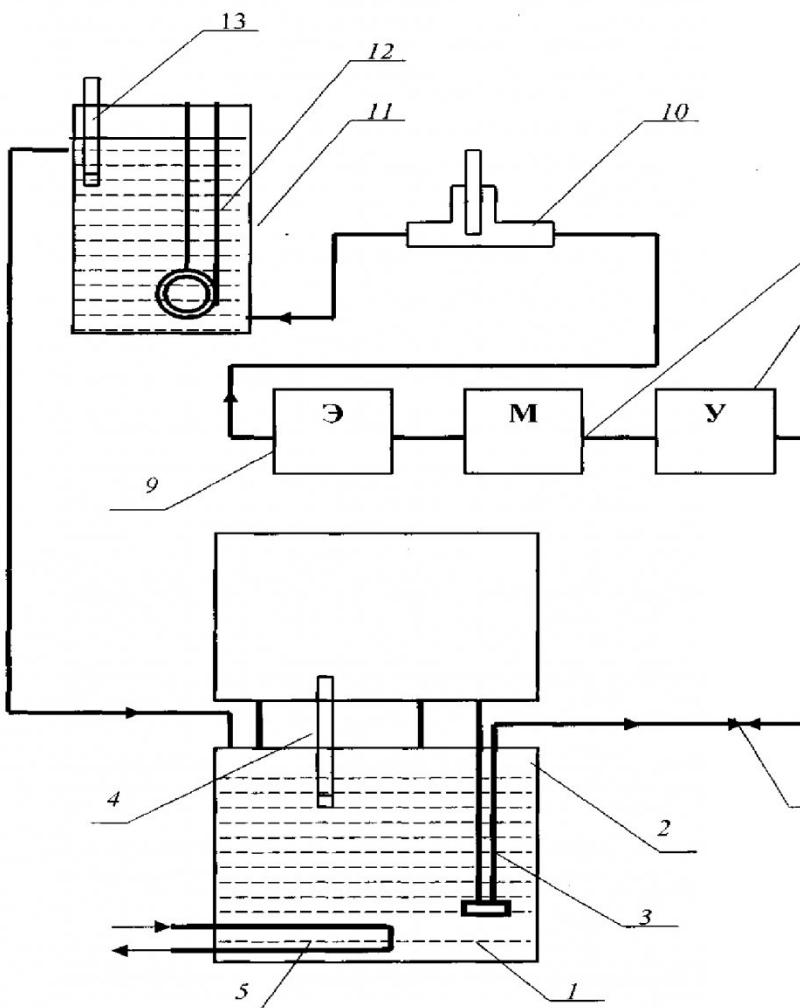


Рис.1. Схема лабораторной установки:
 1 – исследуемая вода; 2 – термостат; 3 – насос; 4,13 – термометры; 5 – U-образная трубка для охлаждающей воды; 6 – вентиль; 7,8,9 – аппараты для обработки воды ультразвуковым, магнитным и электрическим полями соответственно; 10 – стеклянный тройник с термометром; 11 – герметичный цилиндрический сосуд; 12 – электрический нагревательный элемент

кальция CaSO_4 и отличается плотностью, твердостью и сцепляемостью с металлом. Она отлагается на наиболее горячей поверхности нагрева котлов.

В силикатной накипи содержится 20-25% силикатов кальция CaSiO_3 и магния MgSiO_3 , гидросиликатов магния и кальция. Она обладает большой твердостью и малой теплопроводностью, отлагается на поверхностях нагрева с наибольшей плотностью теплового потока, имеет стекловидный вид и является наиболее опасным видом накипи.

Смешанная накипь состоит из смеси сульфата кальция, карбонатов кальция и магния, силиката кальция, фосфата магния с примесью окислов железа Fe_2O_3 , Fe_3O_4 и алюминия Al_2O_3 .

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 воде, и наоборот. Следовательно, накипь с более высокой теплопроводностью менее вредна, чем с малой.

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.

На предприятиях тепловой энергетики для возмещения потерь горячей воды, связанных с ее бытовым и производственным использованием системы горячего водоснабжения подпитывают свежей водой из природных источников.

Большинство природных источников имеет высокое содержание солей жесткости, в результате чего имеет высокую склонность к образованию накипи[4-5]. Поэтому перед использованием для подпитки котлов и тепловых сетей воду

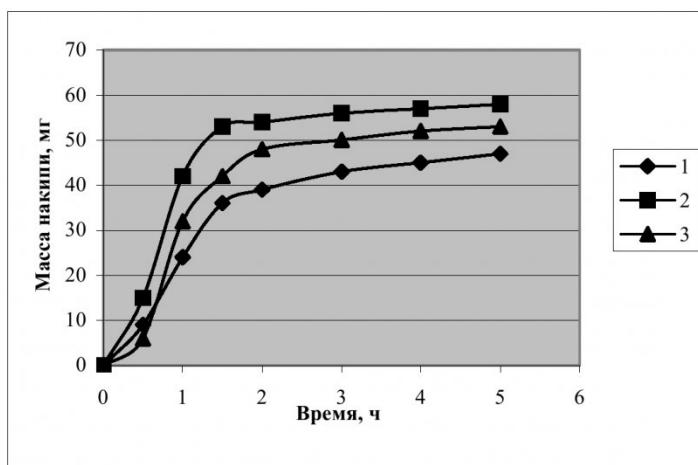


Рис.2. Кинетика отложения накипи при обработке воды физическими полями: 1-ультразвуковое поле – магнитное поле – электрическое поле; 2-магнитное поле – ультразвуковое поле – электрическое поле; 3-магнитное поле – электрическое поле – ультразвуковое поле.

необходимо подвергать обработке с целью снижения ее способности к накипеобразованию.

В связи с тем, что в последнее время стали возрастать требования к защите окружающей среды от вредных выбросов промышленных предприятий, вводятся штрафные санкции за выбросы, содержащие вредные вещества в количествах, превышающих предельно допустимые нормативы, предприятиями тепловой энергетики стал проявляться все больший интерес к физическим методам водоподготовки.

Физические способы водоподготовки не связаны с применением химических реагентов и с образованием значительного количества неутилизируемых отходов. Применение физических методов на предприятиях тепловой энергетики исключает загрязнение водоемов этими предприятиями и повышает их экологическую безопасность[6-8].

Вместе с тем, физические методы водоподготовки являются эффективными способами защиты теплофикационного оборудования от накипи. Они не требуют громоздких сооружений, просты и дешевы в эксплуатации и не лимитируют количество обрабатываемой

воды [9].

Нами были проведены исследования по выяснению противонакипного эффекта обработки воды совместно тремя физическими полями. Исследования проводились на лабораторной установке, схема которой показана на рис.1.

Исследуемая вода 1 из терmostата 2 с помощью насоса 3 по резиновой трубке подается в герметичный цилиндрический сосуд 11, в который встроены электрический нагревательный элемент 12 и термометр 13. Перед сосудом 11 исследуемая вода проходит через аппараты 7,8,9, в которых подвергается обработке соответственно ультразвуковым, магнитным и электрическим полями. Из герметичного цилиндрического сосуда 11 горячая вода поступает обратно в термостат 2, но перед термостатом отбиралось 20% горячей воды и столько же (20%) добавлялось исходной холодной воды. Расход воды в резиновой трубке регулировался с помощью вентиля. Температура воды перед поступлением в сосуд 11 определялась с помощью термометра 10 и поддерживалась в пределах 60-65°C за счет охлаждения ее в термостате холодной водой, протекающей по U-образной трубке

Противонакипные эффекты обработки воды физическими полями

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
Ультразвуковое поле – магнитное поле – электрическое поле	47	89,69
Магнитное поле – ультразвуковое поле – электрическое поле	58	87,28
Электрическое поле – магнитное поле – ультразвуковое поле	51	88,81
Электрическое поле – ультразвуковое поле – магнитное поле	49	89,25
Ультразвуковое поле – электрическое поле – магнитное поле	56	87,77
Магнитное поле – электрическое поле – ультразвуковое поле	53	88,37

5. Температура воды на выходе из сосуда 11 определялась термометром 13 и поддерживалась в пределах 92-95°C регулированием с помощью ЛАТРа напряжения, подаваемого на нагревательный элемент 12.

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.

По полученным экспериментальным данным были построены кривые кинетики отложения накипи на нагревательном элементе (рис.2).

Для каждого способа обработки воды физическими полями был определен противонакипный эффект. Полученные результаты представлены в таблице, откуда видно, что совместная обработка воды тремя физическими полями повышает противонакипный эффект по

сравнению с обработкой воды одним физическим полем. Наибольший противонакипный эффект достигается при обработке воды физическими полями в следующей последовательности: ультразвуковое поле – магнитное поле – электрическое поле.

Обработка воды физическими полями является эффективным способом защиты теплофикационного оборудования предприятий тепловой энергетики от накипи и повышает экологическую безопасность этих предприятий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Лотош В.Е. Экология природопользования.-М.:Высш.шк.,2000. -540 с.
- Шапров М.Ф. Водоподготовка для промышленных и отопительных котельных. -М.: Стройиздат,1976. -119 с.
- Лапотышкина Н.П., Сазанов Р.П. Водоподготовка и воднохимический режим тепловых сетей. - М.:Энергоиздат,1982.-249 с.
- Белан Ф.И., Сутоцкий Г.П. Водоподготовка промышленных котельных.-М.:Энергия,1969. -289 с.
- Клячко В.А., Апемин И.Э. Очистка природных вод.-М.:Стройиздат,1971. -421 с.
- Душкин С.С., Евстратов В.Н. Магнитная водоподготовка на химических предприятиях. -М.:Химия,1986.-367с.
- Классен В.И. Омагничивание водных систем. -М.: Химия,1978.-325 с.
- Тебенихин Е.Ф. Безреагентные методы обработки воды в энергоустановках . -М.:Энергия,1977.-312 с.
- 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