

УДК 621.187.12

А.В.Неведров

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

В последнее время в мире в целом сложилась сложная экологическая обстановка. Это связано с тем, что за последние десятилетия мировое промышленное производство интенсивно развивалось и продолжает развиваться в настоящее время. В связи с этим в атмосферу поступают значительные количества оксидов азота и серы, соединения свинца и ртути, углеводороды и др.; в водоемы сбрасывается большая масса различных химических соединений. Возрастают отвалы золошлаковых отходов[1].

Поэтому 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.

Одним из главных источников загрязнения окружающей среды являются предприятия тепловой энергетики[2].

Одним из обязательных условий обеспечения жизнедеятельности человека в бытовых условиях является стабильное снабжение населения теплом.

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.

Большинство природных источников имеет высокое содержание растворенных солей кальция и магния, в результате чего имеет высокую склонность к образованию накипи. Накипь

в виде твердого слоя отлагается на стенках водогрейного оборудования и трубопроводов. Толщина накипи составляет от нескольких до десятков миллиметров. В отдельных случаях накипь полностью забивает трубы в котлах и водоподогревателях.

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.[3,4].

Слой накипи имеет очень низкую теплопроводность. Поэтому отложение накипи на стенках 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 и углерода, сажи и др.).

Диоксид серы благодаря своей активности в атмосфере претерпевает ряд химических превращений, главное из них – окисление и образование H_2SO_4 . При этом кислотные пары могут разноситься с облаками на сотни километров (до 1500 км) от источника выброса до мест выпадения их с осадками.

Во влажной атмосфере об-

лаков, насыщенных парами воды, SO_2 сначала образует сернистую кислоту, из которой потом образуется серная кислота.

Кислотные соединения азота (NO , NO_2) служат источниками образования атмосферной азотной кислоты.

В отличие от серной азотная кислота может долгое время оставаться в атмосфере в газообразном состоянии, так как она плохо конденсируется. Пары HNO_3 в атмосфере поглощаются капельной влагой облаков и частицами аэрозолей.

Основное самоочищение атмосферы происходит за счет выпадения кислотных дождей и снега, наносящих серьезный ущерб флоре, фауне (химические ожоги), вызывающих коррозию и разрушение элементов зданий и сооружений.

Самоочищение происходит и при «сухом» осаждении кислых осадков, т.е. в виде самого газа SO_2 , растворенного в мельчайших каплях тумана, в котором медленно образуется аэрозоль серной кислоты, что типично для атмосферы с высоким содержанием диспергированной влаги и мощных выбросов SO_2 [5].

Кислотные осадки вызывают деградацию лесов, особенно хвойных. Попадая на листья и хвою деревьев, кислоты разрушают защитный восковой покров, что делает растения более уязвимыми для патогенных организмов, снижает их сопротивляемость болезням, способствует большему испарению влаги.

При взаимодействии кислотных осадков с почвенным покровом усиливаются процессы выщелачивания биогенов. При $pH < 4$ резко снижается активность редуцентов и азотфиксаторов, обостряется дефицит питательных веществ: поч-

вы теряют плодородие.

Увеличение выбросов CO_2 усиливает «парниковый эффект», который повышает среднюю температуру поверхности Земли.

Отходы предприятий тепловой энергетики включают в себя остатки недогоревшего топлива и золу. Их накопление в зонах промышленных регионов наносит существенный урон почвенным экосистемам[1,2].

Для того, чтобы уменьшить пагубное воздействие предприятий тепловой энергетики на окружающую среду, необходимо перед использованием для подпитки тепловых сетей воду подвергать обработке с целью снижения ее способности к накипеобразованию.

Для борьбы с накипеобразованием на предприятиях тепловой энергетики применяют различные методы обработки воды.

В настоящее время для подготовки воды наиболее распространено катионирование. Катионирование воды осуществляется путем пропускания ее через слой зернистого катионита [6,7]. В результате ионы кальция и магния обмениваются на ионы натрия, присутствующие в катионите. Отработанный катионит регенерируют раствором поваренной соли.

Такой метод водоподготовки имеет ряд недостатков. Основным из них является образование при регенерации ионообменных фильтров отработанных регенерационных растворов, содержащих хлористые кальций, магний, натрий в концентрациях, значительно превышающих предельно допустимые.

Отработанные регенерационные растворы, попадая в водоемы, пагубно влияют на живые организмы, обитающие в этих водоемах. Живые организмы адаптировались к среде с $\text{pH} = 6-7$. В среде, загрязненной отработанными регенерационными растворами, яйцеклетки и молодь водных обитателей гибнут. Изменения затрагивают

пищевые цепи, сокращая сначала популяции птиц и животных, питающихся обитателями вод, а затем и хищников[1].

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

Другими недостатками катионирования воды являются большие капитальные затраты на установку катионитовых фильтров и большой расход соли на регенерацию ионообменных фильтров.

В отличие от умягчения воды катионированием физические способы водоподготовки (обработка воды электрическим, магнитным, ультразвуковым полями) 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, что приобретает в последнее время особую значимость.

Кроме того, физические методы водоподготовки являются эффективными способами защиты теплофикационного оборудования от накипи. Они не требуют громоздких сооружений, специальных контрольных лабораторий и не лимитируют количество обрабатываемой воды [8,9].

Поэтому в последнее время предприятиями тепловой энергетики стал проявляться все больший интерес к физическим методам водоподготовки.

В лабораторных условиях нами были проведены исследования по выяснению противонакипного эффекта обработки воды физическими полями. Исследования проводились на воде с общей жесткостью 6,5 мг-экв./л.

Исходная вода из термостата по трубкам подавалась в аппарат для обработки одним из физических полей (электриче-

ским, магнитным, 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 термостат, но перед термостатом отбирались 20% воды. Такое же количество исходной воды (20%) добавлялось в термостат.

Температура воды перед котлом поддерживалась в пределах 60-65°C за счет охлаждения горячей воды из котла в термостате, 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.

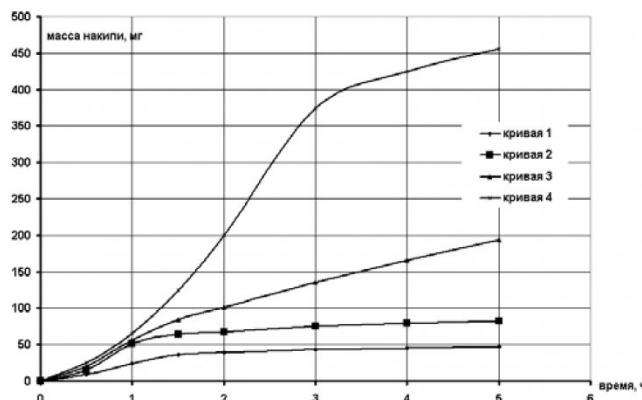
Количество накипи, выделившейся на поверхности нагревательного элемента, определялось весовым методом. Через определенные промежутки времени работы установки проводилось взвешивание нагревательного элемента, и по разности масс нагревательного элемента двух последовательных измерений определялась масса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

Затем было изучено влияние обработки воды совместно двумя физическими полями на снижение накипеобразования. Исследования проводились на выше описанной установке при тех же условиях. Изучалось влияние обработки воды совместно двумя физическими полями при различных сочетаниях и последовательностях физических полей. Также было изучено влияние совместной обработки воды тремя физическими полями на процесс накипеобразования.

На основании полученных экспериментальных данных были определены противонакипные эффекты обработки воды всеми этими способами. Полученные результаты представлены в таблице, откуда видно,

Таблица
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
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
Ультразвуковое поле – магнитное поле – электрическое поле	47	89,69



Кинетика отложения накипи при обработке воды физическими полями: 1-ультразвуково-магнитное-электрическое поле; 2-электрическое-магнитное поле; 3-ультразвуковое поле; 4-без обработки физическими полями

что совместная обработка воды физическими полями повышает противонакипный эффект.

Повышение противонакипного эффекта в условиях комбинированной обработки воды физическими полями является прямым следствием суммарного воздействия, сопровождающе-

гося увеличением концентрации центров кристаллизации.

По полученным экспериментальным данным были построены кривые кинетики отложения накипи на поверхности нагревательного элемента, которые представлены на рисунке.

Из рисунка видно, что фи-

зические методы водоподготовки являются достаточно эффективными способами борьбы с накипеобразованием.

В Кемеровской области на ряде котельных смонтированы установки для защиты котлов от отложений накипи стабилизационной обработкой сетевой воды постоянным электрическим полем в антискользящих аппаратах. В течение нескольких отопительных сезонов нами осуществлялся контроль за работой нескольких аппаратов [10].

Опыт практической эксплуатации антискользящих аппаратов в котельных Кемеровской области показал, что при стабилизационной обработке сетевой и подпиточной воды электрическим полем достигнуты следующие результаты:

- Увеличился срок службы котлов приблизительно в 2 раза. Забивание кипятильных труб отложениями накипи прекратилось. Резко сократилось количество прогаров кипятильных труб котлов и количество работ по их ремонту и замене.

- Улучшились условия работы тепловых магистральных и квартальных сетей. Уменьшилось количество ремонтов тепловых сетей.

Выводы

Применение физических методов водоподготовки на предприятиях тепловой энергетики исключает загрязнение окружающей среды вредными стоками водоподготовительных установок и повышает экологическую безопасность этих предприятий.

Физические методы водоподготовки являются достаточно эффективными способами борьбы с накипеобразованием.

Противонакипный эффект обработки воды физическими полями значительно увеличивается при их совместной обработке воды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Большаков В.Н., Липунов И.Н. Экология.- М.:Высш.шк., 2000.-326 с.

2. *Лотоши В.Е.* Экология природопользования.- М.:Высш.шк., 2000.-540 с.
3. *Лапотышкина Н.П., Сазанов Р.П.* Водоподготовка и водохимический режим тепловых сетей.-М.:Энергоиздат, 1982.-249 с.
4. *Шапров М.Ф.* Водоподготовка для промышленных и отопительных котельных.-М.:Стройиздат, 1976.-119 с.
5. *Аксенова О.В., Боголюбов С.А.* Экология.-М.:Высш.шк., 1999.-276 с.
6. *Кульский Л.А.* Технология очистки природных вод.-Киев:Вища шк., 1986.-350 с.
7. *Кульский Л.А.* Основы химии и технологии воды.-Киев:Наук.думка, 1991.-542 с.
8. *Николадзе Г.И.* Технология очистки природных вод.-М.:Высш.шк., 1987.-479 с.
9. *Тебенихин Е.Ф.* Безреагентные методы обработки воды в энергоустановках.-М.:Энергия, 1977.-312 с.
10. *Неведров А.В., Трясунов Б.Г., Ушаков Г.В.* Обработка воды электрическим полем для защиты поверхностей водогрейного оборудования от накипи // Вестник КузГТУ. 2002. № 3. с 66-68.

Автор статьи:

Неведров
Александр Викторович
– аспирант каф. химической тех-
нологии твердого топлива и экологии