

УДК 661

АНАЛИЗ КОТЛОВОЙ ВОДЫ

Глѐза В.А., студент гр. ТХТ -181, 4 курс

Научный руководитель: Буланова Т.В., к.х.н., доцент кафедры ХТНВиН
Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Котловая вода – это питательная вода, которая нагрелась и циркулирует по системе после попадания внутрь нагревательного оборудования.

В паровых котлах при высокой кратности испарения и сравнительно небольших водяных объемах в котловой воде настолько возрастает концентрация солей, что даже при незначительной жесткости питательной воды возникает опасность образования накипи на поверхности нагрева. Поэтому в котлах производится обычно «доумягчение» посредством фосфатирования, т.е. коррекционной обработки котловой воды фосфатами: тринатрийфосфатом, триполифосфатом натрия, диаммонийфосфатом, аммонийфосфатом, триаммонийфосфатом.

При растворении в коррекционном растворе тринатрийфосфата или триполифосфата натрия образуются ионы Na^+ , PO_4^{3-} . Последние с катионом кальция котловой воды образуют нерастворимый комплекс, выпадающий в осадок в виде шлама гидроксилapatита не прилипающего к поверхности нагрева и легко удаляемого из котла с продувочной водой. Одновременно путем фосфатирования может поддерживаться определенная щелочность и pH котловой воды, обеспечивающая защиту металла от коррозии. Избыток фосфатов в котловой воде должен поддерживаться постоянно в количестве, достаточном для образования шламовых солей жесткости. Однако превышение содержания фосфатов по сравнению с нормами ПТЭ также не допускается, так как при наличии большого количества железа и меди в котловой воде могут образовываться феррофосфатные отложения и накипи фосфата магния [1].

Целью работы является изучение процесса образования котловой воды, освоение методов анализа котловой воды.

Технологический процесс котловой воды

Для поддержания необходимого значения pH питательной воды в трубопровод нагнетания питательных насосов при помощи автоматической элек- тронасосной дозировочной установки подается 1% аммиачный раствор. Предварительно в установке приготовления из 20-27% аммиачного раствора готовится 1% аммиачный раствор и при достижении значения pH 9 автомати-

чески включается насосы, при этом с помощью частотного преобразователя автоматически регулируется количество необходимого раствора.

Деаэрированная вода из деаэрационного бака, насосами подается в барабан котла, десорбирувавшиеся газы сбрасываются на свечу деаэрационной колонны.

Барабаны внутренним диаметром 1200 мм и толщиной стенки 30 мм предназначен для разделения пароводяной смеси на насыщенный пар и котловую воду, распределения воды по циркуляционным контурам и отвода насыщенного пара.

Барабан разделен на чистый и солевой отсеки. В «чистом» отсеке барабана установлены жалюзийно-дрессельная сетка, потолочные жалюзийные сепараты и дырчатые листы. В «солевом» отсеке для разделения пароводяной смеси на пар и котловую воду установлены внутрибарабанные циклоны.

Вода для питания солевого отсека поступает из чистого отсека по перепускной трубе, размещенной вдоль нижней образующей барабана. Из барабана осуществляется аварийный слив и непрерывная продувка (из солевого отсека).

Для удаления из питательной воды солей жесткости предусматривается внутрикотловая обработка воды раствором тринатрийфосфата, образующего с солями жесткости малорастворимые соединения, которые выводятся из объема воды в форме шлама. С этой целью предусматривается установка фосфатирования.

В барабан котла постоянно попадает раствор тринатрийфосфата 1%. В сборник заливается паровой конденсат, затем засыпается порция сухого тринатрийфосфата. Растворение соли производится при перемешивании с подачей в сборник с острого угла.

Уровень в барабане котла автоматически регулируется подачей питательной воды клапаном, установленным на ходе в пароохладитель.

Насыщенный пар из барабана котла поступает в трубы пароперегревателя и подается в заводскую сеть потребителей [2].

Нормы качества котловой воды представлены в таблице 1.

Таблица 1

Нормы качества котловой воды

Наименование	рН	УЭП, См/м	Щелочность, ммоль/дм ³	Фосфаты, мг/дм ³	Железо, мкг/дм ³
Чистый отсек	н/м 9,5	н/б 500	0,15-1,6	н/б 50	н/б 300
Солевой отсек	н/б 11,8	н/б 2,5	0,15-2,5	н/б 50	н/б 300

Выполнение измерения удельной электрической проводимости в котловой воде.

Оборудование:

- Кондуктометр лабораторный автоматизированный КЛ-С-1;

- Термометр ТЛ-4 №2 по ТУ 25-2021.003-88, диапазон измерения 0°C до 55°C, с ценою деления шкалы 0,1°C, допускаемая погрешность $\pm 0,1^\circ\text{C}$;
- Часы любого типа;
- Термостат.

Выполнение измерения

Первичный преобразователь промывают анализируемой пробой воды не менее трех раз.

Заливают в первичный преобразователь анализируемую пробу воды, помещают его в термостат и доводят температуру пробы в первичном преобразователе в течение (15-20) минут до $(25 \pm 0,01)^\circ\text{C}$.

Проводят два параллельных измерения, записывая данные цифровой индикации кондуктометра. Измерение считают законченным, если показание кондуктометра не изменяется в течение минуты и более. Результат единичного измерения удельной электрической проводимости записывается до трех значащих цифр.

За результат измерения (\bar{X}) принимают среднее арифметическое значение двух результатов параллельных определений, расхождение между которыми не должно превышать предела повторяемости [3].

Методика измерений величины рН котловой воды потенциометрическим методом

Оборудование:

- Универсальный ионметр ЭВ-74 ГОСТ 22261 в комплекте с автоматическим термокомпенсатором ТКА-5, предел допускаемой основной погрешности при измерении рН $\pm 0,05$;
- Электрод вспомогательный лабораторный хлорсеребряный ЭВЛ-1М33.1 ТУ25.05.2181;
- Электрод вспомогательный лабораторный измерительный ЭСЛ-43-07 ТУ 25.05.2234;
- Стаканы по ГОСТ 25336:
Н-1-50 ТС;
Н-1-250 ТС;
- Фильтровальная бумага ФН по ГОСТ 12026.

Выполнение измерения

Стакан вместимостью 50 см³ наливают примерно 30 мл³ анализируемой пробы, погружают электроды в раствор так, чтобы они не касались стенок стакана, чтобы шарик измерительного электрода был полностью в растворе, а вспомогательный электрод на (5-6) мм ниже шарика измерительного электрода. После установления величины рН снимают показания с прибора [4].

Выполнение измерений массовой концентрации фосфат-ионов в воде фотокolorиметрическим методом

Оборудование:

- Колба по ГОСТ 1770-74:
1-50-2, допускаемая погрешность $\pm 0,80 \text{ см}^3$;
- Пипетки по ГОСТ 29169-91:
1-2-1, предел допускаемой погрешности $\pm 0,015 \text{ см}^3$;
1-2-10, предел допускаемой погрешности $\pm 0,04 \text{ см}^3$;
- Цилиндр по ГОСТ 1770-74:
1-50-2, допускаемая погрешность $\pm 1,00 \text{ см}^3$;
- Колба Кн-2-250-34 ТХС по ГОСТ 25336-82;
- Часы песочные по ТУ 25-7139.003-88:
ЧПН-2;
ЧПН-10.

Выполнение анализа

Пробу воды отбирают в мерную колбу вместимостью 50 см^3 (1-50) см^3 фильтрата (в зависимости от содержания фосфат-ионов) и доводят до метки дистиллированной водой. Раствор переливают в коническую колбу вместимостью 250 см^3 . в другую коническую колбу наливают 50 см^3 дистиллированной воды (раствор сравнения). Пипеткой приливают в колбы по 2 см^3 вспомогательного раствора и перемешивают. Через 2 минуты в каждую колбу добавляют по $0,5 \text{ см}^3$ раствора аскорбиновой кислоты. Растворы в колбах тщательно перемешивают и через 10 минут измеряют оптическую плотность растворов при длине волны $\lambda = (670 \pm 10) \text{ нм}$ и в кюветах с толщиной поглощающего света слоя $L = 50 \text{ мм}$ относительно раствора сравнения.

По полученным данным строят градуировочный график, откладывая по оси абсцисс значения массы фосфат-ионов в миллиграммах, а по оси ординат – соответствующие им значения оптических плотностей.

Массовую концентрацию фосфат-ионов C , мг/дм^3 , вычисляют по формуле

$$C = \frac{a \cdot 1000}{V} \text{ или } C = \frac{K \cdot D \cdot 1000}{V},$$

где a – масса фосфат-иона, найденная по градуировочному графику, мг ;

V – объем пробы воды, взятый на анализ, см^3 ;

K – коэффициент градуировочного графика;

D – оптическая плотность [5].

Список литературы:

1. Краткая характеристика и описание работы котлов [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://www.ateffekt.ru/kratkaya-harakteristika-i-opisanie-raboty-kotlov> Дата доступа: 29.03.2022
2. Постоянный технический регламент №31 цех Серной кислоты КАО «Азот»
3. Методика выполнения измерений удельный электрической проводимости в речной, оборотной, химически очищенной, частично обессоленной, котлован воде, в лактам-воде, в растворах лактам-ТХЭ, в ТХЭ, в

паровых и технологических конденсатах / Сост. Шейкина Т.Г., 16.06.2010. - 10с.

4. Методика измерений величины pH водных растворов потенциометрическим методом / С.П. Орлов – Изд-во: КАО «Азот», 09.10.2019 – 7с.
5. Методика выполнения массовой концентрации фосфат-ионов в воде фотоколориметрическим методом / Сост. Шейкина Т.Г., 09.07.2010. – 11с.