

УДК 661

## АНАЛИЗ КОТЛОВОЙ ВОДЫ

Глёза 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  $\text{Na}^+$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ . Последние с катионом кальция котловой воды образуют нерастворимый комплекс, выпадающий в осадок в виде шлама гидроксилапатита 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 электронасосной 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 деаэраторного бака, насосами подается в барабан котла, десорбировавшиеся газы сбрасываются на свечу деаэраторной 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 сепараторы 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 внутrikотловая 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 потребителям [2].

Нормы качества котловой воды представлены в таблице 1.

Таблица 1  
Нормы качества котловой воды

Наименование	pH	УЭП, См/м	Щелочность, ммоль/дм <sup>3</sup>	Фосфаты, мг/дм <sup>3</sup>	Железо, мкг/дм <sup>3</sup>
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 ценой деления шкалы 0,1°C, допускаемая погрешность ±0,1°C;
- Часы любого типа;
- Терmostат.

#### Выполнение измерения

Первичный преобразователь промывают анализируемой пробой воды не менее трех раз.

Заливают в первичный преобразователь анализируемую пробу воды, помещают его в терmostат и доводят температуру пробы в первичном преобразователе в течение (15-20) минут до (25±0,01)°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 pH котловой воды потенциометрическим методом*

##### Оборудование:

- Универсальный ионометр ЭВ-74 ГОСТ 22261 в комплекте с автоматическим термокомпенсатором ТКА-5, предел допускаемой основной погрешности при измерении pH ± 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:  
H-1-50 ТС;  
H-1-250 ТС;
- Фильтровальная бумага ФН по ГОСТ 12026.

#### Выполнение измерения

Стакан вместимостью 50 см<sup>3</sup> наливают примерно 30 мл<sup>3</sup> 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 pH снимают показания с прибора [4].

#### *Выполнение измерений массовой концентрации фосфат-ионов в воде фотоколориметрическим 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  $50 \text{ см}^3$  (1-50)  $\text{см}^3$  фильтрата (в зависимости от содержания фосфат-ионов) и доводят до метки дистиллированной водой. Раствор переливают в коническую колбу вместимостью  $250 \text{ см}^3$ . в другую коническую колбу наливают  $50 \text{ см}^3$  дистиллированной воды (раствор сравнения). Пипеткой приливают в колбы по  $2 \text{ см}^3$  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 замеряют 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  $C$ ,  $\text{мг}/\text{дм}^3$ , 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,  $\text{мг}$ ;

$V$  – объем пробы воды, взятый на анализ,  $\text{см}^3$ ;

$K$  – 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 проходимости 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.