МАТЕМАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПОВЕДЕНИЯ ПРИМЕСЕЙ В КОТЛЕ УТИЛИЗАТОРЕ ПРИ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ СХЕМЕ ПОДАЧИ ПИТАТЕЛЬНОЙ ВОДЫ

[1]Гаджиев Д.К., [1]Верховский А.Е., [2]Киет С.В., [1]Гаджиев К.Г., [3]Кулов В.Е., [1]Мо Хе Чжо

[1]НИУ МЭИ, г. Москва

[2]НИЦ «Курчатовский институт», г. Москва

[3]НПП «Технобиор», г. Москва

Изучение поведение примесей в котловой воде контуров высокого и низкого давлений котлов утилизаторов при последовательной схеме подачи питательной водыВ основном схема последовательной подачи питательной воды (первым походу питательной воды идет контур низкого давления, затем питательная воды поступает в контур высокого давления) используется для двух контурных котлов утилизаторов.

Ключевые слова: водно-химический режим, питательная вода, котел.

Изменение концентрации любой примеси, в том числе и концентрации реагентов используемых для коррекции водно-химического режима, которые дозируются в питательную воду, для контуров низкого и высокого давлений, может быть описано в общем виде уравнениями 1 и 2[1].

$$\frac{dC_{кц1}}{d\tau} = \frac{D_{пв} \times C_{пв}}{V_1} - \frac{(D_{п1} \times K_{р1} + D_{пр1}) \times C_{кц1}}{V_1} - \frac{(D_{пв} - D_{п1} - D_{пр1}) \times C_{кц1}}{V_1} \quad (1)$$

$$\frac{dC_{кц2}}{d\tau} = \frac{(D_{пв} - D_{п1} - D_{пр1}) \times C_{кц1}}{V_2} - \frac{(D_{п2} \times K_{р2} + D_{пр2}) \times C_{кц2}}{V_2} \quad (2)$$

Рассматривая поведение примесей питательной воды в контуре низкого давления, при установившемся режиме (постоянная концентрация примеси в питательной воде) нагрузки котла утилизатора ($\frac{dC_{кц}}{d\tau} = 0$), можно составить балансовые уравнения поведения примесей в контуре циркуляции низкого и высокого давлений с учетом их перехода из кипящей воды в равновесный насыщенный пар.

Для котлов утилизаторов работающих по последовательной схеме подачи питательной воды уравнение для контура низкого давления, будет иметь следующий вид (уравнение 3):

$$D_{ПВ}C_{ПВ} = D_{П1}K_{Р1}C_{КЦ1} + D_{ПР1}C_{КЦ1} + (D_{ПВ} - D_{П1} - D_{ПР1})C_{КЦ1} \quad (3)$$

Для контура высокого давления уравнение 4

$$(D_{ПВ} - D_{П1} - D_{ПР1})C_{КЦ1} = D_{П2}K_{Р2}C_{КЦ2} + D_{ПР2}C_{КЦ2} \quad (4)$$

Одним из косвенных показателей оптимальной работы парогенерирующих установок может быть использовано значение кратности упаривания примесей в контуре циркуляции [2]. В общем случае кратность упаривания – это отношение концентрации примеси в питательной воде и ее концентрация в контуре циркуляции. Для рассматриваемой компоновки котла утилизатора и последовательной подачей питательной воды, кратность упаривания при стационарном режиме можно выразить уравнением 5.

$$\frac{C_{КЦ1}}{C_{пв}} = \frac{D_{ПВ}}{(D_{ПВ} - D_{П1}(1 - K_р))} \quad (5)$$

С другой стороны, концентрация корректирующих реагентов, которые дозируются в питательную воду перед контуром циркуляции (аммиак, хеламин, амминаты и др.) будет

описываться точно так же, как и другие примеси питательной воды, для контура низкого давления, уравнение 6.

$$C_{КЦ1} = \frac{D_{ПВ} \times C_{ПВ}}{(D_{ПВ} - D_{П1}(1 - K_р))} \qquad (6)$$

Для контура высокого давления, уравнение 7:

$$\frac{C_{КЦ2}}{C_{ПВ}} = \frac{D_{пв} \times (D_{ПВ} - D_{П1} - D_{ПР1})}{(D_{пв} - D_{П1}(1 - К_{Р1})) \times (D_{П2} \times К_{Р2} + D_{ПР2})} \quad (7)$$

$$C_{КЦ2} = \frac{D_{пв} \times (D_{ПВ} - D_{П1} - D_{ПР1}) \times C_{ПВ}}{(D_{пв} - D_{П1}(1 - К_{Р1})) \times (D_{П2} \times К_{Р2} + D_{ПР2})} \quad (8)$$

Исходя из уравнения 6 и 8 видно, что концентрация примесей в контуре циркуляции зависит от расходных характеристик, кратности концентрирования. Таким образом, при организации дозирования корректирующих реагентов в контуры низкого и высокого давлений, необходимо учитывать кратность их концентрирования с целью оптимизации расхода реагентов на поддержание водно-химического режима и не допущения повышения концентраций примесей

Выводы:

1. Концентрации примесей в котловой воде контуров высокого и низкого давлений котлов утилизаторов при последовательной схеме подачи питательной воды зависят от расходных характеристик подачи питательной воды на каждый контур.

2. Кратности упаривания в зависимости от расходных характеристик изменяются и влияют на концентрацию примесей питательной воды и корректирующих реагентов, используемых для организации водно-химического режима в объеме каждого из контуров, и как следствие этого на дозу корректирующих реагентов, необходимую для поддержания нормируемых показателей водно-химического режима.

Список источников

1. Бутунер Л. М., Позин М. Е. Математические методы в химической технике. 6-е издание. Л. Химия 1971г. 824 с.

2. Верховский А. Е., Морыганова Ю. А., Аунг Мьо Кхин. Изучение поведения фосфатов в барабане котла ТЭЦ МЭИ. Вестник ИЭГУ Вып.1, 2016. с. 5-10. Новое в Российской электроэнергетике. №5. 2016. с. 32-37.

MATHEMATICAL CALCULATION OF THE BEHAVIOR OF IMPURITIES IN A WASTE HEAT BOILER WITH A SEQUENTIAL FEED WATER SUPPLY SCHEME

[1]Gadzhiev K.G., [1,2]Verkhovsky A.E., [3]Kiet S.V., [1]Mo Hye Zhuo, [1]Gadzhiev D.K.

[1]NRU MPEI, Moscow

[2]NIC "Kurchatov Institute", Moscow

[3]OOO "NPP Technopribor", Moscow

Studying the behavior of impurities in the boiler water of the high and low pressure circuits of waste heat boilers with a sequential feed water supply scheme Basically, the sequential feed water supply scheme (the first feed water run is a low pressure circuit, then the feed water enters the high pressure circuit) is used for two waste heat boiler circuit.

Keywords: water-chemical regime, feed water, boiler.