

**НЕЙТРАЛЬНО-ОКИСЛИТЕЛЬНЫЕ РЕЖИМЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ БЛОКОВ. АНАЛИЗ УСЛОВИЙ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ БЛОКОВ С БАРАБАННЫМИ КОТЛАМИ**

Хорольская И.Ю.

Научный руководитель – доц. кафедры «Технология воды и топлива», канд. тех.

наук. Кардасевич О.А.

Паровой котёл — котёл, предназначенный для генерации насыщенного или перегретого пара. Отличительной конструктивной особенностью такого котла является наличие барабана, выполняющего роль сепаратора пара из потока пароводяной смеси, поступающей в него из парогенерирующих труб топочных экранов. Барабан котла вместе с системой необогреваемых опускных труб, выходящих из него, и подъемных (экранных) труб внутри топочной камеры образует замкнутый циркуляционный контур, в котором при горении топлива в топке организуется движение воды (опускные трубы) и пароводяной смеси (подъемные трубы). Движение рабочей среды происходит за счет возникновения естественного напора, определяемого разностью гидростатических давлений массы воды и пароводяной смеси в опускных и подъемных трубах и называемого движущим напором естественной циркуляции.

В котлах с естественной циркуляцией преимущественно применяются такие водные режимы: «чисто» фосфатный, фосфатно-солевой, комплексный режимы и т.д.

Для снижения влияния концентрирования примесей в котловой воде на рост отложений, а также для предупреждения коррозии экранов котла, в котловую воду вводят корректирующие добавки.

Корректирующие добавки позволяют предотвратить отложения, а продукты обработки воды выводятся из контуров циркуляции (котловой воды) в виде шлама либо

Тези доповідей 48-ої наукової конференції молодих дослідників ОНПУ-магістрантів "Сучасні інформаційні технології та телекомунікаційні мережі". // Одеса: ОНПУ, 2013, вип. 48.

истинно растворимых соединений вместе с продувочной водой. Одновременно пытаются использовать такие добавки, которые позволяют снизить интенсивность коррозионных процессов.

Целью представленной работы является построение модели НКВР для блоков с барабанными котлами. Концентрирование в котловой воде является естественным процессом и его можно устранить только изменяя технологии продувки, которую предстоит разработать. Для этого необходимо:

- 1) провести анализ материального баланса системы;
- 2) разработать методики использования корректирующих добавок которые позволяют снизить интенсивность коррозионных процессов.

Режим НКВР, предложенный Р.Фрайером и использован в ФРГ в 1967 г. в Гамбургской энергосистеме. В СССР активно разрабатывали и внедряли в практику О.И.Мартинова (МЭИ), М.Е.Шицман (ЭНИН) и др.

Этот режим используется, преимущественно на большинстве блоков сверхкритических параметров, в частности на Криворожской, Запорожской, Ладиженской ТЭС. Его популярность объясняется его простотой.

**Нейтрально-кислородный водный режим (НКВР)** применяется, когда питательная вода имеет высокую чистоту (электропроводность меньше 0,3 мкСм/см). В конденсат дозируется кислород с концентрацией 200...800 мкг/кг. Выпар из деаэратора открыт для удаления углекислоты, при этом удаляется и часть кислорода. В этом случае в питательную воду добавляется кислород в количестве 100...400 мкг/кг. Концентрация  $O_2$  должна быть такой, чтобы кислород израсходовался до участков пароперегревателя из аустенитной стали. Для поддержания нейтрального значения  $pH = 7$  в питательную воду дозируется аммиак в небольших количествах (30...60 мкг/кг).

Режим НКВР обеспечивает содержание железа в питательной воде ниже нормативного значения (в среднем 5...7 мкг/кг, на некоторых электростанциях 1...2

Тези доповідей 48-ої наукової конференції молодих дослідників ОНПУ-магістрантів "Сучасні інформаційні технології та телекомунікаційні мережі". // Одеса: ОНПУ, 2013, вип. 48.

мкг/кг), при этом масса отложений снижается в 3...5 раз (90...150 г/м<sup>2</sup> за 10 000 ч работы), а скорость роста температуры стенки трубы в НРЧ не превышает 3...5 °С за 1000 ч, температура металла уменьшается. Химическую очистку поверхностей нагрева выполняют в капитальный или расширенный текущий ремонт. Отказ от дозирования гидразингидрата и больших количеств аммиака удешевляет и упрощает эксплуатацию блока, увеличивает межрегенерационный период фильтров БОУ.

Вместо газообразного кислорода для дозирования в воду применяются и другие окислители. В частности, на ряде электростанций используется раствор перексида водорода H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, подачу которого можно автоматически регулировать в зависимости от расхода питательной воды. Концентрация H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> составляет 220...280 мкг/кг. При этом на поверхности металла (стали) образуется оксидная пленка из малых кристаллов округлой формы, без трещин, обладающая хорошими защитными свойствами. Рост отложений в НРЧ составляет 60...90 мкг/м<sup>2</sup> за 10 000 ч, термическое сопротивление их примерно в 8 раз меньше, чем при режиме ГАВР, поэтому температура стенки растет медленно (до 1...2°С за 1000 ч).

Поэтому нашей целью является рассмотреть возможность применения нейтрально-кислородного водного режима (НКВР) для блоков с барабанными котлами. Поскольку для оценки возможности применения его для блоков ДКП с барабанными котлами, необходимо рассматривать закономерности изменения состава котловой воды.

Основная проблема в том, что котловая вода в процессе циркуляции накапливает много примесей и в связи с этим есть возможность образования накипи в экранных трубах котла.

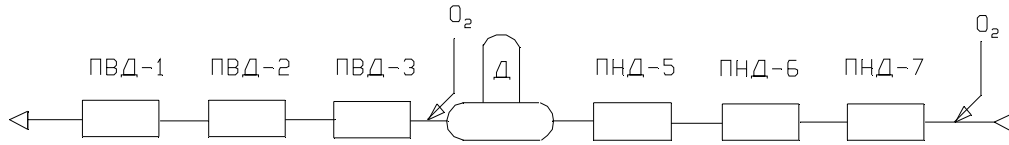


Рис.1 Фрагмент конденсатно-питательного тракта (КПТ)

ПВД — подогреватель высокого давления;

ПНД — подогреватель низкого давления;

Д — деаэрактор;

O<sub>2</sub> — дозирование кислорода.

Материальный баланс примесей в барабане котла можно записать в виде системы уравнений :

$$D_{пв} - D_{п} - D_{пр} = D_{пп} + D_{впр} \quad (1)$$

$$C_{пви} - C_{пи} - C_{пр} = C_{ппи} \quad (2)$$

$$C_{пв} \cdot D_{пв} = - (C_{пр} \cdot D_{пр} + C_{пр} \cdot D_{ку}) + D_{п} \cdot C_{п} \quad (3)$$

$$C_{п} = C_{пр} \cdot K_c \quad (4)$$

$$C_n^H \cdot D_n - C_n^K = m_{отл} \quad (5)$$

где  $D_{пв}$ ,  $D_{п}$ ,  $D_{пр}$ ,  $D_{пп}$ ,  $D_{впр}$  — расход питательной воды и соответственно пара, продувки, перегретого пара и впрыска,

$C_{пви}$  — концентрация  $i$ -й примеси в питательной воде,

$C_{пи}$  — концентрация  $i$ -й примеси в паре,

Тези доповідей 48-ої наукової конференції молодих дослідників ОНПУ-магістрантів "Сучасні інформаційні технології та телекомунікаційні мережі". // Одеса: ОНПУ, 2013, вип. 48.

$C_{\text{прі}}$  - концентрация і-й примеси в продукве,

$C_{\text{ппі}}$  - концентрация і-й примеси в перегрепом паре,

$m_{\text{отл}}$  – масса отложений,

а  $K_c$  – действительный коэффициент распределения примеси между паром и водой, который характеризуется координационным числом  $n$ , зависит от температуры (давления) и воспроизводится уравнениями:

$$K_c = K \cdot \left( \frac{\rho''}{\rho'} \right)^n \quad (6)$$

Так как в состав примесей входят  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  и т.д., то необходимо знать скорость образования их отложений которые могут быть вычислены с помощью количественной оценки накипеобразования может осуществляться по показателям:

$\delta$  - толщине м, или мм ;

$J$  - удельной массе , г/м<sup>2</sup> ;

$j_o$  - скоростью отложений, мг/(м<sup>2</sup> ч).

Статистические материалы ВТИ и др. организаций обработаны в виде:

$$j_o = A_i \bar{C}_i^n q^2 \beta_i \quad (7)$$

где  $j_o$  - скорость ( плотность) отложений, мг/(м<sup>2</sup> ч);

$A_i$  – коэффициент, который зависит от вида накипи;

- средняя концентрация примеси, мг/л;

$\beta_i$  - поправочный множитель;

$q$  - плотность теплового потока, Вт/м<sup>2</sup> ;

$n$  - показатель степени.

На основе данных о скорости отложений рассчитывается межпромывочный период

Тези доповідей 48-ої наукової конференції молодих дослідників ОНПУ-магістрантів "Сучасні інформаційні технології та телекомунікаційні мережі". // Одеса: ОНПУ, 2013, вип. 48.

$$\tau_{mi} = \frac{J_{\max}}{\sum_1^n J_i^{\max} \cdot 10^{-3}} \quad (8)$$

где  $J^{\max}$  - максимально допустимая величина отложений в г/м<sup>2</sup>;

$j_i$  - скорость отложений  $i$ -го компонента для наиболее напряженного элемента, мг/(м<sup>2</sup> ч).

Заключение:

1) уравнение (7) позволяет оценить динамики накопления накипеобразователей в котловой воде в течении всего времени;

2) уравнение (5) может служить для определения накопления примесей в связи с этим есть возможность образования накипи на экранных трубах котла;

3) на основе данных уравнений есть возможность определить межпромывной период по уравнению (8).