

33. Водный режим. Методы вывода примесей из цикла.

Целью вывода примесей из цикла является поддержание чистоты рабочего тела на допустимом уровне, что как следствие сказывается на надежности работы всей ПТУ.

Метод вывода примесей определяется типом котла.

В барабанных котлах глубокого упаривания котловой воды не происходит, поэтому большинство находящихся в растворенном состоянии примесей не достигает предельных концентраций и не выпадает в виде твердой фазы в объеме или на стенках. Для поддержания в воде концентрации примесей на уровне, предотвращающем их выпадение в твердом состоянии, из барабанного котла непрерывно удаляется часть воды, называемой **продувочной**. **Продувка эффективна** в отношении тех примесей, которые имеют малый коэффициент распределения между паром и водой и потому мало выносятся с паром (соли Na и его гидроокись). **Продувка малоэффективна** для примесей, характеризующихся высоким коэффициентом распределения, когда основная масса примесей удаляется с паром (кремниевая кислота, окислы металлов).

В прямоточном котле процесс парообразования протекает при безостановочном упаривании всей воды. В нем отсутствует возможность организации продувки, и потому в соответствии с растворимостью примесей в воде и паре они в той или иной мере выпадают на поверхностях нагрева в виде отложений.

Легкорастворимые отложения обычно смываются при пусках и остановках, **труднорастворимые** – удаляются химическими промывками при остановках котла (затратно, трудоемко). Существует непрерывное удаление поступающих в водопаровой тракт прямоточного котла примесей осуществляется в **блочной обессоливающей установке (БОУ)**, которая располагается в тракте после конденсатора турбины.

Питательная вода котлов содержит заметное количество кислорода и углекислоты. Свободный кислород и углекислота вызывают активную коррозию металла оборудования. Поэтому их удаляют **термической деаэрацией**.

Допустимые загрязненности внутренней поверхности труб представлены в таблице.

Состояние поверхности нагрева	Количество загрязнений, г/м ² , при тепловых нагрузках, кВт/м ² .			
	до 100	100—300	300—450	более 450
Чистая	25—50	До 25	До 25	До 20
Загрязненная, требующая очистки	200—300	150—200	100—200	100—150

34. Водный режим прямоточных и барабанных паровых котлов.

Водный режим прямоточных котлов

Исходным положением в организации водного режима прямоточных котлов является отсутствие продувки. Поэтому поступающие с питательной водой примеси, а также примеси, переходящие в рабочую среду вследствие коррозии самого котла и питательного тракта за конденсатоочисткой, частично отлагаются на поверхности нагрева, частично уносятся в турбину. При прочих равных условиях допустимые отложения в сильной степени зависят от тепловой нагрузки, что следует учитывать при выборе участка газового тракта для размещения зоны отложений. Зоной отложения является конечный участок испарительного тракта. Она не должна располагаться в области интенсивного обогрева.

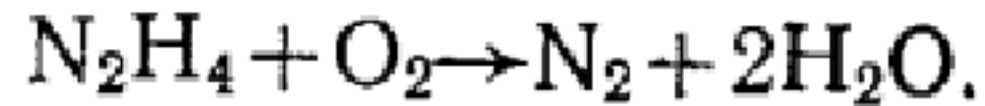
Зона отложений зависит от давления. Чем выше давление, тем больше зона отложений, и ее начало сдвигается в сторону меньшего паросодержания потока.

Ограничение коррозии высокотемпературной и теплообменной части оборудования достигается соответствующей организацией водного режима.

Водный режим прямоточных котлов

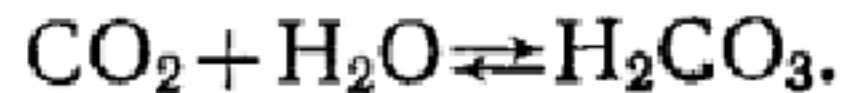
Гидразинно-аммиачный водный режим.

Оставшийся после термической деаэрации **кислород** связывают гидразином N_2H_4 . В отсутствие примесей в воде реакция протекает так:



В питательной воде всегда содержатся примеси оксидов железа и меди. Их присутствие ускоряет связывание кислорода гидразином. Для гарантии полного связывания кислорода обеспечивают подачу гидразина на всас питательных насосов с избытком 0,02 – 0,03 мг/кг.

Углекислота может находиться в воде в виде молекул CO_2 (растворенный газ) и H_2CO_3 (раствор):



Водный режим прямоточных котлов

Гидразинно-аммиачный водный режим.

Углекислота связывается дозируемым в питательную воду аммиаком.

Аммиак вводят в количестве, обеспечивающем полную нейтрализацию CO_2 с образованием карбонатов аммония, повышающего pH среды.

Таким образом, гидразингидрат обеспечивает связывание остатков кислорода после деаэраторов, а аммиак – выдерживание регламентированного ПТЭ значения $pH = 9,1 \pm 0,1$.

Этот режим традиционный, до недавнего времени выполнялся на практически всех энергетических блоках СКД.

Водный режим прямоточных котлов

Нейтральный водный режим

В зависимости от концентрации кислород в нейтральной воде может оказывать различное воздействие на металл. При малых концентрациях кислород усиливает коррозию металла. При повышенных концентрациях кислорода на поверхности металла образуется сплошная защитная пленка из магнетита Fe_3O_4 и гематита Fe_2O_3 . Поэтому для защиты металла от дальнейшей коррозии предложено дозировать в воду такое количество кислорода (около 200 мкг/кг), которое обеспечивало бы образование пассивирующей сплошной защитной окисной пленки. Эта способность кислорода образовывать пленку лежит в основе кислородно-нейтрального водного режима прямоточных котлов. В питательную воду дозируют газообразный кислород O_2 , в ряде случаев перекись водорода H_2O_2 .

Достоинства: менее дорогостоящий по сравнению с гидразинно-аммиачным, увеличивается межрегенерационный период фильтров БОУ, возможность применения более дешевых сталей и т.п. **Недостатки:** более сложная

Разработчик: Середкин А.А., к.т.н., доцент кафедры Энергетики ЗабГУ

Эксплуатация оборудования, отсутствие в питательном тракте медных элементов.

Водный режим прямоточных котлов

Комплексонный водный режим

Режим заключается в том, что в питательную воду, кроме аммиака и гидразингидрата, дозируемых в тех же количествах, что и при традиционном водном режиме, непрерывно вводят также после деаэратора также комплексоны в количестве, эквивалентном содержанию железа и меди в воде.

Комплексоны – это соединения, отличительная особенность которых – способность образовывать с различными катионами (Ca, Mg, Fe, Cu) водорастворимые вещества.

В качестве комплексона обычно применяют **этилендиаминтетрауксусную кислоту ЭДТК** (сухой продукт).

Дозировку комплексонов производят автоматически в соответствии с нагрузкой энергоблока.

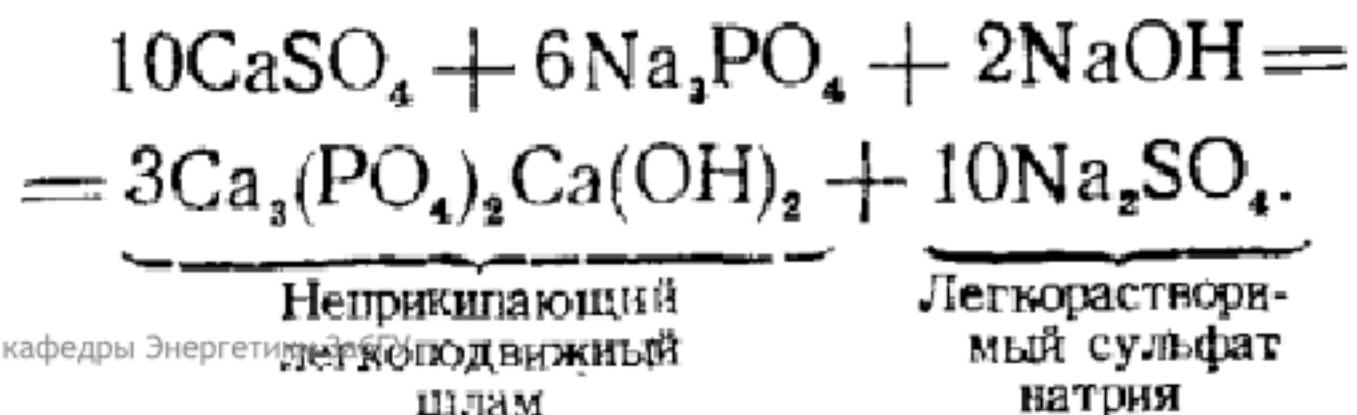
Образующиеся в процессе термического разложения комплексонов газообразные продукты вместе с паром из котла транзитом проходят через турбину и удаляются из цикла отсосом из конденсатора.

Водный режим барабанных котлов

Безнакипный водный режим барабанных котлов

Неприкипающий шлам (образуют соединения Ca и Mg), находящийся в котловой воде во взвешенном состоянии, в основной своей массе удаляется **непрерывной продувкой**. Небольшая часть шлама как более тяжелая скапливается в нижних коллекторах и удаляется **периодической продувкой**. Часть соединений прикипает ($Mg_3(PO_4)_2$). Для корректирования водного режима и перевода солей жесткости в неприкипающий шлам необходимы **коррекционные добавки**.

Водный режим, основанный на вводе фосфатов, называют **фосфатным**. Вводят тринатрийфосфат (Na_3PO_4) в барабан котла (в щелочную среду), такой режим называют **фосфатно-щелочным (чисто фосфатной щелочности)**, а реакция получения шлама может быть записана:



Водный режим барабанных котлов

Безнакипный водный режим барабанных котлов

Образовавшиеся соединения удаляют с продувкой. Для поддержания требуемой pH дозируют не только Na_3PO_4 , но и смесь Na_3PO_4 с кислой солью фосфорной кислоты Na_2HPO_4 .

Фосфаты непрерывно вводят в барабан дозирующими насосами.

В последние годы на ТЭС значительно улучшилось качество питательной воды, а в следствие уменьшения присоса в конденсаторах повысилось и качество турбинного конденсата. Все это позволяет перейти к режимам меньшего фосфатирования и перейти на бесфосфатный и вместе с тем и безнакипный водный режим.