**Стационарные режимы эксплуатации котлов**

При постоянной нагрузке регулирование экономичности процесса горения заключается в поддержании оптимального коэффициента избытка воздуха в топке (О2т) и распределение воздуха по отдельным горелкам в соответствии с распределением топлива.

В эксплуатационных условиях важно обеспечить поддержание температур стенок труб в зоне обогрева не выше допустимых величин, определяемых примененной маркой стали и параметрами среды.

На барабанном котле дополнительно должен поддерживаться в допустимых пределах уровень воды в барабане.

Важным направлением работы эксплуатационного персонала является организация режима с минимальной интенсивностью протекания низкотемпературной коррозии хвостовых поверхностей нагрева и газоходов.

Стационарные режимы при работе котла на различных нагрузках неодинаковы. Зависимость значения данного параметра среды или показателя режима работы от нагрузки называют его *статической характеристикой.*

**Нестационарные процессы в котлах**

Изменение тепловыделения в топке и нарушение энергетического баланса в переходный период приводят к изменению тепловосприятия всех поверхностей нагрева котла. При увеличении тепловыделения в топке повышается паропроизводительность котла. Температура перегрева пара может увеличиваться или уменьшаться в зависимости от соотношения конвективных и радиационных поверхностей нагрева пароперегревателя. При конвективном пароперегревателе увеличение нагрузки на 10 % повышает температуру пара на 5 – 10 °С.

При неизменной подаче питательной воды уровень воды в барабане изменяется вследствие вытеснения ее паром из труб испарительной поверхности нагрева. При повышении тепловосприятия поверхностей нагрева в первый момент уровень воды в барабане повышается, а затем начинает снижаться. Зависимость изменения параметров, характеризующих работу барабанного котла в переходный период при увеличении тепловыделения в топке.

В прямоточном котле нет фиксированных конструктивных границ между экономайзерами, испарительными и пароперегревательными поверхностями нагрева. При изменении количества подаваемой питательной воды или тепловыделения в топке границы между отдельными элементами поверхности нагрева перемещаются. Увеличение тепловой нагрузки на 10% повышает температуру пара на 100 °С. Уменьшение расхода воды на 10% увеличивает температуру пара на 110 °С. Таким образом, в прямоточном котле небольшое отклонение в переходный период тепловой нагрузки или расхода воды приводит к значительному изменению температуры перегрева пара. В переходный период в барабанном и прямоточном котлах изменяется теплота, аккумулированная в среде, заполняющей трубы, а также в металле котла. Количество теплоты и массы вещества котла называется аккумулирующей емкостью. Аккумулированная емкость среды зависит от ее объема и давления в котле. В барабанных котлах аккумулированная емкость среды в 3-4 раза больше, чем в прямоточных.

**Устойчивость гидравлического режима барабанных котлов**

Нарушения гидродинамики в барабанных и прямоточных котлах носят различный характер и, поэтому должны быть рассмотрены раздельно. Барабанные котлы для блочных установок и для электростанций с поперечными паровыми связями выполняются для номинальных давлений   
10 и 14 МПа с производительностьюот 160 до 640 т/ч с топками для всех видов энергетического топлива - бурых и каменных углей, мазута, газа, торфа и сланцев.

Нарушения естественной циркуляции в циркуляционном контуре барабанного котла (рисунок 3) проявляются в виде замедления, полного прекращения (застоя) или даже изменения направления (опрокидывания) движения рабочей среды в трубах контура. Во всех этих случаях ухудшается охлаждение металла труб, что вызывает опасное

повышение его температуры.

Особенно опасен застой циркуляции, при котором в парогенерирующих подъемных трубах происходит расслоение воды и пара, образуются паровые пробки и резко ухудшается теплоотдача металла, что приводит к аварийному повышению температуры труб и часто завершается их пережогом.

Основной причиной таких нарушений гидравлического режима в контуре циркуляции барабанных котлов является понижение их нагрузки до некоторого критического значения. Всякое понижение производительности барабанного котла связано с уменьшением форсировки топочного режима, при этом снижается обогрев подъемных труб циркуляционного контура и повышается точка закипания, что приводит к падению полезного напора циркуляции и ее ослаблению.

При достижении критической минимальной нагрузки перемещение рабочей среды по контуру прекращается, кратность циркуляции становится равной нулю и возникает застой циркуляции. Как показывает практика эксплуатации, уже опасными являются режимы, при которых паросодержание в подъемных трубах превышает 30-50 %, что соответствует кратностям циркуляции 3 - 2 при нормальной кратности 5 - 8 для котлов 14 МПа. Рекомендуется не уменьшать кратность циркуляции ниже 4. Как показали опыты для большинства барабанных котлов минимальная нагрузка по условию надежности циркуляции составляет *D* = 0,3-0,45 *D*ном.

**Гидравлический режим прямоточных котлов**

Основными элементами прямоточного котла являются трубные панели, состоящие из многочисленных труб, присоединенных параллельно друг другу к входному и выходному коллекторам. Одним из главных условий надежности работы прямоточного котла является равномерность распределения рабочей среды между отдельными трубами панелей. Гидравлика системы панелей надежна тогда, когда расход воды (рабочей среды) *D*iв каждой параллельно включенной трубе равен среднему расходу *D*cp*.*

Однако при понижении нагрузки котла и уменьшении расхода рабочей среды в трубах усиливается влияние неодинаковости гидравлических сопротивлений и, кроме того, возникает так называемый коллекторный эффект (изменение статического напора вдоль коллектора), поэтому гидравлическая неравномерность усиливается.

Вследствие неодинакового обогрева отдельных труб из-за тепловой разверки плотность рабочей среды в них становится также неодинаковой, и это сказывается на значении так называемого нивелирного напора (составляющей напора, определяемой массой столба воды в трубе), который уменьшается там, где обогрев больше среднего, и увеличивается там, где обогрев меньше. В результате разность статических напоров на концах труб, определяющая расход рабочей среды в них, становится еще больше, вследствие чего гидравлическая неравномерность в панели усиливается. При некоторых критических значениях нагрузки котла неравномерность обогрева различных труб панели может оказаться настолько значительной, что в наименее обогреваемых трубах нивелирный напор окажется больше разности давлений в коллекторе. В этом случае рабочая среда в наименее обогреваемых трубах начнет двигаться в обратную сторону, т. е. сверху вниз, и произойдет опрокидывание циркуляции рабочей среды. С некоторым запасом минимальная нагрузка прямоточных котлов по условиям гидравлики принимается равной 0,40 - 0,5 *D*ном в зависимости от конструкции котла и вида сжигаемого топлива.