

УДК 620.193.2

**ВЛИЯНИЕ ТОПОЧНОГО РЕЖИМА НА ВНУТРЕНнюю КОРРОЗИю
БАРАБАННЫХ ПАРОВЫХ КОТЛОВ
EFFECT OF FURNACE MODE ON INTERNAL CORROSION
OF DRUM-TYPE STEAM BOILERS**

Д.А. Степанов, М.Д. Сытая

Научный руководитель – С.А. Качан, к.т.н., доцент
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

kachan@bntu.by

D. Stepanov, M. Sytaya

Supervisor – S. Kachan, Candidate of Technical Sciences, Docent
Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

***Аннотация:** рассмотрены некоторые особенности протекания внутренней коррозии экранных труб газо-мазутных котлов с естественной циркуляцией. Показана зависимость отложений окислов железа от уровня теплового потока и влияние компоновки горелок на равномерность распределения тепловых потоков в топочной камере. Рассмотрены особенности расположения солевых отсеков экранов.*

***Abstract:** some features of the internal corrosion of the tubes of gas-oil boilers with natural circulation are considered. The dependence of scurfs of iron oxides on the level of heat flow and the effect of the layout of the burners on the uniformity of the distribution of heat flows in the combustion chamber are shown. The features of the location of the salt compartments of the screens are considered.*

***Ключевые слова:** газо-мазутные котлы, естественная циркуляция, внутренняя коррозия, экранные трубы, горелки.*

***Keywords:** gas-oil boilers, natural circulation, internal corrosion, wall pipes, burners.*

Введение

Внутренняя коррозия экранных труб барабанных котлов с естественной циркуляцией наиболее активно проявляется в местах концентрирования примесей теплоносителя. Это участки экранных труб с высокими тепловыми нагрузками. Поэтому для предотвращения повреждений экранных труб необходимо воздействовать как на водно-химический, так и на топочный режим [1].

Основная часть

Рассмотрим некоторые особенности протекания внутренней коррозии экранных труб газо-мазутных котлов с естественной циркуляцией.

Интенсивность отложений окислов железа на внутренней поверхности экранных труб котлов зависит от уровня теплового потока [2]. При этом решающим также является воздействие тепловой нагрузки на скорость коррозии парогенерирующей системы. Так, возможны повреждения экранных труб без изменения водно-химического режима после перевода котлов с твердого топлива на мазут или после реконструкции горелок [2].

Обычно коррозионные повреждения экранных труб котлов высокого и сверхвысокого давления, работающих на мазуте, происходили в зоне горелочных устройств. Часто место разрушения совпадало с осью форсунки. При локальных тепловых нагрузках $465\text{--}580\text{ кВт/м}^2$ экранные трубы котлов могут подвергаться хрупким водородным повреждениям даже при использовании питательной воды высокого качества [2].

При эксплуатации стационарных паровых котлов предусматривается следующее:

- факел должен равномерно заполнять топочный объем;
- касание или удары факела об экранные поверхности топочной камеры недопустимы;
- локальные значения тепловых потоков не должны достигать значений, при которых не обеспечивается надежная работа экранных труб;
- глубина топки принимается большей, чем дальность горизонтального факела, и другое.

Однако для барабанных котлов эти положения не всегда выполняются. В ряде случаев не удается избежать наброса факела на задний экран от фронтальных горелок, а на газомазутных котлах с большим числом фронтальных горелок, где крайние горелки расположены близко от боковых (двухсветных) экранов, может быть наброс факела на эти экраны.

На некоторых котлах, например, ТГМ-84, максимум теплового потока по глубине топки оказывается в зоне труб солевого отсека, что вызывает ускоренное накипеобразование в этих трубах и их коррозионные повреждения.

Типичное распределение максимальных тепловых потоков по высоте топочной камеры характеризуется мощным выделением тепла в небольшом объеме топки в зоне горелок и довольно низкими тепловыми нагрузками в остальной части топки. Поэтому стремятся сконструировать топочную камеру так, чтобы она охватывала объем факела, получающийся при данном типе и расположении горелочных устройств. При этом важно знать форму и размеры мазутного факела различных типов горелок при разных нагрузках, избытках воздуха и компоновке.

Компоновка мазутных горелок оказывает значительное влияние на равномерность распределения тепловых потоков и тем самым на скорость накипеобразования в экранных трубах.

Для предупреждения кризисных явлений кипения в экранных трубах, для барабанных котлов высокого и особенно сверхвысокого давлений необходимо уточнить взаимосвязанные параметры (критические условия), определяющие уровень критического теплового потока $q_{кр}$ (массовую скорость, давление, паросодержание). Поскольку значение $q_{кр}$ снижается с ростом давления и энтальпии и увеличивается с ростом массовой скорости, конструкторы обычно стремятся разместить в зонах наибольшей тепловой нагрузки поверхность нагрева с низким значением энтальпии среды, а также обеспечить возможно более высокую скорость последней [2].

Особую важность приобретает знание зависимости $q_{кр}$ от качества и количества отложений на внутренней поверхности экранных труб. По данным МЭИ, загрязнение теплопередающей поверхности слоем пористого гематита толщиной 15 мкм способно снизить значение $q_{кр}$ на 20% [2].

Таким образом, рост теплового потока существенно ускоряет образование железо-окисных отложений, которые, в свою очередь, могут снижать $q_{кр}$, то есть приводить к нарушению нормального режима кипения.

При этом для предупреждения коррозии важным является вопрос о стойкости защитной магнетитной пленки на внутренней поверхности экранной трубы при колебаниях температур.

Есть данные о том, что тепловой поток 520–580 кВт/м² в котлах высокого и сверхвысокого давлений с естественной циркуляцией способен вызывать кризисные явления кипения и повреждение защитной пленки магнетита [2]. Однако именно значение теплового потока 580 кВт являются нормируемым максимумом для таких котлов [2].

При эксплуатации паровых котлов высокого и сверхвысокого давления, работающих с высокими локальными тепловыми нагрузками, повышенными скоростями накипеобразования и коррозии экранных труб, необходимо вырабатывать и применять возможные меры воздействия на уровень и распределение падающих тепловых потоков $q_{пад}$, а также учитывать эксплуатационные факторы, влияющие на $q_{пад}$.

При этом требования к водно-химическому режиму в условиях высоких значений $q_{пад}$ должны быть более жесткими.

Поскольку содержание естественных примесей и соединений железа в солевых отсеках может быть в 2–10 раз выше, чем в чистом отсеке, экранные трубы II (III) ступени испарения необходимо располагать в местах наименьших тепловых нагрузок.

Наброс факела крайних горелок на трубы солевых отсеков, расположенные в боковых экранах, можно предупредить, например, разворотом крайних горелок к центру топки (на угол 12–18°) или отключением крайних горелок. Так, на котле ТГМ-84 Новополоцкой ТЭЦ разворот крайних горелок на 12–15° позволил уменьшить тепловые потоки в районе от 28-й до 40-й трубы (всего в боковом экране 90 труб) на 20–23% [2]. Однако при этом возросли тепловые потоки на задний экран (на 12–15%), поэтому более целесообразным оказалось отключение крайних горелок [2].

Другим методом снижения тепловой нагрузки экранных труб солевых отсеков может быть перенос II ступени испарения из зоны высоких тепловых потоков в зону пониженных тепловых нагрузок путем перекомпоновки водоопускных и пароотводящих труб.

Заключение

Рассмотрено явление коррозии экранных труб под влиянием тепловых нагрузок топочной камеры, которое возможно и при эксплуатации котлов, питаемых конденсатом паровых турбин и обессоленной водой. Условия протекания внутренней коррозии важно учитывать, как при проектировании,

так и при эксплуатации паровых котлов с естественной циркуляцией на высокие параметры получаемого пара.

Литература

1. Коррозионные повреждения экранных труб газомазутных котлов [Электронный ресурс] / Algoritmist инженерная группа. – Режим доступа: <https://algoritmist.ru/korrozija-i-korrozionnye-povrezhdenija/korrozionnye-povrezhdenija-ehkrannyx-trub-gazomazutnyx-kotlov.html> /. – Дата доступа: 04.04.2023.

2. Вайнман, А.Б. О скорости накипеобразования и коррозии экранных труб мазутных котлов с естественной циркуляцией / А.Б. Вайнман // Теплоэнергетика. – 1980. – № 6. – С. 19–21.