**Д/З: дописать конспект**

Повреждения гибов труб выражаются в появлении продольных трещин в

области нейтрального волокна, продольных разрывов на растянутой стороне и поперечных трещин на сжатой стороне гиба трубы.

 Коробление экранных и кипятильных труб, а также отдельных труб и

участков настенных панелей радиационной части прямоточных котлов появляется

− из-за зажатия коллекторов или проходов труб через обмуровку и от-

сутствия свободы для тепловых перемещений.

− из-за неравномерного натяга при монтаже, обрыва креплений труб,

− упусками воды, разрушениями обмуровки и другими причинами.

 Коробление змеевиков пароперегревателей и ширм происходит главным

образом из-за обгорания подвесок и креплений, чрезмерного и неравномерного

натяга отдельных элементов.

 Змеевики экономайзера коробятся из-за перегорания и смещения опор и

подвесок.

 Коррозия наружной поверхности труб в зависимости от температуры

газов подразделяется на:

- низкотемпературную (сернокислотную), которая связана с конденсаци-

ей водяных паров из газов при их охлаждении ниже точки росы;

- высокотемпературную (газовую), к которой относятся

- сернистая коррозия топочных экранов при сжигании твердого топлива и

сернистого мазута,

- ванадиевая коррозия пароперегревателей при сжигании сернистых ма-

зутов.

 Определяющим фактором интенсивной низкотемпературном коррозии

является наличие в потоке дымовых газов паров серной кислоты при сжигании

топлива, содержащего серу. Коррозия может начаться, если температура стенки

и пристенного пограничного слоя окажется ниже температуры конденсации водяных паров или паров серной кислоты, соответствующей их парциальному

давлению в газах, т.е. термодинамической температурой росы (точка росы).

 Температура росы чистых водяных паров из уходящих газов составляет около 45 – 55°С; при наличии в потоке газов паров серной кислоты температура конденсации значительно увеличивается и может достигать 140 – 160°С.

Низкотемпературной коррозии более подвержены последние по ходу га-

зов, «хвостовые» поверхности котлов – воздухоподогреватели. Одним из

средств защиты является повышение их температуры.

При переходе котла с газа на мазут включаются калориферы, в которых

воздух перед воздухоподогревателем подогревается до 70 – 90оС за счет теплоты пара или горячей воды. Включение калорифера повышает надежность, но снижает экономичность работы оборудования. Так, при работе на мазуте температура уходящих газов котла находится на уровне tух ≥ 140оС, в то время как

при работе на газе tух ≥ 120оС.

Для снижения интенсивности низкотемпературной коррозии «хвостовые»

поверхности нагрева могут изготавливаться из некорродирующих материалов:

эмалированные пластины набивки РВП, стеклянные трубки ТВП.

 Окалинообразование на трубах происходит из-за их перегрева до тем-

пературы, значительно превышающей расчетную.

Коррозия внутренней поверхности труб является следствием взаимо-

действия коррозионно-активных газов (кислорода и углекислоты) или солей

(хлоридов и сульфатов), содержащихся в котловой воде, с металлом труб, а в

котлах сверхкритического давления – взаимодействия металла с водой и паром.

К внутренней коррозии труб относятся: кислородная стояночная корро-

зия; подшламовая щелочная коррозия кипятильных и экранных труб; коррозионная усталость, проявляющаяся в виде трещин в кипятильных и экранных трубах. Проявляется в образовании оспин, язвин, раковин и трещин.

 Эрозионный износ возможен от струи пара, выходящей из поврежден-

ной соседней трубы или сопл обдувочных аппаратов, применяемых для очистки топочных экранов и пароперегревателей, а также из паромеханических мазутных форсунок.

 Абразивный износ стенок труб происходит от истирающего действия

угольной и сланцевой пыли и золы при сжигании твердого топлива. Ему больше подвержены конвективные поверхности, расположенные внутри газоходов

и непосредственно омываемые продуктами сгорания .

 Механический износ и наклеп может вызываться, например, дробью,

применяемой для очистки конвективных поверхностей нагрева.

При нарушении технологии изготовления, монтажа и ремонта эле-

ментов поверхностей нагрева и недостаточного контроля металла могут появляться технологические трещины, риски и расслоения металла, а также задиры на внутренней поверхности труб. В процессе эксплуатации котлов эти дефекты приводят обычно к образованию продольных разрывов труб.

Расслоения металла, выявляемые чаще в трубах из аустенитной нержавеющей стали 1X18H12T, обычно выходят на внутреннюю поверхность по винтовой линии, развиваются в трещины, которые приводят к разрывам труб.

Технологические трещины, риски, расслоения и задиры, выходящие за

пределы допусков действующих технических условий на котельные трубы,

должны быть обнаружены дефектоскопическим контролем при производстве

труб и входным контролем при монтаже трубных элементов. Разрушения труб из-за этих дефектов считается браком, не выявленным контролем.

Проверка состояния элементов поверхностей нагрева паровых котлов,

выведенных в ремонт, производится по результатам гидравлического испытания, наружного и внутреннего осмотра, а также исследований, производимых с контрольными вырезками.

 Осмотр наружной поверхности трубных элементов особенно тщательно

производят в местах наиболее вероятного появления дефектов — в местах про-

хода труб через обмуровку, обшивку, каркас, у мест сопряжения с гарнитурой,

на гибах, сварных швах. В пароперегревателях наиболее вероятно появление

дефектов у входных, лобовых и выходных витков и у газовых коридоров.

На прямоточных котлах вскрытию и осмотру подлежат коллекторы в за-

висимости от конструктивных особенностей и условий эксплуатации. Для кот-

лов с естественной циркуляцией, помимо барабана, вскрытию и осмотру под-

лежат коллекторы экономайзера и экранов.

 У опор и подвесок барабанов и коллекторов проверяют отсутствие пере-

косов, деформации, разрывов и трещин, плотность прилегания опор и хомутов

к стенкам барабанов и коллекторов, состояние пружин и отсутствие в них по-

ломок, перекосов и сжатия витков до соприкосновения.

 Основную информацию о состоянии внутренней поверхности нагрева по-

лучают при вырезке контрольных образцов труб пароводяного тракта.

Количество вырезаемых образцов и места их вырезки (помимо утвер-

жденных инструкциями) зависят от конструкции котла, состояния и надежно-

сти работы той или иной поверхности нагрева.

 С помощью контрольных образцов в лабораторных условиях проводят

замеры толщин стенок, металлографические исследования (исследуют микро-

структуру, производят ее сравнение с рекомендованными для данной марки

стали, выявляют микроповреждения) и механические испытания (определяют

предел прочности и текучести, относительное удлинение, поперечное сужение

и ударную вязкость). Также выявляется количество отложений на внутренней

стороне трубы и производится исследование химического состава отложений в химической лаборатории. Для вварок взамен вырезанных патрубков используются запасные трубы, оставленные при монтаже паропроводов.

 Перед каждым измерением остаточной деформации труб из-за ползу-

чести проверяют размеры шаблонов. Измерения производят в зоне максималь-

ных температур в одних и тех же местах, помеченных в формуляре. Эти места

зачищают стальными щетками и замеряют по двум взаимно перпендикулярным

диаметрам.

 Увеличение наружного диаметра труб пароперегревателя из-за ползуче-

сти для углеродистых сталей допускается до 3,5%, для труб из легированных

сталей — до 2,5% номинального. Если наблюдаются частые разрывы труб из

легированной стали при предельной деформации 2,5%, она сокращается до 2%.

 Допустимая остаточная деформация настенных экранов труб снижается до 2%

из-за более высоких температур на лобовой образующей.

Предельная толщина стенки труб вследствие совместного воздействия

внутренней и наружной коррозии (окалинообразования), абразивности золы и

воздействия пыли, дроби и струй пара из обдувочных аппаратов с учетом вре-

мени эксплуатации до следующего капремонта определяется по формуле

Sпp = So + nΔS,

где Sпр - предельная (минимально допустимая) толщина стенки трубы, мм;

So - минимальная расчетная толщина стенки, мм;

n - срок службы до очередного ремонта, при котором возможна замена

труб, лет;

ΔS - скорость утонения стенки, мм/год.

 Ремонт поверхностей нагрева без демонтажа производят, если те при-

знанны при осмотре и проверке годными к дальнейшей эксплуатации.

 В объем ремонтных работ в топках и газоходах котлов входят:

− подгибка и рихтовка труб ,

− ремонт опор, подвесок и креплений,

− вырезка контрольных образцов и установка вставок,

− ремонт и замена защитных устройств.

 При ремонте устраняют (переваривают) дефектные сварные стыки, вы-

полняют приварку к трубам ребер, плавников и других деталей, производят

ошиповку труб и прочее, как правило, не демонтируя эти трубные элементы.