

УДК 622.182:621.178

АНАЛИЗ ПОВРЕЖДАЕМОСТИ БАРАБАНОВ КОТЛОВ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ ИЗ СТАЛИ 16ГНМА В УСЛОВИЯХ ТЭЦ

Мордовин Денис Владимирович, студент гр. ТСм-231, I курс

Лоскутов Леонид Геннадьевич, студент гр. ТСм-231, I курс

Донских Данил Алексеевич, студент гр. ТСм-231, I курс

Научный руководитель: Абабков Н. В., к.т.н., доц.

Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово

Введение

Проблема надёжной и безопасной эксплуатации энергетического оборудования является основной задачей, т.к. большая часть оборудования (до 90%) выработала свой расчётный ресурс. На котлах высокого давления барабаны занимают особое место, от безаварийной работы которых зависит энергетическое оборудование ТЭЦ в целом. В настоящее время накоплен большой опыт контроля, ремонта и эксплуатации барабанов котлов высокого давления.

При длительной эксплуатации барабанов в тяжёлых условиях и в агрессивных средах под действием нагрузок, происходят процессы, которые связаны с изменением микроструктуры металла, и внутренних напряжений, а также возникновению микротрещин.

Методы неразрушающего контроля, применяемые на сегодняшний день, нацелены в основном на выявление уже существующих дефектов в основном металле барабана или его сварных соединений. Однако они не могут позволить обнаружить стадию зарождения микроповреждений и провести оценку предельного состояния металла. Для обеспечения безопасной эксплуатации энергетического оборудования всё больше необходим метод, который включает в себя прогнозирование и оценку дальнейшей безопасной эксплуатации.

Описание объекта

Объектом исследования данной статьи будет являться барабан котлов высокого давления ТП-87 из стали 16ГНМА.

Барабан котла – это элемент, который выполняет функцию сбора и раздачи рабочей среды, для отделения пара и воды, очистки пара и обеспечения запаса воды в котле. Барабаны изготавливают из вальцованных или штампованных обечаек, которые имеют один или два продольных шва. Днища барабанов штампуют из листа. Обечайки и днища соединяют между собой при помощи сварных соединений.

Барабан имеет внутренний диаметр 1600мм., наружный 1830мм., толщину стенки обечаек 115мм., и общую длину 17800мм.

Элементами барабана являются обечайки, днища, лазовые отверстия, отверстия парового и водяного объёма, мостики между отверстиями, продольные и кольцевые сварные соединения, швы приварки внутрибарабанных устройств, а также отверстия линии аварийного слива и линии рециркуляции.

Материал из которого изготовлен барабан – жаропрочная низколегированная сталь 16ГНМА. Её химический состав представлен в таблице 1.

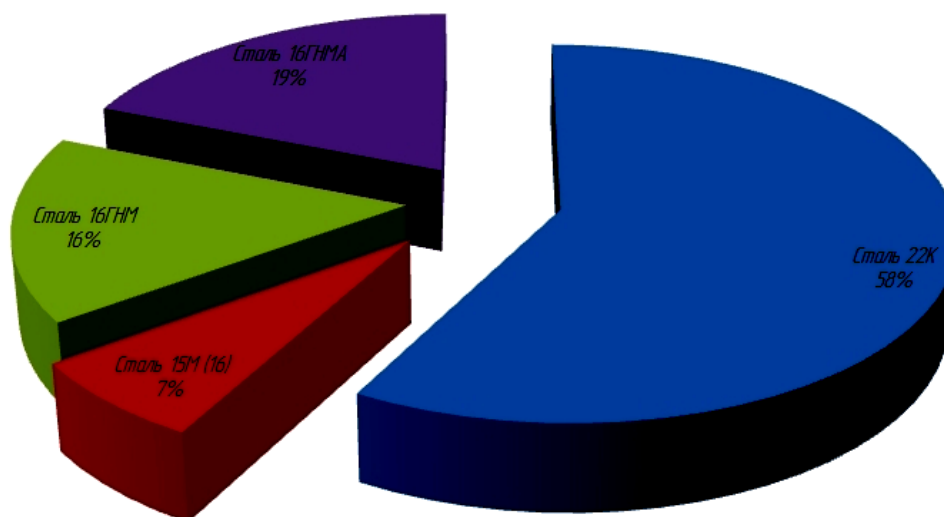
Таблица 1

Химический состав в % стали 16ГНМА

Марка стали	C	Si	Mn	Mo	S	P
					не более	
16ГНМА	0,15-0,18	0,17-0,37	0,9-1,1	0,39-0,5	0,035	0,035

Таблица 2

Распределение барабанов, эксплуатируемых на ТЭЦ по маркам стали.



Трещины

Факторами, влияющими на пониженную прочность барабана являются стесненность деформации, возникающее из большого количества устройств, отверстий на относительно малой площади. Повышенное содержание неметаллических включений и вредных примесей, возникающих как на стадии изготовления, так и после ремонтов с помощью сварки. Недостаточная послесварочная термообработка, которая приводит к наличию закалочной структуры и высокому уровню остаточных напряжений, а также сварные дефекты являются причиной образования трещин в отдельно наиболее нагруженных местах.

В целях обнаружения трещин в производственных условиях применяют различные методы неразрушающего контроля:

- Визуально-измерительный;
- Магнитопорошковый;

- Капиллярный.

Для возможного разрушения барабанов котлов необходимо несколько факторов, в связи с большой толщиной стенки. Совокупность стесненности деформации, хрупкого состояния основного металла, и наличие очаговой трещины, являются основными для разрушения барабана.

Вследствие присутствия остаточных напряжений в процессе эксплуатации возникают трещины в сварных соединениях и околошовной зоне. Такие трещины наблюдаются около мест приварки кронштейнов крепления внутрибарабанных устройств, около швов приварки лапы затвора лаза на внутренней поверхности днища и кольцевые трещины около шва приварки кольца укрепления кромки лаза.

Вследствие стояночной коррозии, работы на плохо деаэрированной воде появляются коррозионные язвы, цепочки язв и раковины на внутренней поверхности обечаек и днищ, а также на поверхности отверстий и лаза.

Вокруг отверстий в основном в пределах водяного объема обнаруживают трещины, располагающиеся преимущественно радиально или вдоль оси барабана.



Рис.1 Трещины на отверстиях водоотпускных труб.

Эти трещины возникают из-за термических напряжений. Они могут быть скрыты под трубами при вальцовке труб в барабане. Дефекты (трещины, язвы и др.) могут быть также обнаружены на приварных штуцерах или в их околошовных зонах.

Наиболее интенсивно трещины у отверстий водоотпускных труб развиваются в первый период после зарождения, со временем темп роста их в глубину существенно замедляется. В начальной стадии развития рост трещин в глубину происходит более интенсивно, чем в длину. С достижением некоторой глубины наблюдается тенденция к опережающему росту трещин в длину.

Ультразвуковой контроль

При ультразвуковом контроле сварных соединений барабанов следует применять эхо-импульсный метод. Ультразвуковой контроль сварного

соединения выполняют по продольному или поперечному способу перемещения преобразователя.

Основными измеряемыми характеристиками выявленных дефектов являются:

- площадь эквивалентного отражателя;
- координаты дефекта в сечении;
- условные размеры дефекта;

Условными размерами выявленного дефекта являются: условная протяженность, условная ширина и условная высота. В результате ультразвукового контроля обнаруживают такие дефекты как: поры, трещины, шлаковые включения. В сварных швах приварки обечаек дефекты относят к одному из следующих типов: объёмные непротяженные, объёмные протяженные, плоскостные.

В металле обечаек на перемычках между водоопускными отверстиями также возможно присутствие расслоения металла.

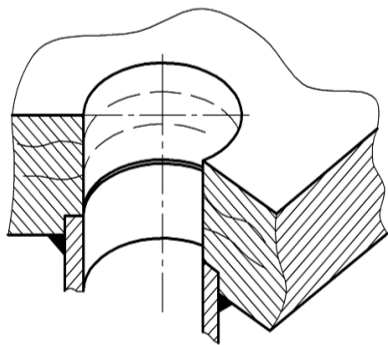


Рис.2 Расслоение в металле барабана.

Контроль металла на расслоение проводят прямым преобразователем, либо с помощью ультразвукового толщиномера.

Заключение

Одним из наиболее перспективных методов неразрушающего контроля основного металла и сварных соединений для выявления дефектов является акустический метод. В течение 2024 года планируется провести неразрушающий контроль барабанов котлов высокого давления спектрально-акустическим методом системой «Астрон», а также ряд исследований физико-механических свойств, микроструктуры обечаек и сварных соединений. Исследования будут проводиться во время капитальных ремонтов котлов в на Ново-Кемеровской ТЭЦ. После всех исследований, испытаний и обработки информации будет проведён сравнительный анализ состояния металла в зависимости от различного срока эксплуатации оборудования.

Список литературы

1. Абабков Н.В., Кашубский Н.И., Князьков В.Л. и др.; под ред. Смирнова А.Н. Диагностика, повреждаемость и ремонт барабанов высокого давления. М.: Машиностроение, 2011- с.52-54, 62,

2. Алешин Н.П. Физические методы неразрушающего контроля сварных соединений: Учебное пособие. – М.: Машиностроение, 2006 – 354с.
3. Смирнов А.Н. Повреждаемость сварных соединений. Спектрально-акустический метод контроля / А.Н. Смирнов, Н.А. Конева, Н.А. Попова, С.В., Фольмер, Э.В. Козлов // М.: Машиностроение, 2009 – 278 с.
4. Смирнов А. Н. Структурно-фазовое состояние, поля внутренних напряжений и акустические характеристики в длительно работающем металле поврежденного барабана котла высокого давления / А. Н. Смирнов, Н. В. Абабков, Э.В. Козлов и др. // Контроль. Диагностика. – 2012 – №7. – С. 13–17.
5. Щербинский В.Г. Технология ультразвукового контроля сварных соединений. Москва, 2005 – с.5-8.
6. Шелихов Г.С. Магнитопорошковая дефектоскопия в рисунках и фотографиях. Москва, 2002 – с.122-124.
7. Смирнов А.Н. / Под общ. ред. Блюменштейна В.Ю., Кречетова А.А. Контроль. Диагностика. Ресурс. Кемерово, 2007 – с.168-170.
8. РД 34.17.421-92. Типовая инструкция по контролю и продлению срока службы металла основных элементов котлов, турбин и трубопроводов тепловых электростанций.
9. СТО-021-21-21-2003. Основные элементы котлов, турбин и трубопроводов тепловых электрических станций. Контроль состояния металла. Нормы и требования.

© Мордовин Д.В.

© Лоскутов Л.Г.