

УДК 621.791.05:620.179

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ДЛИТЕЛЬНО РАБОТАЮЩЕГО МЕТАЛЛА БАРАБАНОВ КОТЛОВ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ НОВОКЕМЕРОВСКОЙ ТЭЦ

А.А. Завсеголов, студент гр. МШМ-141, I курс

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

ФГБОУ ВПО «Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева», г. Кемерово

В процессе эксплуатации элементов технических устройств опасных производственных объектов (ТУ ОПО) энергетической промышленности возникает целый ряд проблем, которые могут привести к техногенным катастрофам и человеческим жертвам. В первую очередь, это связано с тем, что большая часть оборудования (85–90%) выработала свой ресурс и нуждается в полной или частичной замене. Однако, современное состояние экономики в теплоэнергетической промышленности не позволяет достичь поставленных целей. Поэтому весьма актуальным становится вопрос разработки новых, эффективных технологий, методов и способов оценки работоспособности и восстановления ресурса элементов технических устройств. И для обеспечения безопасной эксплуатации ответственных конструкций все более широкое распространение получает концепция, основанная на «прогнозировании и предупреждении» вместо используемой старой концепции «обнаружение и устранение» [1].

Объектом исследований данной статьи являются барабаны паровых котлов типа ТП-87. Принципиальная схема парового котла представлена на рис 1.

На данный момент в России эксплуатируется около 50 котлоагрегатов данного типа. При этом срок эксплуатации некоторых из них достиг 60 лет. Один из таких паровых котлов ТП-87 эксплуатируется на Новокемеровской ТЭЦ, г. Кемерово. Барабан котла имеет размеры $\varnothing 1800 \times 110$ мм, давление в барабане – 155 кгс/см^2 , температура – 316°C , дата изготовления 1981 г., дата пуска 1981 г., время эксплуатации на 01.15.2015 г. – 169 000 час (рис. 2).

Материал, из которого изготовлен барабан – специальная молибденовая сталь 16ГНМ. Химический состав представлен в табл.

Таблица №1

Химический состав стали 16ГНМ, ГОСТ 4543-57

C, %	Si, %	Mn, %	Mo, %	S, %	P, %
0,12–0,18	0,17–0,37	0,8–1,1	0,4–0,55	Не более 0,035	Не более 0,035

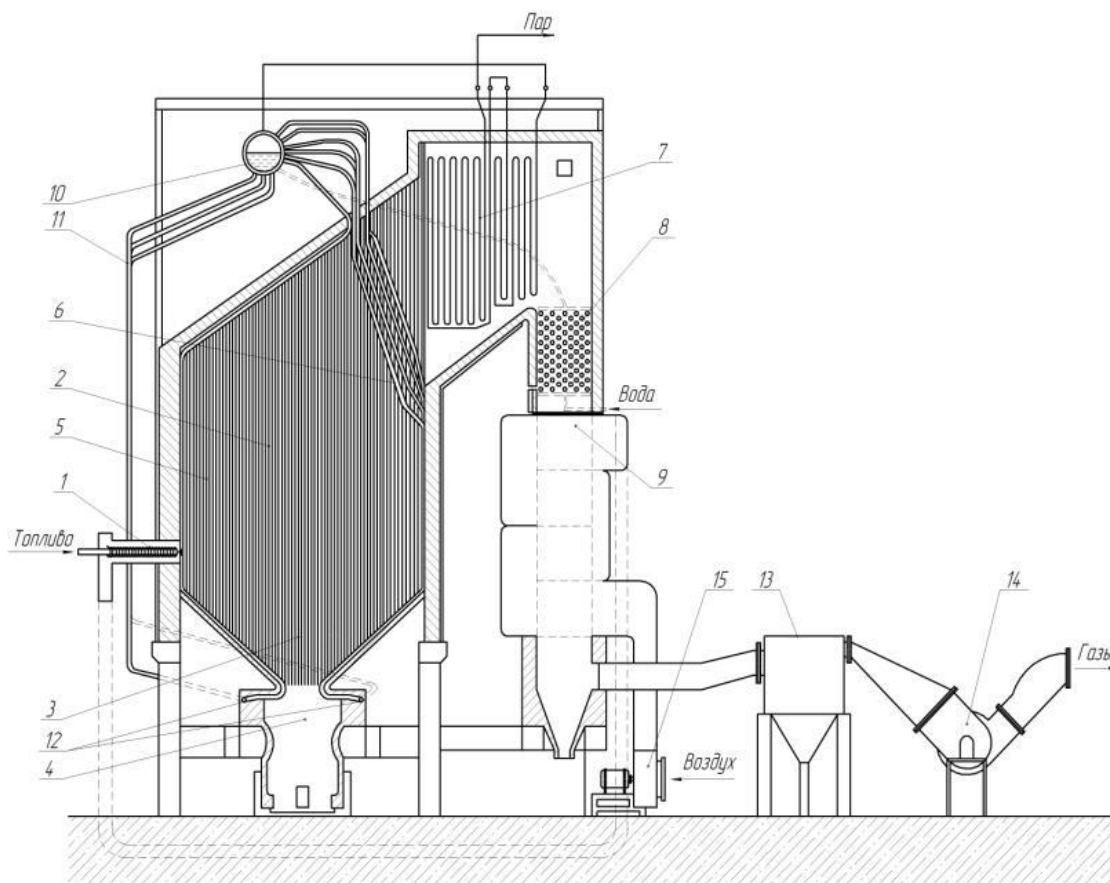


Рис. 1. Принципиальная схема парового котла:

1 – горелка; 2 – топочная камера; 3 – холодная воронка; 4 – шлаковый комод;
5 – экраны; 6 – фестон; 7 – пароперегреватель; 8 – экономайзер; 9 – воздухоперегреватель; 10 – барабан котла; 11 – опускные трубы; 12 – коллекторы;
13 – золоуловитель; 14 – дымосос; 15 – дутьевой вентилятор



Рис. 2. Внешний вид барабана котла ТП-87

Для обнаружения дефектов используют различные методы испытаний, которые делятся на две большие группы[2]:

- Разрушающие методы исследований;
- Неразрушающие методы исследований.

К разрушаемым методам исследований относятся испытания на разрыв, испытания на ударную вязкость, анализ на содержание карбидов и металлографические испытания [3]. Схема вырезки образцов для этих испытаний представлена на рис. 3.

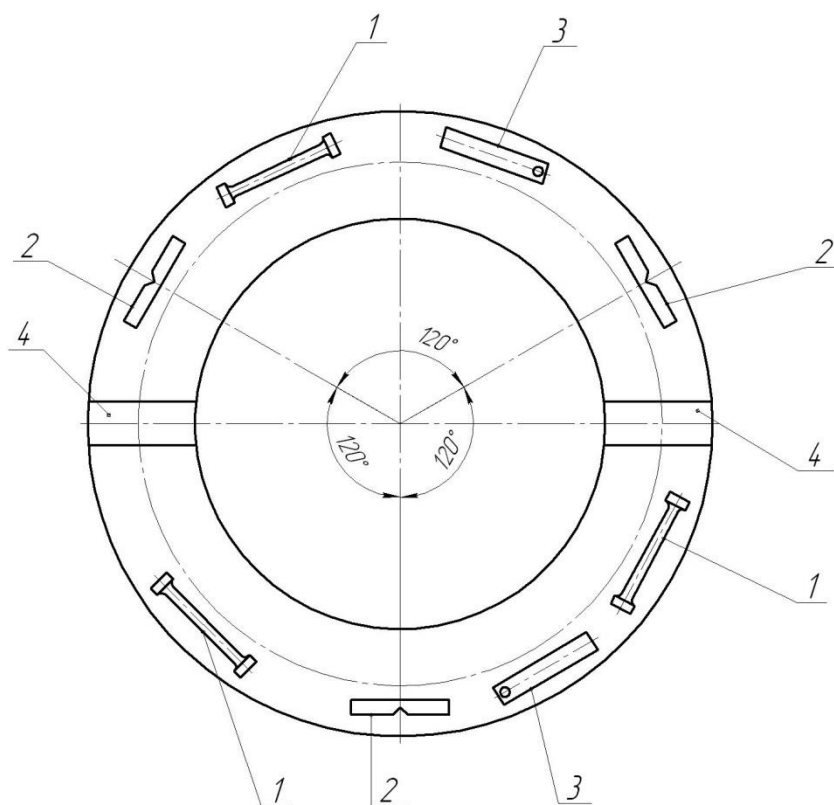


Рис. 3. Схема вырезки образцов:

1 – образцы для испытания на разрыв; 2 – образцы для испытания на ударную вязкость; 3 – образец для карбидного анализа; 4 – образец для металлографического анализа

Главным недостатком вышеперечисленных методов является то, что для проведения эксперимента необходимо выводить из строя оборудования, и останавливать, таким образом, производство.

Поэтому в целях обнаружения дефектов в производственных условиях и без выхода из строя оборудования применяют различные методы неразрушающего контроля:

- Визуально-измерительный;
- капиллярный;

- акустический;
- вихретоковый;
- магнитный и др.

Для большинства современных методов неразрушающего контроля и применяемых в них приборах важны, так называемые, корреляционные зависимости. Если мы знаем характеристики металла, находящегося в предельном состоянии (величина остаточных напряжений, величина предела текучести) и значения характеристик, полученных на различных приборах (время задержки и скорость распространения импульсов поверхностных акустических волн – спектрально-акустический метод; интенсивность магнитного шума – магнитно-шумовой метод) для этого же состояния, то можно построить зависимость и вывести закономерности. Которые потом, при наличии большого объема проведенных экспериментов и хорошей сходимости результатов, можно будет использовать как самостоятельные методы.

При этом одним из наиболее перспективных методов контроля состояния металла сварных соединений, основного металла и выявления несплошностей в настоящее время считается акустический метод. Ранее авторами [4–7] было установлено, что спектрально-акустический метод контроля является чувствительным методом оценки локальных полей внутренних напряжений и параметров микроструктуры (плотности дислокаций, кривизны-кручения кристаллической решетки и т.д.). Кроме того, акустические характеристики материалов (скорость распространения упругих волн, затухание и дисперсия, акустический импеданс) имеют связь с механическими свойствами материалов. Это позволяет по акустическим характеристикам материала судить о его механических свойствах. Авторами [4–7] предложены комплексные критерии степени поврежденности металла в относительных единицах. Однако, исследования проводились лишь для паропроводов, изготовленных из различных теплоустойчивых сталей перлитного класса. Есть интерес провести подобные исследования для металла барабана котла.

В течение 2015 года, автором данной статьи, планируется провести ряд исследований физико-механических свойств и напряженно-деформированного состояния металла, барабанов котлов. Работы будут проводиться на Ново-Кемеровской ТЭЦ, во время проведения плановых капитальных ремонтов теплоэнергетического оборудования. Объектами для исследования станут: основной металл барабана, сварные швы обечайки, а также водоопускные и пароотводящие трубы. После проведения всех необходимых измерений и последующей обработки данных, будет проведено сравнение состояния металла разных объектов, в зависимости от срока длительности эксплуатации.

Список литературы

1. Махненко, В.И. Риск-анализ как средство формализации принятия решений о внеплановом ремонте сварных соединений / В.И. Махненко, Е.А. Великоиваненко, О.И. Олейник // Автоматическая сварка, 2008, №5. – С.5-10.
2. Алешин, Н.П. Физические методы неразрушающего контроля сварных соединений: Учебное пособие. – М.: Машиностроение, 2006. – 368с.
3. СТО-021-21-21-2003. Основные элементы котлов, турбин и трубопроводов тепловых электрических станций. Контроль состояния металла. Нормы и требования.
4. Смирнов, А.Н., Хапонен, Н.А. Способ неразрушающего контроля степени поврежденности металлов эксплуатируемых элементов теплоэнергетического оборудования. Патент РФ, №2231057. 2004.
5. 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.
6. 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.
7. Смирнов А.Н. Локальные поля напряжений в сварных соединениях, спектрально-акустический метод их выявления и синергетический подход к материаловедению / А.Н. Смирнов, С.В. Фольмер, Н.В. Абабков // Вестн. Кузбасского гос. техн. унив., 2009, №3. С. 28–38.