

ВЛИЯНИЕ МИКРОПОВРЕЖДЁННОСТИ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ И ОСНОВНОГО МЕТАЛЛА ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ЕГО РАБОТОСПОСОБНОСТЬ

Кайзер Иван Евгеньевич. Магистрант гр. ТСм-161, II курс
Научный руководитель: Абабков Николай Викторович, к.т.н.
ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени
Т.Ф. Горбачева»

В процессе эксплуатации элементов технических устройств опасных производственных объектов (ТУОПО) 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].

В данной статье были проведены исследования состояния образцов металла прямых участков со сварными стыками главных паропроводов, гибы пароперепускных труб от выходных коллекторов конвективного пароперегревателя IV ступени в паросборную камеру котла, изготовленные из стали 12Х1МФ и которые эксплуатировались на разных ГРЭС и ТЭЦ Кемеровской области.

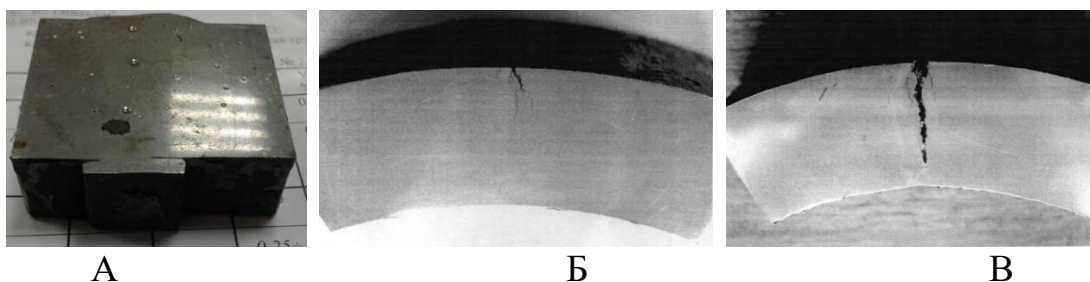


Рис 1. Вид исследуемых образцов. (а – Прямой участок со сварным стыком №23; б – Гиб №16 пароперепускной трубы от выходных коллекторов; в – Гиб пароперепускной трубы №6 от выходных коллекторов конвективного пароперегревателя;)

Для исследуемых материалов характерным является разрушение по механизму ползучести. Согласно данному механизму, разрушение металла происходит вследствие постепенного накопления микропор, которые в последующем перерастают в микротрещины. Наличие микропор в объеме металла носит название микроповрежденности [4]. Микроповрежденность оценивается по балльной шкале в соответствии с Приложениями Е, Ж и Л ОСТ 34-70-960-96. Изображение структур образцов стали 12Х1МФ представлены на рис. 2.

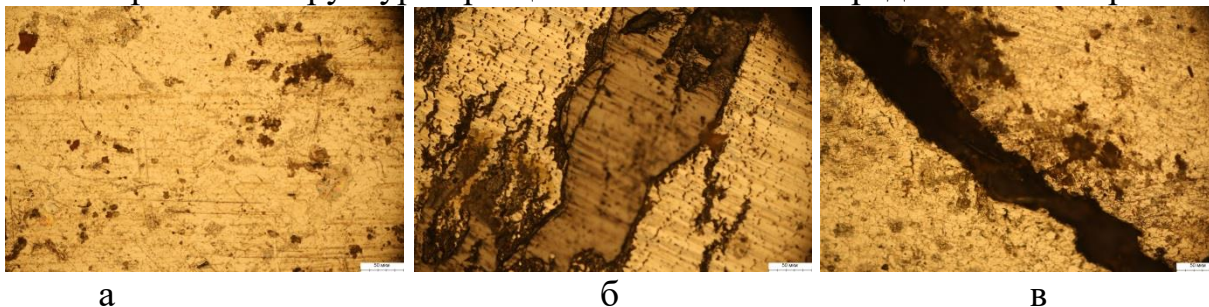


Рис 2. Структуры образцов (а - Прямой участок со сварным стыком №23; б – Гиб №16 пароперепускной трубы; в – Гиб пароперепускной трубы №6;)

Для обнаружения дефектов используют разрушающие и неразрушающие методы испытаний. [2] К разрушаемым методам исследований относятся: испытания на разрыв, испытания на ударную вязкость, анализ на содержание карбидов и металлографические испытания [3]. Недостатком разрушающих методов является то, что для проведения эксперимента необходимо привести в негодность оборудования, и останавливать производство. Поэтому, в целях обнаружения дефектов в производственных условиях и без приведения в негодность оборудования, применяют различные методы неразрушающего контроля. В настоящее время чувствительность приборов традиционных методов неразрушающего контроля позволяет обнаруживать микроповрежденность только с 4 балла. Для обнаружения микроповрежденности 1, 2 и 3 баллов нужно использовать приборы с большей чувствительностью. Одним из наиболее перспективных методов контроля состояния металла сварных соединений, основного металла и выявления несплошностей в настоящее время считается акустический метод. Спектрально-акустический метод контроля является чувствительным методом оценки локальных полей внутренних напряжений и параметров, акустические характеристики имеют связь с механическими свойствами материалов. Это позволяет судить о механических свойствах материала.

Были проведены исследования состояния образцов металла прямых участков со сварными стыками главных паропроводов, гибы пароперепускных труб от выходных коллекторов конвективного пароперегревателя IV ступени в паросборную камеру котла, изготовленные из стали 12Х1МФ и которые эксплуатировались на разных ГРЭС и ТЭЦ Кемеровской области (таблица 1).

Таблица 1

Общие характеристики исследуемых образцов

№ п/п	Объект	Параметры эксплуатации	Величина зерна	Балл микроповрежденности	Дефекты
1.	Прямой участок со сварным стыком №23 нитки «А» главного паропровода блока №1; Ø325,0×43,0	T = 545 °C, P = 140 кгс/см ² Наработка: 342 820 ч.	№8	Ip (не выявлена)	Отсутствуют
2.	Гиб №16 пароперепускной трубы от выходных коллекторов конвективного пароперегревателя IV ступени в паросборную камеру котла №5; Ø133,0×17,0	T = 555 °C, P = 140 кгс/см ² Наработка: 182 621 ч.	№8	6-7	Трещина на наружной поверхности протяженностью 50 мм, несквозная, глубина 6,5–7,0 мм
4.	Гиб пароперепускной трубы №6 от выходных коллекторов конвективного пароперегревателя IV ступени в паросборную камеру котла; 133,0×17,0	T = 555 °C, P = 140 кгс/см ² Наработка: 230 000 ч.	№7	6-7	Трещина на наружной поверхности протяженностью 140 мм, сквозная

Исследование проводилось при помощи измерительно-вычислительного комплекса «АСТРОН». Были проведены прецизионные измерения времени распространения (задержек) и отношения размахов ультразвуковых импульсов (коэффициент затухания), распространяющихся в материале исследуемого объекта («АСТРОН») с помощью 4 МГц датчика поверхностных акустических волн. Для этого были подготовлены зоны контроля на поверхности образцов. После этого были сделаны замеры вышеперечисленных параметров, с расположением датчиков вдоль относительно центральной оси гибов и паропроводов.

Результаты и их обсуждение

№ п/п	R, нс	K _{зат} , 1/мкс	Амплитуда		Примечание
			Верхняя	Нижняя	
1.	4707	-0,001	204	195	Ø 133,0×17,0 182 621 час. Гиб №16
2.	4642	-0,069	263	282	
3.	4683	-0,040	234	240	

4.	4650	-0,081	262	281	Ø 325,0×43,0 342 820 №11 Сварное со- единение
5.	4648	-0,104	292	314	
6.	4643	0,029	155	171	
7.	4715	0,050	159	145	Ø133,0×17,0 230 тыс. час Гиб №6
8.	4650	-0,040	225	239	
9.	4743	0,088	129	125	

Результаты измерения акустических характеристик, полученные с образца №1 приняты за исходное состояние металла. Поэтому сравнение производим с результатами именно этого образца. Для образцов №2 и №3, вырезанного вблизи трещины характерны более высокие значения времени задержки поверхностной акустической волны и коэффициента затухания, а также более низкие значения амплитуды. Значения коэффициента затухания имеют более значительное увеличение по сравнению с образцом №1, тогда как значения амплитуды принятого импульса волны Релея меньше. Стабильность значений акустических характеристик свидетельствует об отсутствии в металле дефектов. Однако различие образца №1 с образцами №2 и №3 говорит о том, что в структуре металла этих образцов имеются различия.

Вывод

Проведено исследование образцов металла поврежденных паропроводов акустическими методами. Исследованы образец не имеющие повреждений, образцы с трещинами ползучести и образцы с выявленной микроповрежденности. Спектрально-акустический метод контроля может применяться при контроле металла теплоэнергетического оборудования.

Список литературы

1. ОСТ 34-70-960-96. Металл паросилового оборудования электростанций. Методы металлографического анализа в условиях эксплуатации/
2. Смирнов, А. Н. Анализ проблем, связанных с безопасной эксплуатацией элементов энергетического машиностроения / А. Н. Смирнов, Н. В. Абабков // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2010. – № 2. – С. 12–17.
3. Алешин, Н. П. Физические методы неразрушающего контроля сварных соединений: Учебное пособие. – М.: Машиностроение, 2006. – 368с.
4. Смирнов, А.Н. Оценка состояния длительно работающего металла технических устройств опасных производственных объектов акустическим методом / А.Н. Смирнов, Н.А. Хапонен, А.Н. Челышев и др. // Безопасность труда в промышленности. – 2004. – № 3. – С. 28–31.