

УДК 621.791.05:620.179

**ОЦЕНКА МИКРОПОВРЕЖДЕННОСТИ МЕТАЛЛА ДЛИТЕЛЬНО
РАБОТАЮЩИХ ОБЪЕКТОВ ТЭК НЕРАЗРУШАЮЩИМИ
МЕТОДАМИ КОНТРОЛЯ**

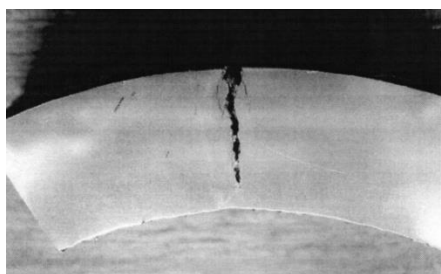
Кайзер И.Е. магистрант гр. ТСм-161, I курс

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

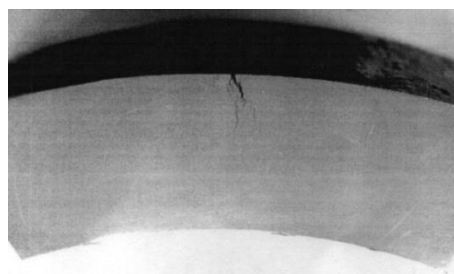
ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева», 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28

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].

Объектом исследований данной статьи, являются прямые участки 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).



а)



б)

Рис. 1. Вид исследуемых образцов гибов пароперепускных труб от выходных коллекторов конвективного пароперегревателя IV ступени в паросборную камеру котла; типоразмер $\varnothing 133,0 \times 17,0$:

а – после 230 000 ч эксплуатации; б – после 182 621 ч эксплуатации

Для исследуемого материала 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 Ж и Л ОСТ 34-70-960-96 [1]. Изображение структуры стали 12Х1МФ с различными баллами микроповрежденности представлены на рис. 2, а и б.

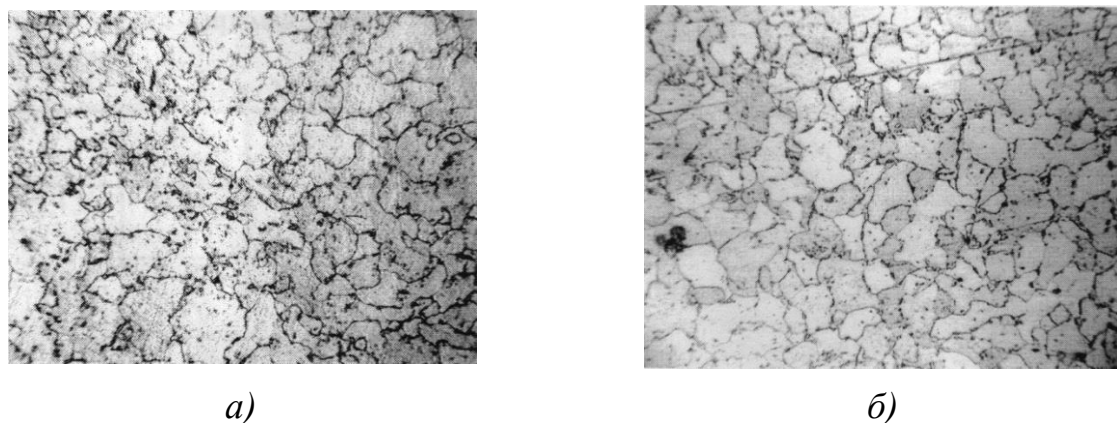


Рис. 2. Структура стали 12Х1МФ с различной микроповрежденностью, $\times 500$:
а - балл Іп по Приложению Л ОСТ 34-70-960-96 (микроповрежденность оптическими методами не выявляется); б - балл №6-7 по Приложению Ж ОСТ 34-70-960-96

Для обнаружения дефектов используют различные методы испытаний, которые делятся на две большие группы [2]: разрушающие и неразрушающие методы исследований.

К разрушаемым методам исследований относятся испытания на разрыв, испытания на ударную вязкость, анализ на содержание карбидов и металлографические испытания [3]. Главным недостатком вышеперечисленных методов является то, что для проведения эксперимента необходимо выводить из строя оборудование, и останавливать, таким образом, производство.

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

В настоящее время чувствительность приборов традиционных методов неразрушающего контроля позволяет обнаруживать микроповрежденность лишь с 4 балла. Для обнаружения микроповрежденности 1, 2 и 3 баллов необходимо 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. Ранее авторами [5–9] было установлено, что спектрально-акустический метод контроля является чувстви-

тельным методом оценки локальных полей внутренних напряжений и параметров микроструктуры (плотности дислокаций, кривизны-кручения кристаллической решетки и т.д.). Кроме того, акустические характеристики имеют связь с механическими свойствами материалов. Это позволяет судить о механических свойствах материала. Авторами [5–8] предложены комплексные критерии степени поврежденности металла в относительных единицах.

Планируется провести исследования состояния образцов металла прямые участки 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).

Таблица

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	Ип (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
3.	Гиб и прямой участокгиба со сварным соединением паропровода котла ст. №10; Ø325,0×24,0	T = 540 °C, P = 140 кгс/см ² Наработка: 175 354 ч.	№8	Ип (не выявлена)	Отсутствуют
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
5.	Гиб пароперепускной трубы от выходных коллекторов конвективного пароперегревателя IV ступени в паросборную камеру котла; 133,0×17,0	T = 555 °C, P = 140 кгс/см ² Без наработки	№1	Ип (не выявлена)	Отсутствуют

Исследование проводилось при помощи измерительно-вычислительного комплекса «АСТРОН» и анализатора напряжений и структуры металлов «IN-

TROSCAN». 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, а также интенсивности магнитного шума («INTROSCAN»).

Вывод

В работе рассмотрена возможность применения неразрушающего контроля для оценки микроповрежденности металла длительно работающих объектов ТЭК. Подготовлены образцы металла паропроводов, изготовленных из стали 12Х1МФ. Выбраны методы и методики экспериментальных исследований.

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.
5. Бугай, Н. В. Работоспособность и долговечность металла энергетического оборудования [Текст] / Н. В. Бугай, Т. Г. Березина, И. И. Трунин. – М., Энергоатомиздат, 1994. – 272 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.
8. Смирнов, А. Н. Внутренние поля напряжений и характер и субструктуры в длительно-работающем металле технических устройств опасных производственных объектов // Безопасность труда в промышленности. – 2004. – № 7. – С. 35–37.
9. Смирнов, А. Н. Структурная поврежденность сталей и ее оценка спектрально-акустическим и электронно-микроскопическим методами // Контроль. Диагностика. – 2004. – № 4. – С. 13–18.