

УДК 621.791.05:620.179

ПРИМЕНЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ МЕТОДОВ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ И ПОВРЕЖДЕННЫХ ГИБОВ ПАРООТВОДЯЩИХ И ВОДООПУСКНЫХ ТРУБ КОТЛОВ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

А.А. Завсеголов, студент гр. ТСм-141, II курс

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

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

В процессе длительной 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» [1–4].

Объектом исследований данной статьи, являются гибы пароводящих и водоотпускных труб паровых котлов типа ТП-87-1, которые эксплуатируются на Ново-Кемеровской ТЭЦ (г. Кемерово).

Для обнаружения дефектов используют различные методы испытаний, которые делятся на две большие группы [3]:

- 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 [3–8]. 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.

Для большинства современных методов неразрушающего контроля и применяемых в них приборах важны, так называемые, корреляционные зависимости. Зная характеристики металла, находящегося в предельном состоя-

нии (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; коэрцитивная сила) для этого же состояния, можно построить зависимость и вывести закономерности. Которые потом, при наличии большого объема проведенных экспериментов и хорошей сходимости результатов, можно будет использовать как самостоятельные методы [9].

При этом одним из наиболее перспективных методов контроля состояния металла сварных соединений, основного металла и выявления несплошностей считается акустический метод.

Авторами были проведены исследования состояния образцов металла гибов пароотводящих и водоопускных труб (табл. 1–2).

Таблица 1

Общие характеристики образцов металла гибов пароотводящих труб

Номер образца	Описание образца	Материал	Длительность эксплуатации
Образец №1	Гиб пароотводящей трубы фронтального экрана Ø133×13. Дефекты отсутствуют.	Ст.20	242 тыс. ч.
Образец №2	Гиб пароотводящей трубы фронтального экрана Ø133×13. Дефект: технологический закат, в виде отслоения, на наружной поверхности растянутой зоны, с $L \approx 20$ мм.	Ст.20	242 тыс. ч.
Образец №3	Гиб пароотводящей трубы фронтального экрана Ø133×13. Дефект: технологический закат, на наружной поверхности нейтральной зоны, с $L \approx 400$ мм.	Ст.20	242 тыс. ч.

Таблица 2

Общие характеристики образцов металла гибов водоопускных труб

Номер образца	Описание образца	Материал	Длительность эксплуатации
Образец №4	Гиб водоопускной трубы фронтального экрана Ø159×12. Прямой участок. Дефекты отсутствуют.	Ст.20	Новый

Образец №5	Гиб водоопускной трубы фронтального экрана Ø159×12. Прямой участок. Дефекты отсутствуют.	Ст.20	219 тыс. ч.
Образец №6	Гиб водоопускной трубы фронтального экрана Ø159×12. Растянутая зона. Дефекты отсутствуют.	Ст.20	219 тыс. ч.
Образец №7	Гиб водоопускной трубы фронтального экрана Ø159×12. Дефект: коррозионно-усталостная трещина, развившаяся по технологической риске на внутренней поверхности нейтральной зоны.	Ст.20	219 тыс. ч.

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. Ниже приведены графики с результатами измерений (рис. 1–2).

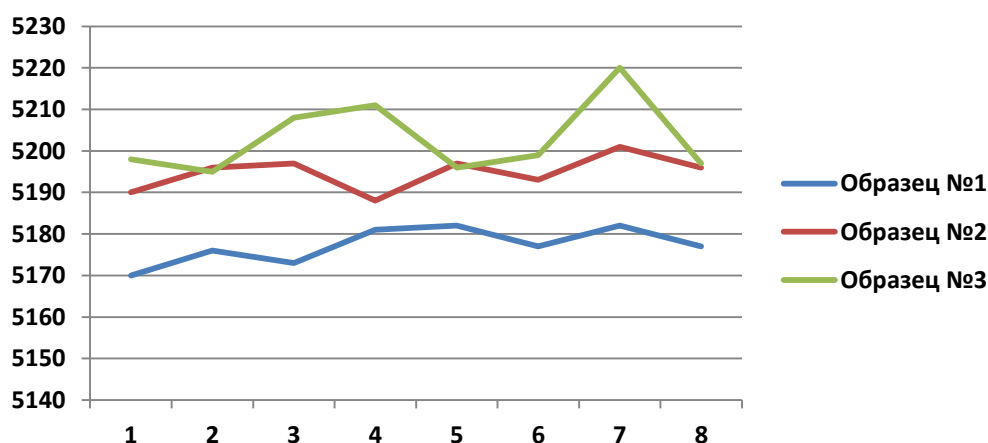


Рис 1. Результаты измерения времени задержки поверхностных акустических волн относительно центральной осигиба (продольное расположение датчика) группа образцов №1 (пароотводящие трубы).

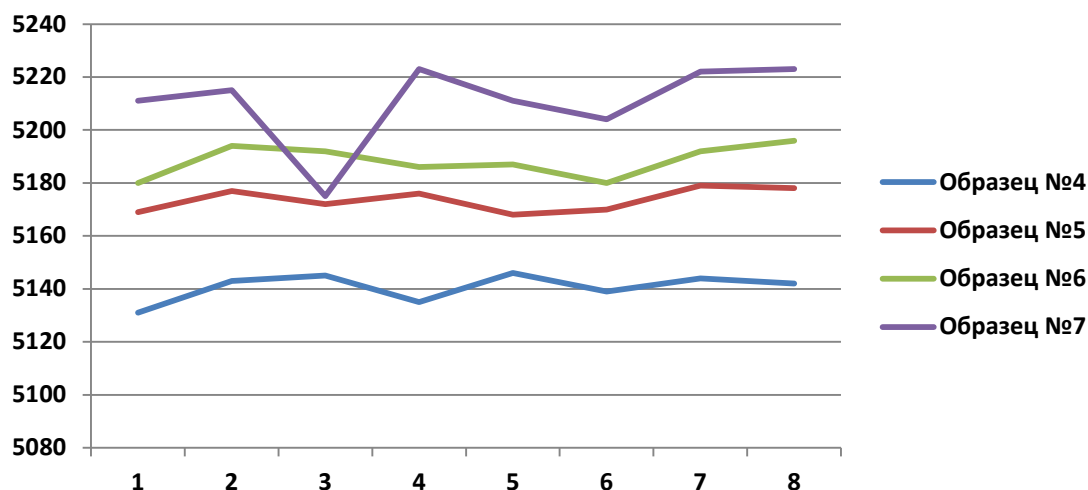


Рис 2. Результаты измерения времени задержки поверхностных акустических волн относительно центральной осигиба (продольное расположение датчика) группа образцов №1 (водоопускные трубы)

Выводы

1. Выполнены исследования образцов металла нового, эксплуатируемых и поврежденных гибов паропроводящих и водоопускных труб с наработкой 219 тыс. часов и 242 тыс. часов акустическим методом.

2. Результаты измерения акустических характеристик показали, что:

- Для образцов №2, №3 и №7, имеющих дефекты, характерны более высокие значения R , чем для образцов №1, №4, №5, №6.

- Так как в образцах №1, №4, №5 и №6 нет дефектов, средние значения R для этих образцов ниже и не имеют ярко выраженных пиковых значений. Образец №4 (новый металл) значения R самые низкие.

3. Планируется выполнить аналогичные эксперименты для других сроков наработки гибов паропроводящих и водоопускных труб, а также металла в исходном состоянии. Это позволит получить относительно полную картину о изменении акустических характеристик в процессе эксплуатации оборудования, а также построить графические зависимости значений измеренных характеристик от времени наработки оборудования.

Список литературы:

1. Смирнов, А. Н. Комплексный подход к оценке работоспособности элементов энергетического оборудования / А. Н. Смирнов, Н. В. Абабков // Известия Самарского научного центра РАН, 2010. – Т. 12. – №1 (2). – С. 520–524.

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. 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.

5. Абабков, Н.В. Современное методическое обеспечение для оценки состояния металла потенциально опасного оборудования. Часть 2. Спектрально-акустический метод контроля / Н.В. Абабков, А.В. Бенедиктов, А.Н. Смирнов // Вестник КузГТУ. □ 2010. □ № 5. – С. 101–□106.

6. Смирнов, А. Н. Критерии оценки состояния и ресурса длительно работающих барабанов котлов высокого давления / А. Н. Смирнов, Н. В. Абабков // Сварка и диагностика. – 2013. – № 4. – С. 55–58.

7. Смирнов, А. Н. Микроструктура, поля внутренних напряжений и акустические характеристики металла разрушенного ротора паровой турбины / А. Н. Смирнов, Н. В. Абабков, Э. В. Козлов и др. // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 2014. – Т. 57. № 10. – С. 67–71.

8. Никитенко, М. С. Разработка комплекса средств технической диагностики, восстановления и упрочнения элементов горнодобывающего оборудования / М. С. Никитенко, К. В. Князьков, Н. В. Абабков др. // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2013. – № S6. – С. 447–456.

9. Смирнов, А.Н. Критерии оценки технического состояния длительно работающего металла оборудования ТЭС на основе акустической структурографии / Смирнов А.Н., Абабков Н.В., Муравьев В.В. и др.// Дефектоскопия. – 2015. – № 2.– С. 44–51.