

УДК 620.179.17

## ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД ПО АКУСТИКО-ЭМИССИОННОМУ МЕТОДУ КОНТРОЛЯ

***В. Ф. ПОЗДНЯКОВ, А. Н. ПРУДНИКОВ***

Белорусско-Российский университет  
Могилев, Беларусь

UDK 620.179.17

## RESEARCH TEST BENCH FOR ACOUSTIC EMISSION TESTING

***V. F. POZDNIKOV, A. N. PRUDNIKOV***

**Аннотация.** Представлено устройство лабораторного стенда для акустико-эмиссионного контроля. Стенд включает в себя макет объемного объекта, макет линейного объекта, макет плоскостного объекта. Сигналы акустической эмиссии могут генерироваться как имитатором Су-Нильсена, системой автоматического контроля датчиков, так и имитацией течи. В конструкции стенда дополнительно предусмотрено использование различных типов волноводов.

**Ключевые слова:** акустическая эмиссия, акустико-эмиссионный метод, течеискание, стенд.

**Abstract.** The organization of research test bench for acoustic emission testing is being presented. Test bench contains volumetric, linear and flat object mockups. The signals of acoustic emission can be generated both by the Sou-Nilsen's simulators, the system of automatic control sensors, and simulators of leaks. The test bench construction additionally provides for the use of various types of waveguides.

**Key words:** acoustic emission, acoustic emission testing, leak searching, test bench.

Развитие методов неразрушающего контроля проявляется не только в совершенствовании традиционных методов дефектоскопии, а также в применении методов контроля, позволяющих не только находить дефекты, но и прогнозировать остаточный ресурс эксплуатации изделия с дефектом. Дефект в объекте контроля не всегда означает критическое снижение прочности элемента конструкции и непригодность к эксплуатации. К методам, дополняющим дефектоскопию в оценке остаточного ресурса конструкции, относят акустико-эмиссионный контроль.

Акустико-эмиссионный контроль – пассивный акустический метод, заключающийся в генерации упругих волн, которые возникают в объекте при перестройке его структуры в результате возникновения деформаций, напряжённых состояний, истечения жидкой или газообразной среды через сквозные дефекты, кристаллизации материала, внешних механических воздействий и т. д. [1].

Наибольшее распространение акустико-эмиссионный метод получил в технической диагностике, а также при поиске мест истечения рабочей среды через сквозные отверстия в объекте. Метод акустической эмиссии решает

интегральные задачи диагностики, то есть выполняет быструю и производительную оценку состояния всего объекта.

Метод технической диагностики на основе акустической эмиссии позволяет обнаруживать различные дефекты, оценивать их размеры, степень опасности, прогнозировать нагрузку разрушения и ресурс. Контроль одним преобразователем в материалах со слабым затуханием ультразвука может проводиться в зоне радиусом до десятка метров и обнаруживать акустические волны напряжений, возбуждаемые глубоко внутри материала [2].

Расчетная чувствительность акустико-эмиссионного контроля составляет порядка  $10^{-6}$  мм<sup>2</sup>, что соответствует выявлению скачка трещины протяженностью 1 мкм на величину 1 мкм [3].

Наряду с вышеперечисленными преимуществами существуют сложности применения метода, например, связанные с тем, что на сегодняшний день не все процедуры контроля, регламентирующие акустико-эмиссионный контроль, стандартизованы техническими нормативными правовыми актами. Так, процедуры обработки, корректной фильтрации помех и шумов, анализа данных в значительной мере зависят от опыта и навыков персонала. При этом специалистам бывает затруднительно самостоятельно решать подобные задачи при проведении акустико-эмиссионной диагностики промышленных объектов, так как метод акустической эмиссии очень требователен к уровню подготовки персонала.

Для приобретения практического опыта контроля методом акустической эмиссии обычно в лабораторных условиях воспроизводят механическое нагружение (деформацию) различных образцов [4–7]. Образцы не всегда корректно передают особенности акустико-эмиссионного контроля в реальных конструкциях различного вида (геометрии), в том числе и за счет образования ложных акустико-эмиссионных событий сложной природы. Накопление навыков акустико-эмиссионного контроля рациональнее проводить на конструкциях, максимально приближенных к опасным производственным объектам в условиях эксплуатации, в том числе и для успешной идентификации дефектов, которые в реальности являются достаточно редким событием [8].

В Белорусско-Российском университете собран стенд для акустико-эмиссионного контроля, основной целью создания которого является максимально приближенная имитация акустико-эмиссионной картины, возникающей в реальных производственных условиях контроля опасных производственных объектов.

Стенд для акустико-эмиссионного контроля позволяет решать следующие задачи:

- практическое изучение физических основ акустико-эмиссионного контроля;
- приобретение навыков настройки акустико-эмиссионной аппа-

ратуры, определения скорости распространения и затухания волн на различных объектах;

- применение фильтрации, алгоритмов обработки сигналов, локации источников акустической эмиссии;
- исследование особенностей применения волноводов;
- исследование особенностей течеискания в трубопроводах, корпусах сосудов;
- проведение межлабораторных сличений по акустико-эмиссионному методу для аккредитованных испытательных лабораторий.

В состав лабораторного стенда включены макеты наиболее распространенных потенциально опасных промышленных объектов – сосудов, работающих под давлением, трубопроводов, металлоконструкций резервуаров, грузоподъемных механизмов и т. п.

Лабораторный стенд содержит:

- макет объемного объекта. Это цилиндрической сосуд с двумя эллиптическими днищами, штуцерами и арматурой;
- макет линейного объекта. Макет представляет собой трубопровод, выполненный в зигзагообразном виде, с целью обеспечения компактности. На макете предусмотрены волноводы для крепления датчиков;
- макет плоскостного объекта. Макет представляет собой лист металла;
- нагружающее устройство, которое предназначено для заполнения рабочей средой макетов объектов. В нагружающем устройстве использована газообразная рабочая среда. Нагружающее устройство состоит из компрессора с ресивером, системы запорных вентилей, предохранительного клапана и гибких соединительных шлангов;
- акустико-эмиссионная система для регистрации и анализа сигналов.

В лабораторном стенде применена акустико-эмиссионная система «Лель» (A-Line 32D (DDM)) компании «ИНТЕРЮНИС». Это многоканальная модульная система сбора и обработки акустико-эмиссионной информации распределённого типа с последовательным высокоскоростным цифровым каналом передачи данных.

Конструкция элементов стенда имеет возможность создания шумовых явлений, вызванных пропуском рабочей среды через фланцевое соединение, неплотность запорной арматуры, искусственной имитации течи в теле объекта. Макет трубопровода, сосуда в полной мере может представлять объект для поиска мест истекания рабочей среды под давлением с регулируемым расходом для апробации различных способов локации источников акустической эмиссии.

Помимо получения практических навыков проведения акустико-эмиссионного контроля, с помощью стенда возможно проведение

различных исследований, направленных на выбор оптимальных параметров контроля и повышение достоверности локации источников акустической эмиссии. Так, в составе лабораторного стенда представлены несколько типов волноводов, различающихся материалом, геометрической формой и размерами, способом крепления к объекту контроля. Информация об особенностях изменения спектральных и временных характеристик акустико-эмиссионных сигналов, прошедших через волновод, послужит основой обоснованного выбора схемы контроля и снизит вероятность получения ложных координат.

Таким образом, метод акустической эмиссии относится к сложным методам неразрушающего контроля, требующим высокой квалификации специалистов. Накопление опыта работы эффективно проводить на макетах реальных объектов, имитирующих в том числе неидеальные условия контроля методом акустики эмиссии на производстве. Вышеописанный стенд для акустико-эмиссионного контроля позволяет воссоздать акустико-эмиссионную картину сигналов, приближенную к реальной на опасных производственных объектах.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Поллок, А.** Акустико-эмиссионный контроль [Электронный ресурс] / А. Поллок // Авторская перепечатка из книги *Металлы (METALS HANDBOOK)*. – 9-е изд. – 1989. – Т. 17. – С. 278–294. – Режим доступа: <http://www.diapac.ru/Articles/Pollock.pdf>.
2. **Бигус, Г. А.** Диагностика технических устройств / Г. А. Бигус, Ю. Ф. Даниев, Н. А. Быстрова. – Москва: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. – 615 с.: ил.
3. **Кузнецов, Н. С.** Теория и практика неразрушающего контроля изделий с помощью акустической эмиссии: методическое пособие / Н. С. Кузнецов. – Москва: Машиностроение, 1998. – 96 с.
4. Патент US № 4018048. – Оpubл. 13.05.1976.
5. Специализированный стенд для обучения и сдачи практического экзамена по акустико-эмиссионной диагностике промышленных объектов / А. А. Шаталов [и др.] // *Безопасность труда в промышленности*. – 2001. – № 7. – С. 24–26.
6. Патент SU № 1366936. – Оpubл. 15.01.1988.
7. **Genis, V.** Nondestructive Evaluation Courses for Undergraduate Engineering and Engineering Technology Students / V. Genis, A. Pollock // *Proceedings of the EWGAE-ICAE*. – 2012.
8. Универсальный учебно-исследовательский стенд изучения генерации и распространения акустических волн в элементах промышленных объектов от имитаторов реальных источников акустической эмиссии: пат. RU 2608969 / А. Ю. Виноградов, Д. Л. Мерсон, И. А. Растегаев, А. В. Данилюк. – Оpubл. 30.01.2017.