

[1] Хасегава К., Хори К. Новый метод измерения скорости горения твердого топлива с помощью ультразвука // Физика горения и взрыва. — 2010. — № 2. — С. 79-87.

[2] Kurabayashi H., Sato A., Yamashita K., Nakayama H., Hori K., Honda M., Hasegawa K. Ultrasonic Measurements of Burning Rates in Full-Size Rocket Motors // Progress in Propulsion Physics. — 2011. — № 2. — Pp. 135-148.

РЕЗУЛЬТАТЫ РАЗРАБОТКИ И ВНЕДРЕНИЯ ЦИФРОВОЙ АППАРАТУРЫ ДЛЯ РАДИАЦИОННОГО НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ В АО «ФНПЦ «АЛТАЙ»

Скоков Алексей Александрович, Карих Владимир Петрович, Вьюшков Алексей Владимирович, Охотников Александр Александрович, Привалов Георгий Алексеевич
Акционерное общество «Федеральный научно-производственный центр «Алтай»
Карих Владимир Петрович, д.т.н., доцент
kar@frpc.secna.ru

В АО «ФНПЦ «Алтай» разработана цифровая радиометрическая аппаратура для неразрушающего контроля изделий различных габаритов с диапазоном регистрируемого потока гамма-излучения от 10^3 до 10^9 квантов в секунду. Она позволяет контролировать в многоканальном режиме изделия с просвечиваемой толщиной от 10 до 250 мм по стали. В четырех-канальном исполнении 7 комплектов аппаратуры внедрены на ряде предприятий отрасли (АО «ФНПЦ «Алтай», ФКП «Комбинат «Каменский», АО «НИИПМ», ФКП «ППЗ») и шестнадцати-канальная радиометрическая система в составе комплекса MAG NDT эксплуатируется в лаборатории высокоэнергетических материалов NEMRL министерства обороны Индии. В качестве источника излучения используется радионуклид Co-60 активностью 50 – 400 Ки.

В комплекте с автоматизированной программно-управляемой платформой-сканером, разработанной также в АО «ФНПЦ «Алтай», аппаратура позволяет контролировать изделия различных габаритов (диаметром от 400 до 2200 мм и длиной от 700 до 8000 мм) в автоматическом многоканальном разноракурсном режиме.

Аппаратура используется в «ФНПЦ «Алтай» на протяжении многих лет, работает без сбоев, не требует предварительных настроек и обеспечивает чувствительность к дефектам близкую к теоретически максимальной. Радиометрическая аппаратура защищена патентом на изобретение [1].

В АО «ФНПЦ «Алтай» разработан бетатронный томограф для контроля изделий диаметром до 1000 мм. Источником излучения является бетатрон МИБ-10 с энергией тормозного излучения до 10 МэВ.

В известных зарубежных томографах изделие закрепляется вертикально на поворотном столе, источник и линейка детекторов устанавливаются на определенной высоте. При разработке отечественного томографа предпочтение было отдано горизонтальному сканеру: изделие располагается на вращающихся валках, а детекторная линейка регистрирует излучение, пересекающее верхнюю половину сечения. Новое сканирование повлекло разработку соответствующего алгоритма реконструкции. В настоящее время изготовлены и эксплуатируются два томографа на ФКП «Комбинат «Каменский» и в АО «ФНПЦ «Алтай».

Для проверки чувствительности томографа был разработан и изготовлен тестовый образец, в котором содержались дефекты в виде раковин определенных размеров и трещиноподобные дефекты. На основе томограммы образца, помещенного в канал изделия диаметром 0,8 м, получены следующие данные: томограф позволяет выявлять раковины объемом $0,02 \text{ см}^3$, что на два порядка превышает результаты радиометрического метода. Кроме того, отчетливо выявляются трещиноподобные дефекты с раскрытием 0,03 см. Испытания томографа проводились также на изделиях с реальными дефектами в наполнителе. На томограммах отображались дефекты сложной конфигурации. Ранее наблюдать столь подробную информацию не представлялось возможным. Томограф защищен патентом на изобретение [2]. В АО «ФНПЦ «Алтай» ведутся разработки других перспективных томографических средств контроля изделий, в частности 3D томографа высокого разрешения и томографа (также высокого разрешения) для контроля корпусов и прикорпусных зон изделий из высокоэнергетических материалов.

Список литературы:

[1] Способ аналого-цифровой обработки сигнала радиометрического датчика: пат. 2386209 Рос. Федерация: МПК Н03М 1/04 / В.П. Карих, А.В. Вьюшков, Г.А. Привалов; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное унитарное предприятие «Федеральный научно-производственный центр «Алтай». – № 2009100582/09; заявл. 11.01.2009; опубл. 10.04.2010, Бюл. №10. – 15 с.: ил.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНФОРМАТИВНОСТИ ПАРАМЕТРОВ СИГНАЛОВ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ ПРИ ХРУПКОМ РАЗРУШЕНИИ МАТЕРИАЛА

Попков Артём Антонович, Бехер Сергей Алексеевич
Сибирский государственный университет путей сообщения
zabagy@gmail.com

Метод акустической эмиссии основан на регистрации упругих волн, возбуждаемых при развитии дефектов, и способен избирательно обнаруживать наиболее опасные для элементов конструкции дефекты – усталостные трещины. В процессе эксплуатации уменьшение вязкости материала значительно увеличивает скорость развития трещин [1]. Существенным недостатком, ограничивающим область применения акустико-эмиссионного метода неразрушающего контроля, является его низкая помехозащищенность. Поэтому необходимы методы кластеризации, основанные на анализе совокупности формы и параметров сигналов. Кластерный анализ и основанная на нем фильтрация потока сигналов позволяет выделить наиболее информативные из них [2]. Целью исследования является оценка устойчивости к внешним воздействиям параметров акустико-эмиссионных сигналов, возникающих при хрупком разрушении материала.

Экспериментальные исследования проводились на стеклянных листах толщиной 3 мм размерами 150x200 мм. Выбор стекла в качестве исследуемого объекта обусловлен распространенностью использования среди конструкционных материалов, а так же ярко выраженным хрупким характером разрушения. Ударным воздействием создавалась трещина размерами от 2 до 10 мм. Лист фиксировался зажимами на металлической подложке. Преобразователи акустической эмиссии устанавливались на расстояниях 30 мм от краев листа в вершинах треугольника. В процессе механического нагружения возникала изгибная деформация, контролируемая тензометрической системой «Динамика-1» с подключенным тензодатчиком типа ПКС-12-200. Изменения размеров трещины фиксировались камерой Panasonic разрешением 1920 на 1080 точек с частотой съемки 50 кадров в секунду. Сигналы акустической эмиссии регистрировались акустико-эмиссионной системой СЦАД 16.03 с дискретностью отсчета АЦП 0,5 мкс и уровнем шумов на входе предварительного усилителя не более 10 мкВ.

На этапе постобработки вычислялись амплитудные параметры акустико-эмиссионных сигналов: амплитуда U_m , размах R_{AE} , среднее квадратическое отклонение (СКО) $U_{СК}$ и энергетический параметр $MARSE$. Методом корреляционного анализа исследовались зависимости параметров двух сигналов, зарегистрированных разными парами преобразователей (рис. 1). Характер зависимостей оценивался с помощью коэффициента корреляции, для которого при минимальном влиянии внешних воздействий выполняется условие $(r - 1) \ll 1$, а зависимость параметров близка к линейной [3].

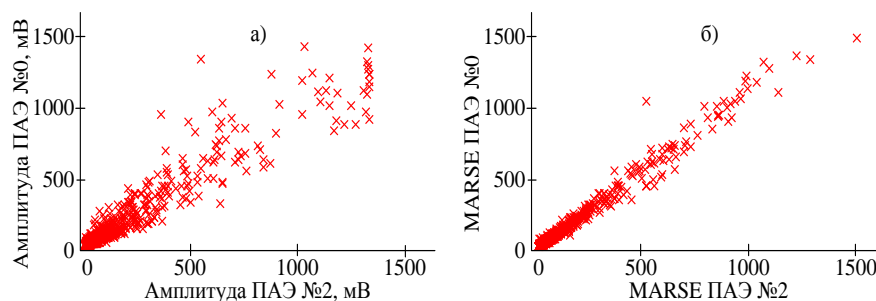


Рис. 1 – Зависимость амплитуды (а) и энергетического параметра $MARSE$ (б) сигналов с ПАЭ 0 от сигналов с ПАЭ 2 с коэффициентами корреляции 0,94 и 0,99 соответственно

При контроле элементов конструкций, размеры которых существенно меньше расстояния распространения акустической волны до затухания, использование в качестве параметров сигналов усредненных значений (рис. 1, б), например $MARSE$, предпочтительнее мгновенных экстремальных значений