

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук Барат Веры Александровны на
диссертацию Попкова Артёма Антоновича
«Методическое и алгоритмическое обеспечение акустико-эмиссионного контроля при
ударном нагружении», представленную на соискание ученой степени кандидата
технических наук по специальности
05.11.13 – «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и
изделий»

1 Актуальность выбранной темы

Интегральность и высокая чувствительность к развивающимся дефектам определяет метод акустической эмиссии как один из наиболее универсальных и научно обоснованных методов контроля объектов в процессе эксплуатации. В настоящее время для данного метода создана высокочувствительная аппаратура, разработаны алгоритмы и программное обеспечение для обработки сигналов, решены методические вопросы при гидравлических, пневматических, механических и тепловых испытаниях.

Современные методики ограничивают максимальную допускаемую скорость изменения нагрузки и, следовательно, возможности объектов, находящихся под действием быстро изменяющихся, в том числе, ударных воздействий на объект. В этих условиях работа, направленная на расширение возможностей акустико-эмиссионного метода для мониторинга и контроля объектов, находящихся под действием ударных нагрузок, является актуальной.

2 Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Основные положения диссертации и полученные в результате ее выполнения выводы и рекомендации достаточно обоснованы с помощью аналитических расчетов, основывающихся на известных положениях механики разрушения, теории упругости и акустики, численными и модельными экспериментами на образцах, натурными испытаниями на реальных объектах контроля.

3 Научная новизна и достоверность полученных результатов

Научная новизна диссертации заключается в следующем:

- разработан способ оценки информативности параметров сигналов с параметрами источника акустической эмиссии по коэффициенту корреляции параметров сигналов, регистрируемых разными преобразователями;
- установлены закономерности потока сигналов акустической эмиссии при

ударном нагружении объектов с развивающейся трещиной, разделяющие потоки от различных процессов: упругие колебания, смещение кромок и рост трещины;

– предложен способ, основанный на статистическом анализе временных параметров потока сигналов, позволяющий выделить в нем группы сигналов от однотипных источников;

– обосновано применение фазовой локации источников дискретной акустической эмиссии для объектов с развитой трещиной.

Достоверность полученных результатов диссертации подтверждается результатами экспериментальных исследований в широком спектре внешних условий и достаточным статистическим объемом экспериментальных данных, сходимостью аналитических расчетов с экспериментальными результатами и непротиворечивостью с известными работами других авторов.

4 Практическая значимость

Практическая значимость работы заключается в следующем:

- разработан способ акустико-эмиссионного контроля объектов при ударном нагружении;
- предложен и реализован в программном обеспечении способ оптимизации амплитудных параметров сигналов и кластеризации источников;
- разработаны алгоритмы и программное обеспечение для фазовой локации источников дискретной акустической эмиссии при ограниченном доступе к поверхности объекта контроля.

Результаты работы, в виде программного обеспечения, внедрены в акустико-эмиссионные системы СЦАД 16.03 и 16.10, производимых ФГУП «СибНИА» (г. Новосибирск) и используются при проведении испытаний опасных производственных объектов в рамках экспертизы промышленной безопасности.

5 Публикации и апробация

Основные результаты диссертационного исследования отражены в 20 публикациях, в том числе 3 статьи в изданиях, в которых должны быть опубликованы научные результаты диссертаций на соискание учёной степени кандидата технических наук. Автором получены 7 патентов и 2 свидетельства о регистрации программ для ЭВМ. Результаты диссертации докладывались на 7 конференциях всероссийского и международного уровня.

6 Содержание диссертации и автореферата

Диссертация изложена на 129 страницах и содержит, кроме того, список литературы из 109 источников и 3 приложения.

Во введении обоснована актуальность темы исследования, сформулированы цель, задачи, основные положения, научная новизна и практическая значимость.

В первой главе проанализировано современное состояние методического и алгоритмического обеспечения метода акустической эмиссии, рассмотрены области применения и ограничения методов и средств обработки сигналов и определены перспективные направления их развития.

Во второй главе приведены результаты исследования коэффициента корреляции параметров сигналов, регистрируемых разными преобразователями от одного источника. Предложена аналитическая модель с аддитивной и мультипликативной составляющими неопределенности параметров, в рамках которой установлена связь коэффициентов корреляции параметров двух сигналов с коэффициентом корреляции сигнал – источник. Предложен и экспериментально проверен способ кластеризации, основанный на линейной зависимости параметров сигналов на двух преобразователях. Предложен способ фазовой локации источников дискретных сигналов.

В третьей главе приводятся результаты экспериментальных исследований процессов разрушения листового стекла при ударном нагружении с использованием акустической эмиссии и тензометрии. Обосновываются закономерности потока регистрируемых сигналов и его связь с деформациями. Предложен алгоритм разделения потока на группы сигналов, основанный на распределении временных интервалов между ними в рамках модели пуассоновского потока.

В четвертой главе рассмотрены разработанные способы, алгоритмы и программное обеспечение и их апробации при контроле опасных производственных объектов: сосуды давления, аппараты и трубопроводы.

7 Замечания по работе

1) Обзор, приведенный в разделах 1.1-1.3, написан сумбурно и не структурирован в соответствии с остальными разделами диссертации, из-за этого представление о современном состоянии исследуемой области формируется не в полной мере.

2) По тексту диссертации часто встречаются неточности в обозначении терминов, касающихся спектрального и корреляционного анализа сигналов, которые

не снижают научной и практической ценности работы, но существенно затрудняют восприятие текста диссертации. Например, функция, приведенная на стр.76 рис.2.13б не является автокорреляционной функцией в ее каноническом виде, а на стр.95, вероятно, вместо коэффициента корреляции подразумевается коэффициент детерминации.

3) В структуре диссертации отсутствует традиционный раздел «Материалы и методы исследования», описание экспериментов в нескольких разделах приводятся кратко, из-за чего параметры используемого оборудования описаны неподробно, не приведены амплитудно-частотные характеристики преобразователей, а также уровень аппаратных шумов системы СЦАД.

4) В разделе 2.2 на стр.75 вводится понятие угла направленности волн АЭ, смысл этого термина не вполне понятен, и не ясно, как он используется в алгоритме фазовой локации.

5) При анализе точности фазового алгоритма локации вместо качественного сравнения с пороговым методом было бы более целесообразно провести расчет и сравнение погрешностей.

Несмотря на допущенные опечатки и ошибки, диссертация написана достаточно грамотным техническим языком.

Отмеченные замечания и сформулированные вопросы не снижают научной и практической значимости работы и не влияют на достоверность полученных результатов.

8 Общая оценка и заключение

Диссертационная работа Попкова А.А. является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на достаточно высоком научном уровне и направленной на решение актуальной научной проблемы, имеющей важное значение для развития акустико-эмиссионного метода неразрушающего контроля. Основные результаты опубликованы в рецензируемых научных журналах и представлены на международных конференциях. Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации.

Диссертационная работа соответствует требованиям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор Попков Артём Антонович заслуживает присуждения ученой степени кандидата

технических наук по специальности 05.11.13 – «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий».

Согласна на включение моих персональных данных в аттестационное дело и их дальнейшую обработку.

Дата составления отзыва 31 августа 2021 года.

Официальный оппонент

доктор технических наук, доцент кафедры
диагностических информационных
технологий ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»

I
Ворон

Барат
Вера
Александровна

Докторская диссертация по специальности 05.11.13 – «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий».

Место работы: кафедра диагностических информационных технологий федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ».

Адрес: 111250, г. Москва, ул. Красноказарменная, 14, телефон: +7 (495) 362-7747-00,
электронная почта: baratva@mpei.ru сайт: <http://www.mpei.ru/>.

