

Отзыв

официального оппонента на диссертационную работу Аглетдинова Эйнара Альбертовича на тему «Исследование процесса деформации металлических материалов с применением статистического подхода к анализу временных рядов акустической эмиссии», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

Представленная Аглетдиновым Э.А. диссертационная работа посвящена разработке методов анализа сигналов акустической эмиссии и их применению к исследованию механизмов процесса деформации металлических материалов.

Актуальность темы диссертационной работы

Среди методов идентификации дефектов в процессе деформирования материала выделяется метод акустической эмиссии, основанный на явлении генерирования акустических сигналов в ходе локальной перестройки структуры материала. Высокая чувствительность метода к процессам развития дефектной структуры, являясь несомненным преимуществом, в то же время создает определённые трудности, связанные с выделением полезных сигналов из непрерывных шумов, а также идентификацией одновременно действующих источников. В связи с этим усовершенствование и создание новых методов анализа сигналов акустической эмиссии представляет собой актуальную исследовательскую задачу.

Структура и содержание диссертации

Диссертация изложена на 143 страницах, включает 50 рисунков и 5 таблиц. Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы, содержащего 266 наименований, и приложения.

В первая глава посвящена теоретическим основам метода акустической эмиссии. Рассматриваются физические аспекты, связанные с особенностями акустической эмиссии при деформационных процессах и математические методы обработки данных акустической эмиссии. Глава содержит подробный литературный обзор, позволяющий получить представление о современном состоянии развития рассматриваемых вопросов.

Во второй главе рассматриваются вопросы анализа данных акустической эмиссии. Автор рассматривает поток данных акустической эмиссии, как временной ряд, и применяет методы анализа временных рядов для выявления закономерностей, характеризующих физическую природу исследуемых процессов. В рамках данной главы приводится описание разработанного автором метода «фи-параметра», предназначенного для обнаружения импульсов АЭ на фоне шумов. Метод является инновационным и отличается от известных аналогов соответствием физической модели процесса. Также в

рамках второй главы описан оригинальный байесовский метод анализа процесса акустической эмиссии, позволяющий выявлять измерения параметров источника акустической эмиссии, соответствующее изменению стадии разрушения исследуемого материала.

Третья глава посвящена исследованию процессов пластической деформации методом акустической эмиссии на примере магниевых сплавов. На основании данных акустической эмиссии, полученной при деформации монокристаллов и поликристаллов магния, была проведена идентификация процессов механического двойникования и деформационного скольжения. Разделение процессов проведено автором на основании оценки корреляционных свойств процессов. В рамках данной главы был использован достаточно сложный математический аппарат, включающий основы теории временных рядов, теории вероятности и математической статистики, на базе которых были разработаны методы анализа потока данных акустической эмиссии. Также в третьей главе приведены результаты апробации метода «фи-параметра» и подхода, основанного на применении байесовской логики.

В четвертой главе представлена феноменологическая модель деформационного упрочнения магния и магниевых сплавов, позволяющая оценить деформационное поведение материала на основании оценки эволюции объемной плотности двойников. Автором были получены достоверные результаты, подтвержденные совпадением экспериментальных данных и модельных решений.

Научная новизна диссертационной работы заключается в том, что в ней впервые:

1. Был предложен и апробирован новый метод детектирования сигналов малых амплитуд во временных рядах АЭ с низким отношением сигнал-шум.
2. Установлено на основе статистического анализа сигналов АЭ, что дислокационное скольжение проявляется как процесс, состоящий из случайных и независимых друг от друга элементарных актов, а механическое двойникование, относится к коррелированным процессам. При этом наблюдаемые корреляции могут быть адекватно описаны моделью самовозбуждающегося процесса Хокса.
3. Была разработана феноменологическая модель деформационного упрочнения, управляемого взаимодействием механизмов дислокационного скольжения и механического двойникования. Модель учитывает структурные характеристики материала и точно восстанавливает деформационное поведение магния и его сплавов.

Практическая значимость работы

На основе проведенного исследования автором диссертации получены следующие результаты, имеющие практическое значение:

Разработанные методы статистического анализа сигналов АЭ, а именно: метод детектирования, основанный на параметре эволюции источников, метод обнаружения критических переходов в сигналах АЭ, основанный на байесовской статистике, метод анализа потока событий на основе элементов теории точечных процессов, могут найти широкое применение как для исследования процессов пластической деформации при решении задач в области физики прочности и пластичности, так и в практических задачах неразрушающего контроля.

Достоверность и обоснованность положений и выводов диссертации, обеспечивается корректностью поставленной цели и задач, использованием совокупности известных теоретических и апробированных экспериментальных методов исследования, обоснованностью полученных в работе результатов и выводов, отсутствием противоречий с литературными источниками, совпадением результатов моделирования с исследуемыми экспериментальными данными.

Результаты, полученные автором, прошли апробацию в виде докладов на 9 конференциях, в том числе и международного уровня.

Кроме того, результаты диссертации опубликованы в 6 статьях в рецензируемых изданиях, входящих в системы индексирования WoS и Scopus, в том числе в журналах первого квартиля, а также рекомендованных ВАК РФ. Зарегистрировано 2 программы для ЭВМ, получен 1 патент РФ.

Замечания по диссертационной работе

1. Метод ϕ -параметра, описанный во второй главе (стр.42-53), основан на оценке изменения функции спектральной плотности мощности и не является специфичным методом обнаружения импульсных сигналов. В то время, как при верификации метод оценивается только по количеству выявленных и пропущенных импульсов, при этом спектральная плотность мощности не приводится и не анализируется.
2. При описании алгоритма используется большое количество настроечных параметров, выбор значений которых существенно влияет на результат (например, уровень ϕ -параметра, на основании которого происходит обнаружение события акустической эмиссии), однако в тексте работы отсутствует методика выбора ключевых параметров алгоритма. Рекомендуется провести процедуру оптимизации настроечных параметров алгоритма.
3. В главе 1 методы спектрального анализа данных описаны слишком подробно в то время, как алгоритм обнаружения критических точек процесса на основе байесовской логики, требует более детального описания, так как в его основе лежит неканоническая формулировка теоремы Байеса.

4. Вызывает сомнение универсальность предложенного в п.2.3 алгоритма обнаружения критических точек, так как при исследовании процессов пластической деформации он применен лишь в одном случае из трех.

Заключение

Указанные замечания не снижают научной значимости диссертационной работы. Достоинством представленной работы является ее разносторонность и полнота. Автором были разработаны как физические модели деформации металлических материалов, так и математические методы обработки данных акустической эмиссии, позволяющие проводить идентификацию в рамках представленных моделей.

Диссертационная работа Аглетдинова Э.А. выполнена на достаточно высоком научном уровне и представляет собой завершённую научно-квалификационную работу. Основные научные результаты диссертации опубликованы в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, и доложены на международных и всероссийских конференциях. Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации.

Работа соответствует п.п. 1 и 6 паспорта специальности 01.04.07 Физика конденсированного состояния и соответствует критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней, утвержденном постановлением Правительства Российской Федерации 24 сентября 2013 г. №842 (с изменениями на 21 апреля 2016 г.), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук. Автор заслуживает присвоения ученой степени кандидата физико-математических наук.

Официальный оппонент:

Доцент кафедры диагностических
информационных технологий

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
университет «МЭИ»

д.т.н.

28.04.2021 г.

Адрес: 111250, Москва, ул. Красноказарменная, 14

Национальный исследовательский университет «МЭИ»

тел. +7(495)3627747 E-mail: baratva@mpei.ru

Вера Александровна Барат

Подпись
удостоверяю
начальник управления по
работе с персоналом

Н.Г. Савин

