

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения  
Российской академии наук

## **МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**

**Перспективные материалы  
с иерархической структурой  
для новых технологий  
и надежных конструкций**

**19 - 23 сентября 2016 г.**

**Томск, Россия**

**ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ**

## 6. Методы и средства неразрушающего контроля материалов и конструкций с иерархической структурой

характеризовавшие низкочастотную форму сигнала, за счет чего подавлялись случайные высокочастотных вклады. На втором этапе к коэффициентам вейвлет-разложения применялось преобразование Гильберта [13], что позволяло исключить резонансные колебания пьезодатчика. Сформированные таким образом вектора признаков подвергались далее процедуре кластеризации. Результаты расчетов представлялись в графическом виде и анализировались на плоскостях первых главных компонент.

Как показывает анализ полученных графиков счетов, произошло отчетливое разделение точек, описывавших отдельные блоки сигналов, на изолированные кластеры. Каждый из таких кластеров относился к определенной стадии пластической деформации или к стадии разрушения. Расположение кластеров отражало существенные различия в характеристиках акустико-эмиссионного сигнала на разных стадиях нагружения, обусловленные сменой доминирующих механизмов акустического излучения.

Полученные результаты могут быть использованы для расширения возможностей акустико-эмиссионной диагностики изделий из металлических сплавов в условиях внешнего нагружения.

### Литература:

1. Egorov A.V., Polyakov V.V., Salita D.S., Kolubaev E.A., and al. Inspection of aluminum alloys by a multi-frequency eddy current method / Defence Technology. 2015. Vol. 11. P. 99-103. DOI: 10.1016/j.dt.2014.12.002
2. Lependin A.A., Polyakov V.V., Salita D.S. The Evolution of Statistical Characteristics of Acoustic Emission upon Fiberglass Destruction / Technical Physics Letters. 2015. Vol. 41. No 5. Pp. 411-413.

### ИССЛЕДОВАНИЕ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ ПРИ ТРЕНИИ МОНОКРИСТАЛЛОВ СТАЛИ ГАДФИЛЬДА

Лычагин Д.В.<sup>1,2</sup>, Филиппов А.В.<sup>2,3</sup>, Новицкая О.С.<sup>3</sup>,  
Колубаев Е.А.<sup>2,3</sup>, Колубаев А.В.<sup>3</sup>, Сизова О.В.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> НИ Томский государственный университет, Томск, Россия,

<sup>2</sup> НИ Томский политехнический университет, Томск, Россия,

<sup>3</sup> Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск, Россия  
dvl-tomsk@mail.ru

В процессе трения между двумя телами происходят явления, имеющие хаотический, нестационарный характер. Относительное скольжение тел в трибосопряжении приводит к интенсивному взаимодействию микронеровностей контактирующих поверхностей, которое сопровождается схватыванием, срывом и срезом элементов микронеровностей. Малые размеры реальных контактных площадок приводят к значительному росту напряжений и температуры на отдельно взятых вершинах неровностей, что способствует развитию интенсивных деформационных процессов в поверхностном слое и в том числе упругих деформационных волн. Сложность анализа и интерпретации сигналов акустической эмиссии, генерируемых в процессе трения, подталкивает к поиску способов проведения экспериментов, воспроизводящих определенное поведение материала в условиях трения. Что возможно выполнить, используя монокристаллы, за счет управления их деформационным поведением путем выбора кристаллографической ориентации и условий нагружения. Целью работы является исследование взаимосвязи генерации сигналов акустической эмиссии с деформационными процессами в монокристаллах стали Гадфильда, происходящими в поверхностных и приповерхностных слоях при сухом трении скольжения.

## 6. Методы и средства неразрушающего контроля материалов и конструкций с иерархической структурой

В работе рассматриваются результаты экспериментального исследования трения скольжения монокристаллов стали Гадфильда с регистрацией сигналов акустической эмиссии, генерируемой трибосистемой. С применением лазерной сканирующей микроскопии были установлены параметры износа, формирующихся на поверхности контртела, дорожек износа и параметры топографии рельефа монокристаллов стали Гадфильда. Подробный анализ фреймов, регистрируемого сигнала АЭ, показал существенные различия в виде и амплитудно-частотных характеристиках сигналов, относящихся к областям приработки и установившегося трения. Область приработки характеризуется большими колебаниями величин коэффициента трения и сигнала акустической эмиссии. Прирост величины огибающей сигнала АЭ обусловлен большим числом актов деформации на стадии приработки трибосопряжения, происходящих при интенсивном формировании и разрушении контактных площадок, отделении и отрыве частиц износа. В области установившегося трения наблюдаются небольшие колебания коэффициента трения и сигнала АЭ. В области установившегося трения, фрейм сигнала АЭ состоит из череды пиков АЭ с различной амплитудой. Наибольшая интенсивность мощности спектра данного фрейма вдвое меньше, чем у фрейма из области приработки трибосопряжения. Центральная частота фрейма сигнала АЭ находится в диапазоне 125..305 кГц. Части фрейма с выраженной чередой пиков, соответствует области с падением центральной частоты сигнала.

В результате выполненных исследований показана связь огибающей сигнала акустической эмиссии с изменением коэффициента трения. На основе оконного преобразования Фурье определены амплитудно-частотные характеристики фреймов сигнала акустической эмиссии в области приработки трибосопряжения и в процессе установившегося трения.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-08-00377\_а.

### **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ В ПРОЦЕССЕ ИМПУЛЬСНОГО НАГРУЖЕНИЯ ОБРАЗЦА С ДЕФЕКТОМ**

Уцын Г.Е., Фурса Т.В., Люкшин Б.А., Петров М.В.

НИ Томский политехнический университет, Томск, Россия

uge23@rambler.ru

Проблема дефектоскопии на основе явления механоэлектрических преобразований в изделиях из диэлектрических материалов, таких как бетоны, может быть решена с применением математического моделирования. Результаты математического моделирования, сопоставленные с лабораторными исследованиями, способствуют повышению информативности развиваемого метода. Известно, что наличие в бетоне дефекта приводит к изменению амплитудно-частотной характеристики электрического сигнала при возбуждении его импульсной нагрузкой. Импульсная нагрузка, приложенная к поверхности образца, содержащего пьезовключения и/или двойные электрические слои, приводит к возникновению переменного электрического поля. Изменение фиксируемого в эксперименте электрического поля сгенерировано суперпозицией пьезоисточников. При взаимодействии с дефектами происходят отражения акустических волн от трещин и их трансформация вблизи неоднородностей. При многократном прохождении акустической волны через образец, формируется более сложная волновая картина чем в дефектном образце. Возникают колебания с различными частотами. Наличие