

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
9 - 13 октября 2017 года
Томск, Россия

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Томск – 2017

Обнаружено, что деформационная структура (ДС) стали может иметь сложный упорядоченный характер, например, когда формируется сотовая структура. При этом, в центре макровихря вблизи вершины трещины выделяются ДС, имеющие форму сплюснутых шестигранников, а вдали от него, где вихрь имеет эллиптическую форму, регистрируются ДС в виде параллелограммов. Эти параллелограммы образуют систему продольных полос. Амплитудная характеристика сдвигов подтверждает, что эти полосы с большим размером ячеек перемежаются с полосами, имеющими сравнительно мелкие ячейки. Амплитудные распределения сдвигов и вихрей в сотовой структуре показывает, что их противоположные стороны имеют приблизительно равные значения. Приблизительно можно сказать, что там, где преобладает сдвиг, там значение циркуляции меньше, и наоборот. При увеличении масштаба измерений обнаружено, что перед вершиной трещины развиваются отдельные вихри, имеющие форму полос, которые вращаются в разные стороны. Гистограммы угловой характеристики сдвигов отражают основные работающие направления.

Таким образом, показано, что данный подход может быть полезен для исследования механизмов деформации и разрушения конструкционных материалов с целью оптимизации внутренней структуры, а также – для более глубокого понимания процессов усталости.

Литература

1. Кибиткин В.В., Солодушкин А.И., Плешанов В.С. Идентификация поля смещений сдвигового типа и определение его характеристик // Автометрия. – 2016. – №4, т. 52. – С. 37 – 44.
2. V.V. Kibitkin, A.I. Solodushkin, V.S. Pleshanov, and N.V. Chertova Identification Criteria for Vortex Structures in a Deformed Solid, Physical Mesomechanics, 2014, Vol. 17, No.2, pp. 141–151.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИОННОГО РЕЛЬЕФА И АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ В ПРОЦЕССЕ ЦАРАПАНИЯ СТАЛИ ГАДФИЛЬДА

^{1,3}Лычагин Д.В., ^{1,2}Новицкая О.С., ^{2,3}Филиппов А.В.,
^{2,3}Колубаев Е.А., ²Колубаев А.В.

¹Национальный исследовательский Томский государственный университет, Россия,

²Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Россия,

³Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Россия

avf@ispms.ru

Царапание является простым и популярным методом исследования физико-механических свойств разнообразных материалов (пластичных и хрупких) и покрытий (одно- и многослойных). С помощью царапания в упрощенной форме моделирую абразивный износ, пластическую деформацию, хрупкое разрушение и адгезию для покрытий.

Согласно дислокационной теории скольжение в ГЦК материалах имеет выраженную ориентационную зависимость. Однако, проведение экспериментальных исследований с выполнением условий однозначной направленности структуры материала и действующей нагрузки по-прежнему затруднительно.

Исследование деформационного поведения материалов при различных условиях нагружения является приоритетной задачей для определения и расширения возможной области их промышленного применения. Ранее коллективом авторов выполнен ряд работ по исследованию деформационного поведения стали Гадфильда в условиях трения. С использованием монокристаллов установлена ориентационная зависимость эволюции деформации приторцевой области образцов.

В продолжение разрабатываемого авторами подхода является целесообразным сравнение деформационного поведения стали Гадфильда в условиях трения и царапания. Поскольку царапание подобно трению, но не оказывает на материал циклического воздействия, постольку упрощается анализ воздействия, деформирующего индентора на деформацию стали. В тоже время известно, что одним из вариантов применения царапания является моделирование абразивного износа. Для стали Гадфильда условия трения, при которых возникает абразивное изнашивание, являются не благоприятными. Поиск возможных путей снижения негативного воздействия абразивного трения является необходимым для расширения области применения стали Гадфильда.

Целью работы является проведение экспериментальных исследований для оценки особенностей образования деформационного рельефа на поверхности стали Гадфильда в результате царапания.

Экспериментальные исследования проводили на макро скретч тестере CSM Instrument. В качестве образца использовали поликристаллы стали Гадфильда. Нормальную нагрузку задавали как возрастающую по линейному закону от 0.6 до 100 Н. Длина царапины 4 мм. Скорость царапания постоянная – 4mm/min. В процессе царапания регистрировали изменение сигнала АЭ. Данные по АЭ приведены в процентном соотношении – действующий сигнал к максимальному сигналу, где максимальный сигнал составляет 100%. Деформационный рельеф исследовали на лазерном сканирующем микроскопе Olympus LEXT 4100.

В результате выполненных исследований получены данные о влиянии линейно нарастающей нагрузки на глубину внедрения индентора, касательную силу и сигнал АЭ. В результате анализа деформационного рельефа мы наблюдаем следы одиночного и множественного скольжения в различных зернах стали Гадфильда. По мере увеличения нагрузки увеличивается плотность полос скольжения и чаще встречаются зерна с множественным скольжением.

Также мы наблюдаем трещины на поверхности впадины, которые по месту расположения совпадают с местами локального повышения АЭ. Наибольшее число трещин наблюдается в области наибольшего (второго) всплеска сигнала АЭ.

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

**МОЛЕКУЛЯРНО-ДИНАМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ, ИЗЛУЧАЕМОЙ ОТДЕЛЬНЫМИ
ДЕФЕКТАМИ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ РЕШЁТКИ**

^{1,2}Никонов А.Ю., ^{1,2}Дмитриев А.И.

¹Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск,

²Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск

anickonoff@ispms.ru

Одним из актуальных применений анализа акустической эмиссии (АЭ) является контроль режима технологического процесса в условиях промышленного производства, а также обнаружение побочных явлений, влияющих на качество производимых изделий, например, выявление нежелательных вибраций или автоколебаний. При этом возникает необходимость выявлять, что является источником акустического сигнала: процессы пластической деформации материала (изменение внутренней структуры) или механическое взаимодействие заготовки с инструментом в процессе обработки (трение, вибрации и т.п.). Ввиду сложной внутренней структуры поликристаллических материалов и множества процессов, протекающих в ходе пластической деформации в объёме заготовки, затруднительно интерпретировать источники акустической эмиссии. Чанг в [1] отметил, что гармоническое движение дислокаций в ходе пластической деформации кристаллитов или зёрен может являться источником акустической эмиссии. Лебедкин с коллегами [2] наблюдали квазистатическое поведение интенсивности сигнала акустической эмиссии в сплавах MgZr и AlMg с самого начала испытаний на растяжение. АЭ достигает высокой интенсивности в области упругопластического перехода, а затем её значение уменьшается, и средняя амплитуда значительно не изменяется. Salje с коллегами в [3] используя молекулярную динамику показали, что на атомном масштабе АЭ определяется изменениями уровней как потенциальной, так и кинетической энергии. Целью настоящей работы является изучение связи возникающих дефектов структуры и изменений внутренней энергии образца с сигналами акустической эмиссии при наноиндентировании.

Для исследования процессов на атомном масштабе был выбран метод молекулярной динамики. Моделировался образец железа в форме прямоугольного параллелепипеда с размерами 18x18x9 нм. Система