

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

**МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Перспективные материалы с иерархической структурой
для новых технологий и надежных конструкций»**

**X МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Химия нефти и газа»**

Томск

Издательский Дом ТГУ

2018

1

DOI: 10.17223/9785946217408/310

**ВЛИЯНИЕ КРИСТАЛЛОГРАФИЧЕСКОЙ ОРИЕНТАЦИИ МОНОКРИСТАЛЛОВ
СТАЛИ ГАДФИЛЬДА НА ИХ ТРИБОТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И
ГЕНЕРИРУЕМУЮ В ТРИБОСОПРЯЖЕНИИ АКУСТИЧЕСКУЮ ЭМИССИЮ**

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

¹НИ Томский государственный университет, Томск, Россия

²Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск, Россия

Аустенитная сталь Гадфильда широко известна благодаря высокой износостойкости и способности к деформационному упрочнению. Она применяется для производства разнообразных изделий, которые работают в условиях трения с ударными нагрузками. Результаты ранее выполненных работ свидетельствуют о том, что в качестве основных механизмов деформации моно- и поликристаллической стали Гадфильда может выступать двойникование или дислокационное скольжение, либо одновременное действие двойникования и дислокационного скольжения. Одним из механизмов деформационного упрочнения при статических испытаниях является быстрое накопление высокой плотности дислокаций. Высокая плотность дислокаций формирует поле напряжений ближнего порядка, которое способствует деформационному упрочнению. Способность к деформационному упрочнению стали Гадфильда также отмечается и в случаях трения. Деформационное упрочнение приповерхностного слоя в процессе фрикционного воздействия увеличивается по мере увеличения числа циклов нагружения, вплоть до появления усталостных трещин и последующего разрушения поверхностных слоев. Трение скольжения сопровождается деформацией, схватыванием, срывом и срезом элементов микронеровностей поверхностей взаимодействующих тел. Величина напряжений и температура на микроскопических контактных площадках значительно выше номинального напряжения и объемной температуры. Повышенная температура и напряжения способствуют развитию интенсивных деформационных процессов в поверхностном и приповерхностном слоях трущихся материалов. В результате происходит наноструктурирование трибологических слоев. Формирование наноструктурированного слоя изменяет условия контактного взаимодействия между трущимися поверхностями и сказывается на деформационном поведении материала. В процессе трения генерируются упругие деформационные волны порождающие акустическую эмиссию. Анализ акустической эмиссии является широко распространенной техникой изучения динамических (трение и резание и др.) и квазистатических (сжатие/растяжение, коррозия и др.) процессов. Для исследования фундаментальной природы деформационного поведения материалов при различных условиях физико-механического воздействия часто используют монокристаллы. При трении скольжения на образец действуют две силы – нормального давления и трения, которые направлены вдоль вертикальной и горизонтальной осей образца, соответственно. Такая схема нагружения осложняет оценку действующих на образец нагрузок и анализ его деформационного поведения.

Главной целью данной работы является исследование деформационного поведения монокристаллов стали Гадфильда с различной кристаллографической ориентацией в условиях сухого трения скольжения при комнатной температуре. Дополнительной целью является исследование параметров сигналов акустической эмиссии генерируемых в процессе трения и анализ их связи с износом монокристаллов.

В результате выполненных экспериментальных исследований установлен циклический характер деформирования и изнашивания монокристаллов. Цикличность выражается в чередовании процессов накопления/распространения деформации от поверхности трения в основной объем материала, износа сильно деформированного приповерхностного слоя и повторного накопления/распространения деформации. По мере эволюции деформационных процессов и развития износа мы наблюдали интенсивное изменение параметров сигналов акустической эмиссии. Наши наблюдения указывают на существенное влияние износа (на различных стадиях его эволюции) на медианную частоту и энергию акустической эмиссии.

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

Влияние кристаллографической ориентации в первую очередь выражается в изменении длительности процесса приработки трибосопряжения. Во вторую очередь, кристаллографическая ориентация оказывает влияние на длительность циклов накопления деформации и изнашивания сильнодеформированного приповерхностного слоя.

В результате изменения условий трения на разных стадиях изнашивания монокристаллов происходили существенные изменения средней величины медианной частоты и энергии акустической эмиссии. Этапам интенсивного изнашивания соответствуют периоды значительного повышения медианной частоты акустической эмиссии. В тоже время, отделение частиц деформированного металла и образование большого количества оксидов на поверхности трения сопровождается повышением энергии акустической эмиссии. В случаях интенсивного изнашивания без образования крупных частиц износа энергия акустической эмиссии снижается при одновременном повышении медианной частоты АЭ. Такое противоречивое поведение параметров сигналов АЭ связано с изменением динамики фрикционных процессов. Интенсивное образование оксидных частиц приводит к нарушению контакта между поверхностями монокристалла и контртела. Крупные оксидные частицы выступают в роли абразива, который царапает поверхности монокристалла и контртела. Процесс царапания в данном случае сильно локализован и неустойчив, что служит причиной сильных упругих колебаний в трибологической системе. В результате чего существенно возрастает амплитуда АЭ, чья величина вносит существенный вклад в энергию АЭ. При отсутствии крупных оксидных частиц процесс изнашивания протекает более монотонно (без существенных упругих колебаний), износ осуществляется за счет пластического оттеснения деформированных слоев материала образца. В условиях равномерной пластической деформации медианная частота АЭ находится в области высоких значений в то время как энергия АЭ невысока.

Таким образом, выполненные экспериментальные исследования позволили проследить эволюцию процессов деформации и изнашивания монокристаллов стали Гадфильда в зависимости от кристаллографической ориентации осей сжатия и трения и установить характерные для каждой стадии особенности параметров сигнала акустической эмиссии.

Авторы выражают благодарность Чумлякову Ю.И. за предоставление образцов монокристаллов стали Гадфильда для исследований, Чумаевского А.В и Москвичева Е.Н. за их подготовку и обработку результатов.

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