

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: 10.17223/9785946217408/301

**ВЛИЯНИЕ РАВНОКАНАЛЬНОГО УГЛОВОГО ПРЕССОВАНИЯ НА СТРУКТУРУ И
ДИНАМИКУ ФРИКЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ТРЕНИИ СКОЛЬЖЕНИЯ
ЛАТУНИ Л63**

^{1,2}Филиппов А.В., ^{1,2}Тарасов С.Ю., ²Подгорных О.А., ²Шамарин Н.Н., ²Филиппова Е.О.

¹*Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск, Россия*

²*Томский политехнический университет, Томск, Россия*

Наиболее распространенными технологическими операциями формообразования ответственных и прецизионных изделий в машиностроении являются резание, выглаживание, шлифование и т.д. Все эти процессы сопровождаются интенсивным трением скольжения между инструментом и обрабатываемым изделием. Высокое удельное давление в процессах формообразования приводит к тому, что на контактных площадках трение осуществляется в условиях частичного или даже полного отсутствия смазки, т.е. в режиме сухого адгезионного трения скольжения. Объемные материалы с ультрамелкозернистой (УМЗ) структурой являются перспективными с точки зрения их применения при производстве ответственных элементов авиационной и ракетнокосмической техники, прецизионных элементов измерительных приборов, а также мелкоразмерных элементов в робототехнике. Применение УМЗ материалов в указанных отраслях промышленности обусловлено их более высокими показателями по механической прочности, а также точности и качеству механической обработки, по сравнению с крупнокристаллическими материалами. Механические колебания трибологической системы связаны с изменением динамики фрикционных процессов и оказывают существенное влияние на механику процесса трения, что выражается в изменении деформационного поведения исследуемых материалов и сказывается на интенсивности их изнашивания. Для экспериментального исследования динамики процессов трения применяют методы акусто- и вибродиагностики.

В связи с выше сказанным целью данной работы является исследование динамического поведения материалов с ультрамелкозернистой структурой в условиях сухого трения скольжения.

Трение скольжения осуществлялось по схеме палец-диск на трибометре Tribotechnic. Изменение динамики фрикционных процессов оценивалось с применением лазерного Доплеровского виброметра PSV-500-3D-NV и комплекса АЭ диагностики ЭЯ-2. Испытания проводились на образцах крупнокристаллической и ультрамелкозернистой латуни Л63. УМЗ образцы получены методом равноканального углового прессования (РКУП). Число проходов при РКУП составляло от 1 до 3. Число проходов эквивалентно степени деформации материала.

Поскольку фрикционные процессы протекают на контактных площадках на коротком интервале времени, постольку более детальный анализ динамики трения лучше проводить выделив характерные короткие сигналы. Так при трении исходного материала с крупнокристаллической структурой амплитуда виброускорений состоит из периодических небольших всплесков с плавными периодами нарастания и затухания. В результате анализа изменения амплитуды методом быстрого Фурье преобразования (БФП) мы наблюдаем следующую картину. Во-первых, диапазон изменения амплитуды по времени для выделенных частот лежит в пределах от -135,5 до 10,5 Дб. Во-вторых, всплески амплитуды виброускорений находят в области невысоких частот от 600 до 2400 Гц. Отмеченные особенности указывают на монотонность процесса трения в условиях испытания исходного материала с крупнокристаллической структурой. При трении материала с УМЗ структурой количество всплесков амплитуды виброускорений резко увеличилось. Увеличение максимальной амплитуда виброускорений сопровождается сокращение периода её нарастания и затухания. БФП анализ указывает на перераспределение энергии амплитуды сигнала, которая в рассматриваемом случае находится в диапазоне от -93,5 до 25 Дб. При этом диапазон частот и энергия амплитуды указывают на более неравномерное распределение амплитудно-частотных характеристик сигнала во времени, по сравнению с исходным материалом. Такое

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

поведение амплитуды сигнала виброускорений при сухом трении скольжения УМЗ материала указывает на увеличение колебаний в трибологической системе, вызванное повышенной механической прочностью и особенностями изнашивания приповерхностного слоя образцов с образованием микротрещин и частиц износа. При трении исходного образца типичные фреймы АЭ содержат несколько всплесков амплитуды сигнала, которые почти полностью лишены периода нарастания и затухания. Тогда как типичные фреймы, полученные при трении УМЗ образцов, содержат всплески амплитуды со значительным периодом нарастания и затухания (~3 мс). После БФП этих фреймов получено изменение во времени медианной частоты. При трении исходного образца во временной области всплесков амплитуды сигнала АЭ наблюдаются всплески величины медианной частоты. При трении образцов после обработки РКУП периодам всплесков с нарастанием и затуханием амплитуды АЭ соответствуют периоды значительного падения медианной частоты. Локальное падение медианной частоты объясняется изменением характера формирования и разрушения приповерхностного слоя материала, что подтверждается при проведении структурных исследований. Как и в ранее выполненной работе локальное падение медианной частоты соотносится с более интенсивным развитием деформационных процессов в приповерхностном слое и его разрушением с образованием множества трещин.

В результате выполненных экспериментальных исследований установлено, что при сухом трении скольжения материала с ультрамелкозернистой структурой амплитуда вибраций трибологической системы выше, чем при трении материала с крупнокристаллической структурой. Установлены отличительные особенности в изменении амплитуды сигнала АЭ и его медианной частоты, выражающиеся в локальном падении медианной частоты АЭ в области всплеска амплитуды АЭ при трении деформационно-упрочненного материала. Такое поведение амплитуды сигнала и его частоты характерно для условий хрупкого разрушения приповерхностного слоя образца.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-38-00058.