

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: 10.17223/9785946217408/302

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ФРИКЦИОННЫХ
ПРОЦЕССОВ ПРИ ТРЕНИИ СКОЛЬЖЕНИЯ СПЛАВА В95 С
УЛЬТРАМЕЛКОЗЕРНИСТОЙ СТРУКТУРОЙ**

^{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*

Высокопрочные термически упрочняемые алюминиевые сплавы 7xxx серии (относятся к системам Al-Zn-Mg and Al-Zn-Mg-Cu) в основном применяются в качестве крепежных элементов, работающих на сжатие, и заклепок в заклепочных соединениях. Подобные детали широко применяются в ракетно-космической, авиационной и автомобильной промышленности. Повышение прочности и ударной вязкости данных сплавов возможно путем применения интенсивной пластической деформации и формирования ультрамелкозернистой структуры. Повышение прочности деформационно-упрочняемых сплавов с ГЦК и ОЦК структурой в результате ИПД широко известно. Исследование влияния равноканального углового прессования на формирование УМЗ структуры и износостойкость сплава В95 исследовалось в работах. Авторы детально исследовали параметры износа данного сплава с различной структурой, сформированной методом равноканального углового прессования. В тоже время, они не исследовали влияния размерности структуры на динамическое поведение трибологической системы. На современном этапе развития важно обеспечить проведение комплексных экспериментальных исследований динамики трения с целью получения наиболее полной информации о развитии фрикционных процессов. Для достижения данной цели используют методы оценки динамики развития коэффициента трения, амплитуды механических колебаний и мониторинг быстропротекающих процессов методом акустической эмиссии.

Целью данной работы является исследование динамического поведения алюминиевого сплава В95 в исходном состоянии и с ультрамелкозернистой структурой в условиях сухого трения скольжения

Трение скольжения осуществлялось по схеме палец-диск на трибометре Tribotechnic. Нормальная нагрузка 20 Н, скорость скольжения 0.1 м/с, путь трения 500 м. Материал контртела сталь AISI 52100. Изменение динамики фрикционных процессов оценивалось с применением лазерного Доплеровского виброметра PSV-500-3D-NV и комплекса АЭ диагностики ЭЯ-2. Испытания проводились на образцах с крупнокристаллической и ультрамелкозернистой структурой. УМЗ образцы получены методом равноканального углового прессования. Число проходов при РКУП составляло от 1 до 4. Исследовались образцы, полученные после 1, 2 и 4 проходов РКУП. Число проходов эквивалентно степени деформации материала. Температура прессования 200°С.

После одного прохода РКУП формируется неравноосная зеренно-субзеренная структура. После двух проходов РКУП формируется полосчатая структура с вытянутыми зернами толщиной ~80 нм, длиной до 2 мкм (коэффициент неравноосности на отдельных участках достигает 25). После четырех проходов РКУП формируются зерна размером 50-250 нм, что свидетельствует о протекании процесса частичной динамической рекристаллизации. Трение образцов с крупнокристаллической и ультрамелкозернистой структурой начинается с этапа приработки. На данном этапе коэффициент трения монотонно снижается в течении 600-800 секунд. Спад величины КТ сопровождается снижением амплитуды вибрации в плоскости действия силы трения. Изменение амплитуды АЭ на данном этапе имеет менее явно выраженный характер. В случае трения исходного образца и образцов полученных за 1 и 2 прохода РКУП наблюдается уменьшение разброса значений амплитуды АЭ. При трении образца, полученного за 4 прохода РКУП, наблюдается обратная ситуация – увеличение разброса величины амплитуды АЭ с переходом от приработки к установившемуся трению.

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

В период установившегося трения не наблюдается существенных колебаний величины коэффициента трения. Среднее значение коэффициента трения для исходного образца и образцов полученных за 1 и 2 прохода РКУП составило $\sim 0,22$. При трении образца, полученного за 4 прохода РКУП, КТ увеличился до $\sim 0,23$. Значения амплитуды виброускорений в период установившегося трения более нестационарные, чем значения КТ. Средние величины для исходного образца и образцов, полученных за 1 и 2 прохода РКУП, $2,68 \text{ м/с}^2$, $2,62 \text{ м/с}^2$ и $2,93 \text{ м/с}^2$, соответственно, что указывает на схожую динамику трения этих образцов. При трении образца, полученного за 4 прохода РКУП, амплитуда виброускорений ниже в ~ 2 раза ($1,23 \text{ м/с}^2$) и более стабильная, чем при трении других образцов. Значения амплитуды акустической эмиссии в период установившегося трения более нестационарные, чем значения КТ. Средние величины для исходного образца и образцов, полученных за 1 и 2 прохода РКУП, $\sim 0,1$ отн. ед., что указывает на схожую динамику развития фрикционных процессов. При трении образца, полученного за 4 прохода РКУП, средняя амплитуда акустической эмиссии слегка выше ($0,11$ отн. ед.), чем при трении других образцов. Из сравнения динамики трения исследуемых образцов следует, что трение образца, сформированного за 4 прохода РКУП, протекает более монотонно и фрикционные процессы на контактных площадках более однотипные. Выполнены экспериментальные исследования динамики сухого трения скольжения образцов алюминиевого сплава В95 с крупнокристаллической и ультрамелкозернистой структурой. Формирование ультрамелкозернистой структуры методом равноканального углового прессования приводит к изменению динамики фрикционных процессов. Установлена прямая корреляционная связь между средней величиной коэффициента трения и средней величиной амплитуды АЭ (коэффициент корреляции $0,78$). Установлена обратная корреляционная связь между средней величиной амплитуды виброускорений и средней величиной коэффициента трения (коэффициент корреляции $-0,91$). Установлена обратная корреляционная связь между средней величиной амплитуды виброускорений и средней величиной амплитуды акустической эмиссии (коэффициент корреляции $-0,94$).

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