

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

DOI: 10.17223/9785946217408/60

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НЕОДНОРОДНОСТИ
ДЕФОРМАЦИИ КРУПНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ И УЛЬТРАМЕЛКОЗЕРНИСТОЙ
МЕДИ ПРИ ЦАРАПАНИИ**

^{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*

Царапание является популярной техникой экспресс определения износа различных материалов, а также формирования направленных микротекстур на поверхности изделий. Недавние исследования деформационного поведения поликристаллических образцов меди указывают на следующие особенности царапания меди. Во-первых, неоднородность деформации связана с неоднородной структурой материала. Во-вторых, доминирующим механизмом износа является пропахивание (ploughing). В-третьих, неоднородность деформации увеличивается с ростом температуры испытания. Чтобы избежать такой неоднородности следует стремиться к снижению адгезионного взаимодействия между индентором и образцом, а также формированию однородной структуры материала при его подготовке. Изменить сопротивление пропахиванию индентором и уменьшить неоднородность деформации возможно путем изменения степени наклепа материала или его твердости, а также прочности. Для пластичных деформационно-упрочняемых материалов оптимальными способами воздействия на структуру, прочность и твердость являются методы интенсивной пластической деформации. Целью настоящей работы является исследование влияния изменения структуры материала методом равноканального углового прессования на деформационное поведение меди М1 при царапании. Исследования выполнялись на образцах исходной крупнокристаллической меди С11000 и ультрамелкозернистой меди, полученной путем равноканального углового прессования по маршруту Вс. Исходные образцы подвергались предварительному отжигу при температуре 650°C в течении 1 часа, затем осуществлялось их прессование со скоростью 6 мм/с при комнатной температуре. Угол пересечения каналов $\Phi=90^\circ$, угол $\Psi=20^\circ$. За каждый проход степень накопленной деформации составляла 1. Образцы для испытаний вырезались в направлении перпендикулярном оси прессования, затем механически шлифовались и полировались до достижения шероховатости $Ra=0.63$ мкм. Царапание осуществлялось на скретч тестере Revetest RST (CSM Instruments). Скорость царапания 10 мм/мин, длина царапины 3 мм нагрузка линейно возрастающая от 0,5 до 30 Н. Оценка состояния поверхности и профиля поверхности царапины осуществлялась с помощью лазерного сканирующего микроскопа Olympus OLS LEXT 4100. При царапании образцов исходного материала и образцов после ЕСАР происходит оттеснение материала на боковые поверхности царапин. Максимальная высота оттесненного материала (наплыва) определялась на участке с максимальной глубиной внедрения. Деформационный рельеф на поверхности царапины образцов с УМЗ структурой более однородный, чем у образцов с крупнокристаллической структурой. Максимальная высота наплыва и глубина внедрения индентора уменьшаются с увеличением числа проходов РКУП. Наиболее интенсивное уменьшение высоты наплыва и глубины внедрения индентора происходит после четвертого прохода РКУП. Между исходным образцом и образцом после 1го прохода РКУП существенных различий не наблюдается. Увеличение нагрузки (нормальной силы) в процессе царапания по мере увеличения длины царапания приводит к увеличению касательной силы. После первого прохода РКУП наблюдается повышение касательной силы и соотношения F_n/F_t , что указывает на повышение сопротивления деформации материала при царапании. Минимальная касательная сила соответствует образцу после двенадцати прохода ЕСАР. Это свидетельствует об уменьшении сопротивления царапанию (деформированию материала). Объем впадины (определенный относительно нулевого уровня, за который принята поверхность образца) слегка увеличивается после первого прохода РКУП и резко уменьшается после четвертого прохода РКУП, затем еще немного уменьшается после двенадцати проходов

Секция 2. Неустойчивость и локализация деформации и разрушения в материалах с иерархической структурой

РКУП. Характер изменения высоты наплыва полностью повторяет изменение объема впадины.

Таким образом, в работе исследовано влияние равноканального углового прессования (числа проходов) на деформационное поведение и износ при царапании образцов меди С11000. Выполнено сравнение состояния поверхности образцов с УМЗ структурой и КК структурой после царапания при комнатной температуре. В результате этого сравнения установлено, что образцы с УМЗ структурой, сформированной в результате 12 проходов РКУП, деформируются менее интенсивно, чем образцы с КК структурой. Также установлено, что поверхность царапин становится более гладкой после применения РКУП как метода формирования УМЗ структуры. Следовательно, можно рекомендовать РКУП в качестве способа снижения неоднородности деформации материала при царапании, что на практике можно использовать при микротекстурировании поверхности материалов.

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Российского научного фонда проект № 17-79-10013.