

# **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: 10.17223/9785946217408/61

**ВЛИЯНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ УЛЬТРАМЕЛКОЗЕРНИСТОЙ СТРУКТУРЫ В  
СПЛАВЕ АМГ2 НА КАЧЕСТВО ЕГО ОБРАБОТКИ ПРИ ТОЧЕНИИ**

<sup>1,2</sup>Филиппов А.В., <sup>1,2</sup>Тарасов С.Ю., <sup>2</sup>Подгорных О.А., <sup>2</sup>Шамарин Н.Н., <sup>2</sup>Филиппова Е.О.

<sup>1</sup>*Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск, Россия*

<sup>2</sup>*Томский политехнический университет, Томск, Россия*

Материалы с ультрамелкозернистой (УМЗ) структурой обладают повышенными механическими характеристиками, что делает их промышленное применение весьма перспективным для производства современных высококачественных изделий. Однако, высокая прочность или твердость также, как и прочие механические свойства не являются абсолютным залогом успешного применения УМЗ материалов в промышленности, поскольку для производства изделий важно обеспечить еще и высокое качество обработки. Формообразование изделия при механической обработке характеризуется высокой интенсивностью деформационных и фрикционных процессов, которые оказывают определяющее воздействие на формирование поверхностных слоев изделия. Интенсивная деформация при трении и резании выражается в изменении микрогеометрии поверхности материалов и может служить эффективным индикатором структурных изменений в материале. Воздействие деформационных процессов при резании УМЗ материалов на формирование микрогеометрии обработанной поверхности в настоящее время изучено недостаточно. Для алюминиевых сплавов известны только две работы, направленные на исследование обрабатываемости УМЗ материалов при точении. Первая работа выполнена для сплава 7075, в которой преимущественно исследуется влияние условий обработки на силовые зависимости процесса резания и микротвердость приповерхностного слоя материала. В тоже время, данных о качестве обработки не приводится, также нет сравнения полученных данных с обрабатываемостью крупнокристаллического (КК) сплава 7075. Вторая работа выполнена для сплава 6061. В ней авторы провели достаточно подробное исследование силовых зависимостей процесса точения и качества обработки КК и УМЗ образцов сплава 6061. По вопросу обрабатываемости резанием при точении алюминий-магниевого сплава с УМЗ структурой, содержащих более 1% Mg, литературных данных нет. Сплав 5052 является распространенным конструкционным материалом, благодаря своим механическим свойствам и коррозионной стойкости.

Целью настоящей работы является исследование шероховатости поверхности изделий с ультрамелкозернистой и крупнокристаллической структурой после токарной обработки сплава АМг2 и оценка влияния фильтров профиля на основные параметры шероховатости и волнистости.

В данной работе осуществлялась обработка цилиндрических заготовок на токарном станке OKUMA ES-L8II-M. Обтачивалась торцевая поверхность заготовок с КК и УМЗ структурой. Частота вращения шпинделя составляла 4000 об /мин, подача – 0,15 мм/об., глубина резания 0,8 мм. Использовался проходной резец со сменной многогранной пластиной фирмы Korgloy, маркировка – CCGT 120408-AR. В процессе обработки использовалась водосмешиваемая смазочно-охлаждающая жидкость HOUGHTON DROMUS VX. Обрабатывались заготовки сплава АМг2 с исходной КК структурой и образцы с УМЗ структурой полученные методом равноканального углового прессования (РКУП). РКУП осуществлялся по схеме Вс с углом пересечения каналов 90° при скорости деформирования 6 мм/с. Температура прессования составляла 100°C. В процессе РКУП образцы были деформированы до различной степени деформации – 2, 4 и 8. Структурные исследования для образцов с УМЗ структурой выполнены методами просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ) при помощи микроскопа JEM-2100 (JEOL Ltd, Japan). Оценка шероховатости поверхности после токарной обработки выполнена на лазерном сканирующем микроскопе Olympus OLS LEXT 4100 со специализированным программным обеспечением.

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

---

По данным просвечивающей электронной микроскопии размерность зеренно-субзеренной структуры составляет около 500 нм после двух проходов РКУП. Увеличение степени деформации за счет дополнительных проходов РКУП приводит к дальнейшему уменьшению размерности структуры материала. После четырех проходов РКУП размерность зерен составляет менее 300 нм. В тоже время увеличивается плотность дислокаций. После восьми проходов РКУП размерность зерен составляет порядка 100-200 нм. Часть зерен содержит высокую плотность дислокаций, а часть полностью от них свободна. После обработки резанием (торцевания) поверхность образцов с исходной КК структурой является сильно шероховатой. Наблюдаются отдельные следы адгезионного переноса материала и небольшие микротрещины. Наличие адгезии является распространенным эффектом в следствии природы фрикционного взаимодействия алюминиевых сплавов со стальными и твердосплавными инструментами. Поверхностный рельеф не упорядоченный. После обработки УМЗ материала (2 прохода РКУП) также наблюдаются следы адгезионного переноса материала, однако их значительно меньше, чем при обработке образца с КК структурой. В тоже время рельеф стал более упорядоченным, а шероховатость существенно уменьшилась. При обработке УМЗ образцов (4 и 8 проходов РКУП) уменьшается количество следов адгезионного переноса, рельеф становится более упорядоченный, по мере увеличения степени деформации материала. Оценка параметров амплитуды ( $R_a$ ,  $W_a$ ) и шага ( $R_{sm}$ ,  $W_{sm}$ ) микронеровностей осуществлялась путем разделения профилей шероховатости и волнистости от первичного профиля. Полученные результаты указывают на значительное снижение амплитудных параметров шероховатости и волнистости обработанной поверхности образцов, подвергнутых РКУП уже после применения 2 проходов при всех скоростях резания. Изменение шаговых параметров не имеет четкой связи ни со скоростью резания, ни с числом проходов РКУП (размерностью структуры материала). После токарной обработки сплава А5052 с ультрамелкозернистой структурой амплитудные параметры профиля шероховатости и волнистости поверхности в 2-7 раз ниже, чем при обработке сплава 5052 с крупнокристаллической структурой. Следовательно, формирование УМЗ структуры позволяет существенно повысить качество токарной обработки сплава 5052.

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