

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ БЕЗАБРАЗИВНОЙ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ФИНИШНОЙ ОБРАБОТКИ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОВЕРХНОСТИ ОБРАЗЦОВ ИЗ УМЗ ТИТАНА МАРКИ GRADE 4

Асфандияров Р.Н., Шишкунова М.А., Аксенов Д.А.

Институт физики молекул и кристаллов УФИЦ РАН, г. Уфа, Россия

a.r.n@list.ru,

shishkunomashaa@gmail.com

Исследование посвящено изучению влияния технологических режимов безабразивной ультразвуковой финишной обработки (БУФО) на структурное состояние, микротвердость и шероховатость цилиндрической заготовки из ультрамелкозернистого (УМЗ) титана марки Grade 4.

Исходное УМЗ состояние получено последовательной обработкой методами РКУП-Конформ и волочения. Микроструктурный анализ, полученных образцов, показал, что после 6 циклов РКУП-Конформ по маршруту Вс, с углом оснастки 90° и последующего волочения ($\epsilon=0,15$) средний поперечный размер структурных фрагментов составил 180 ± 26 нм. Микротвердость в исходном состоянии составила 2590 ± 60 МПа, параметр шероховатости $R_a = 8,59$ мкм.

Обработка методом БУФО проводилась с варьированием скорости вращения заготовки (500, 1000 и 1600 об/мин), статической силы прижатия (25, 50 и 100 Н), мощности ультразвукового генератора (1, 1.5 и 2 кВт), количества циклов обработки (1, 2 и 3).

Анализ результатов проведенного исследования показал, что обработка методом БУФО технического чистого титана марки Grade 4 в УМЗ состоянии приводит к существенному повышению микротвердости поверхности от 2 до 3,5 раз и снижению параметра шероховатости R_a (с $R_a \sim 8,6$ мкм до $R_a \sim 0,3-0,4$ мкм). Наблюдается положительное влияние увеличения скорости вращения заготовки при обработке, так как это ведет к снижению параметра шероховатости R_a , а значение микротвердости при этом возрастает. Стоит отметить, что увеличение мощности ультразвука ведет к линейному увеличению микротвердости, однако, при этом увеличивается и шероховатость поверхности. Увеличение количества циклов обработки (до 3) ведет к незначительному $\sim 5\%$ увеличению микротвердости. Наиболее рациональным из рассмотренных, является режим: 1 цикл обработки со скоростью вращения заготовки 1600 об/мин, статической силой прижатия 50 Н, мощностью ультразвука 2 кВт, при этом наблюдается максимальное значение микротвердости 8930 ± 70 МПа и параметр шероховатости поверхности $R_a = 0,36$ мкм.

Исследование поверхности методом РЭМ позволило установить, что обработка по предложенным режимам ведет к формированию структуры поверхности в виде фрагментов с размером от 3 до 5 мкм. Стоит отметить, что в состоянии с максимальной микротвердостью (частота вращения 1600 об/мин) фрагменты более вытянутые, по-видимому, из-за более высокой скорости вращения заготовки, а толщина деформированного поверхностного слоя составляет порядка 40-50 мкм.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 21-79-00124, <https://rscf.ru/project/21-79-00124/>.