

**ВЛИЯНИЕ РАСПАДА ПЕРЕСЫЩЕННОГО ТВЕРДОГО
РАСТВОРА НА КИНЕТИКУ ФОРМИРОВАНИЯ
УЛЬТРАМЕЛКОЗЕРНИСТОЙ СТРУКТУРЫ В
НИЗКОЛЕГИРОВАННОМ МЕДНОМ СПЛАВЕ CU-CR-ZR**

Морозова А. И.^{1,2}, Ткачев М. С.¹, Беляков А. Н.¹, Кайбышев Р. О.¹

¹*Белгородский государственный университет, Белгород, Россия*

²*Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»,
Москва, Россия*

morozova_ai@bsu.edu.ru

Одним из активно развивающихся направлений исследования в металлведении являются ультрамелкозернистые (УМЗ) медные сплавы, в которых могут быть достигнуты одновременно высокая прочность и электрическая проводимость. Наряду с температурой и степенью деформации на кинетику формирования УМЗ структуры может оказывать существенное влияние фазовый состав. Дисперсные частицы, выделившиеся в процессе термообработки или деформации, существенно влияют на подвижность и взаимодействие дислокаций, динамический возврат и деформационное упрочнение. Поэтому целью настоящей работы являлось исследование влияния распада пересыщенного твердого раствора в медном Cu-Cr-Zr сплаве на формирование УМЗ структуры.

В качестве материала исследования был выбран сплав Cu-0,3%Cr-0,5%Zr, подвергнутый обработке на получение пересыщенного твердого раствора при температуре 920 °С 0,5 ч (закалка) и старению при температуре 450 °С 1 ч (старение) и 1, 2, и 4 проходам равноканального углового прессования при температуре 400 °С (угол пересечения каналов матрицы 90 °). Исследования микроструктуры осуществляли с помощью растрового электронного микроскопа Nova NanoSem 450, оснащенного детектором дифракции обратно-рассеянных электронов, электропроводность измеряли вихретоковым методом с помощью установки Константа К-6.

В Cu-Cr-Zr сплаве вне зависимости от термообработки после деформации при повышенной температуре наблюдалось выделение мелких дисперсных частиц вторых фаз, о чем свидетельствовал рост электрической проводимости с 35% IACS до 51% IACS для закаленного и с 47% IACS до 65% IACS для состаренного состояния. В сплаве после предварительного старения формируется пониженная доля тройных стыков границ кристаллитов, включающих только малоугловые границы (0,39-0,61 для закаленного сплава и 0,17-0,53 для состаренного), при этом возрастает доля тройных стыков с двумя (0,23-0,45 для закаленного сплава и 0,24-0,51 для состаренного) или тремя большеугловыми границами (0,03-0,21 для закаленного сплава и 0,07-0,28 для состаренного). Активное

образование тройных стыков с двумя большеугловыми границами свидетельствует о формировании длинных параллельных большеугловых границ, которые формируют полосы микросдвига. Локализация деформации внутри полос микросдвига способствует интенсивному образованию УМЗ структуры. Показано, что доля большеугловых границ ФБУГ в Cu-Cr-Zr сплаве линейно возрастает с увеличением доли тройных стыков границ кристаллитов, содержащих три большеугловые границы FJ3, по закону: $F_{БУГ} = 0,25 + 0,8F_{J3}$. Таким образом, распад пересыщенного твердого раствора способствует ускорению кинетики формирования УМЗ структуры в Cu-Cr-Zr сплаве.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства Образования и Науки РФ в рамках программы Грант Президента для государственной поддержки молодых российских ученых (Соглашение № 075-15-2020-407 от 18.03.2020).

МОЛЕКУЛЯРНО-ДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ α - β ПЕРЕХОДА В ТИТАНЕ ПРИ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ДЕФОРМАЦИИ

Неласов И.В.¹, Колобов Ю.Р.¹, Липницкий А.Г.²
ИПХФ РАН, Черноголовка ²НИУ БелГУ, Белгород
nelasow@bsu.edu.ru

Титан и его сплавы являются широко используемыми материалами, в связи с чем важным является изучение влияющих на его механические свойства факторов, в частности, мартенситное превращение из альфа (ГПУ решётка) в омега (C_{32}) фазу при высоком давлении и при наличии сдвиговых напряжений. Для определения особенностей данного перехода использовались межатомные потенциалы [1].

В настоящей работе представлены результаты молекулярно-динамического исследования рассматриваемого перехода в титане при высокоскоростном деформировании, соответствующем условиям нагружения лазерным импульсом наносекундной длительности. Установлено, что α - β переход в титане имеет место при анизотропной деформации в условиях постоянного давления 20 ГПа по известному пути характерному для данного перехода. При этом деформация сопровождается образованием дислокаций с последующим формированием β -фазы в областях между дислокациями. При одноосной деформации вдоль направления [0001] при 300 К β фаза локализуется в полосах деформации. При температуре 700 К, а также в условиях воздействия гидростатическим отсутствие α - β переход не наблюдается.