

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ БОЛЬШОЙ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ В КАМЕРЕ БРИДЖМЕНА НА ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ТЕХНИЧЕСКИ ЧИСТОГО ТИТАНА

Шурыгина Н.А.¹, Черетаева А.О.¹, Глезер А.М.², Дьяконов Д.Л.¹,
Сундеев Р.В.³, Медведева А.Д.³

¹ ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина», Москва, Россия, shnadya@yandex.ru

² ФГАОУ ВПО «НИТУ «МИСиС»», Москва, Россия

³ ФГБОУ ВО «РТУ МИРЭА», Москва, Россия

В различных областях техники и медицины использование чистого титана предпочтительнее из-за высокой его биосовместимости, коррозионной стойкости и отсутствия в нем токсичных элементов. Повышение прочности чистых металлов, в том числе титана, до уровня прочности сильно легированных сплавов возможно путем различных экстремальных воздействий на объемный материал. К таким воздействиям можно отнести большую пластическую деформацию и деформирование при низких (криогенных) температурах. Целью работы является анализ эволюции дефектной структуры поликристаллического титана в процессе кручения под высоким гидростатическим давлением (КВД) при различных (комнатных и криогенных) температурах деформации, а также влияние такой структуры на механические и электрохимические свойства.

В качестве материала для исследования был выбран технически чистый титан ВТ1-0, в котором на процессы структурообразования при пластической деформации в минимальной степени влияют атомы примесей или избыточные фазы. Образцы в виде пластин толщиной 50 мкм были подвергнуты КВД (6 ГПа) в камере Бриджмена при комнатной температуре (293 К) и при температуре кипения жидкого азота (77 К) со скоростью вращения подвижного бойка 1 об/мин и при числе полных оборотов подвижной наковальни $N = 1/4; 1/2; 1; 2; 3$ и 4.

Установлено протекание фазового превращения $\alpha \Rightarrow \omega$ мартенситного типа, которое реализуется при критическом значении деформации $N_{cr} = 1/4$ при 293 К и $N_{cr} = 1$ при 77 К. Установлено, что параметры решетки кристаллов α фазы ($a = 0.2954 \pm 0,0006$ нм, $c = 0.4683 \pm 0,0005$ нм), и ω фазы ($a = 0.4618 \pm 0,0006$ нм, $c = 0.2,826 \pm 0,0005$ нм) практически не зависят как от температуры, так и от величины КВД.

Показана применимость к описанию дефектных структур, формирующихся в процессе КВД при комнатной и криогенной температурах модели «двухфазной смеси», состоящей из деформационных фрагментов и рекристаллизованных зерен. Протекание в процессе КВД при криогенных температурах процессов непрерывной динамической рекристаллизации объяснено с позиций заметного влияния тепловых диссипативных эффектов.

Оптимальной обработкой титанового сплава ВТ1-0 в камере Бриджмена при комнатной температуре с точки зрения коррозионных и механических свойств является деформация по режиму $N = 2$. Деформация при криогенной температуре увеличивает твердость и коррозионную стойкость материала: E_{cor} образцов после деформации при 77 К более электроположительны, чем после деформации при 293 К и исходном образце. Однако, при анодной поляризации данные образцы полностью не пассивируются после пика растворения, в отличие от образцов подвергнутых деформации при комнатной температуре.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 18-08-00640а).