

НАНОТВЕРДОСТЬ И МОДУЛЬ ЮНГА В ОТОЖЖЁННЫХ СПЛАВАХ Ti–2ВЕС.%V ПОСЛЕ КВД

Давдян Г.С.¹, Страумал Б.Б.¹, Афоникова Н.С.¹, Тюрин А.И.²,
Горнакова А.С.¹

¹Институт физики твёрдого тела им. Ю.А. Осипьяна РАН, Черноголовка, Россия
²Научно-исследовательский институт “Нанотехнологии и наноматериалы” ТГУ им.
Г.Р. Державина, Тамбов, Россия
alenahas@issp.ac.ru

Благодаря таким свойствам как высокая удельная прочность, жаропрочность и коррозионная стойкость во многих средах сплавы титана широко применяются в самых различных отраслях промышленности [1-2]. Свойства и структура титановых сплавов изменяются путем легирования, термической и механической обработок. Титан имеет три различные кристаллические модификации: низкотемпературная (α Ti) фаза с гексагональной плотноупакованной (ГПУ) решеткой, высокотемпературная (β Ti) фаза с объёмно-центрированной кубической (ОЦК) структурой решетки и ω фаза, образующаяся под высоким давлением и имеющая искажённую ГПУ решетку.

В данной работе были исследованы зависимости значений нанотвердости и модуля Юнга вдоль диаметра образцов сплава Ti–2вес.%V. Образцы предварительно были отожжены при температурах 400°C, 700°C и 1000°C, а далее обработаны с помощью кручения под высоким давлением (КВД) - 7 ГПа, 5 оборотов и 1 оборот в минуту при комнатной температуре.

Два образца отожженные при 400 и 700°C соответствуют области (α Ti) фазовой диаграммы Ti–V, а 1000°C - области (β Ti). При этом образец, отожжённый при 400°C, имеет большой разброс значений нанотвердости, и в зависимости от их удаленности от центра, значения варьируются от 4 ГПа в центре до 5.5 ГПа на краях. Тогда как образец, отожжённый при 700°C, имеет равномерное распределение по всей области измерения вдоль диаметра образца, среднее значение соответствует 6.1 ГПа. Образец отожженный при 1000°C, имеет характер зависимости и значения нанотвердости близки к значениям, полученным в образце при 700°C. Средние значения модуля Юнга однородны вдоль диагонали и близки для всех образцов: 144.6 ГПа (400°C), 150 ГПа (700°C) и 147.3 ГПа (1000°C). Так же хотелось бы отметить рост доли омега фазы с 70 до 76 % в образцах после КВД, с ростом температуры предварительного отжига.

Анализ полученных результатов показал, что отжиг в области (β Ti) и обработка КВД дает равномерное распределение значений нанотвердости вдоль диагонали образца и к тому же самые высокие. В то время как отжиг в одной и той же области фазовой диаграммы (α Ti), с разницей в 300°C, существенно меняет характер распределений значений нанотвердости. КВД после предварительного отжига при 400°C дает сильный разброс значений нанотвердости, с «провалом» в центре образца, а так же самый низкий модуль Юнга. Таким образом, повышая температуру предварительного отжига, можно увеличить значения нанотвердости, модуля Юнга и долю омега фазы в сплаве титан-ванадий.

Работа частично была выполнена в рамках госзадания ИФТТ РАН

1. Д. И. Гаврилов, М. О. Карягин, В. Д. Нуяндин, Academy 5, с. 20, (2017).
2. М. Ю. Мастушкин, Ю. Н. Кусакина, Международный научно-исследовательский журнал 105, с. 156–159 (2021).