ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

«Физическая мезомеханика. Материалы с многоуровневой иерархически организованной структурой и интеллектуальные производственные технологии»,

посвященная 90-летию со дня рождения
основателя и первого директора ИФПМ СО РАН
академика Виктора Евгеньевича Панина

в рамках
Международного междисциплинарного симпозиума
«Иерархические материалы: разработка и приложения
для новых технологий и надежных конструкций»

5–9 октября 2020 года
Томск, Россия

Томск
Издательство ТГУ
2020

DOI: 10.17223/9785946219242/217

НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЕ СТАРЕНИЕ СТРУКТУРНО-НЕОДНОРОДНОГО НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО СПЛАВА Ti-50,9 ат. % Ni

Гирсова С.Л., Полетика Т.М., Гирсова Н.В.

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск

Нанокристаллические (НК) сплавы на основе TiNi с уникальными функциональными свойствами находят широкое применение в качестве материалов медицинского назначения. В последнее время повышенное внимание привлекают двойные сплавы TiNi с избытком Ni, подверженные старению с выпадением когерентных частиц фазы Ti_3Ni_4, что приводит к мультистадийности мартенситных превращений B2↔R↔B19′. Важным фактором возникновения мультистадийности может быть неоднородная структура НК сплавов на основе TiNi, примером которой является смешанная зеренно/субзеренная B2-аустенитная наноструктура, образующаяся в процессе интенсивной холодной деформации прокаткой [1]. В настоящей работе исследовано влияние низкотемпературного отжига НК сплава TiNi на размеры и распределение частиц Ti_3Ni_4 в наноструктуре, а также мартенситные превращения.

Использовали образцы сплава Ti - 50,9 ат. % Ni, вырезанные из трубок с внешним диаметром 1,63 мм и толщиной стенки 0,23 мм. Образцы отжигали при 300°С 1 час. Температуры мартенситных превращений определяли по температурной зависимости электросопротивления. Установлено, что как в исходном материале, так и после старения наблюдается последовательность B2↔R↔B19′. Структурные исследования проводили методом просвечивающей электронной микроскопии на микроскопе JEM 2100. Диаграммы нагружения-разгрузки при одноосном растяжении образцов трубок получали при комнатной температуре со скоростью $4\times10^{-5}c^{-1}$ на испытательной машине LFM-125.

В исходном состоянии сплав Ti-50,9 ат. % Ni имел неоднородную зеренно/субзеренную B2-аустенитную структуру, которая представляет собой смесь полигонизованных нанозерен с высокоугловыми границами и областей субзерен с малоугловыми границами (менее 3°), образующие области субмикронного и микронного размеров. Нанозерна имеют различную природу: (i) зерна, образующиеся при интенсивной деформации и содержащие дислокации; (ii) бездислокационные зерна, которые кристаллизуются из аморфного состояния [1]. Средний размер зерен/субзерен составляет 70 нм.

Установлено, что исходная зеренно/субзеренная структура способствует неоднородному развитию процесса низкотемпературного старения с выделением частиц Ti_3Ni_4 в объеме НК материала. Выпадение высокодисперсных когерентных частиц Ti_3Ni_4 сферической формы размером менее 5 нм происходит по гетерогенному механизму на дислокациях. Показано, что наличие дислокаций внутри субзерен и нанозерен является необходимым условием реализации распада B2-аустенита при низкотемпературном старении. Частицы Ti_3Ni_4 выделяются преимущественно в субструктуре и в нанозернах, содержащих дислокации. В бездислокационных нанозернах частицы Ti_3Ni_4 не обнаружены.

Показано, что зарождение высокодисперсных когерентных частиц Ti_3Ni_4 на дислокациях способствует их блокированию при деформации и эффективному упрочнению B2-аустенита Сплав после низкотемпературного старения демонстрирует сверхэластичное поведение. Структурная неоднородность исследуемого НК материала, обусловливает развитие под нагрузкой последовательности мартенситных превращений B2↔R↔B19′, величина суммарной неупругой деформации составляет 8,5%.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИФПМ СО РАН, проект III.23.2.2 и проекта РФФИ №16-58-00143 Бел_а.

1. Prokoshkin S., Brailovski V., Dubinskiy S., Inaekyan K, Kreitcberg A. // Shape Mem. Alloys. Shape Mem. and Superelasticity. 2016. V. 2. P. 12-17.