

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: 10.17223/9785946219242/75

ПРЕДЕЛ ПРОЧНОСТИ И ХАРАКТЕР РАЗРУШЕНИЯ ПРИ РАСТЯЖЕНИИ СПЛАВА $Ti_{49,8}Ni_{50,2}$, ПОСЛЕ ИЗОТЕРМИЧЕСКОГО *abc*-ПРЕССОВАНИЯ

Кашин О.А., Круковский К.В.

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск

Наличие в сплавах на основе никелида титана термоупругих мартенситных превращений (МП), обеспечивающих проявление эффектов памяти формы и сверхупругости, обусловило использование этих сплавов в различных областях техники и медицины [1-3]. Высокие механические свойства во многих случаях являются необходимым условием при практическом использовании сплавов на основе никелида титана в изделиях и конструкциях. Одним из способов повышения величины пределов текучести и прочности этих сплавов без изменения их химического состава является измельчение зёрненной структуры до субмикро- и нанокристаллического масштаба методами интенсивной пластической деформации (ИПД).

Имеющиеся к настоящему времени в литературе сведения позволяют составить представление об основных тенденциях трансформации при ИПД микроструктуры и её влияния на прочность сплавов на основе никелида титана. Однако вопросы о механизмах такого влияния остаются дискуссионными. В частности, не установлен критический средний размер элементов зёрненно-субзёрненной структуры, меньше которой начинается эффективное повышение предела прочности этих сплавов, не определено влияние распределения зёрен по размерам. Практически отсутствуют исследования поверхностей разрушения образцов никелида титана при активном растяжении, хотя такие исследования могут дать определённую информацию о механизмах разрушения.

Целью настоящей работы было выявление взаимосвязи зёрненно-субзёрненной структуры, предела прочности и характера разрушения при растяжении при комнатной температуре сплава $Ti_{49,8}Ni_{50,2}$ после изотермического *abc*-прессования в зависимости от величины *abc*-деформации.

Установлено, что с увеличением заданной *abc*-деформации ϵ в материале идёт постепенное измельчение элементов зёрненно-субзёрненной структуры и закономерное уменьшение среднего диаметра элементов структуры (рис. 1). При этом вплоть до максимально исследованной *abc*-деформации $\epsilon = 8,44$ наблюдается выраженная разнотернистость различного типа: зональная, строчечная, островная [3]. Обнаружено, что измельчение элементов зёрненно-субзёрненной структуры до полученной в настоящей работе средней величины ($\langle d \rangle \approx 1$ мкм) не оказывает влияния на величину предела прочности (рис. 1).

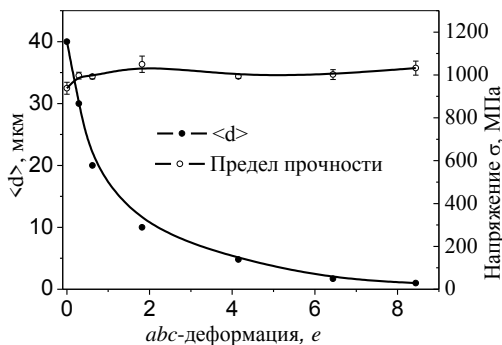


Рис. 1. Зависимости среднего размера элементов зёрненно-субзёрненной структуры и предела прочности сплава $Ti_{49,8}Ni_{50,2}$ от величины *abc*-деформации

Секция 2. Неустойчивость, локализация деформации и разрушения в материалах с иерархической структурой

Исследования особенностей поверхности разрушения образцов не выявили какой-либо четко выраженной зависимости от величины заданной при *abc*-деформации (рис. 2). На поверхностях изломов всех образцов наблюдаются две характерные области (фото *б* и *в* на рис. 2). На поверхности излома чётко видны поры различного размера внутри которых видны выделения фазы типа Ti_2Ni (фото *г* на рис. 2).

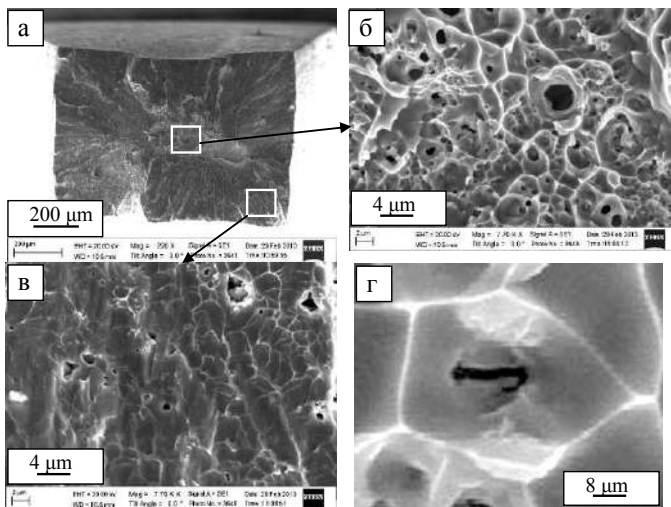


Рис. 2. Поверхности разрушения образцов никелида титана после *abc*-прессования со степенью деформации $e = 8,44$: а) общий вид; б) область с вязким чашечным изломом; в) область среза; г) разрушенное включение фазы типа Ti_2Ni на дне поры

Анализ структуры поверхности разрушения свидетельствует о разрушении исследованных материалов путём зарождения и роста пор в объёме образцов с последующим их объединением и формированием магистральной трещины. Формированию пор способствуют имеющиеся в структуре материала полидисперсные частицы фазы типа Ti_2Ni .

Предполагается, что отсутствие влияния среднего размера на величину предела прочности связано с существованием критического значения среднего размера элементов зёрно-субзёрно-структуры $\langle d \rangle_{крит} \approx 0,5$ мкм, которое не было достигнуто в настоящей работе при использованной величине *abc*-деформации.

При $\langle d \rangle < \langle d \rangle_{крит}$ достижение величины внутренних напряжений, обеспечивающих образование стабильных зародышевых трещин и появление макролокализации деформации с образованием шейки, происходит при более высоком внешнем напряжении.

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

1. Predki W., Knopik A., Bauer B. Engineering applications of NiTi shape memory alloys // Mater. Sci. Eng.: A. 2008. 481. P. 598–601.
2. Jani M., Leary M., Subic A., Gibson M.A. A review of shape memory alloy research, applications and opportunities // Mater. Des. 2014. 56. P. 1078–1113.
3. Новиков И.И. Теория термической обработки металлов: Учебник для вузов. Металлургия. 1986. 480 с.