

ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ

УДК 539.214:539.382.2

DOI: 10.17223/00213411/63/4/131

И.В. РАТОЧКА, И.П. МИШИН, О.Н. ЛЫКОВА, Е.В. НАЙДЕНКИН

ОСОБЕННОСТИ СВЕРХПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ ТИТАНОВОГО СПЛАВА ВТ6 В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЕГО СТРУКТУРНО-ФАЗОВОГО СОСТОЯНИЯ *

На примере α - β -титанового сплава ВТ6 с различной исходной структурой проведены исследования особенностей деформационного поведения при растяжении в интервале температур 773–1223 К. С использованием методов просвечивающей и растровой микроскопии показано, что при сверхпластической деформации сплава ВТ6 с ультрамелкозернистой (УМЗ) структурой наблюдается выделение частиц второй фазы преимущественно по границам зерен. Установлено, что указанный процесс связан с перераспределением ванадия в процессе деформации. Показано, что температурная зависимость величины относительного удлинения образцов до разрушения УМЗ сплава ВТ6 имеет немонотонный характер и превышает 700 % при температуре 973 К. Предполагается, что уменьшение рассматриваемой величины при температурах 1073–1173 К связано с ростом зерен при деформации до микронного размера и пластинчатыми выделениями β - и α -фаз по границам зерен.

Ключевые слова: титановые сплавы, интенсивная пластическая деформация, ультрамелкозернистая структура, фазовые превращения, сверхпластическая деформация.

Введение

В настоящее время титановые сплавы благодаря высокой удельной прочности и коррозионной стойкости находят широкое применение в различных отраслях промышленности [1–5]. Проведенные ранее многочисленные исследования показали, что при формировании в α - β -титановых сплавах глобулярной мелкозернистой структуры (размер зерен $d < 10$ мкм) наблюдается развитие сверхпластичности (СП), как правило, при температурах выше 1073 К ($> 0.5T_{пл}$) и скоростях деформации ниже 10^{-3} с^{-1} [6–8]. При этом характер исходной структуры, а также фазовый состав сплавов могут существенно влиять на особенности развития пластического течения и величину относительного удлинения до разрушения [6–13]. Так, например, измельчение зеренной структуры методами интенсивной пластической деформации (ИПД) приводит к смещению температурно-скоростного интервала развития СП в указанных материалах в область более низких температур и/или более высоких скоростей деформации [7–16]. Сверхпластические свойства при этом определяются не только размером зерен и структурно-фазовым состоянием сплава, но также высокой неравновесностью и, как следствие, повышенной диффузионной проницаемостью границ раздела [8–10].

С другой стороны, сверхпластичное течение УМЗ- (субмикро- и нанокристаллических) материалов имеет целый ряд особенностей по сравнению с мелкозернистыми аналогами, которые в настоящее время не получили однозначного объяснения. Остается дискуссионным вопрос об оптимальном структурно-фазовом состоянии ультрамелкозернистых материалов для реализации сверхпластичного течения. В частности, было показано, что, в отличие от мелкозернистых сверхпластичных материалов, наиболее высокие показатели сверхпластичности в УМЗ-материалах наблюдаются при некотором оптимальном (промежуточном) размере зерна [17, 18]. Было также установлено, что температурная зависимость относительного удлинения до разрушения УМЗ-образцов при СП-течении может иметь два максимума. Кроме того, величина относительного удлинения при СП-деформации для УМЗ-титановых сплавов может существенно превышать соответствующую величину для мелкозернистых даже при температурах, близких к температуре полиморфного превращения [19, 20]. В связи с изложенным выше практически важно исследовать особенности эволюции структурно-фазового состояния и развития пластического течения УМЗ-титановых сплавов при деформации в интервале повышенных температур, при которых может иметь место реализация сверхпластического течения.

* Работа выполнена в рамках ПФНИ ГАН на 2013–2020 гг., направление III.23, при частичной финансовой поддержке РФФИ (грант № 18-08-00452).

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://www.elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>