

УДК 539.214:539.382.2

DOI: 10.17223/00213411/62/8/14

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

ВЛИЯНИЕ ОТЖИГОВ НА СТРУКТУРУ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА УЛЬТРАМЕЛКОЗЕРНИСТОГО ТИТАНОВОГО СПЛАВА BT22 *

Проведены исследования эволюции структурно-фазового состояния и изменения механических свойств сплава BT22 в ультрамелкозернистом состоянии после отжига в интервале температур 773–1073 К. Показано, что после отжига при 773 К практически не наблюдается снижения плотности деформационных дефектов, изменения среднего размера элементов зеренно-субзеренной структуры и механических свойств сплава. Однако структурно-фазовое состояние сплава при этом является термически нестабильным. Имеет место зарождение новых зерен размерами менее 0.1 мкм и рост отдельных зерен до размеров порядка 1 мкм, а также изменение объемных долей α - и β -фаз. При более высоких температурах отжига в сплаве BT22 наблюдается уменьшение плотности деформационных дефектов, рост зерен, переход границ в более равновесное состояние и, как следствие, существенное падение механических свойств при комнатной температуре. При этом активно развиваются α - β -фазовые превращения, приводящие к увеличению объемной доли β -фазы с ростом температуры. Проведены оценки энергии активации роста зерен. Показано, что значение указанной величины составляет 145 кДж/моль.

Ключевые слова: титановые сплавы, интенсивная пластическая деформация, ультрамелкозернистая структура, фазовые превращения, отжиг, механические свойства.

Введение

Титановые сплавы широко используются во многих областях машино- и авиастроения благодаря уникальному комплексу физико-механических свойств [1–3]. При этом свойства указанных сплавов во многом определяются их микроструктурой, которая формируется в процессе деформационного и термического воздействия. В то же время перспективные в качестве конструкционных материалов ультрамелкозернистые (нано- и субмикроструктурные) титановые сплавы, полученные методами интенсивной пластической деформации, имеют большую протяженность сильно неравновесных границ зерен и повышенные коэффициенты диффузии. Поэтому развитие в таких материалах миграции границ и рекристаллизации может внести существенные коррективы в температурные интервалы стабильности их структуры и структурно-чувствительных свойств [3–8]. Однако большинство известных работ, посвященных исследованиям термостабильности структуры и механических свойств ультрамелкозернистых титановых сплавов, проводили на примере α - и α - β -сплавов с относительно малым содержанием β -фазы (менее 15 %) [4, 9–14]. С другой стороны, очевидно, что большая объемная доля β -фазы (например, в титановых сплавах переходного класса) может внести существенные корректировки в развитие эволюции структуры и механических свойств при термическом воздействии. В связи с этим в настоящей работе были проведены исследования изменений структурно-фазового состояния и механических свойств титанового сплава переходного класса BT22 в ультрамелкозернистом состоянии после отжига в интервале температур 773–1073 К.

Материал и методы исследования

В качестве исходного материала был выбран пруток промышленного титанового сплава BT22 (4.74 мас. % Al, 5.57 мас. % Mo, 5.04 мас. % V, 0.81 мас. % Cr, 0.98 мас. % Fe, основа Ti). Ультрамелкозернистую структуру в сплаве получали методом прессования со сменой оси деформации [15] на прессе ИП-2000 в интервале температур 1073–723 К в заготовках с размерами 25×25×40 мм. Деформация за одно прессование составляла ~ 0.5. Отжиг ультрамелкозернистого сплава BT22 проводили на воздухе в интервале температур 773–1073 К в течение часа. Испытания на растяжение образцов в виде двойной лопатки с размерами рабочей базы 5×1.7×0.8 мм проводили на установке ПВ-3012 М, оснащенной тензометрической системой измерения нагрузки с автоматической записью кривых течения в координатах нагрузка–время со скоростью $6.9 \cdot 10^{-3} \text{ с}^{-1}$ при комнатной температуре. Образцы вырезали электроискровым способом. Перед испытанием с поверхности образ-

* Работа выполнена в рамках Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013–2020 гг., направление III.23, и 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://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>