УДК 539.4.015:669.295

DOI: 10.17223/00213411/65/5/22

ВЛИЯНИЕ ПОПЕРЕЧНО-ВИНТОВОЙ ПРОКАТКИ С КОНТРОЛИРУЕМОЙ ЗАКАЛКОЙ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И УДАРНУЮ ВЯЗКОСТЬ ТИТАНОВОГО СПЛАВА*

И.В. Власов, Ю.Ф. Гоморова, А.В. Яковлев, Е.В. Найденкин, А.Е. Кузнецова

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, г. Томск, Россия

Проведены исследования эволюции структурно-фазового состояния и изменения ударной вязкости деформируемого титанового сплава ВТ8 после двух видов термомеханической обработки, первый из которых включал в себя нагрев и горячую поперечно-винтовую прокатку с последующей закалкой в воду (режим I). Отличительной особенностью режима II был этап частичного охлаждения сплава на воздухе после прокатки и перед закалкой. Такой подход к охлаждению прутка в два этапа (на воздухе и в воде) позволяет регулировать время рекристаллизации и сформировать градиентную структуру по сечению прутка. После обработки сплава по режиму I происходит снижение ударной вязкости. Добавление этапа охлаждения на воздухе (режим II) приводит к незначительному снижению твердости и повышению ударной вязкости. Обработка по режиму I и II титанового сплава позволяет формировать структуру, содержащую крупные зерна первичной α -фазы совместно с тонкопластинчатой структурой вторичной α -фазы в β -фазе. Показано, что сформированные структурные состояния влияют на характер распространения магистральной трещины в условиях ударного нагружения, изменяя количество энергии, затраченной на полное разрушение образцов.

Ключевые слова: *двухфазные титановые сплавы, термомеханическая обработка, скорость охлаждения, микроструктура, механические свойства, ударная вязкость.*

Введение

Двухфазные ($\alpha+\beta$)-титановые сплавы широко используются в различных отраслях промышленности. Добавление легирующих элементов, применение термических и термомеханических обработок позволяет получать изделия разного класса прочности. Большое количество научных работ направлено на исследование процессов фазообразования титановых сплавов и влияния химических элементов на механические свойства с целью создания новых или усовершенствование уже применяемых режимов термообработки и модификации для получения высоких эксплуатационных свойств [1–5].

Для получения высоких прочностных характеристик двухфазных титановых сплавов мартенситного класса традиционно применяют термообработку, состоящую из закалки и последующего отжига [6, 7]. Закалка в воду из однофазного β -состояния приводит к формированию α' -мартенсита, имеющего сложное тонкопластинчатое строение. Мартенситная структура содержит дислокации, двойники и дефекты упаковки [7, 8]. Наличие дефектов и большого количества межфазных границ сдерживают развитие пластической деформации, что приводит к получению крайне хрупкого состояния, не применяемого в производстве. При последующем старении сплава происходит распад α' -мартенсита и формирование пластинчатой структуры в виде ориентированных зерен α -фазы, что повышает пластичность сплава. В зависимости от химического состава титанового сплава встречаются структуры, сочетающие α -фазу в двух видах: в виде первичных тонких α -пластин и в виде вторичных зерен α -фазы, находящихся в β -матрице [9–11].

Кроме термообработки, для получения требуемых механических свойств сплава применяют модификацию поверхности [12], изменение химического состава сплава [13, 14], деформационное воздействие [15, 16] и другие методы обработки [17]. Однако наиболее распространенным методом упрочнения сплавов, для формирования заданной структуры является сочетание термической обработки и механического воздействия [18]. Нагрев титановых сплавов до температуры, близкой к температуре полиморфного превращения, обеспечивает высокую пластичность прутка на этапе деформации, а последующая закалка «сохраняет» сформированную неравновесную структуру. Однако такое состояние отличается высокой твердостью и низкой ударной вязкостью. Для получения структуры сплава, сочетающей в себе как высокую твердость, так и необходимую пластичность ведутся работы по оптимизации процессов прокатки и термической обработки [19]. Наиболее удобным инструментом управления структурой в данном случае является контролируемое ох-

* Работа выполнена в рамках государственного задания ИФПМ СО РАН, проект FWRW-2021-0009.

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>