

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 539.173.5

DOI: 10.17223/00213411/63/7/171

В.П. ПОЛТАВЦЕВА¹, А.С. ЛАРИОНОВ¹, С.А. ГЫНГАЗОВ²

ВЛИЯНИЕ НЕЙТРОННОГО ОБЛУЧЕНИЯ НА ТВЕРДОСТЬ МОДИФИЦИРОВАННОГО ИОНАМИ КРИПТОНА НИКЕЛИДА ТИТАНА *

Ключевые слова: никелид титана, криптон, нейтронное облучение, микротвердость, электросопротивление.

Создание стойких к воздействию ионизирующих излучений сплавов на основе никелида титана (Ni–Ti) является актуальным вопросом современного материаловедения [1–4]. Ранее [5, 6] установлено, что облучение ионами криптона и ксенона МэВ-энергий является наиболее эффективным методом создания упрочненных нанослоев в образцах Ni–Ti медицинского назначения. Представляет интерес исследование стойкости Ni–Ti с упрочненным покрытием к воздействию нейтронного облучения.

Цель работы – исследовать методами измерения микротвердости и электросопротивления влияние нейтронного облучения на свойства Ni–Ti в различном исходном состоянии до и после модификации ионами криптона МэВ-энергий.

Методика эксперимента

В качестве объектов для реакторных испытаний на радиационную стойкость отобраны образцы Ni–Ti в мартенситно-аустенитном и аустенитном состоянии до и после модификации посредством облучения ионами криптона, которое проводили на ускорителе тяжелых ионов «ДЦ-60» Евразийского университета (г. Нур-Султан, Республика Казахстан) [5]. Параметры облучения: ионы ${}_{84}\text{Kr}^{15+}$ с энергией 147 МэВ, флюенс $1 \cdot 10^{19}$ ион/м², температура 100 °С. Ранее [5, 6] нами показано, что под воздействием облучения ионами криптона при 100 °С в образцах Ni–Ti в мартенситно-аустенитном состоянии происходит изменение их фазового состава вследствие протекания радиационного фазового превращения мартенсит → аустенит, т.е. $B19' \rightarrow B2$.

Облучение нейтронами осуществляли в исследовательском реакторе ВВР-К с низкообогащенным топливом (г. Алматы, Республика Казахстан) в сухом вертикальном канале. Температура облучения не превышала 60 °С, флюенс облучения составлял $2.3 \cdot 10^{16}$ и $1.5 \cdot 10^{15}$ нейтр./см² по тепловым и быстрым нейтронам соответственно.

Микротвердость (H_V) по Виккерсу определяли с использованием микротвердомера «ПМТ-3М». Степень упрочнения оценивали по результатам измерений H_V в зависимости от глубины проникновения индентора при приложенной нагрузке в диапазоне (0.098±4.9) Н. При этом толщина измеряемого слоя при каждой нагрузке определялась глубиной отпечатка, а величину H_V определяли как среднее значение по 5–7 точкам измерений. Точность измерений H_V составляла 3–4 %.

Измерения электросопротивления осуществляли компенсационным методом на потенциометре «Р348» при температуре 20 °С с использованием четырехэлектродного зонда с прижимными контактами. Точность измерений удельного электросопротивления ± 0.005 мкОм·м.

Экспериментальные результаты

Результаты измерений H_V приведены на рис. 1, из которых видно, что величина H_V под воздействием нейтронов увеличивается для всех исследованных образцов Ni–Ti, особенно вблизи поверхности, на что указывает невозможность измерения H_V при минимальной (10 Г) нагрузке и в большей степени в мартенситно-аустенитном состоянии (рис. 1, а, кривая 2). Хотя величина H_V модифицированных образцов Ni–Ti в мартенситно-аустенитном состоянии (рис. 1, а, кривая 3) выше, чем в аустенитном (рис. 1, б, кривая 3), ее средние значения для обоих типов образцов после облучения нейтронами практически близки (рис. 1, а, б, кривые 4). Однако тип кривых при этом кардинально различается. Наблюдаемое уменьшение толщины упрочненного слоя связано с диффузионными процессами, протекающими при повышенной (60 °С) температуре нейтронного облучения. Обнаруженный эффект реакторного упрочнения Ni–Ti свидетельствует об образовании упрочняющих радиационно-введенных дефектов.

В таблице приведены фазовый состав образцов Ni–Ti, условия нейтронного облучения и данные измерений удельного электросопротивления. Из таблицы видно, что прирост электросопротивления $\Delta\rho$ имеет

* Работа выполнена в рамках Программы грантового финансирования МОН РК, № АРО5134758.

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>