

УДК 669.295'24

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ТЕРМООБРАБОТКИ НА ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ПРОВОЛОКИ НИКЕЛИДА ТИТАНА ДЛЯ МЕДИЦИНСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ

Милокина С. Н., Рубаник В. В. (мл.), Рубаник В. В.*, Дородейко В. Г.**

*ВГТУ, *ИТА НАН Беларуси, **ЗАО «Симург», Витебск, Беларусь
ita@vitebsk.by*

Сплавы с памятью формы успешно применяются в медицине уже много лет в качестве материала для изготовления имплантантов, стентов, зубных дуг и т.д., а также используются для изготовления различных медицинских инструментов, т.к. обладают такими выгодными свойствами, как сверхупругость, высокая коррозионная стойкость и биосовместимость [1, 2]. В данной работе приведены результаты исследований по влиянию тепловой обработки на характеристические температуры (ХТ), сверхупругие свойства и задание формы проволоки TiNi для внутриматочных контрацептивов [3].

Экспериментальная часть

В качестве образцов использовали проволоку из никелида титана Ti-50,8ат.%Ni диаметром 0,54 мм, для которой прямой и обратный фазовые переходы осуществляются по схеме B2→R→B19', и характеристические температуры, измеренные методом дифференциальной сканирующей калориметрии, составляют: $M_n' = 21$ °C, $M_k' = 9$ °C, $M_n = -25$ °C, $M_k = -51$ °C, $A_n' = 9$ °C, $A_n = 12$ °C, $A_k = 22$ °C.

Для исследования влияния термообработки на задание формы и псевдоупругие свойства образцы TiNi отжигали на воздухе в температурном диапазоне от 250 до 550 °C в течение 30 минут с последующей закалкой в воде. Псевдоупругие свойства проволоки определяли методом трёхточечного изгиба образцов (нагрузка-разгрузка) в рабочем диапазоне температур 34±36 °C. Для экспериментов на псевдоупругость использовали образцы длиной 10 мм и базой 5 мм. В экспериментах на задание формы проволоочные образцы фиксировали вокруг оправки с 3%-й деформацией и затем подвергали вышеуказанной тепловой обработке.

Результаты и обсуждение

Характер изменения ХТ в зависимости от термообработки носит нелинейный характер (рис.1). Можно отметить, что все ХТ изменяются незначительно после термической обработки в диапазоне 250 + 350 °C. Наибольшее влияние на температуры B2→R превращения оказывает тепловая обработка при 400 и 450 °C, повышая их, в то время как при более высоких температурах отжига, 500 °C и 550 °C, наблюдается их понижение. Температуры M_n и M_k увеличиваются на 4–5 °C после 450 °C и остаются приблизительно на том же уровне.

Результаты экспериментов по трёхточечному изгибу в изотермических условиях (рис.2) свидетельствуют, что максимальные значения остаточной деформации наблюдаются в образцах, отожжённых при 450 °C, что связано с формированием стабильного мартенсита деформации.

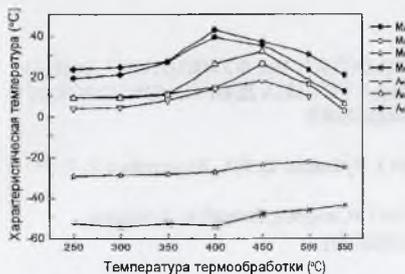


Рис. 1. Влияние температуры тепловой обработки (30 минут) на характеристические температуры фазовых превращений TiNi.

Тепловая обработка при других температурах задаёт приблизительно идентичные псевдоупругие свойства. Однако при тепловой обработке 550°C остаточная деформация имеет минимальные значения [4].

Экспериментально установили, что максимальное закрепление формы TiNi обеспечивается при температурах отжига $500 \div 550^{\circ}\text{C}$ (рис.3).

Таким образом, определены два оптимальных режима термообработки для задания формы и псевдоупругих свойств. Необходимо отметить, что псевдоупругие свойства лучше, и A_s ниже после тепловой обработки при 550°C .

Заключение

Предварительное исследование зависимости характеристических температур, сверхупругих свойств и фиксации формы от режимов термообработки в температурном диапазоне от 250 до 550°C для проволоки TiNi показало, что наиболее оптимальным режимом является тепловая обработка при 550°C в течение 30 минут с последующей закалкой.

Список литературы

1. J. Ryhänen, in SMST-2000: Proceedings of the International Conference on Shape Memory and Superelastic Technologies, eds. S.M.Russell, A.R.Pelton (Pacific Grove, California: International Organization on SMST, 2001), p251-259.
2. V. Brailovski, et al., Shape Memory Alloys: Fundamentals, Modeling and Applications (2003).
3. Беляев С.П., Дороейко В.Г., Ермолаев В.А. Возможные пути оптимизации конструкции внутриматочных контрацептивов при использовании материалов с ЭПФ. (Рубежное, 1990).
4. V.G. Dorodeiko, V.V. Rubanik, V.V. Rubanik Jr., and S.N. Miljukina. Making intrauterine contraceptives from TiNi alloys // 7th European Symposium on Martensitic Transformations ESOMAT 2006: Abstracts. – Bochum/Germany, 2006. – P. 312.

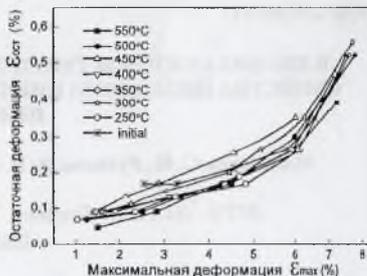


Рис. 2. Зависимость остаточной деформации TiNi проволоки от температуры термообработки и максимальной деформации.



Рис. 3. Зависимость заданной деформации от температуры термообработки TiNi проволоки.