

УДК 621.762, 539.217

DOI: 10.17223/00213411/62/3/125

*Н.В. АРТЮХОВА, М.И. КАФТАРАНОВА, С.Г. АНИКЕЕВ, В.Н. ХОДОРЕНКО,
А.С. ГАРИН, А.Н. МОНОГЕНОВ, В.Э. ГЮНТЕР*

ВЛИЯНИЕ АКТИВИРУЮЩИХ ДОБАВОК Co И Ni НА МЕХАНИЗМЫ РЕАКЦИОННОГО И ДИФФУЗИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРИ СПЕКАНИИ ПОРОШКА TiNi ПВ-Н55Т45*

Проведено исследование влияния реакционных и диффузионных взаимодействий при спекании в системе порошка никелида титана ПВ-Н55Т45 и активирующих добавок Co и Ni на особенности микроструктуры, структурно-фазового состава пористых сплавов никелида титана в перспективе создания пористо-монокристаллических конструкций. Путем жидкофазного диффузионного спекания порошка никелида титана получены пористые образцы с активирующими добавками Co и Ni с концентрациями 0,5, 1,0, 1,5 и 2,0 ат. %. Установлено, что активирующее действие Co является более умеренным по сравнению с добавками Ni. Расчет теплоты, выделившейся в процессе химической реакции от введения активирующих добавок показал, что величина $-\Delta H$ для полученных пористых сплавов с добавками Co составляет 28 кДж/моль, для сплавов с добавками Ni – 52 кДж/моль. Во всех образцах установлено наличие аустенитной фазы B2, мартенситной B19', Ti_2Ni , $Ti_4Ni_2(O, N, C)$ и Ti_3Ni_4 . В материале с добавками Ni дополнительно обнаружена фаза $TiNi_3$. Из-за введения монокристаллической пластины в спекаемую порошковую систему возможно компенсировать теплопровод при концентрации 1,5 ат. % активирующей добавки Co. Это позволило получить пористо-монокристаллические конструкции на основе сплава никелида титана с высоким качеством припекания пористой части к монокристаллической.

Ключевые слова: никелид титана, TiNi, ПВ-Н55Т45, Co, Ni, порошковая металлургия, спекание, активация, структура, пористо-монокристаллическая конструкция, армирование.

Введение

Новый класс устройств на основе пористо-монокристаллических материалов TiNi позволяет решать двойственные задачи в процессе функционирования имплантата в организме человека. Монокристаллическая часть конструкции значительно повышает ее физико-механические свойства, в то время как пористая часть улучшает интеграционную способность имплантата в живой костной ткани и наряду с прочностью обладает высокой эластичностью [1]. При создании таких устройств необходимо решить основную проблему качественного припекания пористой части к монокристаллической, не допустив при этом разупрочнения монокристаллической пластины при спекании из-за процессов рекристаллизации.

Технология получения пористо-монокристаллических конструкций на основе сплава TiNi в настоящее время нуждается в более подробном исследовании. Для успешного создания пористо-монокристаллических устройств необходимо решить задачу получения качественного переходного слоя на границе пористой и монокристаллической части. В представленной работе использован подход, который заключается в использовании активирующей способности порошковых добавок Co и Ni для создания имплантируемых конструкций на основе TiNi. Как известно, при введении порошков Co и Ni в спекаемую систему Ti–Ni имеет место экзотермическая реакция, которая лежит в основе метода СВС [2–4]. Выделение дополнительных порций тепла может помочь снизить температуру спекания, его продолжительность или скомпенсировать теплотермию от введения массивной монокристаллической части. Кроме того, малые добавки Co и Ni могут позволить регулировать макроструктурные параметры пористых материалов (пористость, распределение пор по размерам, средний размер пор) и фазово-химический состав, что определяет их физико-механические характеристики.

Существует ряд работ [1, 5, 6], в которых представлены результаты армирования пористого никелида титана монокристаллическими проволочными элементами на основе титана и никелида титана. Положительный итог данных работ заключается в решении задачи припекания пористой части к монокристаллической, однако такой результат получен методикой двукратного спекания. Данный способ получения материала требует продолжительного времени спекания (около 4 ч), что при темпера-

* Анализ структурных особенностей и теоретические расчеты выполнены при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-32-00745. Экспериментальное получение образцов и рентгеноструктурные исследования сплава TiNi проведены в рамках выполнения госзадания Минобрнауки России, проект № 3.6492.2017/6.7.

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>