

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

ФИЗИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ XV РОССИЙСКОЙ НАУЧНОЙ СТУДЕНЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

18–20 мая 2016 г., г. Томск, Россия

Томск
Издательский Дом Томского государственного университета
2016

Модификация поверхности пористого никелида титана при СВС под влиянием примесных газов

К.В. Алмаева, Ю.Ф. Ясенчук, Н.В. Артюхова

Национальный исследовательский

Томский государственный университет, 634050, г. Томск

E-mail: kseni_ya_almaeva@mail.ru

Surface modification of porous niti in shs under the influence of impurity gases

K.V. Almaeva, Yu.F. Yasenchuk, N.V. Artyukhova

National Research Tomsk State University, 634050, Tomsk

E-mail: kseni_ya_almaeva@mail.ru

В настоящее время сплавы на основе никелида титана, в том числе пористые, являются наиболее яркими представителями класса материалов с памятью формы. Они проявляют высокие физико-механические и электрохимические свойства, биохимическую и биомеханическую совместимость с живыми тканями организма [1, 2].

Световой микроскопией и РЭМ были исследованы образцы, полученные методом 1 и методом 2. Первый метод СВС (метод 1) – метод с закрытым реактором, второй метод СВС (метод 2) – с проточным реактором. При методе 2 задавали начальную температуру синтеза, исходя из анализа микроструктуры образцов метода 1 и известных термограмм горения [1].

Из 6 фрагментов, вырезанных из единой пористой заготовки никелида титана, полученной методом 1 СВС, выделили четыре характерные температурные зоны. В каждом из образцов №1–№6 наблюдали различные структуры, характерные для различных температурных зон горения. Различные начальные температуры привели к формированию различных макроструктур и фазовых структур в каждом образце из-за большого градиента температуры в шихте в момент начала синтеза. Для того чтобы проверить соответствие начальных температур синтеза и фазовых структур в образцах, полученных по методу 1, дополнительно провели серию экспериментов по методу 2, в которых каждый образец получали, поджигая при определенной индивидуальной температуре.

Главным отличием микроструктуры образцов, полученных методами 1 и 2, является соотношение перекристаллизованных и неперекристаллизованных перитектических зон. В образцах, полученных по методу 2, практически не обнаружено зон перекристаллизации областей дендритной ликвации. Это свидетельствует о недостаточности тепла в зоне структурирования для отжига первичной структуры сплава, полученной в результате

СВС по методу 2. С целью выяснения возможности перекристаллизации перитектических структур, 6 образцов, полученных по методу 2, дополнительно были подвергнуты отжигу в вакуумной печи при 1000°C в течение 35 мин.

В процессе отжига в вакуумной печи образцов, полученных по методу 2, произошла перекристаллизация фаз Ti_2Ni и $TiNi$, в результате которой области дендритной ликвации преобразовались во вторичный твердый раствор с расположенными в нем вторичными кристаллами. После отжига дендриты и перитектику в образцах не обнаружили. При этом междендритная фаза (Ti_2Ni) образовала вторичные кристаллы, а дендриты – вторичный твердый раствор (рис.1).

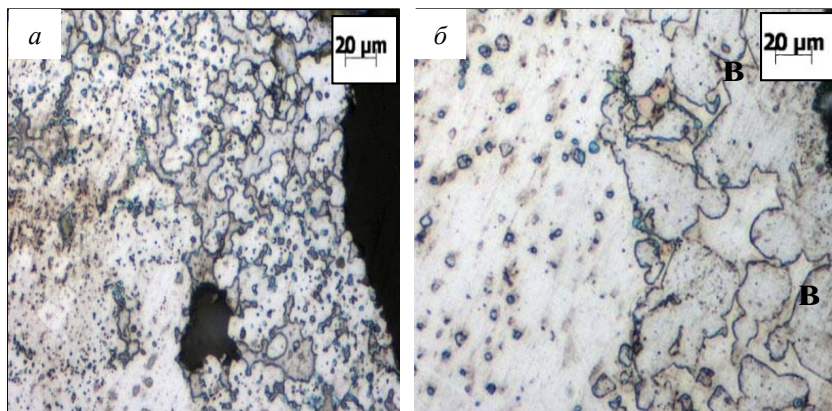


Рис. 1. Микроструктура поверхностного слоя в пористом сплаве: *а* – до отжига; *б* – после отжига; Д – дендриты; В – вторичные кристаллы

Проведенное сравнительное исследование пористых сплавов, полученных двумя методами СВС с различной схемой заполнения реактора инертными газами, позволило выявить разницу в микроструктуре продуктов реакции. Установлено, что различия в микроструктуре в основном связаны с процессами теплообмена в волне горения и процессами перекристаллизации под действием газов. Общепринятая кондуктивная теория СВС предполагает кондуктивный механизм передачи тепла в волне горения и не учитывает влияния примесного газовыделения [3]. Предполагается, что, во-первых, основным физико-химическим процессом, определяющим скорость распространения фронта горения, является теплопроводность; во-вторых, ширина зоны прогрева и зоны реакции намного превышает размер отдельных частиц, из которых состоит исходная смесь. На практике размеры зон прогрева и реакции некоторых СВС-систем часто сопоставимы с

размерами частиц крупнодисперсного компонента. Поэтому допускать упрощения тепловой гомогенности таких СВС-систем, в том числе и для системы Ti–Ni, некорректно, так как примесные газы, выделяющиеся в волне горения, способны влиять на движение расплава, скорость процесса и структуру конечного продукта синтеза [4, 5].

Сравнение позволило сделать вывод о том, что теплового вклада фильтрующихся газов хватает на формирование зон дендритной ликвации вблизи пор, но недостаточно для прохождения перекристаллизации этих зон. Таким образом, проточный метод наполнения реактора газом приводит к большим тепловым потерям и более быстрому охлаждению слитка, чем в закрытом реакторе. Поскольку дендритная ликвация приводит к появлению межфазной границы TiNi–Ti₂Ni, которая является местом зарождения трещин при разрушении сплава, можно сказать, что с точки зрения прочности пористых слитков проточный метод СВС является менее предпочтительным.

Литература

1. Гюнтер В.Э., Ходоренко В.Н., Ясенчук Ю.Ф. и др. Никелид титана. Медицинский материал нового поколения. Томск : Изд-во МИЦ, 2006. 296 с.
2. Гюнтер В.Э., Ходоренко В.Н., Чекалкин Т.Л. и др. Медицинские материалы и имплантаты с памятью формы. Медицинские материалы с памятью формы. Томск : Изд-во МИЦ, 2011. Т. 1. 534 с.
3. Мержанов А.Г. Теория «безгазового» горения // Archiwum Procesow Spalania. 1974. Т. 5, № 1. С. 17–39.
4. Вершинников В.И., Филоненко А.К. О зависимости скорости «безгазового» горения от давления // Физика горения и взрыва. 1978. Т. 14, № 5. С. 42–47.
5. Найбороденко Ю.С., Касацкий Н.Г., Лавренчук Г.В. и др. Влияние термической обработки в вакууме на горение безгазовых систем // Горение конденсированных и гетерогенных систем : материалы VI Всерос. симп. по горению и взрыву. Черноголовка, 1980. С. 74–77.