

бина отпечатка в 30 раз меньше большой диагонали. Сильно вытянутая большая диагональ обуславливает повышенную точность измерения микротвердости при малых нагрузках, что особенно важно для тонких покрытий. Значения микротвердости составили: основа – $2,8 \div 3,2$ ГПа, покрытие – $6,7 \div 7,3$ ГПа. То есть нанесение TiNi покрытия вызывает увеличение микротвердости почти в два раза.

Таким образом, результаты экспериментальных исследований позволяют сделать вывод о возможности получения методом ионно-лучевого распыления тонких TiNi пленок в качестве упрочняющих покрытий.

Литература:

1. Miyazaki, S. Thin Film Shape Memory Alloys / S. Miyazaki, Yong Qing Fu, Wei Min Huang // Cambridge University Press, 2009, 486 p.

2. Заболотина, Ю.А. Осаждение TiNi пленок ионно-лучевым распылением / Ю.А. Заболотина, В.В. Рубаник (мл.), Л.В. Маркова, М.А. Андреев // XLVI междунар. конф. «Актуальные проблемы прочности»: материалы конф.: в 2-х ч., 15-17 окт. 2007 г., Витебск. – Витебск, 2007. – Ч.1. – С. 342-345.

ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЕ И МОРФОЛОГИЯ ПОВЕРХНОСТИ КОМПОЗИЦИОННОГО ПОРОШКА ТИТАН-НИКЕЛЬ

Клубович В.В.¹, Сарасеко М.Н.¹, Рубаник В.В.¹, Рубаник В.В. мл.¹,
Гамзелева Т.В.², Лобанов В.Ю.¹

¹Институт технической акустики НАН Беларуси, Витебск, Беларусь

²Институт порошковой металлургии НАН Беларуси

Порошковая металлургия позволяет создавать новые конструкционные материалы, получать которые другими методами не всегда представляется возможным. К таким материалам в первую очередь необходимо отнести композиционные с металлической матрицей.

Одними из перспективных функциональных материалов, обладающих уникальными физическими свойствами, в частности эффектом памяти формы (ЭПФ), являются сплавы на основе никелида титана с составом близким к эквиатому. Покрытия из таких сплавов наряду с защитными износостойкими свойствами могут обладать и специальными функциональными.

Представляется возможным получение интерметаллического TiNi покрытия методом газодинамического напыления (ГДН) с последующим восстановлением хотя бы в локальных объемах эффекта памяти формы. Получение таких покрытий из смеси порошков титана и никеля неэффективно различия их свойств, которые обуславливают различные условия осаждения при ГДН. Наиболее целесообразно получение покрытий путем напыления TiNi порошка. Однако получение TiNi порошка является трудоемкой и сложной технологически задачей. Поэтому вполне оправдано вместо TiNi порошка использовать порошок титана плакированный никелем.

В работе показана возможность получения композиционного титан-никелевого порошкового материала, предназначенного для нанесения износостойких покрытий методом газодинамического напыления.

В качестве исходного материала использовали порошок титана с размером частиц 30-40 мкм. Плакирование проводили методом химического осаждения из рас-

творя хлористого никеля с предварительной обработкой поверхности титанового порошка, включающей обезжиривание и нанесение гидридной пленки.

На рисунке 1 представлена морфология поверхности порошка титана на начальной стадии реакции плакирования никелем.

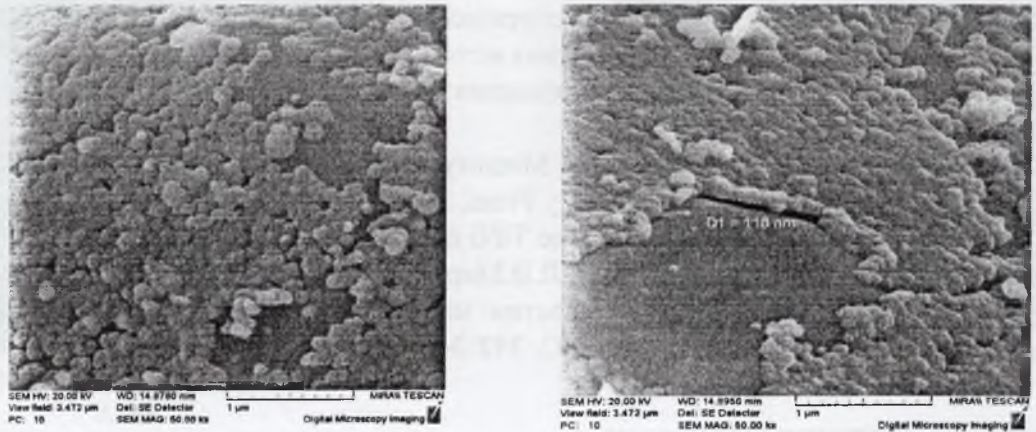


Рис. 1. Морфология поверхности частицы титана плакированной никелем

Видно, что на поверхности частицы титана образуется тонкая никелевая пленка, при этом размер частиц осажденного никеля составляет 100-200 нм.

Каждая частица порошка титана покрыта тонким слоем никеля толщиной 400-800 нм (рисунок 2).

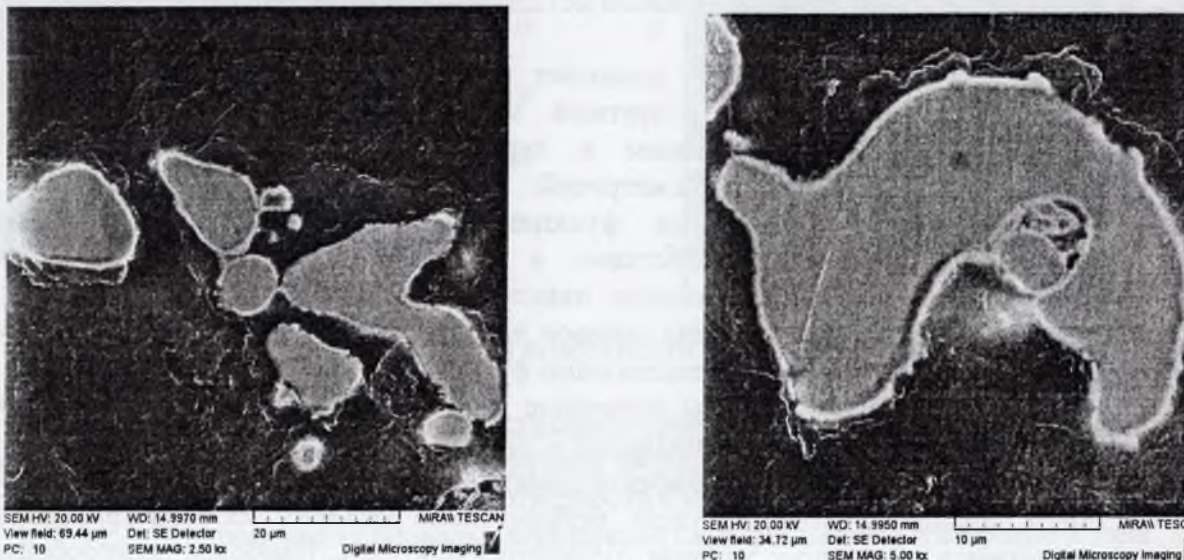


Рис. 2. Морфология поверхности композиционной порошковой структуры Ti-Ni после плакирования.

Чтобы добиться более толстого никелевого слоя необходимо, по-видимому, увеличивать длительность реакции плакирования и интенсифицировать процесс осаждения никеля за счет, например, механоактивации, ультразвукового воздействия.

Из концентрационного распределения титана и никеля в порошке (рисунок 3) видно, что количество никеля в полученном композиционном порошке составляет около

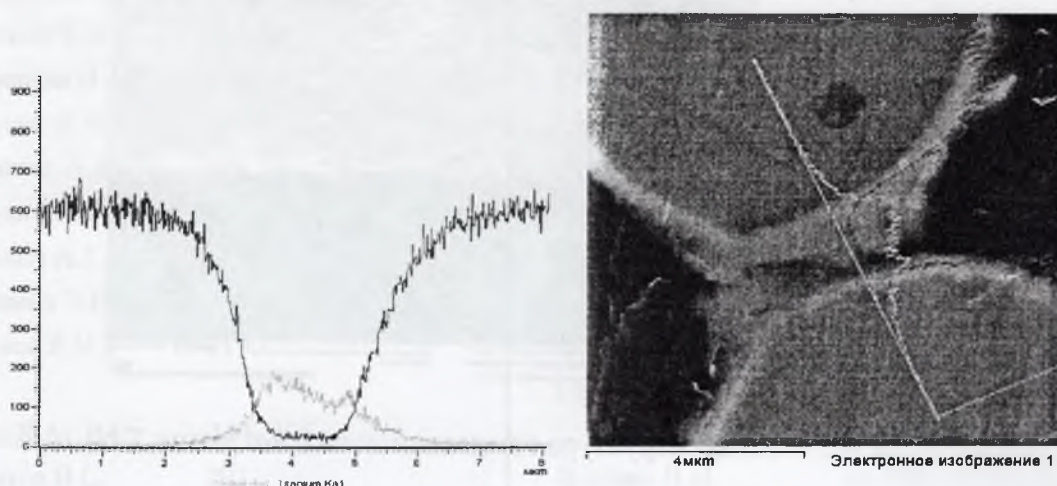
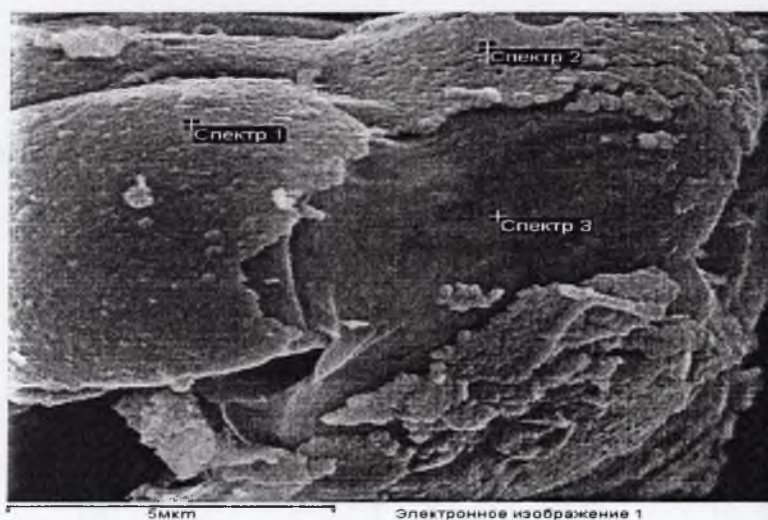


Рис. 3. Концентрационные кривые распределения элементов в композите Ti-Ni

20 %. Проведенный микрорентгеноспектральный анализ подтверждает образование двухслойного композиционного порошка титан-никель (рисунок 4).



Спектр	P	Ti	Ni
Спектр 1	17.69	55.67	26.64
Спектр 2	4.93	69.14	25.92
Спектр 3	0.0	99.32	0.42

Все результаты в весовых %

Рис. 4. Результаты микрорентгеноспектрального анализа композиционного порошка Ti-Ni

Исследование микроструктуры полученного методом ГДН покрытия из порошка титана плакированного никелем показал равномерное распределение никеля по объему покрытия (рисунок 5)

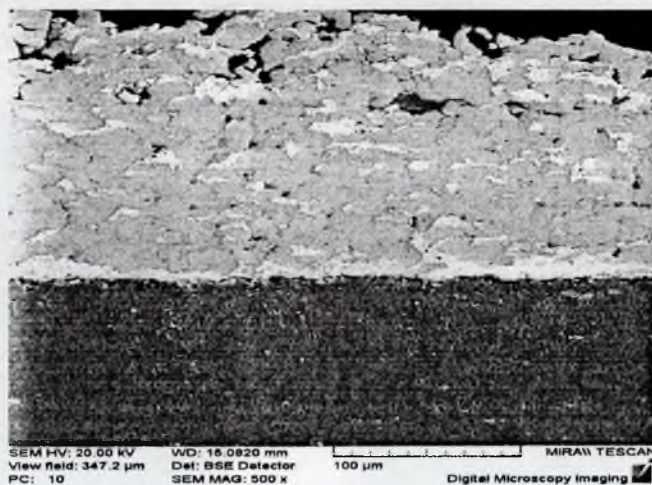


Рис. 5. Микроструктура композиционного покрытия TiNi.

:Таким образом, плакирование химическим осаждением позволяет получать двухслойный порошковый материал титан-никель с толщиной плакированного слоя 0,4-0,8 мкм для последующего формирования покрытий методом ГДН.