

3. Рубаник, О.Е. Получение сваркой взрывом и свойства композитов TiNi-сталь / О.Е.Рубаник, В.В.Клубович, В.В.Рубаник мл. // Сб. докл. 8 междунац. конф. «Авангардные машиностроительные технологии», Болгария, Кранево, 18-20 июня 2008 г. – С.185-189.

4. Беляев, С.П. Оптимизация свойств биметаллического композита «сталь сплав TiNi с памятью формы» / С.П.Беляев, В.В.Рубаник, Н.Н.Реснина и др. // Сб. докл. междунац. научн. конф. «Актуальные проблемы физики твердого тела»: в 3 т., 20-23 окт. 2009 г. Минск, 2009, т.3. – С.242-244.

5. Belyaev, S. Martensitic transformation and physical properties of 'steel-TiNi' bi-metal composite, produced by explosion welding / S.Belyaev, V.Rubanik, N.Resnina, et.al. // Phase Transitions, 2010, vol. 83, № 4. – P. 276–283.

6. Rubanik, V. Chemical elements distribution, variation of martensitic transformation kinetics and micro-hardness in stainless steel/TiNi bimetal composite produced by explosion welding / V. Rubanik, S. Belyaev, N. Resnina, et. al. // 8 European Symp. on Martensitic Transformations: abstract. Prague, Czech Republic, 7-11 sept. 2009. – P. 130.

7. Лихачев, В.А. Эффект памяти формы / В.А. Лихачев, С.Л. Кузьмин, З.П. Каменцева // Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1987. - 216 с.

8. Rubanik, V. Influence of annealing on kinetics of martensitic transformations and structure in bimetal composite “stainless steel – TiNi” produced by explosion welding / V. Rubanik, N. Resnina, S. Belyaev, et. al. // 8 European Symp. on Martensitic Transformations: abstract. Prague, Czech Republic, 7-11 sept. 2009. – P. 132.

СТРУКТУРА ПОВЕРХНОСТИ TiNi СПЛАВА ПОСЛЕ ОСАЖДЕНИЯ ПОКРЫТИЯ НИТРИДА ТИТАНА

Рубаник^{1,2} В. В., Рубаник^{1,2} В. В. мл., Багрец¹ Д. А.

¹ГНУ «Институт технической акустики НАН Беларуси», г. Витебск, ita@vitebsk.by

²УО «Витебский государственный технологический университет», г. Витебск

Хорошо известно, что способность внутренней микроструктуры сплавов на основе TiNi к формоизменению вследствие мартенситных фазовых превращений определяет не только их объемные физико-механические свойства, но и свойства поверхности. В свою очередь, состояние поверхностных слоев оказывает существенное влияние на микро- и макропластические характеристики материалов, параметры эффекта памяти формы и демпфирующие свойства этих сплавов [1].

Одним из путей улучшения механических характеристик (твердости, износостойкости, снижения коэффициента трения) поверхностных слоев TiNi сплавов, а также их коррозионных свойств и биосовместимости, при одновременном сохранении эффекта памяти формы и сверхэластичности, является осаждение защитных покрытий.

Поэтому актуальной задачей видится установление закономерностей изменения структурно-фазового состояния, микроструктуры поверхности и приповерхностных слоев в результате модификации поверхности сплавов на основе TiNi и, в частности, осаждения тонких (порядка 1-2 мкм) пленок нитрида титана.

В качестве образцов использовали медицинский сплав TiNi в виде проволоки диаметром 0,6 мм. Образцы перед нанесением TiN покрытий проходили ультразвуковую обработку в специальной таре для обезжиривания с последующей промывкой в дистиллированной воде. Для нанесения TiN покрытий использовали установку

«Булат-6», оснащенную электродуговым испарителем и сепаратором плазменного потока. Время между загрузкой в вакуумную камеру и ультразвуковой очисткой поверхности не превышало 0,5 часа. Окончательная очистка образцов и активация поверхности проводилась в вакуумной камере путем бомбардировки подложки ионами металлической плазмы.

В процессе осаждения TiN покрытий использовали следующий технологический режим (табл. 1):

Таблица 1 – Технологический режим осаждения TiN покрытий

№ п/п	Технологический параметр	Значение
1	Ток дуги, А	90
2	Напряжение ионной бомбардировки, кВ	0,7
3	Вакуум, мм.рт.ст.	не ниже $2 \cdot 10^{-3}$
4	Время осаждения, мин	15

Морфологию поверхности образцов с покрытиями исследовали на сканирующем электронном микроскопе (СЭМ) высокого разрешения «Mira» фирмы «Tescan» (Чехия) при ускоряющем напряжении 20 кВ. Для анализа элементов, присутствующих в покрытии и подложке использовали съемку в характеристическом рентгеновском излучении – картирование. Рентгеноструктурные исследования фаз, формирующихся в покрытии и приповерхностных слоях подложки TiNi, проводили на дифрактометре ДРОН-2.

На рис. 1 показана фотография продольного шлифа исследуемого образца никелида титана с TiN покрытием. Наложение линий интенсивности элементов подложки и покрытия демонстрирует, что в поверхностном слое (толщиной 2 мкм) присутствуют титан и азот и отсутствует никель.

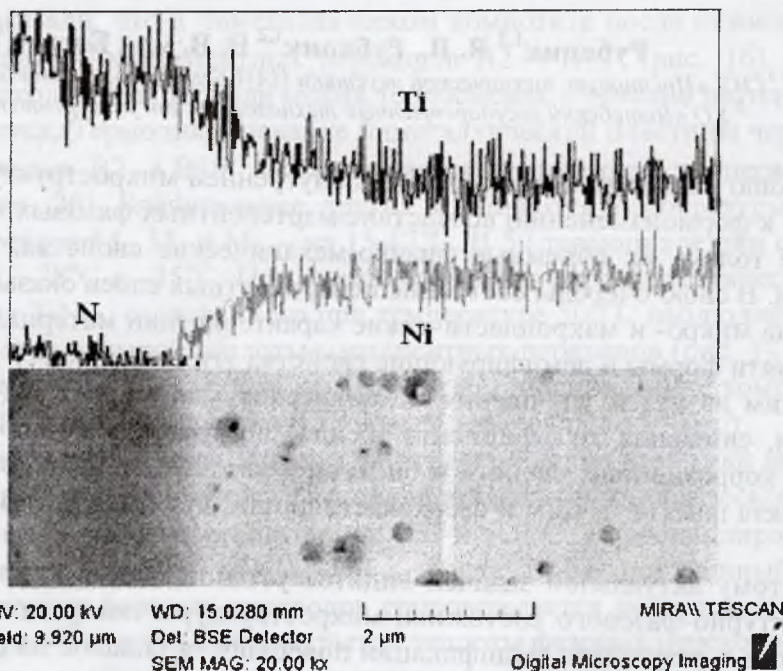


Рис. 1. Фрагмент изображения продольного шлифа образца с покрытием с наложением линий интенсивности элементов основы и покрытия

На рентгенограмме TiNi образца с TiN покрытием также не наблюдается других фаз кроме фазы B19 материала подложки (TiNi) и фазы кубического нитрида титана материала покрытия (рис. 2).

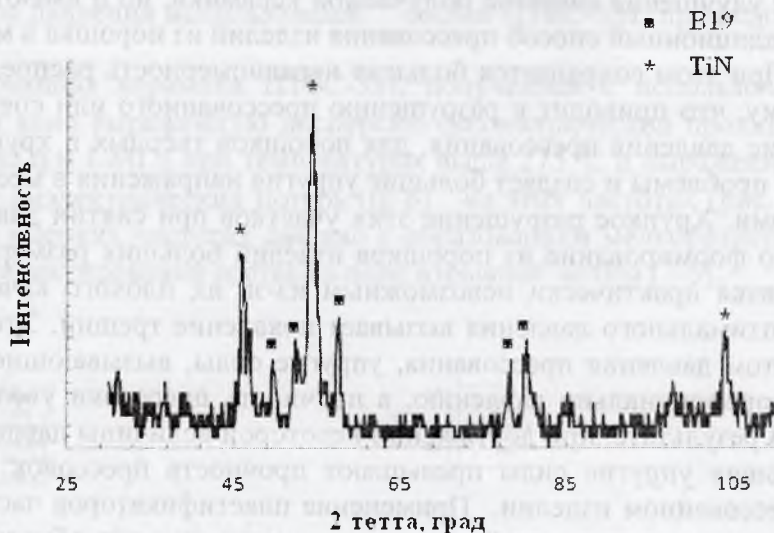


Рис. 2. Фрагмент рентгенограммы образца с покрытием

Таким образом, после реактивного ионно-плазменного осаждения на поверхности TiNi сплава формируется TiN покрытие с кубической структурой, при этом в поверхностном слое (до 2 мкм) отсутствует никель, что позволяет судить о хороших барьерных свойствах TiN покрытий на поверхности никелида титана.

1. Лотков А.И., Мейснер Л.Л., Гришков В.Н. Сплавы на основе никелида титана: ионно-лучевая, плазменная и химическая модификации поверхности // Физика металлов и металловедение. – 2005. – Т.99. – №5. – С. 66-78.

ПОЛУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИ АКТИВНОЙ КЕРАМИКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

Рубаник В.В.^{1,2}, Шилин А.Д.^{1,2}, Рубаник В.В. мл.^{1,2}, Пушкарев А.В.³

¹ГНУ «Институт технической акустики НАН Беларуси», г. Витебск, Беларусь

²УО «Витебский государственный технологический университет», г. Витебск, Беларусь

³ГО «НПЦ НАН Беларуси по материаловедению», г. Минск, Беларусь
ita@vitebsk.by

Жесткие условия эксплуатации (высокие давления, широкий интервал температур, ударные нагрузки и т. д.) предъявляют повышенные требования к качеству изготавливаемой сегнето- и пьезокерамики. В связи с этим все чаще используют высокоэнергетическое воздействие при получении высококачественных изделий - ультразвуковые колебания (УЗК), энергию взрыва и высокие давления для компактирования пресс-порошков, в том числе, и нанопорошков или обогащенных нанопорошками составов.