

монокристаллического ультрадисперсного порошкового оксида цинка с кристаллической структурой - гексагональная сингония

Список литературы:

1. Ozgur U., Hofstetter D., Morkoc H. ZnO devices and applications: a review of current status and future prospects //Proceedings of the IEEE. – 2010. – Т. 98. – №. 7. – С. 1255-1268.
2. Kuo C. L. et al. Synthesis of zinc oxide nanocrystalline powders for cosmetic applications //Ceramics International. – 2010. – Т. 36. – №. 2. – С. 693-698.3.
3. Renganathan B. et al. Nanocrystalline ZnO coated fiber optic sensor for ammonia gas detection //optics & laser technology. – 2011. – Т. 43. – №. 8. – С. 1398-1404.
4. Beek W. J. E., Wienk M. M., Janssen R. A. J. Efficient hybrid solar cells from zinc oxide nanoparticles and a conjugated polymer //Advanced Materials. – 2004. – Т. 16. – №. 12. – С. 1009-1013.
5. Djurišić A. B. et al. ZnO nanostructures: growth, properties and applications //Journal of Materials Chemistry. – 2012. – Т. 22. – №. 14. – С. 6526-6535.
6. А. Патент РФ № 2431947 Коаксиальный магнитоплазменный ускоритель / Сивков А.А., Пак А.Я. Приоритет от 30.04.2010.

Структурные состояния фаз в поверхностных и переходных слоях системы «покрытие из тантала-основа из никелида титана» после электронно-пучковой обработки

Захарова М.А.
tibiboreth@gmail.com

Научный руководитель: к.ф.-м.н. Остапенко М.Г., ассистент кафедры ОФ ФТИ ТПУ, м.н.с. лаборатории материаловедения сплавов с памятью формы ИФПМ СО РАН

В настоящее время распространено использование методов модификации поверхности металлов и сплавов с использованием пучковых технологий, позволяющих изменять поверхностную структуру материалов и, как следствие, их физические свойства [1]. Электронно-пучковые обработки широко используются для комплексной обработки поверхности металлов и сплавов с целью формирования метастабильных состояний в поверхностных слоях и изменения физико-механических свойств материалов. Однако, данные о структурных состояниях неравновесных фаз, сохранившихся после или синтезированных в результате облучения, крайне ограничены.

Целью данной работы является исследование структурно-фазовых состояний в поверхностных и переходных слоях никелида титана с покрытием из тантала после обработки электронным пучком с плотностью энергии 15 Дж/см².

Материалы и методы. Образцы для исследования представляли собой сплав Ti_{49.5}Ni_{50.5} с покрытием из тантала толщиной 400 нм (далее – образцы 400Ta/TiNi). После нанесения покрытия проводилась модификация поверхности образцов электронным пучком при плотности энергии в пучке электронов 15 Дж/см² (далее – образцы (400Ta/TiNi)^{e15}). Для анализа фазового состава и структуры использовали

симметричные (для глубинных слоев) и асимметричные схемы съемок с углами скольжения $\alpha=3^\circ, 6^\circ, 12^\circ$ (для поверхностных слоев).

Результаты и обсуждение. Анализ рентгенограмм образцов 400Ta/TiNi, полученных с использованием симметричной схемы съемок, выявил, что на рентгенограммах преобладает фаза α -Ta (ОЦК, $Im3m$), относящаяся к покрытию (~80 об.%), а также присутствуют рефлексы от фазы B2 (ОЦК, $Pm3m$) сплава TiNi (10 об.%). Кроме того, обнаружены рефлексы, относящиеся к тетрагональной фазе β -Ta, её относительная объемная доля составила 10 об.%. После электронно-пучковой обработки объемная доля фазы α -Ta сократилась до 60 об. %, в то время как доля фазы B2 не изменилась. При этом на рентгенограммах для образцов $(400\text{Ta}/\text{TiNi})^{e15}$ не обнаружено рефлексов от фазы β -Ta, что может быть обусловлено переходом фазы β -Ta в α -Ta во время электронно-пучковой обработки ввиду достижения температуры перехода (750°C). Помимо фазы B2 (TiNi) материала-основы и α -Ta фазы покрытия, на рентгенограммах для образцов $(400\text{Ta}/\text{TiNi})^{e15}$ обнаружены дополнительные рефлексы, соответствующие β -фазе оксида тантала Ta_2O_5 и низкотемпературной фазе B19'. Объемная доля мартенситной фазы B19' составила не более ~10 об.%, а Ta_2O_5 – 20 об.%.

На рис. 1 приведены значения параметра решетки фазы B2 до и после обработки, соответствующие толщине анализируемого слоя при симметричной и асимметричной геометрии рентгеновских съемок под углами скольжения $\alpha=3^\circ, 6^\circ, 12^\circ$. Видно, что для 400Ta/TiNi в глубинных слоях основы из TiNi изменения параметра решетки не наблюдаются, их значения близки к значению в исходном образце $a_{B2}=3,0138\pm 0,0005 \text{ \AA}$. По мере приближения к поверхности параметр решетки уменьшается, что может быть связано с наличием полей упругих остаточных напряжений в поверхностном слое или изменением химического состава фазы B2.

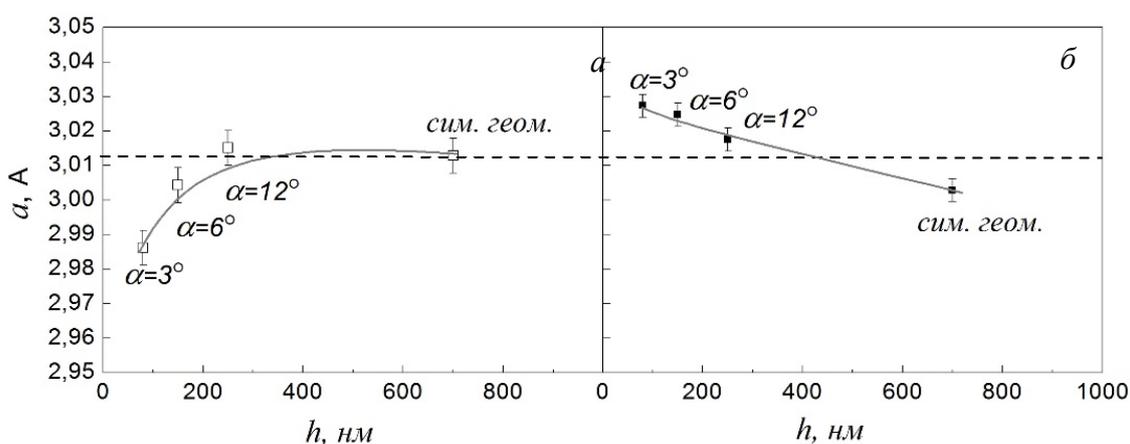


Рис.1. Изменение параметра решетки фазы B2 никелида титана до 400Ta/TiNi (а) и после $(400\text{Ta}/\text{TiNi})^{e15}$ (б) электронно-пучковой обработки в зависимости от глубины анализируемого слоя. Пунктирной линией показано значение параметра решетки B2 фазы для сплава $\text{Ti}_{49.5}\text{Ni}_{50.5}$.

Модификация образцов 400Ta/TiNi электронным пучком приводит к изменению характера зависимости $a(h)$, в поверхностных слоях значение параметра решетки увеличивается до значений $a_{B2}=3,0263\pm 0,0008 \text{ \AA}$. Это может быть обусловлено формированием в поверхностном слое сплава TiNi, легированного Ta. Согласно литературным данным [2], параметр решетки фазы B2 сплава состава $\text{Ni}_{50}\text{Ti}_{45}\text{Ta}_5$

составляет $a=3,0250 \text{ \AA}$, что близко к экспериментально полученным в данной работе значениям a_{B2} . Кроме того, в пользу предположения о формировании в результате электронно-пучковой обработки в приповерхностной области трехкомпонентного сплава TiNi, легированного Ta, можно рассматривать факт присутствия в этой области мартенситной фазы B19'.

Установлено, что до обработки электронным пучком в поверхностных слоях образцов $(400\text{Ta}/\text{TiNi})^{e15}$ значения параметра решетки фазы α -Ta меньше, чем указанные в [3] для чистого тантала. Как видно на рис. 2, с увеличением угла скольжения значения параметра решетки α -Ta фазы возрастают. Для $(400\text{Ta}/\text{TiNi})^{e15}$ наблюдается практически линейная зависимость параметров решеток α -Ta фазы от глубины анализируемого слоя.

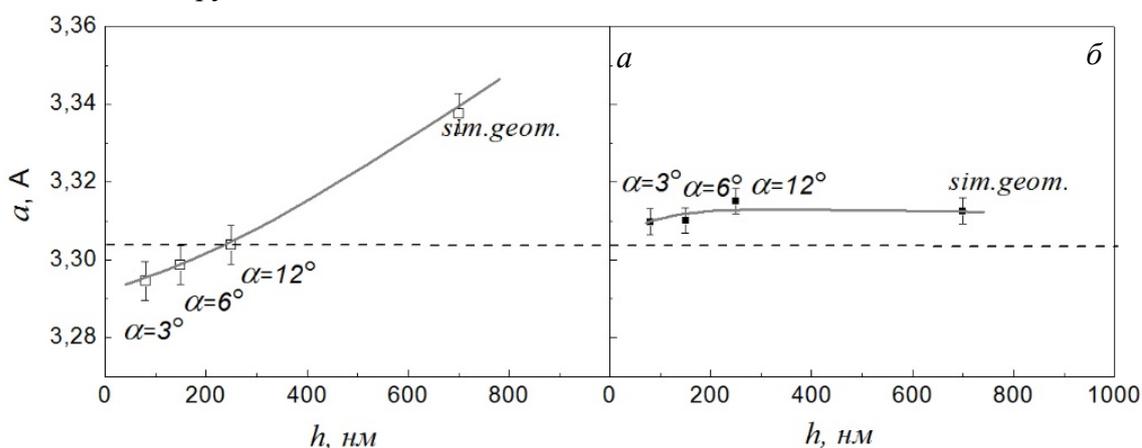


Рис.2. Изменение параметра элементарной ячейки α -Ta фазы покрытия до (а) и после (б) электронно-пучковой обработки в зависимости от глубины анализируемого слоя. Пунктирной линией показано теоретическое значение [3].

Данные рентгеновских исследований указывают на то, что в результате электронно-пучковой обработки образцов с покрытиями из тантала в приповерхностной области, помимо фазы α -Ta, возможно формируется трехкомпонентный сплав состава, близкого к $\text{Ni}_{50}\text{Ti}_{45}\text{Ta}_5$, который характеризуется двухфазным состоянием (B2+B19').

Работа выполнена в рамках Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013-2020 годы (проект III.23.2.1).

Список литературы:

1. Камышанченко Н.В. «Современные методы модифицирования структуры и механических свойств металлов». Научные ведомости БелГУ. - 2005. - №2. - С. 88-103.
2. Gong C. W., Wang Y. N., Yang D. Z. «Martensitic transformation of $\text{Ni}_{50}\text{Ti}_{45}\text{Ta}_5$ shape memory alloy». Journal of Alloys and Compound. – 2006. – V. 419. – P. 61–65.
3. ICDD (International Centre for Diffraction Data) Database, (2002).