

ЕЛЕКТРОННО-МІКРОСКОПІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ ПОКРИТТІВ, ОТРИМАНИХ ВАКУУМНО-ДУГОВИМ МЕТОДОМ

Ст. К.О. Тарасенко

Кер.: А.В. Таран, О.Г. Багмут

Національний технічний університет
«Харівський політехнічний інститут»

Для захисту виробів від корозії в даний час широко використовується вакуумно-дугове осадження покриттів як одношарових, так і тих, що складаються з двох і більше шарів різних матеріалів [1-3]. Промислового виробництва задовольняють можливості методу, які обумовлені особливостями використовуваної в ньому вакуумної дуги, коли метал випаровується з поверхні катода завдяки високій концентрації енергії в катодній плямі електричної дуги. Оскільки технологічні властивості плівок і покриттів залежать не тільки від складу, але і від структури, в роботі досліджено структуру тонкоплівкових зразків Zr-Ti-Zr-Ti, отриманих вакуумно-дуговим осадженням при кімнатній температурі підкладки.

Плівки отримували на установці типу "Булат" з двома джерелами плазми вакуумно-дугового розряду. Одне з джерел містив катод з титану, а другий з цирконію. Подробиці методу описані в [2]. Структуру плівок досліджували методами електроннографії і просвічуальної електронної мікроскопії з використанням приладів ЕМ-100Л та ПЕМ-100-01 при прискорювальній напрузі 100 кВ.

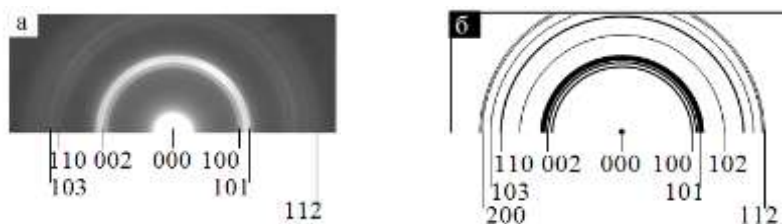


Рис. 1. Експериментальна електроннограма плівкової композиції Zr-Ti-Zr-Ti (а) і теоретична електроннограма полікристала зі структурою ГЦУ (б)

На рис. 1а дана експериментальна електронограма плівкової композиції Zr-Ti-Zr-Ti, отриманої після розгерметизації випарної камери. Результати її розшифровки згідно з [4] зведені в таблицю. Обчислені за виміряним діаметрами кілець D міжплощинні відстані d порівнювали з літературними даними, що містяться в таблицях International Centre for Diffraction Data - JCPDC.

Таблиця.

Результат розшифровки електронограми, наведеної на рис. 1а

i	Вимірювання		Файл 01-1147			
	$d, \text{Å}$	D_i/D_1	$d (\text{Å})$	hkl	I	D_i/D_1
1	2.741	1.00	2.780	100	31	1.00
2	2.553	1.07	2.560	002	20	1.09
3	2.375	1.15	2.440	101	100	1.14
			1.880	102	18	
4	1.607	1.71	1.610	110	18	1.73
5	1.483	1.85	1.469	103	18	1.89
			1.399	200	3	
6	1.352	2.03	1.360	112	15	2.04

Примітка: i - номер кільця електронограми; D_i/D_1 - відношення діаметру кільця під номером i до діаметру кільця під номером 1; d - міжплощинна відстань; hkl - індекси Міллера площин; I - інтенсивність відбиття.

Задовільний збіг даних експерименту і даних таблиць мав місто лише для цирконію гексагональної модифікації з параметрами елементарної комірки $a = 0.323$ нм та $c = 0.514$ нм (файл 01-1147). Для порівняння на рис. 1б наведена теоретична електронограма полікристала зі структурою ГЦУ. Відображення, пов'язані з оксидними фазами і кристалічним титаном, на експериментальній електронограмі відсутні.

Електронно-мікроскопічне зображення структури плівки Zr-Ti-Zr-Ti безпосередньо після осадження наведено на рис. 2а. Плівка дрібнокристалічна, середній розмір зерен не перевищує 0,04 мкм. В результаті радіаційного відпалу, проведеного електронним променем в колоні мікроскопа згідно, [5], середній розмір зерен в плівці збільшується до $\sim 0,28$ мкм. Гексагональна структура не зберігається, про що

свідчить картина мікро-дифракції, яка наведена в лівому верхньому кутку рис. 2б.

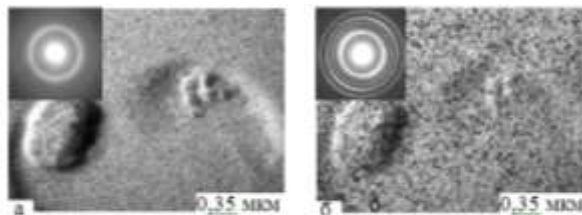


Рис. 2. Електронно-мікроскопічне зображення плівкової композиції Zr-Ti-Zr-Ti після осадження (а) і після радіаційного відпалу в колоні мікроскопа (б). У лівому верхньому кутку кожної мікрофотографії наведена відповідна картина мікродифракції.

[1] Азаренков Н.А., Соболев О.В., Погребняк А.Д., Береснев В.М. Инженерия вакуумно-плазменных покрытий. Монография. Харьков, 2011. 342 с.

[2] Лунёв В.М., Непипенко И.П., Решетняк Е.Н., Колодий И.В. Характеристики вакуумно-дуговых покрытий из чередующихся слоев TiN/TiNCu. ФІП ФІП PSE. 2011. № 2. С. 125-133.

[3] Skoblo T.S., Romaniuk S.P., Sidashenko A.I., Garkusha I.E., Taran V.S., Taran A.V., Muratov R.M. Surface Morphology and Mechanical Properties of Vacuum-Arc Evaporated CrN and TiN Coatings on Cutting Tool. Journal of Advanced Microscopy Research. 2018. № 4. P. 477-481.

[4] Багмут А.Г., Багмут И.А., Косевич В.М., Николайчук Г.П., Резник Н.А. Электронная микроскопия. Сборник лабораторных работ и задач с решениями. Х.: 2016. 228 с.

[5] Багмут А.Г. Электронная микроскопия пленок, осажденных лазерным испарением. Монография. Харьков, 2014. 304 с.