

УДК 544.653.23

СИНТЕЗ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ НАНОПОРИСТОГО ОКСИДУ ТАНТАЛУ

С.О. ВОДОЛАЖЧЕНКО^{1*}, Л.В. ЛЯШОК²

¹ магістрант кафедри Технічної електрохімії, НТУ «ХПІ», Харків, УКРАЇНА

² професор кафедри Технічної електрохімії, канд. техн. наук, НТУ «ХПІ», Харків, УКРАЇНА

*email: sergiko113@gmail.com

Електрохімічний метод формування пористих анодних оксидних плівок (АОП) на вентилях металів (Al, Ti, Nb, Ta і ін.) привертає увагу багатьох дослідників, тому що дозволяє створювати оксидні матеріали з керованою наноструктурованою морфологією поверхні [1, 2].

Нанопористий оксид ніобію і танталу володіє унікальними властивостями (пори нанометрового розміру, висока хімічна і термічна стійкість, каталітична активність та ін.), що робить його перспективним з практичної точки зору. Дані матеріали характеризуються можливістю ефективного їх застосування для створення широкого спектра пристроїв, таких як газові сенсори, сонячні батареї, каталізатори, тонкоплівкові літєві акумулятори та ін. Отже, розробка технології електрохімічного формування пористих АОП на танталі дослідження його властивостей має істотну науково-технічну значимість.

Дослідження електропровідності АОП на танталі здійснювалося у 0,5 М розчині CuSO_4 при катодній поляризації. Як видно з рис. 1 для анодних оксидів танталу різної структури вольтамперні залежності при декорванні міддю мають різний вигляд.

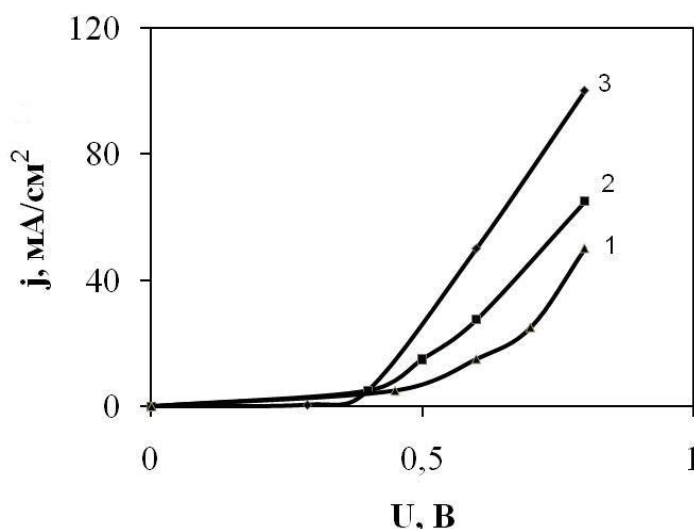


Рис. 1 – Вольтамперні залежності системи Та-Та₂О₅-Сu

- 1) – безпористий Та₂О₅ (U = 80 В, 1М H₂SO₄);
- 2) – аморфний Та₂О₅ (U = 60 В, 1М H₂SO₄ + 0,25М NH₄F);
- 3) – кристалічний Та₂О₅ (U = 80 В, 1М H₂SO₄ + 1М NH₄F).

В інтервалі 0,2 – 0,4 В виділення міді на плівках аморфної структури практично не відбувається, що підтверджується фотографіями поверхні АОП, синтезованої протягом 2 годин рис. 2, а. При катодній поляризації 0,4 В і вище процес виділення міді на зразку з кристалічною АОП рис. 1, кр. 3 йде з більшою швидкістю. Про це свідчить покриття міддю майже усієї поверхні анодованого танталу за досить короткий час рис. 2, б. Отже, опір на межах розчин CuSO_4 – АОП – танталовий для покриттів різних структур істотно відрізняється і найменше значення має для кристалічної поруватої плівки.

Сформований безпористий оксид танталу має найбільший опір і являється діелектриком, про що свідчить досить мале значення струму рис. 1, кр. 1. Утворення пористого кристалічного оксиду танталу дозволяє досягти електропровідної і максимально розвиненої поверхні рис. 1, кр. 3.

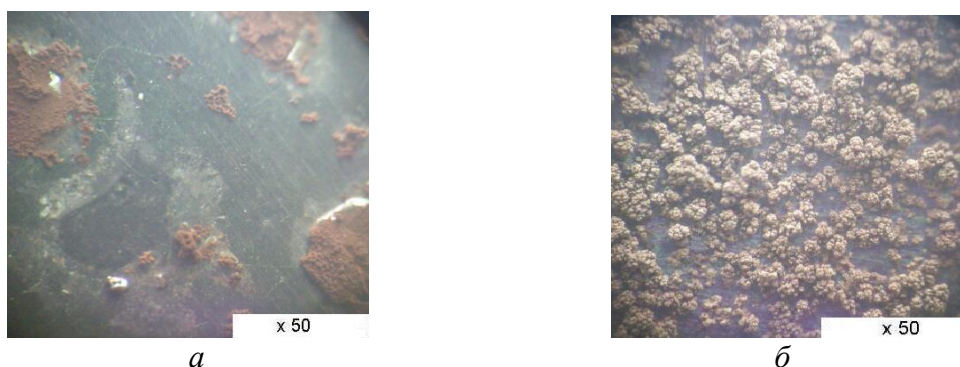


Рис. 2 – Фотографія поверхні оксиду танталу, синтезованого в різних умовах:
а – $1\text{M H}_2\text{SO}_4 + 0,5\text{M NH}_4\text{F}$, $U = 60\text{ В}$; б – $1\text{M H}_2\text{SO}_4 + 0,5\text{M NH}_4\text{F}$, $U = 80\text{ В}$.

При напрузі катодної поляризації 0,5 В та вище процес виділення міді стає незворотнім: при анодній поляризації мідь, що виділилась не розчиняється. Тобто від міді до анодованого металу не протікає достатній електронний струм.

Таким чином, за допомогою методу декорування була проаналізована властивості поверхні оксиду танталу, сформованого при різних умовах. Отримані дані корелюють з даними, одержаними раніше за допомогою методів хроноамперометрії та електронної імпедансної спектроскопії, та підтверджують, що плівки, які мають кристалічну будову є електропровідними.

Список літератури:

1. Байрачний Б.И., Андрющенко Ф.К. Электрохимия вентиляных металлов / Б.И. Байрачный, Ф.К. Андрющенко. – Х: «Вища школа». Издательство при Харьковском университете, 1985.
2. Minagar S., Berndt C.C., Wang J., Ivanova E., Wen C. A review of the application of anodization for the fabrication of nanotubes on metal implant surfaces // Acta Biomaterialia. –2012. – Vol. 8, № 8. – P. 2875–2888.
3. Yu H, Zhu S, Yang X, Wang X, Sun H, Huo M (2013) Synthesis of Coral-Like Tantalum Oxide Films via Anodization in Mixed Organic-Inorganic Electrolytes. PLoS ONE 8(6): e66447.