

## ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОРИСТОГО ОКСИДУ НІОБІУ

Водолажченко С.О., Ляшок Л.В., Гомозов В.П., Дерибо С.Г.

*Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут»,  
м. Харків*

Пористий оксид ніобію, сформований за допомогою електрохімічного методу, може мати аморфну або кристалічну структуру і бути використаний для створення композиційних матеріалів [1].

Робота присвячена вивченню ролі складу електроліту і режиму анодування в формуванні фізико-хімічних властивостей пористого оксиду ніобію.

Як електрод використовували ніобієву фольгу товщиною 0,1 мм, чистотою 99,99 %. Зразки хімічно полірували протягом 5 – 10 с при кімнатній температурі (20 – 25 С) в розчині наступного складу:  $\text{H}_2\text{SO}_4 : \text{HNO}_3 : \text{HF} = 5 : 2 : 2$ . Оксидні плівки формували у розчинах 1 М  $\text{H}_2\text{SO}_4$  з додаванням HF (0,1 М; 0,25 М; 0,5 М; 1 М).

Дослідження фізико-хімічних властивостей оксиду ніобію, одержаного в різних електролітах, проводили методом імпедансної спектроскопії з використанням діаграм Боде. Вони являють собою комбінацію двох графіків: частотної залежності модуля імпедансу  $|Z|$  і частотної залежності фазового кута  $Q$ . Імпедансні вимірювання виконували за допомогою моста змінного струму P5083 в діапазоні частот 0,021 – 100 кГц з платиновим протиелектродом, площа якого в декілька разів перевищувала площу робочого електрода. Робочий і допоміжний електроди розташовували коаксиально (ніобієвий всередині платинового на загальній осі). Експериментальні дані були оброблені за допомогою програми EIS Spectrum Analyser. Оскільки анодні оксидні плівки на ніобії складаються з двох частин – внутрішнього тонкого бар'єрного шару і зовнішнього пористого, для моделювання межі розділу електрод / електроліт була використана еквівалентна електрична схема, що зазвичай застосовується для опису імпедансних спектрів двошарових оксидних покриттів.

Опір пористих плівок, сформованих в електролітах, що містять фторид-іони, менше на порядок, ніж у бар'єрних плівок. Значення ємності бар'єрного шару навпаки зменшується з підвищенням напруги анодування, вказуючи на збільшення товщини оксиду. Таким чином, використання електрохімічного моделювання дозволило виділити і розрахувати в досліджуваних анодних оксидах ніобію електричні параметри, які відповідають різним верствам покриття, вивчити особливості структури синтезованих оксидних плівок на ніобії.

### Література:

1. Yoo J.E., Park J., Cha G. et al. Micro-length anodic porous niobium oxide for lithium-ion thin film battery applications // Thin Solid Films. – 2013. – Vol. 531. – P. 583–587.