

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ

ЦІЛЬОВА КОМПЛЕКСНА ПРОГРАМА НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ



*«Розвиток наукових засад отримання,
зберігання та використання водню в
системах автономного
енергозабезпечення»*

НАУКОВА ЗВІТНА СЕСІЯ



11 грудня 2019

Київ

ПРОВЕДЕННЯ СТРУКТУРНИХ, ІМПЕДАНСНИХ ТА
ЕЛЕКТРОННОМІКРОСКОПІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ БАГАТОШАРОВИХ СИСТЕМ
КЕРАМІЧНОГО ЕЛЕКТРОЛІТУ.

**В'юнов О.І.⁽¹⁾, Коваленко Л.Л.⁽¹⁾, Янчевський О. З.⁽¹⁾, Білоус А.Г.⁽¹⁾, Полішко І.О.⁽²⁾,
Бродніковський Є.М.⁽²⁾, Іванченко С.Е.⁽²⁾, Лисуненко Н.О.⁽²⁾, Бродніковський Д.М.⁽²⁾,
Бродніковська І.В.⁽²⁾, Барановський Д.І.⁽²⁾, Бричевський М.М.⁽²⁾, Васильєв О.Д.⁽²⁾**

⁽¹⁾ Інститут загальної та неорганічної хімії ім. В.І. Вернадського НАН України
03680, Київ-142, пр. Паладіна 32/34, belous@ionc.kiev.ua

⁽²⁾ Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України
03680, Київ, вул. Кржижановського 3, bregor@ukr.net

Перспективність створення керамічних оксидних паливних комірок на основі багатошарових систем обумовлена високою ефективністю, компактністю та екологічністю. Зниження товщини шару електроліту та перехід до плівкової конструкції зменшує омичні втрати, що дозволяє суттєво збільшити питому потужність оксидних паливних комірок.

З цією метою, на даному етапі роботи, нами була розроблена методологія одержання багатошарових щільних товстих плівок електроліту, як складової паливної комірки.

В якості багатошарової, щільної, товстої плівки електроліту використовували диоксид цирконію ZrO_2 , стабілізований в кубічній фазі складними оксидами скандію (III) і церію (IV) - $(ZrO_2)_{0.80}(Sc_2O_3)_{0.14}(Ce_2O_3)_{0.06}$ (ZSC). Для порівняння додатково синтезували диоксид цирконію, стабілізований 8 мас.% оксидом іттрію (8YSZ). Слабоагломеровані нанопорошки ZSC та 8YSZ

Зразок/товщина	Загальна провідність при 600°C, См/см	Енергія активації, еВ
Система 8YSZ		
Плівка/160 мкм	$8,4 \cdot 10^{-3}$	1,04
Плівка/260 мкм	$7,1 \cdot 10^{-3}$	1,03
Плівка/430 мкм	$5,8 \cdot 10^{-3}$	1,0
Кераміка	$5,2 \cdot 10^{-3}$	0,98

одержували шляхом осадження аміаком з водних розчинів $ZrOCl_2$, $Sc(NO_3)_3$, $Ce(NO_3)_3$, $Y(NO_3)_3$. Згідно аналізу рентгенограм, одержані слабоагломеровані нанопорошки 8YSZ і ZSC однофазні. Товсті плівки електроліту складів ZSC та 8YSZ отримували методом лиття (tape casting) суспензії, що включала органічну (полівінілбутираль, поліфталат) та неорганічну (слабоагломеровані нанопорошки відповідних складів). Гомогенізацію суспензії проводили на планетарному млині протягом 2 год при швидкості обертання 300 об/хв. Встановлено оптимальні співвідношення

органічна/неорганічна складові становить 30-40 мас.%. Нанесення товстих плівок здійснювалось на підкладку з полімерного матеріалу з гідрофобним шаром, що дозволяло знімати плівки при випаровуванні розчинників. Для лиття товстих плівок електроліту складів ZSC та 8YSZ використовували прилад Film Applicator and Drying Time Recorder COATMASTER 510 оснащений спеціальним ножом. Надшвидкий нагрів (термоудар) від 20 до 500°C з подальшим повільним (1°C/хв) нагрівом до завершальній температури синтезу 1200 - 1300 °C дозволив помітно підвищити щільність товстих плівок ZSC та 8YSZ.

Проведені імпедансні дослідження товстих плівок ZSC та 8YSZ в широкому частотному (1 Гц - 32 МГц) та температурному (20-700°C) діапазонах показали, що плівки складу ZSC характеризуються високою провідністю по кисню, а саме: $1.8 \cdot 10^{-2}$ См/см (при 600°C); $9 \cdot 10^{-2}$ См/см (при 700 °C). Електрофізичні властивості синтезованих товстих плівок складів ZSC та 8YSZ різної товщини в порівнянні з керамічними зразками однакових складів представлені в таблиці. При зменшенні товщини плівки спостерігається збільшення провідності матеріалу, а також спостерігається підвищення енергії активації. Встановлено, що дані багатошарові, щільні, товсті плівки електроліту можуть бути використані при виготовленні низькотемпературної (600 °C) паливної комірки.