

Вплив складу
композиційного
електроліту на основі
діоксиду цирконію на
його фазовий склад та
електричні властивості



Виконав:
Студент гр. ФК-11
Ковальчук Юрій

Умовні позначення

10Sc1CeSZ – діоксид цирконію стабілізований 10 мол.% оксиду скандію, та 1 мол.% оксиду церію.

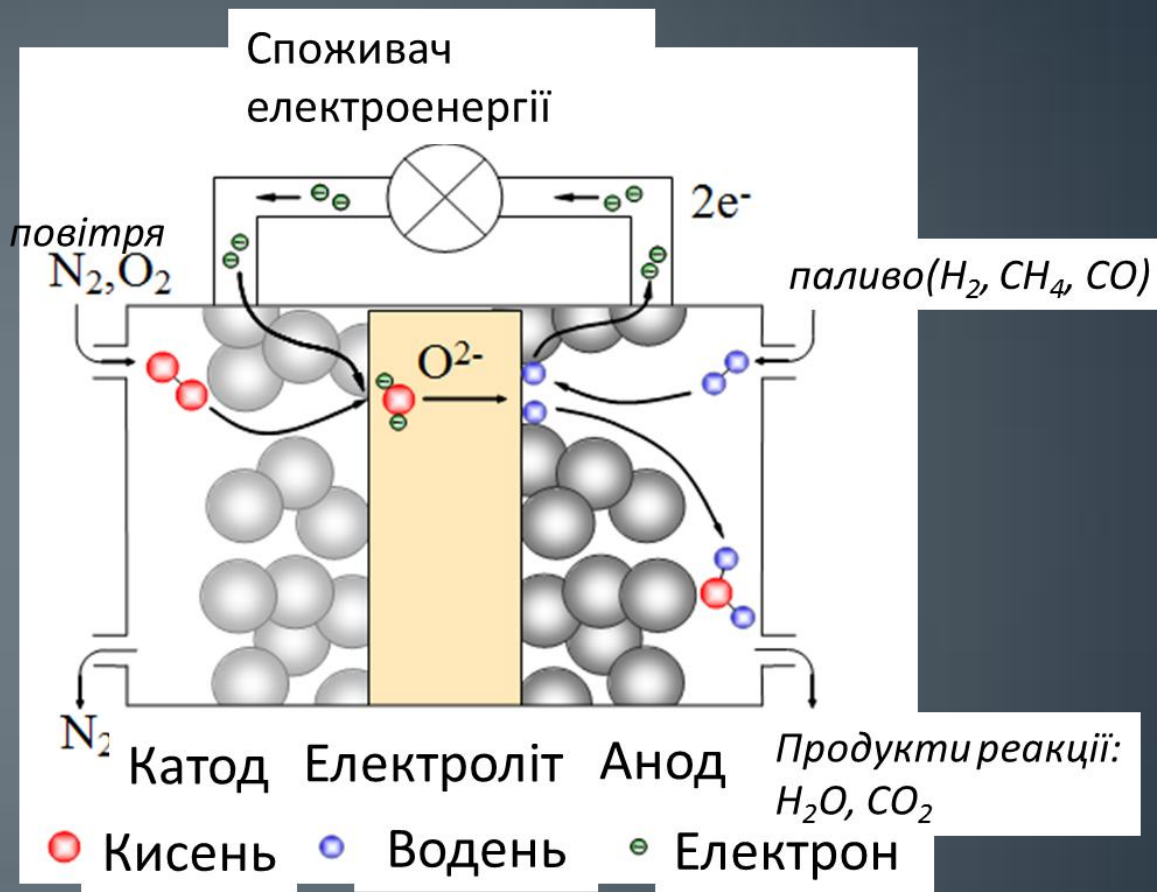
8YSZ – діоксид цирконію стабілізований 8 мол.% оксиду ітрію.

Актуальність теми дослідження

- зменшити пагубний вплив на екологію планети, що виникає внаслідок викидів шкідливих продуктів процесів згорання палива в парогенераторах теплових станцій та двигунах внутрішнього згорання в навколишнє середовище;
- забезпечити можливість використання нетрадиційного палива для генерації електричної та теплової енергії.

Мета роботи – дослідити вплив складу композиційного електроліту на основі діоксиду цирконію на його електричні властивості та фазовий склад.

Принцип роботи паливної комірки

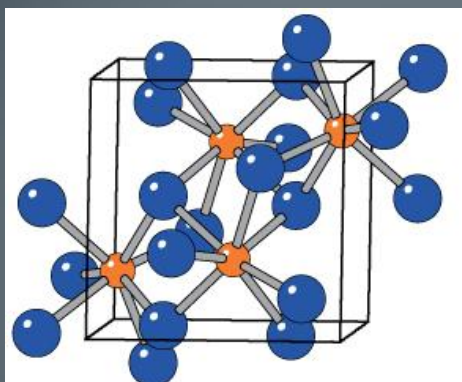


Вимоги до матеріалу електроліту

- Достатня іонна провідність (0,01-0,1 См/см).
- Відсутність електронної провідності.
- Газонепроникність ($\Pi < 10-15\%$).
- Хімічна та структурна стабільність в окисному та відновному середовищах при робочих температурах.
- Можливість виготовити з матеріалу тонкий шар.
- Відносно низька собівартість.

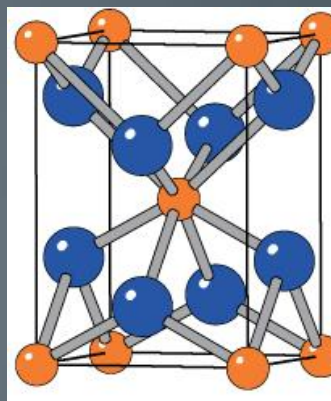
Поліморфізм діоксиду цирконію

МОНОКЛИННА



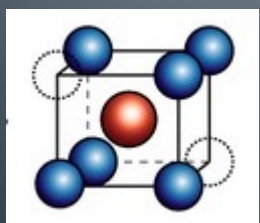
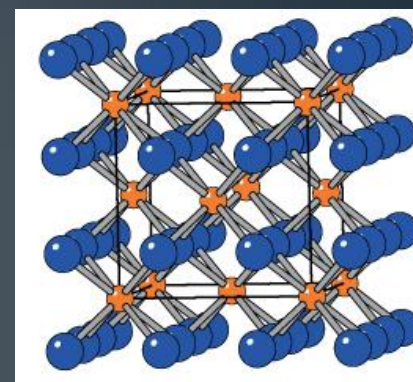
1170 °C
↔

ТЕТРАГОНАЛЬНА

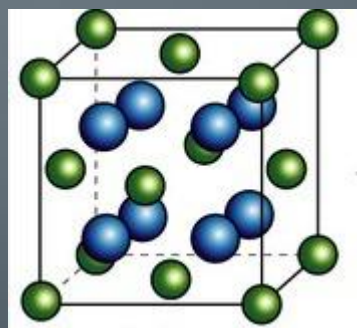


2370 °C
↔

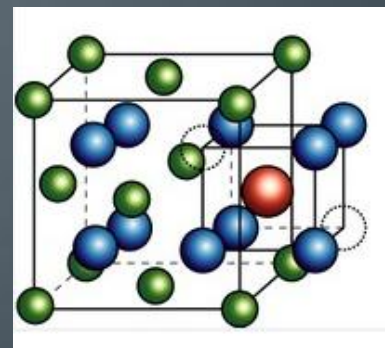
КУБІЧНА



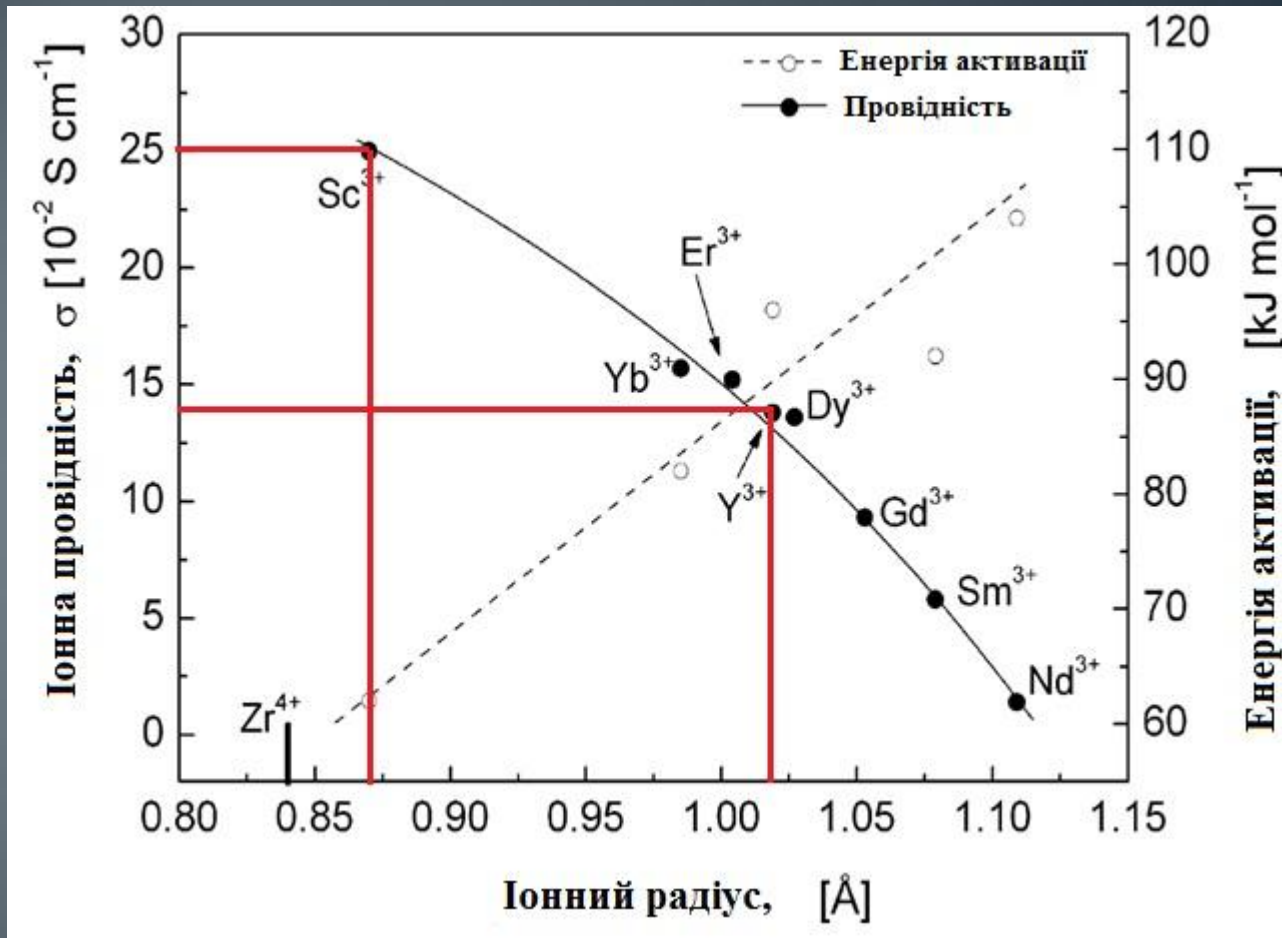
+



→

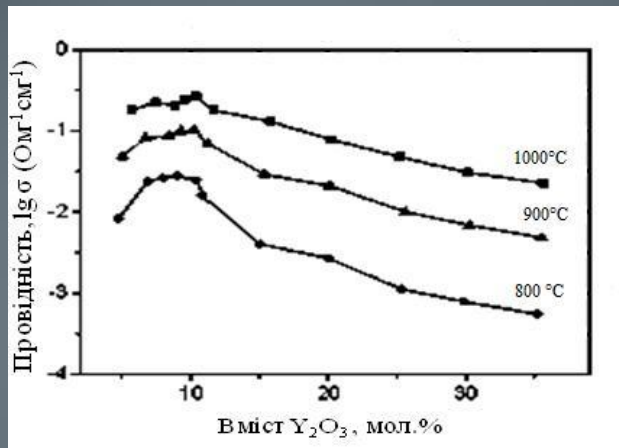


Вибір стабілізатора

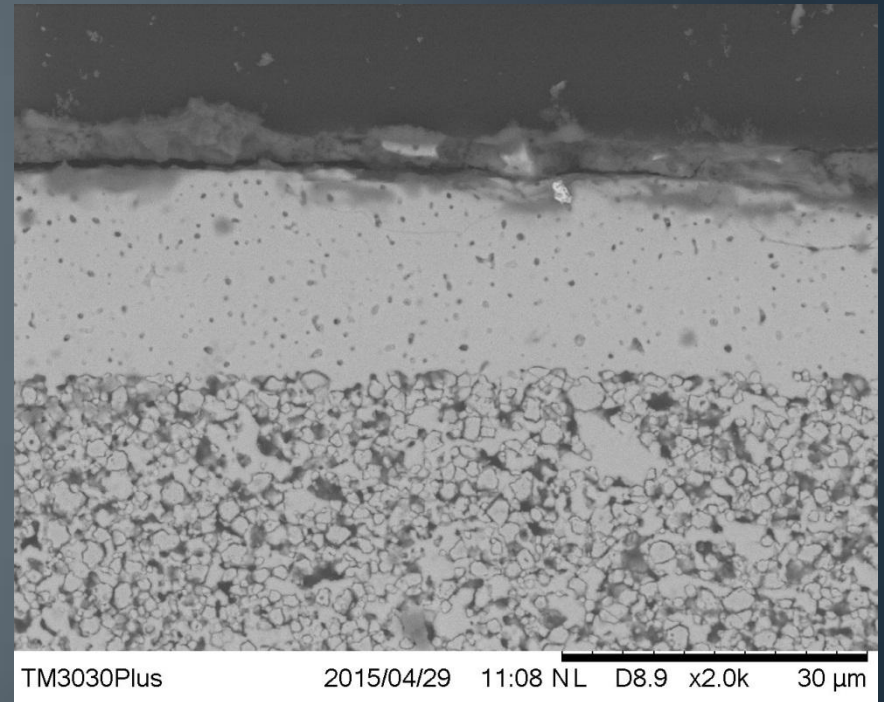


Радіус іону Sc^{3+} найближчий за радіусом до Zr^{4+}
 Sc_2O_3 забезпечує найбільшу провідність!!!

Електроліт на основі діоксиду цирконію стабілізований оксидом ітрію

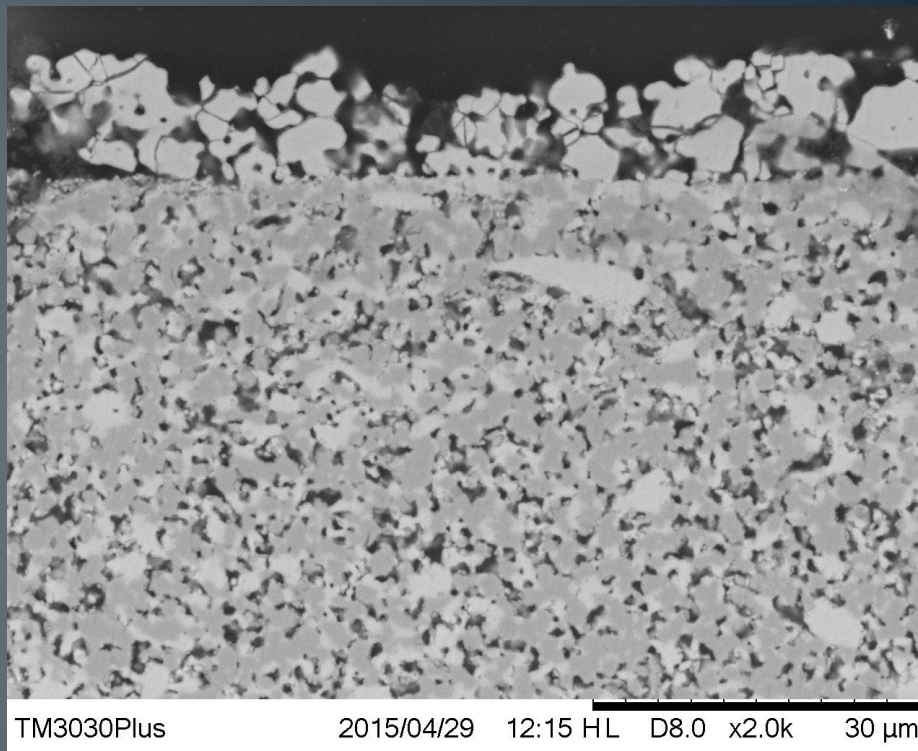
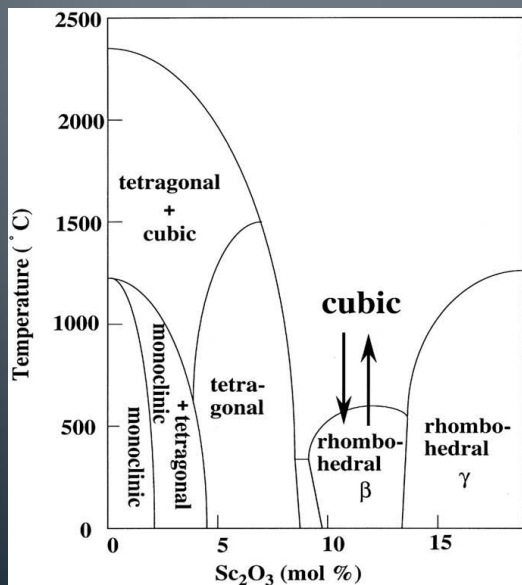
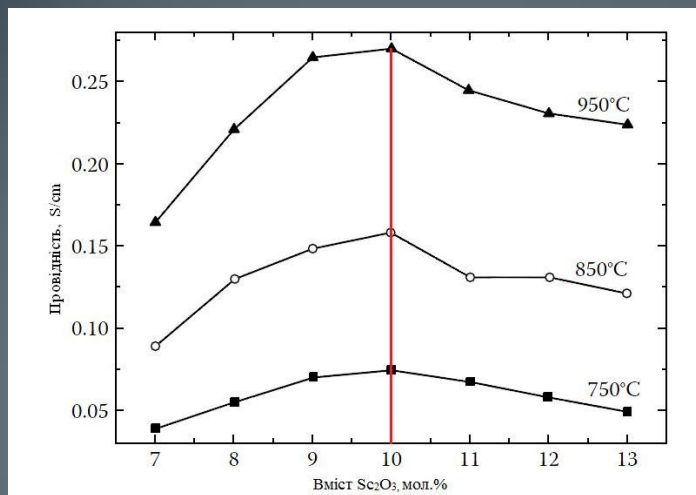


Найвищою іонною провідністю характеризується діоксид цирконію стабілізований 8-10 мол. % оксиду ітрію



Структура керамічної паливної комірки з електролітом, виготовленим на основі порошку 8YSZ

Електроліт на основі діоксиду цирконію стабілізований оксидом скандію



Структура керамічної паливної комірки з електролітом, виготовленим на основі порошку 10Sc1CeSZ

Фізичні характеристики вихідних порошків

Порошок	Розмір первинних частинок, нм	Розмір агломератів, мкм	Питома поверхня, м ² /г
10Sc1CeSZ	5-15	2,4	48
8YSZ	600	60	16

Хімічний склад порошку 10Sc1CeSZ

Елемент	ZrO ₂	Sc ₂ O ₃	CeO ₂	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O
Вміст, ваг%	87.47 6	11.02	1.37	0.05	0.01	0.025	0.01	0.01	0.02	0.008	0.001

Хімічний склад порошку 8YSZ

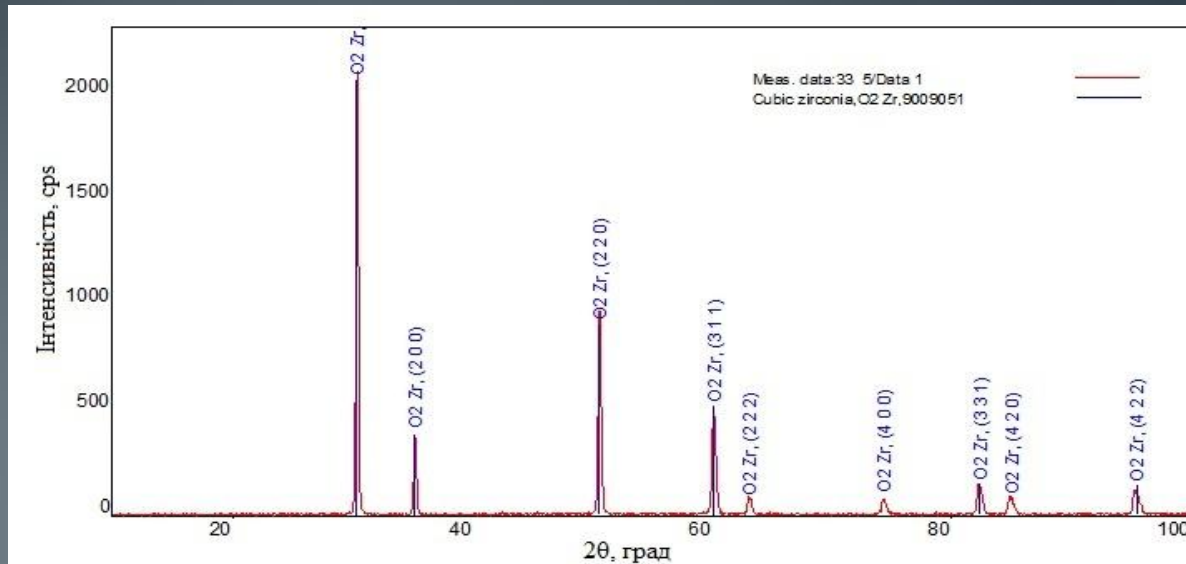
Елемент	ZrO ₂ +HfO ₂ + Y ₂ O ₃	Y ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃
Вміст, ваг%	> 99.7	13.30	< 0.10	< 0.02	< 0.01

Газонепроникність досліджуваних КОМПОЗИТІВ 10Sc1CeSZ-8YSZ

Вміст 8YSZ, ваг.%	Номер зразка	Пористість, %	Середнє значення пористості, %
33	1	8,1	8,6
	2	8,5	
	3	9,2	
	4	8,2	
	5	9,0	
40	1	6,2	6,5
	2	6,5	
	3	7,1	
	4	6,5	
	5	6,3	
50	1	1,9	1,6
	2	0,7	
	3	2,6	
	4	1,1	
	5	1,5	

Матеріал відповідає вимозі газонепроникності, при значенні пористості <10-15%, що й спостерігається у досліджуваних електролітах.

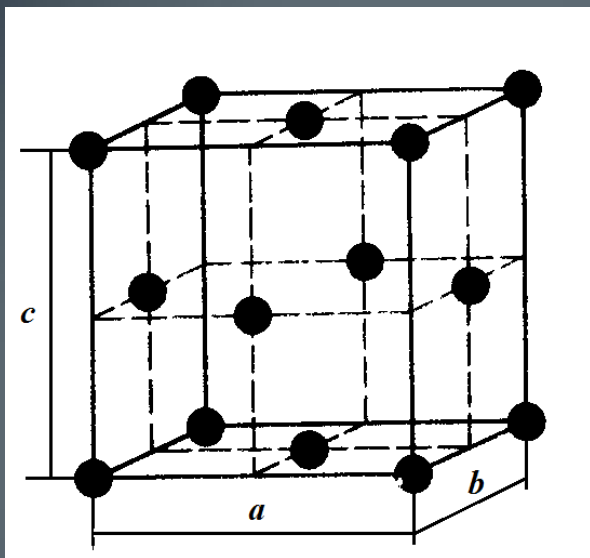
X-Ray аналіз досліджуваних електролітів



Результати визначення кристалічної ґратки композиту 10Sc1CeSZ-8YSZ, з вмістом 8YSZ 33 мас.%

Номер максимуму	2 θ , град	θ , град	$\sin\theta$	$\sin^2\theta$	$\sin^2\theta_i / \sin^2\theta_1$, розрах.	$\sin^2\theta_i / \sin^2\theta_1$, теор.	Тип ґратки
1	30.41	15.205	0.2622	0.0688	1.00	1	ГЦК
2	35.23	17.616	0.3026	0.0916	1.33	1.33	ГЦК
3	50.59	25.295	0.4272	0.1826	2.65	2.66	ГЦК
4	60.11	30.053	0.5007	0.2508	3.65	3.37	ГЦК
5	63.06	31.530	0.5229	0.2735	3.98	4	ГЦК
6	74.26	37.130	0.6036	0.3644	5.30	5.33	ГЦК

Параметри ґраток досліджуваних КОМПОЗИТІВ 10Sc1CeSZ-8YSZ



Вміст 8YSZ, ваг.%	ZrO ₂ , мол.%	Sc ₂ O ₃ , мол.%	Y ₂ O ₃ , мол.%	CeO ₂ , мол.%
33	89,96	6,81	2,55	0,68
40	90,17	6,12	3,11	0,61
50	90,46	5,12	3,9	0,51

Вміст 8YSZ, ваг.%	Параметр ґратки		
	a, Å	b, Å	c, Å
33	5,099845	5,099845	5,099845
40	5,100894	5,100894	5,100894
50	5,106655	5,106655	5,106655

Елемент	Іонний радіус, пм
Sc ³⁺	0,89
Ce ⁴⁺	1,11
Y ³⁺	1,04
Zr ⁴⁺	0,83

Електричні властивості композиту 10Sc1CeSZ-8YSZ

Отримані значення іонної провідності усіх досліджених композитів задовольняють вище описаним вимогам, які висуваються до матеріалу електроліту.

Вміст 8YSZ, ваг.%	Провідність, См/см
0	$5,9 \cdot 10^{-2}^*$
<u>33</u>	<u>$5 \cdot 10^{-2}$</u>
<u>40</u>	<u>$3,6 \cdot 10^{-2}$</u>
<u>50</u>	<u>$3,8 \cdot 10^{-2}$</u>
100	$0,3 \cdot 10^{-2}^*$

* K. C. Wincewicz, J. S. Cooper // Journal of Power Sources, 2005. – 140. – P. 280–296

Висновки

- Встановлено, що значення відкритої пористості досліджуваних електролітів задовольняють поставленим вимогам.
- Встановлено, що всі досліджувані композити являють собою однофазний твердий розчин заміщення із ГЦК решіткою.
- Встановлено, що всі параметри ґратки для кожного окремого композиту, є рівні між собою, що свідчить про те, що ґратка зберігає правильну форму куба (не викривилась).
- Встановлено, що зі збільшенням вмісту 8YSZ в композиті, параметр ґратки зростає, що вказує на вплив розмірів іонних радіусів різних складових елементів композиту.
- Встановлено, що досліджувані електроліти мають достатню іонну провідність, щоб задовольнити вище описану вимогу про іонну провідність.
- Встановлено, що найбільшу іонну провідність має композит складу 67 мас.% 10Sc1CeSZ- 33 мас.% 8YSZ.
- Встановлено, що всі досліджувані композити задовольняють вище описаним вимогам, та можуть бути успішно використані для виготовлення електроліту керамічних паливних комірок.

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!



Дана робота була виконана в рамках наукового проекту NANOMAT-ERC 608906 в рамках європейської програми FP7