

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

ІНЖЕНЕРНО-ФІЗИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ КАФЕДРА  
ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА  
ПОРОШКОВОЇ МЕТАЛУРГІЇ

**Дипломна робота  
освітньо-кваліфікаційного рівня «Бакалавр»**

з напрямку підготовки 6.050403 «Інженерне матеріалознавство»

на тему:

**Вплив складу композиційного електроліту на основі діоксиду цирконію  
на формування його структури та міцність**

**Effect of composite electrolytes based on zirconium dioxide in shaping his  
structure and strength**

Виконав: студент 4-го  
курсу, групи ФК – 11

Шевченко Сергій  
Миколайович

Науковий керівник

проф., д. т. н., академік НАН України  
Скороход В. В.

Київ 2015 р.

## РЕФЕРАТ

Робота вміщує: 69 сторінок, 20 рисунків, 15 таблиць, 61 посилання на літературні дані.

Об'єкт дослідження – композити  $10\text{Sc}1\text{CeSZ-}8\text{YSZ}$  з порошкових матеріалів різного вмісту 8YSZ: 33, 40 та 50 масових %.

Метою даної бакалаврської роботи є дослідження впливу складу композиційного матеріалу на основі оксиду цирконію для застосування в якості електроліту керамічних паливних комірок на такі властивості, як міцність, пористість та структура.

Методи дослідження та апаратура. Перед тим, як виготовити зразки, дані порошки були змішані у барабанному млині в середовищі етанолового спирту. Пресування проводилося однобічним пресуванням на гідравлічному пресі. Формування виробів проводилось в сталевій прес-формі. Спикання проводилось у печі Linn High Term, марки VMK1600. Проведено розрахунки пористості сформованих зразків методом гідростатичного зважування.

Досліджено вплив вихідного складу композиту на значення його міцності випробуванням на двовісний згин. Встановлено, що міцність зразків зростає зі збільшенням вмісту 8YSZ в композиті та підвищенням температури спикання.

Для дослідження структури методом скануючої електронної мікроскопії, зразки було запресовано в обойми за допомогою автоматичного запресовувального пресу Simplimet 1000 та відполіровано на алмазному крузі за допомогою компактного пристрою для шліфування Phoenix Alpha. Дослідження структури проводилося за допомогою мікроскопу Selmi РЭМ – 106И.

Встановлено, що отримані композити на відміну від вихідних компонентів мають достатню для роботи керамічної паливної комірки міцність (більше 120 МПа) та допустиму відкрити пористість (менше 15%).

Ключові слова: КЕРАМІЧНА ПАЛИВНА КОМІРКА, ДІОКСИД ЦИРКОНІЮ, СТАБІЛІЗАТОР, ІОН, ПОРИСТІСТЬ, ЕЛЕКТРОЛІТ, МІЦНІСТЬ, КОМПОЗИТ, ЕЛЕКТРОН, СТРУКТУРА

## ABSTRACT

The work contains 69 pages, 20 figures, 15 tables, 61 references to the literature data.

The object of study - Composites 10Sc1CeSZ-8YSZ from powder materials of different content 8YSZ: 33, 40 and 50 wt%.

The aim of this bachelor work is to study the impact of composite material based on zirconium oxide for use as ceramic electrolyte fuel cells on properties such as strength, porosity and structure.

Methods and apparatus. Before you make samples, these powders were mixed in a drum mill among ethanol alcohol. Pressing conducted unilateral compression in a hydraulic press. Formation of products carried out in a steel mold. Sintering conducted in the oven Linn High Term, brand VMK1600. Calculations porosity samples generated by hydrostatic weighing.

The effect on the output of the composite value of its strength tests on the biaxial bending. It was established that the strength of the samples increases with the content in the composite 8YSZ and increasing sintering temperature.

To study patterns by scanning electron microscopy, samples were pressed into the holder using automatic zapresovuvahnoho press Simplimet 1000 and polished the diamond wheel using a compact device for grinding Phoenix Alpha. Investigation of the structure was carried out with a microscope Selmi REM - 106Y.

Established received Composites unlike the initial components are sufficient for ceramic fuel cell strength (over 120 MPa) and allowed open porosity (less than 15%).

Keywords: CERAMIC FUEL CELL, ZIRCONIUM OXIDE, STABILIZERS, ION, POROSITY, ELECTROLYTES, STRENGTH, COMPOSITES, ELECTRON, STRUCTURE

## ВИСНОВКИ

В даній бакалаврській роботі було вивчено вплив складу композиційного електроліту на основі діоксиду цирконію на формування його структури та міцності.

1. На основі порошку  $10\text{Sc}1\text{CeSZ}$  з додаванням та змішуванням 33, 40 та 50 масових % порошку  $8\text{YSZ}$  методом пресування та спікання суміші порошків виготовлено композити  $10\text{Sc}1\text{CeSZ}-8\text{YSZ}$ .

2. Розраховано значення пористості композитів. Встановлено, що вони відповідають вище описаним вимогам, які ставляться до матеріалу при виготовленні електроліту керамічної паливної комірки. Відкрита пористість після спікання при температурі  $1400\text{ }^\circ\text{C}$  композитів з вмістом  $8\text{YSZ}$  0; 33; 40; 50 масових % становить 32; 8,6; 6,5; 1,6 % відповідно та при температурі  $1450\text{ }^\circ\text{C}$  – 28,3; 5,3; 1,8; 0,1 % відповідно. Вирішено проблему газонепроникності електроліту паливної комірки. Значення відкритої пористості композитів  $10\text{Sc}1\text{CeSZ}-8\text{YSZ}$ , на відміну від  $10\text{Sc}1\text{CeSZ}$  без додавання  $8\text{YSZ}$  не перевищує допустимі значення – 15%.

3. Досліджено структуру композитів  $10\text{Sc}1\text{CeSZ}-8\text{YSZ}$  за допомогою скануючої електронної мікроскопії та встановлено, що даний композит має пористість переважно закритого типу, відсутня мережа каналів та пор, відкриті пори дрібні та не глибокі.

4. Зразки випробувано на двовісний згин та встановлено значення міцності композитів. Міцність після спікання при температурі  $1400\text{ }^\circ\text{C}$  композитів з вмістом  $8\text{YSZ}$  0; 33; 40; 50 масових % становить 78; 146,7; 203,2; 200,7 МПа відповідно та при температурі  $1450\text{ }^\circ\text{C}$  – 107,7; 165,4; 211,8; 232 МПа відповідно. Вирішено проблему міцності електроліту паливної комірки, міцність композитів  $10\text{Sc}1\text{CeSZ}-8\text{YSZ}$  значно перевищує значення міцності композиту  $10\text{Sc}1\text{CeSZ}$  та перевищує мінімально допустимі значення – 100 МПа.

5. Встановлено, що міцність композитів збільшується зі збільшенням вмісту  $8\text{YSZ}$  виходить на деяку поличку, що зумовлено тим, що цей матеріал значно краще формується та піддається процесам спікання, ніж  $10\text{Sc}1\text{CeSZ}$ .

6. Встановлено, що міцність композитів збільшується також зі збільшенням температури спікання за рахунок полегшення ковзання частинок матеріалу, що призводить до більш щільного їх упакування та інтенсивнішого проходження процесів ущільнення матеріалу при спіканні.

В роботі розрахована планова кошторисна собівартість проведення даної дипломної роботи з урахуванням всіх видів визначених ресурсів.

Обґрунтована науково-технічна актуальність та економічна доцільність проведеної роботи.

Розроблені заходи, що забезпечують здорові умови праці, та засади забезпечення безпеки в надзвичайній ситуації.

## CONCLUSIONS

In this bachelor thesis studied the effect of the composite electrolyte based on zirconium dioxide to form its structure and strength.

1. On the basis of powder 10Sc1CeSZ adding and mixing 33, 40 and 50 wt% 8YSZ powder by pressing and sintering mixtures of powders produced Composites 10Sc1CeSZ-8YSZ.

2. Calculated values of porosity composites. Established that they meet the requirements described above that relate to the material in the manufacture of ceramic electrolyte fuel cell. The open porosity after sintering at 1400 ° C composites containing 8YSZ 0; 33; 40; 50 wt% is 32; 8.6; 6.5; And 1.6% respectively at 1450 ° C - 28.3; 5.3; 1.8; 0.1% respectively. An issue electrolyte fuel cell gas barrier. The value of open porosity composites 10Sc1CeSZ-8YSZ, unlike 10Sc1CeSZ without adding 8YSZ not exceed the permissible value - 15%.

3. The structure of composites 10Sc1CeSZ-8YSZ using scanning electron microscopy and found that this composite has a porosity preferably closed type, there is no network of channels and pores, open pores small and not deep.

4. Samples tested in biaxial flexural strength and set composites. Strength after sintering at 1400 ° C composites containing 8YSZ 0; 33; 40; 50 wt% is 78; 146.7; 203.2; 200.7 MPa respectively, and at a temperature of 1450 ° C - 107.7; 165.4; 211.8; 232 MPa respectively. An issue electrolyte fuel cell durability, strength composites 10Sc1CeSZ-8YSZ significantly exceed the strength of the composite 10Sc1CeSZ and exceeds the minimum acceptable value - 100 MPa.

5. Established that the strength of the composites increased with increasing content 8YSZ out on some shelf, due to the fact that this stuff is much better formed and subjected to sintering processes than 10Sc1CeSZ.

6. Established that strength composites also increased with increasing sintering temperature by facilitating sliding material particles, which leads to more dense packing of passage intensive processes and sealing material during sintering.

The scheduled estimate prime price of realization of this diploma work is in-process expected taking into account all types of certain resources.

It was reasonable scientific and technical actuality and financial viability of the work.

Worked out measures, that provides the healthy terms of labour, and principles of providing of safety in an emergency.