

РЕФЕРАТ

Дипломну роботу викладено на 81 сторінці, вона містить 3 розділи, 52 ілюстрації, 7 таблиць та 40 літературних джерел.

Об'єкт дослідження. Керамічні та товстоплівкові матеріали на основі діоксиду цирконію, стабілізованого складними оксидами скандію та заліза (системи $(\text{ZrO}_2)_{0.90}(\text{Y}_2\text{O}_3)_{0.07}(\text{Fe}_2\text{O}_3)_{0.03}$ та $(\text{ZrO}_2)_{0.90}(\text{Sc}_2\text{O}_3)_{0.07}(\text{Fe}_2\text{O}_3)_{0.03}$).

Методи дослідження: рентгенофазовий аналіз (вміст фаз та сингонія діоксиду цирконію), електронна мікроскопія та EDX дослідження (мікроструктура та фазовий склад), імпедансна спектроскопія (провідність керамічних та товсто плівкових зразків).

Мета і завдання дослідження. Метою дослідження є синтез та дослідження керамічних та товстоплівкових зразків діоксиду цирконію, стабілізованого складними добавками скандію та заліза (системи $(\text{ZrO}_2)_{0.90}(\text{Y}_2\text{O}_3)_{0.07}(\text{Fe}_2\text{O}_3)_{0.03}$ та $(\text{ZrO}_2)_{0.90}(\text{Sc}_2\text{O}_3)_{0.07}(\text{Fe}_2\text{O}_3)_{0.03}$) й порівняння їх електрофізичних особливостей.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити наступні завдання:

- Ознайомитись з літературою про структуру та стабілізацію діоксиду цирконію.
- Освоїти метод імпедансної спектроскопії для вимірювання електрофізичних властивостей кисень провідних матеріалів на основі стабілізованого діоксиду цирконію.
- Провести вимірювання провідності керамічних зразків систем $(\text{ZrO}_2)_{0.90}(\text{Y}_2\text{O}_3)_{0.07}(\text{Fe}_2\text{O}_3)_{0.03}$ та $(\text{ZrO}_2)_{0.90}(\text{Sc}_2\text{O}_3)_{0.07}(\text{Fe}_2\text{O}_3)_{0.03}$.
- Провести вимірювання провідності товсто плівкових зразків систем $(\text{ZrO}_2)_{0.90}(\text{Y}_2\text{O}_3)_{0.07}(\text{Fe}_2\text{O}_3)_{0.03}$ та $(\text{ZrO}_2)_{0.90}(\text{Sc}_2\text{O}_3)_{0.07}(\text{Fe}_2\text{O}_3)_{0.03}$.
- Провести порівняння електрофізичних особливостей керамічних та товсто плівкових зразків систем $(\text{ZrO}_2)_{0.90}(\text{Y}_2\text{O}_3)_{0.07}(\text{Fe}_2\text{O}_3)_{0.03}$ та $(\text{ZrO}_2)_{0.90}(\text{Sc}_2\text{O}_3)_{0.07}(\text{Fe}_2\text{O}_3)_{0.03}$.

В результаті було зроблено такі висновки:

Ознайомлено з методикою синтезу керамічних та товсто плівкових матеріалів діоксиду цирконію, стабілізованого складними добавками скандію та заліза (системи $(\text{ZrO}_2)_{0.90}(\text{Y}_2\text{O}_3)_{0.07}(\text{Fe}_2\text{O}_3)_{0.03}$ та $(\text{ZrO}_2)_{0.90}(\text{Sc}_2\text{O}_3)_{0.07}(\text{Fe}_2\text{O}_3)_{0.03}$). Встановлено,

що в системах $(\text{ZrO}_2)_{0.90}(\text{Y}_2\text{O}_3)_{0.07}(\text{Fe}_2\text{O}_3)_{0.03}$ та $(\text{ZrO}_2)_{0.90}(\text{Sc}_2\text{O}_3)_{0.07}(\text{Fe}_2\text{O}_3)_{0.03}$ оксид заліза (III) розчиняється в ZrO_2 , але не є стабілізатором його високотемпературних фаз. Встановлено, що часткове заміщення іонів Y^{3+} на Fe^{3+} підвищує ефективність Y_2O_3 як стабілізатора високотемпературного ZrO_2 внаслідок утворення ортофериту ітрію (YFeO_3), ізоморфного до $c\text{-ZrO}_2$, а також за рахунок зменшення сегрегації ітрію на границях зерен. У випадку системи $(\text{ZrO}_2)_{0.90}(\text{Sc}_2\text{O}_3)_{0.07}(\text{Fe}_2\text{O}_3)_{0.03}$ оксид заліза (III), розчиняється в $c\text{-ZrO}_2$ спільно з оксидом скандію у вигляді кубічного твердого розчину $\text{Sc}_{2-x}\text{Fe}_x\text{O}_3$ зі структурою біксбіту, ізоморфного $c\text{-ZrO}_2$.

Проведені вимірювання комплексного імпедансу синтезованих керамічних та товсто плівкових матеріалів систем $(\text{ZrO}_2)_{0.90}(\text{Y}_2\text{O}_3)_{0.07}(\text{Fe}_2\text{O}_3)_{0.03}$ та $(\text{ZrO}_2)_{0.90}(\text{Sc}_2\text{O}_3)_{0.07}(\text{Fe}_2\text{O}_3)_{0.03}$ в широкому частотному (32 МГц-1 Гц) та температурному (20-750°C) діапазонах. Показало, що провідність керамічних матеріалів системи $(\text{ZrO}_2)_{0.90}(\text{Sc}_2\text{O}_3)_{0.07}(\text{Fe}_2\text{O}_3)_{0.03}$ при 720-730°C вище за провідність керамічних матеріалів системи $(\text{ZrO}_2)_{0.90}(\text{Y}_2\text{O}_3)_{0.07}(\text{Fe}_2\text{O}_3)_{0.03}$. Провідність товсто плівкових зразків наближається до провідності кераміки відповідного складів. Скандієвмісні керамічні та товсто плівкові матеріали системи $(\text{ZrO}_2)_{0.90}(\text{Sc}_2\text{O}_3)_{0.07}(\text{Fe}_2\text{O}_3)_{0.03}$ демонструють в цілому у 1.5-2 рази вищу провідність, ніж ітрієвмісні. Підбираючи склад та технологічні параметри, можливо створювати товсті плівки на основі стабілізованого оксиду цирконію, які майже не поступаються керамічним зразкам.

Синтезовані товсті плівки на основі діоксиду цирконію, стабілізованого складними добавками скандію та заліза (системи $(\text{ZrO}_2)_{0.90}(\text{Y}_2\text{O}_3)_{0.07}(\text{Fe}_2\text{O}_3)_{0.03}$ та $(\text{ZrO}_2)_{0.90}(\text{Sc}_2\text{O}_3)_{0.07}(\text{Fe}_2\text{O}_3)_{0.03}$) характеризуються в області температур (600-700°C) високою іонною провідністю і можуть бути використані як тверді електроліти для низькотемпературних паливних комірок.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: стабілізований діоксид цирконію, керамічний матеріал, товсті плівки, імпеданс на спектроскопія, провідність, паливна комірка.

ABSTRACT

Thesis contained 81 pages, it contains 3 chapters, 52 figures, 7 tables and 40 sources in the list of references.

Object of study. Ceramic and thick film materials based on zirconium dioxide stabilized by complex scandium oxides and iron (system $(\text{ZrO}_2)_{0.90}(\text{Y}_2\text{O}_3)_{0.07}(\text{Fe}_2\text{O}_3)_{0.03}$ and $(\text{ZrO}_2)_{0.90}(\text{Sc}_2\text{O}_3)_{0.07}(\text{Fe}_2\text{O}_3)_{0.03}$).

Research methods: X-ray analysis (content crystal system phases of zirconium dioxide), electron microscopy and EDX studies (phase composition and microstructure), impedance spectroscopy (conductivity ceramic thick film that samples).

The purpose and objectives of the study. Synthesis and study of ceramic and thick samples of zirconium dioxide stabilized complex addition of scandium and iron (system $(\text{ZrO}_2)_{0.90}(\text{Y}_2\text{O}_3)_{0.07}(\text{Fe}_2\text{O}_3)_{0.03}$ and $(\text{ZrO}_2)_{0.90}(\text{Sc}_2\text{O}_3)_{0.07}(\text{Fe}_2\text{O}_3)_{0.03}$) and comparing their electrophysical features.

To achieve this task it was necessary to solve the following problems:

- Be familiar with the literature on the structure and stability of zirconium dioxide.
- To master the method of impedance spectroscopy to measure the electrical properties of oxygen leading materials based on stabilized zirconium dioxide.
- Perform a measurement of the conductivity of ceramic samples $(\text{ZrO}_2)_{0.90}(\text{Y}_2\text{O}_3)_{0.07}(\text{Fe}_2\text{O}_3)_{0.03}$ and $(\text{ZrO}_2)_{0.90}(\text{Sc}_2\text{O}_3)_{0.07}(\text{Fe}_2\text{O}_3)_{0.03}$.
- Determine conductivity of thick film samples $(\text{ZrO}_2)_{0.90}(\text{Y}_2\text{O}_3)_{0.07}(\text{Fe}_2\text{O}_3)_{0.03}$ and $(\text{ZrO}_2)_{0.90}(\text{Sc}_2\text{O}_3)_{0.07}(\text{Fe}_2\text{O}_3)_{0.03}$.
- Carry out comparison features electro-ceramic and thick film samples of $(\text{ZrO}_2)_{0.90}(\text{Y}_2\text{O}_3)_{0.07}(\text{Fe}_2\text{O}_3)_{0.03}$ and $(\text{ZrO}_2)_{0.90}(\text{Sc}_2\text{O}_3)_{0.07}(\text{Fe}_2\text{O}_3)_{0.03}$.

The result was made the following conclusions:

Familiar with the method of synthesis of ceramic and thick film materials zirconium dioxide stabilized complex addition of scandium and iron (system $(\text{ZrO}_2)_{0.90}(\text{Y}_2\text{O}_3)_{0.07}(\text{Fe}_2\text{O}_3)_{0.03}$ and $(\text{ZrO}_2)_{0.90}(\text{Sc}_2\text{O}_3)_{0.07}(\text{Fe}_2\text{O}_3)_{0.03}$). Established in systems $(\text{ZrO}_2)_{0.90}(\text{Y}_2\text{O}_3)_{0.07}(\text{Fe}_2\text{O}_3)_{0.03}$ and $(\text{ZrO}_2)_{0.90}(\text{Sc}_2\text{O}_3)_{0.07}(\text{Fe}_2\text{O}_3)_{0.03}$ iron oxide (III) dissolved in ZrO_2 , but is not it high phase stabilizer. Found that partial substitution of Y^{3+} on Fe^{3+}

improves efficiency Y_2O_3 a high temperature stabilizer ZrO_2 due to the formation of $YFeO_3$, isomorphic to $c-ZrO_2$, and by reducing yttrium segregation to grain boundaries. If the system $(ZrO_2)_{0.90}(Sc_2O_3)_{0.07}(Fe_2O_3)_{0.03}$ iron oxide (III), dissolved in $c-ZrO_2$ together with scandium oxide as a solid solution of cubic $Sc_{2-x}Fe_xO_3$ the structure became isomorphic ZrO_2 .

Past measurements of complex impedance synthesized ceramic thick film materials and systems $(ZrO_2)_{0.90}(Y_2O_3)_{0.07}(Fe_2O_3)_{0.03}$ and $(ZrO_2)_{0.90}(Sc_2O_3)_{0.07}(Fe_2O_3)_{0.03}$ a wide frequency (32 MHz-1 Hz) and temperature (20-750°C) bands. Have shown that the conductivity of the ceramic material system $(ZrO_2)_{0.90}(Sc_2O_3)_{0.07}(Fe_2O_3)_{0.03}$ at 720-730°C higher than the conductivity of ceramic materials systems $(ZrO_2)_{0.90}(Y_2O_3)_{0.07}(Fe_2O_3)_{0.03}$. Conductivity thick film samples approaching conductivity ceramics respective warehouses. Scandium, ceramic and thick film, systems $(ZrO_2)_{0.90}(Sc_2O_3)_{0.07}(Fe_2O_3)_{0.03}$ show 1.5-2 times higher conductivity than Yttrium. By selecting, the composition and process parameters may create thick films based on stabilized zirconium oxide, which is almost not inferior to ceramic models.

Synthesized thick film based on zirconium dioxide stabilized complex addition of scandium and iron (system $(ZrO_2)_{0.90}(Y_2O_3)_{0.07}(Fe_2O_3)_{0.03}$ and $(ZrO_2)_{0.90}(Sc_2O_3)_{0.07}(Fe_2O_3)_{0.03}$) characterized in temperature (600-700°C) high ionic conductivity and can be used as solid electrolytes for low temperature fuel cells.

KEYWORDS: Titanium dioxide stabilized zirconia ceramic material, thick film, impedance spectroscopy to conductivity, fuel cell.