

к.т.н. Андрух Сергій Леонідович
 ст. викладач Галушка Сергій Анатолійович
 Україна, Суми, Сумський національний аграрний університет

Тривала термічна обробка на провідність алюмомагнезіальну кераміку

Abstract. In their work they tried to reveal the use of oxide ceramics for high-temperature insulation and conductive materials. The effect of prolonged temperature on its electrical conductivity was studied. The table shows the physical and technical properties of ceramics after additional processing at a temperature of 1700⁰C.

Keywords: Heat treatment, aluminum magnesia ceramics, properties of ceramics, conductivity, high-temperature conductors, chromium oxide, production.

Вступ. Використання оксидної кераміки для високотемпературних ізоляційних та провідникових матеріалів ставить завдання по вивченню впливу тривалої термічної обробки на її електричні властивості. Проведені досліді свідчать, що в результаті такої обробки відбуваються зміни в структурі матеріалу звільнюються від домішок внаслідок їх дифузії до краю межі [1,2].

Результати дослідження. В нашій роботі ми вивчали вплив тривалої високотемпературної обробки полікристалічної алюмомагнезіальної кераміки на її електропровідність. Сума домішок у початкових матеріалах складала для MgO - 0,3%, для MgAl₂O₄ - 0,5%. Щільно обпалені зразки матеріалу піддавали тепловій обробці при температурі 1700 °С впродовж 10, 30 та 75 годин. Характеристика зразків наведена в таблиці, а одержані результати досліджень на рис.1 - 3.

Загальною закономірністю для всіх зразків є зменшення величини провідності (в зоні домішкової провідності) при збільшенні розмірів зерен матеріалу внаслідок тривалої термічної обробки. В той же час енергія активації провідності (Q, рис.2) та передекспоненційний множник (σ₀, рис.3) лінійно ростуть при збільшенні розміру зерен. З ростом температури вплив розміру зерен кераміки на величину її провідності зменшується, а в зоні власної провідності практично незначний.

Таблиця 1. Фізико-технічні властивості кераміки після додаткової обробки при температурі 1700 °С

№ маси	Матеріал	Термін термообробки	Об'ємна маса, г/см ³	Відкрита пористість, %	Розмір кристалів, мкм		
					min	max	переважний
1	Mg O	0	3.41	0.2	15	80	40
2		10	3.48	0.1	35	125	100
3		30	3.50	0.1	50	175	125
4		75	3.51	0.3	95	260	190
5	MgAl ₂ O ₄	0	3.45	2.1	5	25	10
6		10	3.47	0.9	15	70	25
7		30	3.48	0.4	25	85	35
8		75	3.52	0.6	45	180	65
9	MgAl ₂ O ₄ + 5%Dy ₂ O ₃	0	3.50	1.2	10	20	10
10		10	3.52	0.5	15	60	20
11		30	3.55	0.4	20	75	30
12		75	3.59	0.4	30	175	50

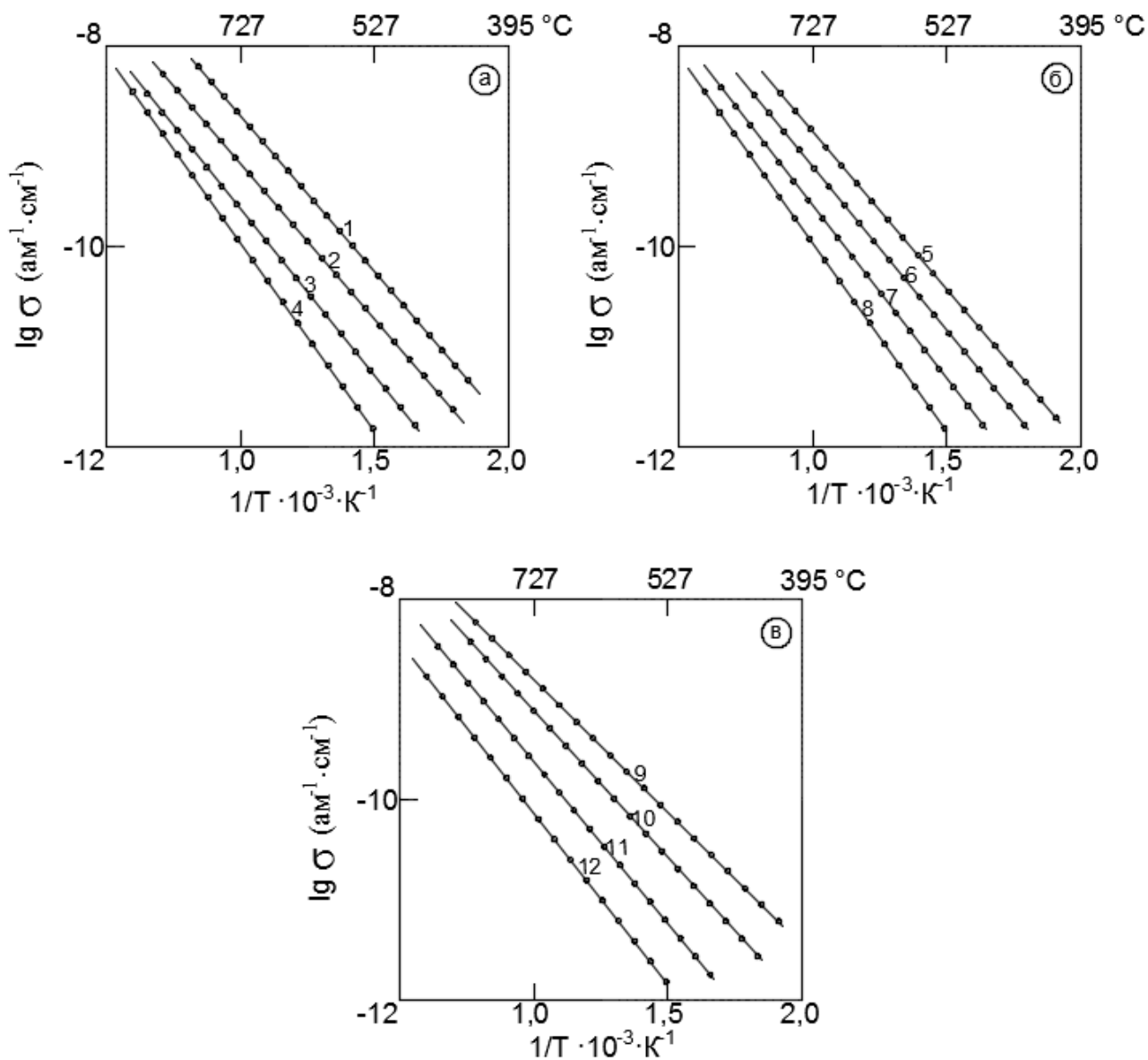


Рис. 1. Температурна залежність провідності алюмомагnezіальної кераміки після додаткової термообробки при 1700 °С (номер маси з таблиці)

а) MgO

б) MgAl₂O₄

в) MgAl₂O₄ + Dy₂O₃

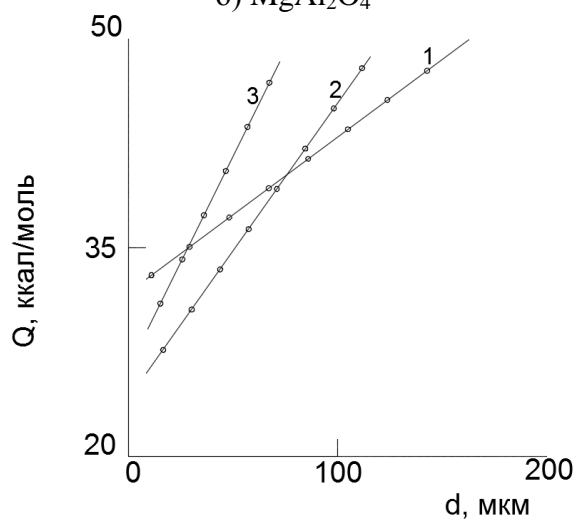


Рис. 2. Залежність енергії активації провідності від розміру зерен алюмомагnezіальної кераміки

1- MgO

2- MgAl₂O₄

3 - MgAl₂O₄ + 5% Dy₂O₃

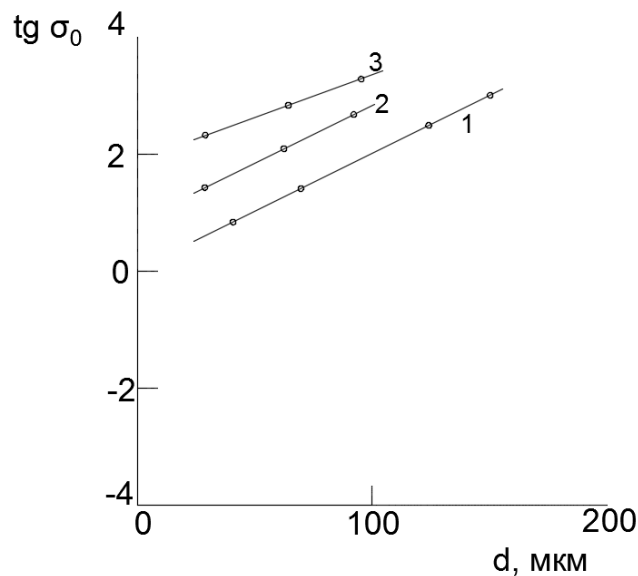


Рис. 3. Змінювання передекспонційного множника залежно від розміру зерен алюмомагnezіальної кераміки

1- MgO

2- MgAl₂O₄

3 - MgAl₂O₄ + 5% Dy₂O₃

Таку дію теплової обробки на величину провідності алюмомагnezіальної кераміки можливо пояснити збільшенням шляху носіїв електричного току в середині зерен при збільшенні їх розмірів, а також зміною стану та площини меж зерен внаслідок дифузії до них домішок. Характер зміни електропровідності та її функціональна залежність від температури з ростом розміру зерен кераміки практично однаковий як для високотемпературних ізоляторів (MgO, MgAl₂O₄), так і для високотемпературних провідників на основі ZrO₂ [2]. В той же час ці два класи матеріалів мають зовсім різний механізм провідності в зоні температур до 1000 °C. В перших переважає електронна (дірчата) провідність, а останні є іонними провідниками.

Враховуючи наведені міркування, можна вважати, що зниження електропровідності з ростом розмірів зерен кераміки не повинне залежати від виду носія. Але, якщо припустити, що цей процес лімітується розсіюванням носіїв на домішках, концентрація яких на межах зерен різко збільшується в період термообробки, то поведінка даних матеріалів повинна відрізнятися. Відтак, розсіювання електронів повинно бути більшим, аніж іонів, тобто зниження електропровідності з ростом зерен матеріалу у випадку ізоляторів повинно бути більше інтенсивним.

Висновок. Якщо в першому наближенні вважати, що немає помітного зниження концентрації носіїв зарядів під час термообробки кераміки (що цілком імовірно), то механізм розсіювання на домішках не може обумовлювати зниження провідності з ростом розміру зерен. Отже, переважаючим чинником у розглянутому процесі може бути збільшення дифузійного шляху іонів або шляху дрейфу електронів по всьому об'єму зерен до їх виходу на межу, проникливість якої значно вища. Певний внесок до збільшення провідності вносить, очевидно, і загальне збільшення перерізу меж, яке однак, ще недостатнє для пояснення спостережуваного збільшення провідності майже на два порядки величини. Такий погляд може бути цілком прийнятним для пояснення вищезгаданої зміни провідності ізоляційної та провідникової кераміки в процесі її тривалої термічної обробки, що призводить до росту розмірів зерен матеріалу.

Список літератури

1. Кочетков В.А. и др. Труды МХТИ им. Д.И. Менделеева, вып. 59, 129, 1969, с. 125-128.
2. Андрианов Н.Г. и др. Труды МХТИ им. Д.И. Менделеева, вып. 59, 125, 1969, с. 102-105.