

ПРОЧНОСТЬ ПРИ СЖАТИИ КОМПОЗИТА ZrO_2 - MgO С ПОЛИМОДАЛЬНОЙ ПОРИСТОСТЬЮ

М.Д. КОРМАШОВА, А.С. БУЯКОВ

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

E-mail: kormashova0310@gmail.com

Пористые керамики на основе диоксида циркония (ZrO_2) находят широкое применение ввиду высокой прочности и химической инертности. Они применяются в медицине, в качестве материала для остео- и дентальной имплантации, электроизоляторов, в качестве для изготовления фильтрационных мембран, носителей катализаторов и т.д. Из керамики на основе диоксида циркония изготавливают многочисленные режущие инструменты и абразивные материалы [1-2].

Кубическая модификация диоксида циркония обладает большей прочностью, чем тетрагональная и моноклинная модификации, однако низкая трещиностойкость, в совокупности с низкой теплопроводностью и высоким коэффициентом теплового расширения накладывают определенные ограничения на использование материалов на основе ZrO_2 в качестве огнеупоров и теплоизоляторов [3-4].

Оксид магния (MgO) обладает на порядок большей теплопроводностью, однако невысокая прочность снижает его функциональный потенциал. Создание композита на основе $ZrO_2 - MgO$ может позволить достичь нового уровня эксплуатационных характеристик пористых материалов функционального назначения. Целью данной работы является исследования влияния состава на прочностные свойства пористого композита $ZrO_2 - MgO$.

В работе исследованы композиционные керамические материалы на основе стабилизированного оксидом магния диоксида циркония и оксида магния в широком диапазоне содержания компонентов. В качестве порообразователя применялись частицы сверхвысокомолекулярного полиэтилена. Образцы пористых керамических композитов получены прессованием порошковых смесей при давлении 200 МПа с последующим отжигом парообразующих частиц при 300 °С и спеканием при 1600 °С с выдержкой 10 минут, 1, 3 и 10 часов.

Морфология образцов исследована с помощью растровой электронной микроскопии. Предел прочности при сжатии измерен с помощью универсальной испытательной машины Devotrans с постоянной скоростью сжатия 0.01 мм·с⁻¹.

Структура образцов представлена двумя видами пор: формирование микропор обусловлено наличием пустот между частицами порошка после прессования. Макропоры образуются вследствие испарения сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ). Размеры микропор составляют около 2-3 мкм, но при увеличении времени спекания увеличиваются до 6-8 мкм. При минимальной длительности спекания размер макропор находится в диапазоне от 42 до 52 мкм, уменьшаясь до 16-19 мкм при спекании в течение 600 мин.

Таблица 1 – Средний размер микро и макропор, мкм

MgO, мас. %	10 мин		60 мин		180 мин		600 мин	
	микро	макро	микро	макро	микро	макро	микро	макро
0	3,2±0,2	43,1±2,2	2,9±0,1	38±1,9	3,3±1,2	30,9±1,5	8,8±0,44	17,1±0,8
25	2,8±0,1	52,2±2,6	3±0,2	38,4±1,9	3,4±0,2	35,2±1,8	8,8±0,44	18±0,9
50	2,9±0,2	50,2±2,5	3,1±0,2	38,8±1,9	3,6±0,2	33,4±1,7	6,9±0,35	19,1±0,9
75	3,1±0,2	42,2±2,1	2,9±0,1	39,7±2	3,1±0,2	31,2±1,7	6,3±0,31	16,5±0,8
100	2,7±0,1	44,4±2,22	2,6±0,13	39,3±1,96	3±0,15	31,6±1,58	6,3±0,31	18,5±0,9

На рисунке 1 представлено распределение величины предела прочности в зависимости от содержания MgO. Видно, что стабилизированный ZrO₂ имеет наибольшую прочность. Увеличение концентрации MgO приводит к снижению σ от 80 до 10 МПа.

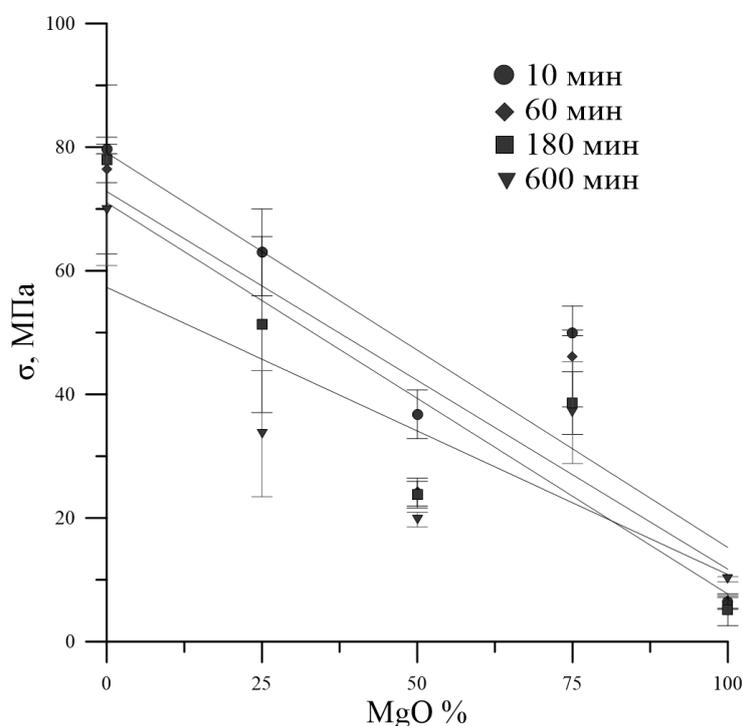


Рисунок 1 – Зависимость предела прочности от % MgO

Исследования выполнены при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования (соглашение RFMEFI58417X0026) на аналитическом оборудовании Томского регионального центра коллективного пользования.

Список литературы

1. Получение нанопорошков диоксида циркония / Жуков А.В. [и др.] // Успехи в химии и химической технологии. – 2013. – Т. 27, вып. 6. – С. 33–37.
2. Синтез и физико-механические свойства керамических материалов на основе диоксида циркония для вертебрологии / Т. Ю. Саблина, М. В. Григорьев, А. Д. Пшеничный и др. // Перспективные материалы с иерархической структурой для новых технологий и надежных конструкций: международная конференция, 21-25 сентября 2015 г., Томск, Россия: тезисы докладов. Томск, 2015. С. 200-201.
3. Термостойкие керамические композиты на основе диоксида циркония / Промахов В.В. [и др.] // Новые огнеупоры. – 2015. – № 11. – С. 39-44.
4. Шутилова Е.С. Исследование фазового состава и параметров тонкой кристаллической структуры градиентной керамики на основе ZrO₂ / Е.С. Шутилова, С.П. Бужакова, С.Н. Кульков // Перспективные материалы с иерархической структурой для новых технологий и надежных конструкций: международная конференция, 21-25 сентября 2015 г., Томск, Россия: тезисы докладов. Томск, 2015. С. 240-241.