

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВЯЗУЮЩИХ НА ZrO₂-КЕРАМИКУ

А. В. ФЕЛОФЬЯНОВА, Н. Ю. ЧЕРКАСОВА, Р. И. КУЗЬМИН, Р. С. ВОРОБЬЕВ

Новосибирский государственный технический университет

E-mail: aniytka1993@mail.ru

Диоксид циркониевая керамика обладает относительно высокой трещиностойкостью, высокой прочностью и низкой теплопроводностью, благодаря чему он используется в различных областях промышленности. Легирование оксидом иттрия позволяет стабилизировать тетрагональную модификацию диоксида циркония, но сопровождается сегрегацией легирующего элемента из объема зерна к границе в процессе спекания. Подобное явление приводит к сдерживанию роста зерен в процессе спекания и, с одной стороны, формированию мелкозернистой структуры, но в то же время, к сохранению в материале дефектов в виде пор и трещин, сформировавшихся на этапе прессования [1, 2]. Дефектность компактов зависит от характеристик пресс-порошка, которыми можно управлять, варьируя технологические добавки. В частности, интерес представляет использование высокомолекулярных полиэтиленгликолей (ПЭГ) [3, 4]. Целью данного исследования является оценка влияния ПЭГ различной молекулярной массы на получение высокоплотной высокопрочной диоксид циркониевой керамики.

В качестве исходного материала был использован диоксид циркония, стабилизированный 3 мол. % оксида иттрия (3Y-ZrO₂), марки PSZ-5.5YS (Stanford Materials). Технология изготовления экспериментальных материалов включала в себя стадии диспергирования, гранулирования, прессования, спекания. Перед гранулированием в суспензию вводились органические добавки: ПЭГ 6000, ПЭГ 1500, ПЭГ 400. Обоснование применяемых режимов технологических переделов представлено в работе [5].

Микроструктурные исследования были проведены на растровом электронном микроскопе CarlZeiss EVO 50. Плотность спеченных экспериментальных образцов оценивали методом гидростатического взвешивания по ГОСТ 2409-95. Прочностные испытания по схеме трёхточечного нагружения проводили по ГОСТ 24409-80 на универсальной испытательной установке Instron 3369.

С целью оценки влияния молекулярной массы связующего было подготовлено 4 серии пресс-порошков, из которых были получены экспериментальные образцы, характеристики которых представлены в таблице 1. Детальный анализ структуры показал, что в материалах 1-3 серии наблюдается наличие клиновидных и сферических пор, как показано на рисунке 1 а, б, в. В материале 4 серии присутствуют дефекты в виде тройных стыков гранул.

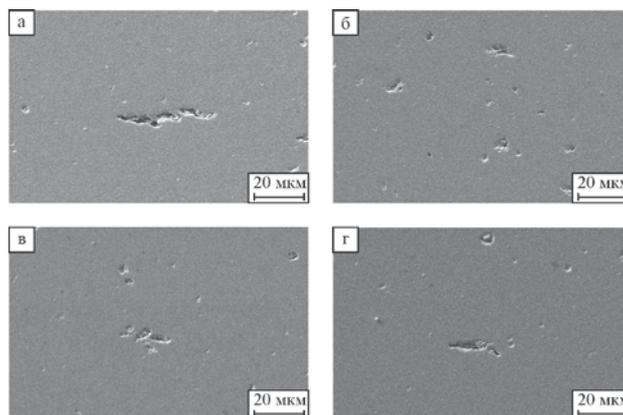


Рисунок 1 – Микроструктура образцов: а – 1 серия; б – 2 серия; в – 3 серия; г – 4 серия.

Секция 4. Силикатные и тугоплавкие неметаллические материалы из природного и технического сырья

Зафиксировано, что молекулярная масса технологических добавок не оказала влияния на плотность компактов и спеченных образцов.

Прочностные испытания показали, что наибольшей прочностью обладает материал 2 серии, при подготовке которого использовали ПЭГ 6000 в количестве 2 масс. %. Материал 4 серии, в структуре которого зафиксировано наличие тройных стыков гранул, показал наиболее низкую прочность.

Таблица 1 – Характеристики экспериментальных серий

№	Технологическая добавка	Относительная плотность компактов, % от теор.	Относительная плотность спеченных образцов, % от теор.	Предел прочности на трехточечный изгиб, МПа
1	ПЭГ 1500 2 масс. %	50 ± 1	96 ± 1	815 ± 50
2	ПЭГ 6000 2 масс. %	50 ± 1	95 ± 1	905 ± 50
3	ПЭГ 6000 1 масс. % + ПЭГ 400 1масс. %	50 ± 1	95 ± 1	875 ± 50
4	ПЭГ 1500 1 масс. % + ПЭГ 6000 1 масс. %	50 ± 1	95 ± 1	530 ± 50

По результатам проведенных исследований установлено, что дефектность микроструктуры коррелирует с показателями прочности спеченного материала. Поры сферической формы оказывают меньшее влияние на снижение прочности, чем клиновидные трещины. Использование ПЭГ 6000 позволяет получить достаточно упругие гранулы для равномерного распределения в пресс-форме и, в то же время, достаточно хрупкие гранулы для полного разрушения в процессе прессования. Предположительно, гранулы пресс-порошков 4 серии обладают чрезмерной упругостью и давления прессования в 100 МПа оказалось недостаточно для их полного разрушения.

Работа выполнена в Новосибирском государственном техническом университете при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках реализации комплексного проекта по созданию высокотехнологичного производства (договор № 02.G25.31.0144 от 01.12.2015 г.).

Список литературы

1. Веселов С. В. и др. структура и механические свойства керамических материалов системы $Al_2O_3-ZrO_2$ // Научный вестник Новосибирского государственного технического университета. – 2016. – №. 4. – С. 207-217.
2. Goto T., Fu Z., Zhang L. Grain boundary segregation-induced phase transformation and grain growth in Y_2O_3 -stabilized ZrO_2 polycrystals // Key Engineering Materials. – 2014. – V. 616 – pp. 8-13.
3. Adolfsson E., Shen Z. Effects of granule density on strength and granule related defects in zirconia // Journal of the European Ceramic Society. – 2012. - № 32. – pp. 2653-2659.
4. Baklouti S., Chartier T., Gault C., Baumard J. F. The effect of binders on the strength and young's modulus of dry pressed alumina // Journal of the European Ceramic Society. – 1997. - № 18. – pp. 323-328.
5. Белоусова Н. С., Веселов С. В., Черкасова Н. Ю., Кузьмин Р. И., Фелофьянова А. В., Перепелкин М. Ю. Получение плотной оксидной керамики путем управления влажностью пресс-порошка // Материалы и технологии новых поколений в современном материаловедении: Сборник трудов Международной конференции. – Томск, 2016. – Т. 1. – С. 191-195.