

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И ФИЗМКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ ZrO_2 И Al_2O_3

Ван Ифань, Ван Дакунь

Научный руководитель: доцент, к.т.н. С.В. Матренин
Национальный исследовательский Томский политехнический университет
E-mail: ifan1@tpu.ru

Введение

Керамика на основе диоксида циркония является весьма перспективным конструкционным и функциональным материалом. Известно, что перспективны в качестве добавок к керамике на основе ZrO_2 оксиды алюминия и иттрия [1, 2]. Наиболее распространенными методами получения прочной керамики являются методы порошковой технологии [3].

Тем не менее, широкому практическому распространению порошковой технологии в производстве керамики препятствует, как правило, не высокий уровень механических свойств полученных изделий [4]. Поэтому проблема активирования процессов консолидирования керамики имеет важное практическое значение.

Эксперимент

Использовали промышленный нанокристаллический оксидный порошок (НП) $Al_2O_3 - ZrO_2 - Y_2O_3$, полученный методом плазмохимического синтеза. ПХС имеют характерную форму полых сфер, состоящих из нанокристаллитов и аморфизированной межкристаллитной фазы. Содержание компонентов в системе $Al_2O_3 - ZrO_2 - Y_2O_3$ варьировали так, чтобы получить доэвтектический, эвтектический и заэвтектический составы. Отжиг смесей при 1450 °С проводили при в электрической печи сопротивления в воздушной атмосфере для получения $\alpha-Al_2O_3$.

Механическая обработка исходных порошков была проведена в энергонапряжённой планетарной шаровой мельнице «Активатор 2SL». Обработанные порошки просеивали через сито на виброприводе для получения фракции < 40 мкм и пластифицировали водным раствором (КМЦ12)Прессование.

Спекание прессовок проводили в высокотемпературной печи сопротивления при температуре 1700 °С, время выдержки составило 1 ч. Плотность спеченных образцов ρ определяли методом гидростатического взвешивания в 96%-ом этиловом спирте. Также рассчитывали относительную плотность образцов Θ . Образцы полировали алмазными пастами, полученные микрошлифы исследовали с помощью микроскопического комплекса «Лабомет-М».

Индентирование осуществляли с помощью прибора Nano Indenter G200. Прочность спеченной керамики определяли по методике «Scratch Testing».

В таблице 1 приведены физико-механические характеристики спеченных образцов, определенных по методике наноинdentирования.

На рисунке 1 показана микроструктура поверхности спеченных образцов после травления.

Видно, что наименьшую пористость имели спеченные образцы № 3 и 4. Эти данные коррелируют результатами определения плотности, твердости и прочности спеченных образцов (табл. 1).

Таблица 1. Физико-механические свойства спеченной керамики

№	Содержание, мас. %	E_T , МПа	H_T , МПа	H_{MS} , МПа	σ , МПа
1	99,6% $Al_2O_3 - 0,4\% MgO$	422217	19870	12204	18
2	98,6% $Al_2O_3 - 0,4\% MgO - 1\% TiO_2$	400126	23286	12916	272
3	97,6% $Al_2O_3 - 0,4\% MgO - 2\% TiO_2$	440494	22658	14021	78
4	95,6% $Al_2O_3 - 0,4\% MgO - 4\% TiO_2$	178267	9913	6437	38
5	94,6% $Al_2O_3 - 0,4\% MgO - 5\% SiO_2$	427240	17495	13505	480
6	89,6% $Al_2O_3 - 0,4\% MgO - 10\% SiO_2$	292791	19992	9933	48
7	76,1% $Al_2O_3 - 21,8\% ZrO_2 - 2,1\% Y_2O_3$	356027	18519	11288	71
8	31,7% $Al_2O_3 - 62,2\% ZrO_2 - 6,1\% Y_2O_3$	329258	22095	12550	193
9	16,6% $Al_2O_3 - 76\% ZrO_2 - 7,4\% Y_2O_3$	439240	24351	13779	274
10	92,9% $ZrO_2 - 7,1\% Y_2O_3$	230826	14908	8314	93

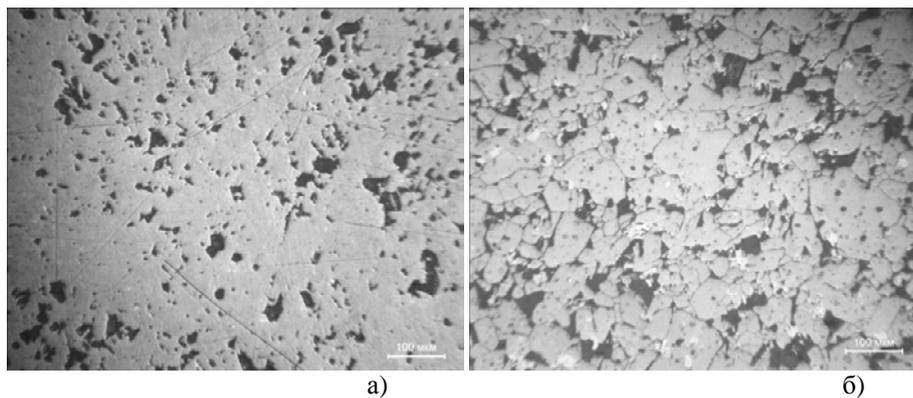


Рис. 1. Структура спеченных образцов после травления: а) №3; б) №4

Выводы

1. Установлено положительное влияние добавление MgO и TiO₂ в количестве не более 1 мас.% на спекаемость и физико-механические характеристики корундовой керамики.
2. Добавление 5% по массе SiO₂ к Al₂O₃ реализует механизм жидкофазного спекания керамики, что приводит к повышению ее плотности и прочности до 480 МПа (табличное значение прочности при изгибе высокоплотной корундовой керамики не превышает 400 МПа).
3. Введение в порошки корунда добавок субмикронного порошка TiO₂ приводит при последующем спекании к образованию твёрдого раствора вычитания TiO₂ в α-Al₂O₃, решётка которого имеет повышенную диффузионную способность и активирует процесс спекания.

Список литературы

1. Калинович Д.Ф., Кузнецова Л.И., Денисенко Э.Т. Диоксид циркония: свойства и применение // Порошковая металлургия. – 1987. – №. 1. – С. 98–102.
2. Балкевич В.Л. Техническая керамика : учеб. пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Стройиздат, 1984. – 256 с.
3. Анциферов В.Н., Бобров Г.В. и др. Порошковая металлургия и напылённые покрытия : учеб. пособие для вузов / под ред. Б.С. Митина. – М. : Металлургия, 1987. – 792 с.
4. Матренин С.В., Слосман А.И. Техническая керамика : учебное пособие – Томск : Изд-во ТПУ, 2004.