

КЕРАМИКА НА ОСНОВЕ ЧАСТИЧНО СТАБИЛИЗИРОВАННОГО ДИОКСИДА ЦИРКОНИЯ

О.С. Толкачёв, А.А. Качаев

Научный руководитель: профессор, д.ф.м.н. Ю.Ф. Иванов
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050
E-mail: ole.ts@mail.ru

CERAMICS BASED ON PARTIALLY STABILIZED ZIRCONIA

O.S. Tolkachyov, A.A. Kachaev

Scientific Supervisor: Prof., Dr. Yu.F. Ivanov
Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050
E-mail: ole.ts@mail.ru

Ultrasonic influence while compacting is significantly affects the phase composition and the defect substructure of powder materials based on zirconium dioxide partially stabilized with yttrium. The issue of ultrasonic exposure influence while consolidation on the structure and properties of ceramics manufactured from this powder is still open.

Структура и свойства конструкционной керамики существенным образом зависят от состояния исходных компонентов (фазового и элементного составов, дисперсности, морфологии исходных порошков), метода их получения, компактирования и последующего спекания [1]. Одним из перспективных направлений производства конструкционной керамики является метод сухого одноосного прессования нанопорошков при одновременном воздействии мощных ультразвуковых колебаний, способствующих снижению пристеночного и межчастичного трения, что позволяет достигать более плотной упаковки частиц порошка и, соответственно, более высокой плотности прессовок любой геометрии [2]. В процессе прессования керамических ультрадисперсных порошков действием ультразвуковых колебаний можно влиять на дисперсность, морфологию, упругопластические свойства, плотность прессовки, однородность ее микроструктуры [3].

В предыдущих работах [4-5] было установлено, что ультразвуковое (УЗ) воздействие в процессе компактирования существенным образом влияет на фазовый состав и дефектную субструктуру порошковых материалов на основе частично стабилизированного иттрием диоксида циркония. Открытым остается вопрос влияния УЗ-воздействия в процессе консолидации на структуру и свойства керамики.

Цель настоящей работы – изучение влияния УЗ-воздействия в процессе компактирования на микроструктуру и фазовый состав керамики на основе частично стабилизированного иттрием диоксида циркония.

В качестве материала для изготовления керамики использовали порошки марки TZ-3YS (Tosoh, Япония) состава ZrO_2 , стабилизированного добавкой Y_2O_3 (3 мол.%). Прессовки изготавливали сухим одноосным прессованием при давлении 400 МПа в двух режимах: без воздействия ультразвука и с УЗ-воздействием ($P=0,8$ кВт). Спекали спрессованные изделия на воздухе при температуре 1500 °С с выдержкой в течении 2 ч. Скорость нагрева составляла до 1200 °С – 600 °С/ч, от 1200 °С – 100 °С/ч. Фазовый состав керамики определяли методом рентгенофазового анализа (прибор Shimadzu XRD 7000);

микроструктуру поверхности керамики изучали методом сканирующей электронной микроскопии (прибор JEOL JSM-7500F). Плотность изготовленной керамики близка к теоретической (таблица 1).

Таблица 1. Плотность керамики на основе диоксида циркония

Сухое одноосное прессование			Сухое одноосное прессование +УЗ-воздействие		
ρ , г/см ³	ρ , %	$\langle \rho \rangle$, %	ρ , г/см ³	ρ , %	$\langle \rho \rangle$, %
6,04	99,91	99,36	5,99	99,10	99,32
5,99	99,12		6,01	99,34	
6,03	99,74		6,00	99,18	
5,97	98,65		6,03	99,67	

Результаты рентгенофазового анализа спеченной керамики показали, что независимо от режима компактирования (с ультразвуком или без ультразвука) формируется однофазный материал: на рентгенограммах четко фиксируется лишь одна модификация диоксида циркония – тетрагональная.

Исследование микроструктуры керамики осуществляли методами сканирующей электронной микроскопии. Характерные электронно-микроскопические изображения структуры хрупкого излома керамики приведены на рис. 1.

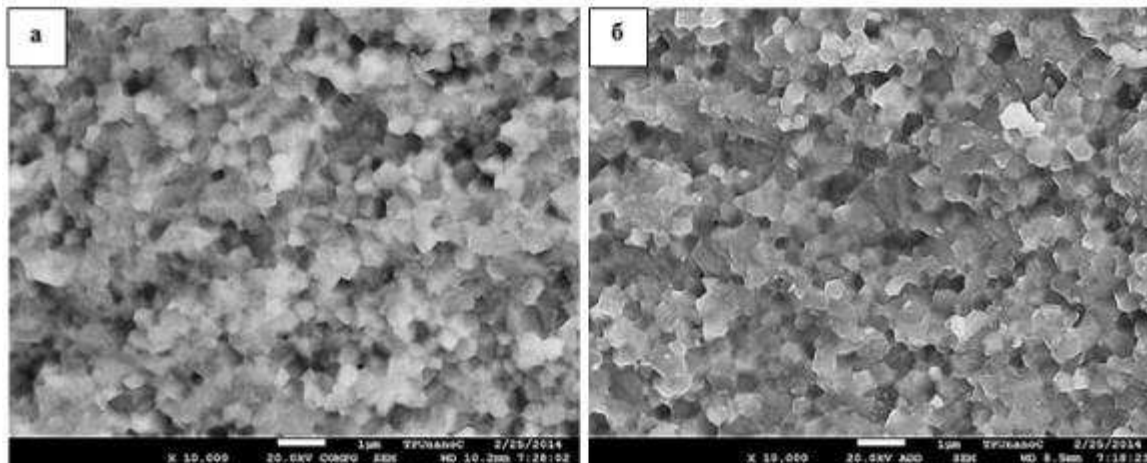


Рис. 1. Микроструктура поверхности скола керамики на основе диоксида циркония: а – изготовленной с применением технологии УЗ-компактирования; б – микроструктура керамики, изготовленной без применения ультразвука при компактировании

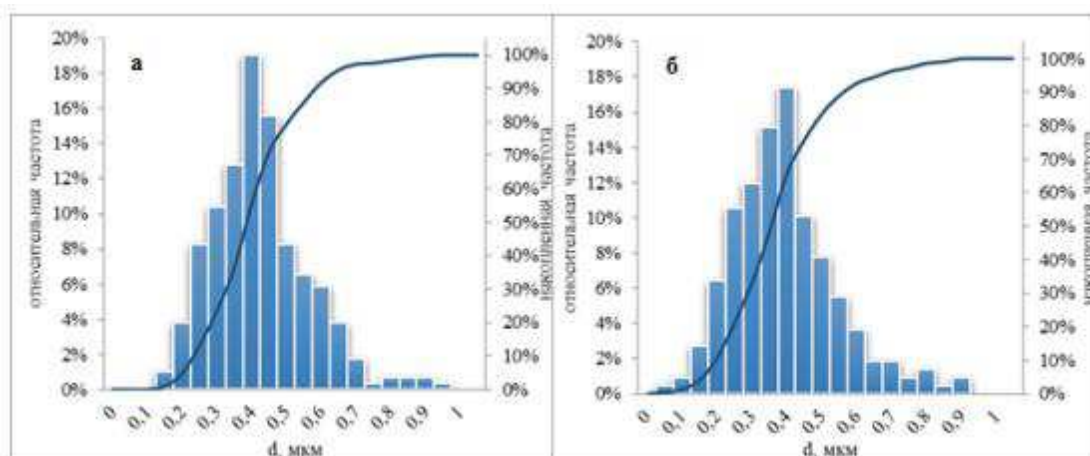


Рис. 2. Распределение зерен в керамике по размерам: а - керамика, изготовленная с применением технологии УЗ-компактирования, б – керамика, изготовленной без применения ультразвука при компактировании

По изображениям структуры на сколах был выполнен анализ размеров кристаллитов керамики. Результаты анализа представлены на рис. 2. Отчетливо видно, что независимо от способа

компактирования наблюдается мономодальное распределение зерен керамики по размерам, близкое к распределению Гаусса. Средние размеры кристаллитов в обеих керамиках близки: 0,37 мкм, для керамики, изготовленной без применения ультразвука при компактировании и 0,39 мкм изготовленной с применением технологии УЗ-компактирования. Использование технологии УЗ-компактирования способствует формированию более однородного по размерам кристаллитов материала, а именно меньшему разбросу размеров кристаллитов и росту общего числа их в интервале от 0,35 мкм до 0,5 мкм

Выводы Используемая в работе технология и режимы спекания позволяют сформировать из порошка частично стабилизированного иттрием диоксида циркония состава $ZrO_2 + 3 \% Y_2O_3$ (моль) однофазный материал, представленный тетрагональной модификацией диоксида циркония.

Применение метода УЗ компактирования приводит к формированию керамики, характеризующейся более однородной (по сравнению с керамикой, компактированной без применения ультразвука) зеренной структурой (меньшим разбросом размеров зерен и росту общего числа частиц в интервале от 0,35 мкм до 0,5 мкм).

Работа выполнена в рамках государственного задания «Наука».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шевченко В.Я., Баринев С.М. Техническая керамика. – М.: Наука, 1993. – 197 с.
2. Эффекты мощного ультразвукового воздействия на структуру и свойства наноматериалов: учеб. пособие / О.Л. Хасанов, Э.С. Двилис, В.В. Полисадова, А.П. Зыкова. – Томск: изд. ТПУ, 2009. – 148 с.
3. Хасанов О.Л., Двилис Э.С., Похолков Ю.П., Соколов В.М. Механизмы ультразвукового прессования керамических нанопорошков // Перспективные материалы. – 1999. – № 3. – С. 88–94.
4. Толкачев О.С., Иванов Ю.Ф., Хасанов О.Л. и др. Фазовый состав и дефектная субструктура нанопорошков на основе диоксида циркония, модифицированных мощным ультразвуковым воздействием // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2013. – № 7/2. – С. 356–361.
- 5/ Абзаев Ю.А., Толкачев О.С., Филимонов С.Ю., Иванов Ю.Ф. Дифракционный анализ обработанных мощным ультразвуком порошков стабилизированного иттрием диоксида циркония // Первая всероссийская научная конференция молодых ученых с международным участием «Перспективные материалы в технике и строительстве» (ПМТС-2013). – Томск, 2013. – С. 261–264.