

ПРОЦЕСС КОМПАКТИРОВАНИЯ ПОРОШКОВ СОСТАВА (МОЛЬ%) $97\text{ZrO}_2-3\text{Y}_2\text{O}_3$

А.Б. Петрова

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Суржиков А.П., д.ф.-м.н., профессор, заведующий
кафедрой физических методов и приборов контроля качества ТПУ*

В современном обществе постоянно возрастают требования к качеству используемых на производстве материалов. Одним из таких материалов, широко используемым в различных областях промышленности, является циркониевая керамика (ZrO_2). Процесс производства циркониевой керамики включает в себя этап компактирования порошков. Одним из факторов, оказывающих влияние на характеристики компактов, является способ получения порошка, из которого их изготавливают.

Целью данной работы является сравнение кажущейся плотности и открытой пористости компактов состава (моль%) $97\text{ZrO}_2-3\text{Y}_2\text{O}_3$, выполненных из двух видов порошка – коммерческого, полученного методом гидролиза (TOSOH, Япония) и ультрадисперсного, полученного плазмохимическим способом (АО СХК, Россия).

Для проведения экспериментальных исследований были изготовлены 24 образца керамики состава (моль%) $97\text{ZrO}_2-3\text{Y}_2\text{O}_3$, первая партия из которых была выполнена из плазмохимического порошка ZrO_2 , произведенного АО «Сибирский Химический Комбинат». Порошки, получаемые методом плазмохимического синтеза, имеют невысокие технологические характеристики из-за сферической формы порошинок [1]. Исследования авторов [2, 3] показали зависимость свойств керамики от размера зерен ZrO_2 . Так, для получения мелкозернистой высокоплотной керамики лучше всего подходят гомогенные, ультрадисперсные порошки с однородным распределением частиц по размерам [4]. Поэтому, для улучшения морфологии и повышения однородности гранулометрического состава, порошок был обработан в планетарной мельнице «Активатор 2SL» в течение 15 минут. Вторая партия образцов была выполнена из порошка, произведенного японской корпорацией «TOSOH», и не подвергалась механической активации.

Образцы формовали сухим одноосным статическим прессованием в виде таблеток диаметром 12 мм и толщиной $\sim 1,4$ мм при давлении 130 МПа. Плотность полученных образцов составила $\sim 2,9$ г/см³.

Спекание образцов осуществлялось в печи сопротивления СНОЛ. Спекание представляет собой процесс уплотнения поликристаллических веществ при термообработке, за счет которого происходит умень-

шение объема пор, рост зерен, изменение их формы и укладки, и, как следствие, происходит повышение прочности и плотности спекаемого образца [5]. Нагрев печи осуществлялся с линейной скоростью 10°С/мин до 1400 °С, время выдержки образцов составило 120 минут.

Кажущаяся плотность спеченных образцов была определена методом гидростатического взвешивания с использованием аналитических весов Shimadzu AUW-220D. Расчет кажущейся плотности производился по следующей формуле [6]:

$$\rho_k = \rho_{\text{жид}} \cdot \frac{m_{\text{сух}}}{m_{\text{нас. жид}} - m_{\text{H}_2\text{O}}},$$

где $\rho_{\text{жид}}$ – плотность дистиллированной воды, г/см³; $m_{\text{сух}}$ – масса сухого образца, г; $m_{\text{нас. жид}}$ – масса образца, насыщенного дистиллированной водой, г; $m_{\text{H}_2\text{O}}$ – масса образца, погруженного в дистиллированную воду, г.

Насыщение образцов дистиллированной водой проходило в течение суток в стеклянных бюксах.

Открытая пористость образцов определялась по следующей формуле [6]:

$$\theta_{\text{откр}} = \frac{m_{\text{нас. жид}} - m_{\text{сух}}}{m_{\text{нас. жид}} - m_{\text{H}_2\text{O}}} \cdot 100 \%,$$

где $m_{\text{нас. жид}}$ – масса образца, насыщенного дистиллированной водой, г; $m_{\text{сух}}$ – масса сухого образца, г; $m_{\text{H}_2\text{O}}$ – масса образца, погруженного в дистиллированную воду, г.

В табл. 1 представлены значения кажущейся плотности и открытой пористости компактов.

Таблица 1

Кажущаяся плотность и открытая пористость компактов состава (моль%) 97ZrO₂ – 3Y₂O₃

Образцы	ρ_k , г/см ³	$\theta_{\text{откр}}$, %
Компакты TOSOH	5,9 ± 0,1	1,2 ± 0,5
Компакты СХК	5,4 ± 0,2	5,8 ± 0,6

Таким образом, в данной работе показано, что способ изготовления порошков состава (моль%) 97ZrO₂ – 3Y₂O₃ оказывает существенное влияние на их компактируемость. Кажущаяся плотность компактов, изготовленных из коммерческого порошка фирмы TOSOH, полученного методом гидролиза, составила ~5,8 г/см³, для компактов, изготовленных из порошка, полученного плазмохимическим способом ~5,49 г/см³.

Механическая активация порошков позволяет улучшить показатели кажущейся плотности и открытой пористости.

Список информационных источников

1. Гынгазов С.А., Васильев И.П. К вопросу об определении фазового состава в объеме образцов циркониевой керамики // Системы. Методы. Технологии: научный журнал. – 2013. – № 2 (18). – С. 102–105.
2. Дудник Е.В., Зайцева З.А., Шевченко А.В. и др. Методы получения дисперсных порошков на основе диоксида циркония // Порошковая металлургия. – 1993. – № 7. – С. 24–26.
3. Анциферов В.Н., Севастьянов И.Г. Влияние тонкого измельчения на структуру и свойства диоксида циркония // Огнеупоры. – 1994. – № 2. – С. 2.
4. Чухарев В.Ф., Студенкин Г.В., Чухарев В.Ф., Мохонь Т.В. Особенности переработки нанопорошков YSZ и электропроводность керамики на их основе // Твердооксидные топливные элементы: сборник научно-технических статей. – 2003. – С. 58–76.
5. Перспективные неорганические материалы со специальными функциями [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/materials/eag4a.pdf> 22.09.2016
6. ГОСТ 2409-2014. Огнеупоры. Метод определения кажущейся плотности, открытой и общей пористости, водопоглощения. – М.: Стандартинформ, 2014 – 8 с.