

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ СПЕКАНИЯ НА ФАЗОВЫЙ СОСТАВ ЦИРКОНИЕВОЙ КЕРАМИКИ, СОДЕРЖАЩЕЙ ОКСИД МЕДИ

Евдокимова М.Д., Порозова С.Е., Чувашов В.Э.

*Пермский национальный исследовательский политехнический университет,
г.Пермь*

Ключевые слова: диоксид циркония, оксид меди, фазовый состав, моноклинная модификация.

Аннотация. Методом спектроскопии комбинационного рассеяния света изучено влияние добавки оксида меди на фазовый состав диоксида циркония, стабилизированного 3 % (мол.) оксида иттрия. Оксид меди вводили в виде соли при совместном осаждении с солями циркония и иттрия. Содержание оксида меди в готовом порошке 6 % (мол.). Установлено, что зафиксировать наличие соединений меди на КР-спектрах не удастся. По-видимому, значительные количества оксида меди либо находятся в виде соединения, образующего аморфную фазу, либо включены в кристаллическую решетку диоксида циркония.

EFFECT OF SINTERING TEMPERATURE ON THE PHASE COMPOSITION OF ZIRCONIA CERAMICS CONTAINING COPPER OXIDE

Evdokimova M.D., Porozova S.E., Chuvashov V.E.

Perm National Research Polytechnic University, Perm

Keywords: zirconia, copper oxide, phase composition, monoclinic modification.

Abstract. The Raman spectroscopy method was used to study the effect of the addition of copper oxide on the phase composition of zirconia stabilized with 3% (mol.) yttrium oxide. Copper oxide was introduced as a salt by co-precipitation with zirconium and yttrium salts. The content of copper oxide in the finished powder is 6% (mol.). It was established that the presence of copper compounds in the Raman spectra cannot be detected. Apparently, significant amounts of copper oxide are either in the form of a compound forming an amorphous phase or are included in the crystal lattice of zirconium dioxide.

Диоксид циркония и композиционные материалы на его основе представляют значительный интерес как керамические материалы для различных областей современной техники. Например, высокая прочность и трещиностойкость, устойчивость в агрессивных средах делают диоксид циркония перспективным материалом для изготовления подвергающихся трению деталей, в частности, подшипников скольжения. В настоящее время керамические подшипники, в том числе и из диоксида циркония, выпускают как зарубежные, так и отечественные фирмы. Тем не менее, улучшение таких характеристик материала, как коэффициент трения и скорость износа, по-прежнему остается актуальной задачей.

Известно [1], что снижения коэффициента трения и износа материала можно достичь введением оксида меди в стабилизированный оксидом иттрия диоксид циркония. Цель представленной работы – изучение влияния добавки оксида меди на фазовый состав диоксида циркония, стабилизированного 3% (мол.) оксида иттрия, при термической обработке.

В качестве исследуемого состава выбрали стабилизированный 3% (мол.) оксида иттрия диоксид циркония с добавкой 6% (мол.) оксида меди (далее обозначен как Zr-3Y-6Cu). Выбор обусловлен тем, что в такой системе предполагается [2] возможность образования соединения $Y_2Cu_2O_5$, оксиды, для синтеза которого, взяты в стехиометрическом соотношении [3, 4]. Порошок для исследования получали в лабораторных условиях по авторской методике осаждением из водно-спиртового раствора соответствующих солей с полимерными добавками. При реализации этого метода, как показывают многочисленные эксперименты с получением различных оксидных порошков, синтезированный продукт представляет собой нанодисперсный порошок с размером частиц 25-35 нм. Консолидацию порошка осуществляли методом холодного полусухого одноосного прессования в стальной пресс-форме при давлении 200 МПа. Исследования закономерностей спекания проводили с помощью термомеханического анализатора/дилатометра «*SENTSYS Evolution 24*» (*Setaram*, Франция) в атмосфере аргона. Фазовый состав полученных образцов изучали методом спектроскопии комбинационного рассеяния света (КР-спектроскопии, рамановской спектроскопии) на многофункциональном спектрометре *Senterra (Bruker*, Германия) при длине волны излучающего лазера 532 нм. Элементный состав после термических обработок определяли методом рентгенофлуоресцентного анализа на энергодисперсионном спектрометре *EDX-800H (Shimadzu*, Япония).

После прокаливания при температуре 550 °С порошок представлял собой диоксид циркония тетрагональной модификации, другие кристаллические фазы не фиксировались. После прокаливания при 700 °С существенно уменьшилась интенсивность пиков тетрагональной модификации. Слабо проявились и 3 пика, не относящиеся ни к тетрагональной, ни к моноклинной модификациям диоксида циркония [3].

По результатам термомеханического анализа (ТМА) выбраны 3 критические температуры, сопровождавшиеся термическими эффектами: 1070, 1150 и 1250 °С. При этих температурах провели спекание образцов в воздушной атмосфере в течение 2 ч.

На рисунке 1 приведены КР-спектры полученных образцов. Съёмка проведена в одинаковых условиях. После спекания при 1070 °С фазовый состав образцов представлен моноклинной модификацией диоксида циркония. Тетрагональная модификация отсутствует полностью. К диоксиду циркония не могут быть отнесены только 2 пика: при 1008 cm^{-1} и 97 cm^{-1} . При увеличении температуры спекания интенсивность пиков становится заметно слабее, но их положение не изменяется. Единственной четко идентифицируемой фазой остается моноклинный диоксид циркония.

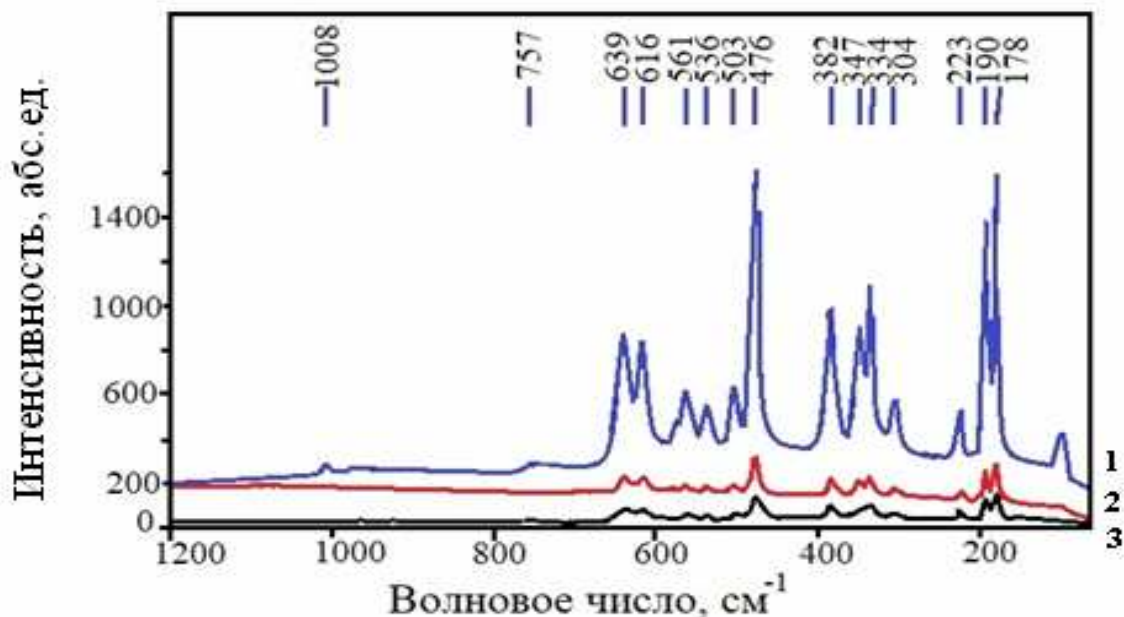


Рис. 1. КР-спектры образцов Zr–3Y–6Cu после спекания:
1 – при 1070 °С; 2 – при 1150 °С; 3 – при 1250 °С

В данном случае значительные количества оксидов иттрия и меди либо находятся в виде соединения, образующего аморфную фазу, либо включены в кристаллическую решетку диоксида циркония. Так, на КР-спектрах различных модификаций диоксида циркония не фиксируются стабилизирующие добавки, даже в том случае, если их содержание значительно и позволяет стабилизировать кубическую фазу диоксида циркония [3].

Список литературы

1. Dry-sliding self-lubricating ceramics: CuO doped 3Y-TZP / Shen Ran, Louis Winnubst, Dave H.A. Blank, Henry R. Pasarihu, Jan-Willem Sloetjes, Dik J. Schipper // *Wear*. 267. (2009). 1696-1701. doi:10.1016/j.wear.2009.06.033.
2. Interaction of Copper Oxide with Zirconium Dioxide Stabilized with Yttrium Oxide / S.E. Porozova, L.D. Sirotenko, V.O. Shokov, A.A. Gurov // *Refractories and Industrial Ceramics*. 2016. 57(3), 321-324. DOI 10.1007/s11148-016-9977-7.
3. Nanocrystalline zirconia-yttria system—a Raman study / A. Ghosh, A.K. Suri, M., Thomas S. Pandey, T.R. Rama Mohan, B.T. Rao // *Materials Letters*. 2006. Vol. 60. Iss. 9–10. P. 1170–1173. DOI: 10.1016/j.matlet.2005.10.102.
4. Infrared and Raman spectra of $Y_2Cu_2O_5$ / Z.V. Popović, C. Thomsen, M. Cardona, R. Liu, G. Stanišić, and W. König // *Z. Phys. B - Condensed Matter* 72, 13-16 (1988).

Сведения об авторах:

Порозова Светлана Евгеньевна – д.т.н., доцент, профессор кафедры «Механика композиционных материалов и конструкций», ПНИПУ, Пермь;

Евдокимова Мария Дмитриевна – магистрант ПНИПУ, Пермь;

Чувашов Вячеслав Эдуардович – аспирант ПНИПУ, Пермь.