

УДК 661.862+ 666.651

ПОЛУЧЕНИЕ КЕРАМИЧЕСКИХ ОКСИДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ НАНОСТРУКТУРНЫХ ПОРОШКОВ

Т.М. УЛЬЯНОВА, Л.В. ТИТОВА, * А.А. ШЕВЧЕНОК

Государственное научное учреждение
«ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ НАН Беларуси»

*Государственное научное учреждение
«ИНСТИТУТ ПОРОШКОВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ НАН Беларуси»

Минск, Беларусь

Создание керамических материалов с высокими техническими характеристиками: термостойкостью, износостойкостью, химической стойкостью к агрессивным средам является важной задачей. Изделия из частично стабилизированного диоксида циркония (ЧСЦ) с добавками тугоплавких оксидов металлов используются в высоконагруженных узлах трения, в подшипниках скольжения, в качестве фильер и направляющих для волочения проволок, стеклянных и синтетических нитей и в других устройствах, однако их термостойкость и износостойкость не отвечают требованиям производств.

Целью настоящей работы было исследование возможности получения керамики из наноструктурных порошков ZrO_2 - Y_2O_3 - Al_2O_3 и изучения ее физико-механических и химических свойств.

Наноструктурные порошки с переменным отношением компонентов: ЧСЦ и оксида алюминия синтезировали методом, описанным в работе [1]. Исходные целлюлозные волокна пропитывались растворами с заданным отношением солей, что обеспечивало равномерное распределение компонентов по объему всего материала. Затем в процессе термообработки из солесодержащих волокон испарялась влага, происходил термолиз целлюлозы с постепенным удалением органических веществ и диссоциация введенных солей. В результате формировались нанозерна тугоплавких оксидов металлов. Синтезированные наноструктурные волокна обладали высокой пористостью (80–90 %), развитой удельной поверхностью (150–200 м²/г) и реакционной активностью. Они легко размалывались в порошки, из которых формовали заготовки и отжигали их в области температур 1500–1700 °С.

Структуру материалов изучали с помощью рентгеновских методов и электронной микроскопии. Размер наночастиц порошков определяли методом ОКР по рефлексам: α - Al_2O_3 – (012), ZrO_2 моноклинной модификации – (11 $\bar{1}$), его тетрагональной фазы – (111). Исследование физико-механических свойств, химической стойкости, термостойкости выполняли по стандартным методикам в соответствии с ГОСТ 24409-89, ГОСТ 7875-94 и ГОСТ 473.1-81. Интенсивность износа керамических образцов оценивали по размерам выработываемой лунки при вращении стального диска, находящегося в контакте с образцом.

Сформованные заготовки спекали на воздухе при температурах 1500, 1550 и 1600 °С. Плотность спеченной керамики частично

стабилизированного ZrO_2 после термообработки при $1500\text{ }^\circ\text{C}$ равнялась $5,82\text{ г/см}^3$, а после отжига при $1600\text{ }^\circ\text{C}$ – $5,96\text{ г/см}^3$, что составляло $98,8\%$ от теоретической величины. Влияние соотношения компонентов наноструктурных композиционных порошков оксидов алюминия и циркония проявлялось на физико-механических свойствах керамики. Ее плотность возрастала у составов, содержащих от 60 до 100% ЧСЦ, и убывала у составов, содержащих Al_2O_3 от 50 до 100% .

Повышение температуры отжига также вызывало увеличение плотности керамических образцов, содержащих более 20% оксида алюминия. Так, например, у состава 60% ЧСЦ: 40% Al_2O_3 плотность образцов возрастала с $5,36$ до $5,58\text{ г/см}^3$. В целом, с увеличением содержания Al_2O_3 абсолютная величина плотности керамических композитов понижалась до $5,44$ – $5,52\text{ г/см}^3$, что обусловлено меньшей истинной плотностью самого оксида алюминия, вместе с тем и открытая пористость уменьшалась до $0,1\%$. Микротвердость при нагрузке 1 кг у керамических образцов ЧСЦ составляла 1390 – 1420 кгс/мм^2 и 1990 – 2250 кгс/мм^2 – у композита 80% ЧСЦ с добавкой 20% Al_2O_3 .

Было установлено, что дисперсность и структура исходных порошков тугоплавких оксидов существенно влияют на эрозионную стойкость керамики. Экспериментально доказано, что износ керамики, спеченной из наноструктурных порошков тугоплавких оксидов, в $1,5$ – 2 раза ниже по сравнению с износом керамики аналогичного состава, полученной из порошков микронных размеров. Наибольшей износостойкостью характеризовались образцы керамики на основе оксида алюминия. Износ составлял $0,20$ – $0,25 \cdot 10^{-7}$ у образцов ЧСЦ и $0,10$ – $0,13 \cdot 10^{-7}$ у керамических образцов из наноструктурных порошков оксида алюминия.

Исследование химической и термической стойкости образцов керамических композитов подтвердило их инертность и высокую химическую стойкость ($99,93$ – $99,99\%$) при кипячении в 20% соляной кислоте и в 35% растворе едкого натра. При испытании на термостойкость образцы керамики выдерживали без разрушения более 50 теплосмен при перепаде температур 800 -воздух/ $10\text{ }^\circ\text{C}$ -вода.

Полученные керамические образцы характеризовались высокой плотностью, коррозионной стойкостью. Они могут использоваться как защитные облицовочные материалы, работающие в агрессивных газовых и жидких средах при высоких температурах, а их повышенная износостойкость позволяет изготавливать из них прокладки и втулки для насосов и вентиляей, а также направляющие устройства и нитеводители для химических волоконных производств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ulyanova T.M., Krut'ko N.P. // International Journal of Nanotechnology, 2006. V. 3, No.1 pp. 47–56.

