

ющих параметрах установки: $C_{зар} = 28,8$ мФ, $U_{зар} = 5$ кВ, длина и диаметр ствола $l_{ук} = 230$ мм, $d_{ук} = 12$ мм, давление в камере $P = 1$ атм, соотношение $O_2/Ar = 1:1$.

Определение фазового состава продукта, полученного в ходе эксперимента, было проведено с помощью рентгеновского дифрактометра Shimadzu XRD 7000S, с медным излучением (Cu_{α}). Для идентифицирования кристаллических фаз использована программа «PowderCell2.4», в которой был произведен полноценный расчет полученных фаз и сопоставление их с карточками из базы данных «PDF4+». Результатом плазмодинамического синтеза является порошкообразный диоксид титана со структурными модификациями анатаза и рутила с кубической сингонией. Можно наблюдать небольшое отклонение параметров решетки структурных фаз от стандартных значений в базе данных «PDF4+», что объясняется высокой динамикой процесса

плазмодинамического синтеза. Размер частиц составляет менее 100 нм, что может свидетельствовать о наноразмерности синтезированного материала. В продукте преобладает мелкая фракция, анатаз: его процентное содержание составляет 59%, в то время как рутила – 41%.

В работе представлены результаты, свидетельствующие о возможности плазмодинамического синтеза порошкообразного диоксида титана. Выявлено, что продукт содержит две структурные модификации TiO_2 : анатаз и рутил. Стоит отметить, что размер частиц – менее 100 нм, что даёт основание говорить о наноразмерности синтезированного продукта. Выявлены отличия параметров решетки идентифицированных фаз от стандартных значений. Данный факт обусловлен высокой динамичностью и неравновесностью прямого плазмодинамического синтеза.

Список литературы

1. Lee B. et al. // *Nature*, 2012. – Vol.485. – №7399. – P.486.
2. Huang H.H. et al. // *Scripta Materialia*, 2004. – Vol.51. – №11. – P.1017–1021.
3. Lilja M. et al. // *Biotechnology letters*, 2012. – Vol.34. – №12. – P.2299–2305.
4. Anandan S., Ikuma Y., Niwa K. // *Solid State Phenomena*, 2010. – Vol.162. – P.239–260.
5. Shakeel Ahmad M., Pandey A.K., Abd Rahim N. // *Renew. Sustain. Energy Rev. Elsevier Ltd*, 2017. – Vol.77. – P.89–10.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ УЛЬТРАДИСПЕРСНОГО КАРБИДА КРЕМНИЯ

А. Насырбаев, С.О. Погорелова
 Научный руководитель – д.т.н., профессор А.А. Сивков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, am1@tpu.ru

В последнее время в промышленности возрос интерес к материалам с высокими характеристиками. Наличие таких свойств как высокая износостойкость и твердость, химическая стойкость, способность работать при больших температурах, позволяют использовать карбид кремния (SiC) в производстве керамических материалов для работы в агрессивных средах [1].

В работе получение высокопрочной керамики из карбида кремния осуществлялось методом искрового плазменного спекания (SPS), характеризующегося высокими скоростями спекания, необходимыми для получения субмикронной и нанокерамики. Керамика производилась

на установке SPS 10-4 Thermal Technology при следующих параметрах спекания: $T_{SPS} = 1750$ °С, $p = 60$ МПа, $\Delta T/\Delta t = 100$ °С/мин., $\Delta t_{SPS} = 10$ мин.

Работа направлена на исследование зависимости дисперсности прекурсорного порошка на свойства карбидокремиевой керамики. В работе в качестве прекурсоров выступали коммерческий порошок карбида кремния ($SiC_{ком}$) (F-1200) и ультрадисперсный порошок SiC ($SiC_{плазм}$), полученный плазмодинамическим синтезом в коаксиальном магнитоплазменном ускорителе [2]. Ввиду наличия сильной ковалентной связи с низким коэффициентом самодиффузии спекание керамики из карбида кремния затруднено,

Таблица 1. Значение плотности и твердости образцов

№	Прекурсоры	Спекающая добавка, %	ρ , г/см ³	ρ , % теор.	$H_{ср}$, ГПа
1	SiC _{КОМ}	–	2,33	72,60	1,40±0,3
2	SiC _{ПЛАЗМ}	–	2,63	82,4	5,71±0,3
3	SiC _{КОМ}	Al ₂ O ₃ (5,7%)+Y ₂ O ₃ (4,3%)	2,99	93,27	11,5±0,3
4	SiC _{КОМ}	Al(4%)+B(2%)+C(2%)	3,04	94,73	19,7±0,3
5	SiC _{КОМ} : SiC _{ПЛАЗМ} = 0,80 : 0,20	Al(4%)+B(2%)+C(2%)	3,06	95,00	23,4±0,3
6	SiC _{ПЛАЗМ}	Al(4%)+B(2%)+C(2%)	3,12	97,20	25,9±0,3

что приводит к необходимости использования спекающих добавок. В качестве спекающих добавок рассматриваются смесь субмикронных порошков алюминия, бора и углерода [3], а также смесь оксидов алюминия и иттрия [4].

В работе исследовались такие механические характеристики как твердость и плотность. Твердость по Виккерсу определялась с использованием твердомера Galileo (ISOSCAN HV2 OD). Значения относительной плотности рассчитаны исходя из теоретической плотности $\rho_{теор(SiC)} = 3,210$ г/см³. В таблице 1 приведены результаты проведенных анализов твердости и плотности керамических образцов. В серии экспериментов (1, 2), проведенных без спекающих добавок, керамика характеризуется низкими показателями твердости и плотности. Серии экспериментов с использованием спекающих добавок

показывают значительный прирост плотности и твердости образцов, который достигается благодаря сохранению субмикронной структуры керамики.

Результатом работы является получение керамических образцов из карбида кремния. В работе рассмотрены возможности увеличения механических характеристик SiC керамики. Для улучшения процесса спекания применялись оксидные и безоксидные спекающие добавки, значительно увеличившие значения твердости и плотности образцов. Образец с наибольшими показателями твердости и плотности ($\rho = 3,12$ г/см³; $H_{ср} = 25,9 \pm 0,3$ ГПа) был получен при использовании ультрадисперсного порошка карбида кремния и спекающей добавки – субмикронных порошков Al–B–C (4–2–2%)

Список литературы

1. Андриевский Р.А. Наноразмерный карбид кремния: синтез, структура, свойства // Успехи химии, 2009.– Т.78.– №9.– С.889–900.
2. Sivkov A.A., Pak A.Y. Coaxial magnetoplasma accelerator // RF Patent, 2011.– №2431947.
3. Cho K.S. Microstructure of Spark Plasma Sintered Silicon Carbide with Al–B–C / K.S. Cho, Z.A. Munir, H.K. Lee // J. Ceram. Process. Res., 2008.– Vol.9(5).– P.500–505.
4. Перевислов С.Н. Материалы на основе карбида и нитрида кремния с оксидными активизирующими добавками для изделий конструкционного назначения / Дис. д.т.н.: 05.17.11., 2017.

КЛАСТЕРНО-АССОЦИАТНАЯ МОДЕЛЬ ВЯЗКОСТИ КАРБОНАТА НАТРИЯ

С.И. Нямцу

Научный руководитель – д.т.н., профессор А.М. Макашева

Казахдинский государственный технический университет
100027, Казахстан, г. Караганда, Бульвар Мира 56, civant@mail.ru

Авторами монографии [1] разработана модель выявления закономерности вязкости по температуре на основе концепции хаотизированных частиц (кластерно-ассоциатная модель вязкости). Данная концепция не противоречит

классической теории вязкости, как показывают расчеты, наоборот, является ее дополнением. Кластерно-ассоциатная модель вязкости жидкости позволяет по данным температурной зависимости вязкости оценить степень ассоциации