

мальных параметров при подборе исходного сырья исследовалось два состава, в которых использовался одинаковый порошок AlN и Al_2O_3 различной дисперсности: микронный (состав 1) и нанодисперсный (состав 0). Порошки смешивали в планетарной мельнице мокрым способом. После сушки часть порошков подвергалась конечному формованию в таблетки диаметром 10 мм и высотой в пределах 2–4 мм, а другая часть формовалась через стадию получения гранулята (состав 1–1 и 0–1). Для этого порошок формовался в таблетки диаметром 20 мм, которые после удаления связки измельчались в ступке и подвергались повторному формованию. Повторному формованию подвергались гранулы, размерами в диапазоне 0,08–0,3 мм.

Образцы спекали в токе азота при температуре 1850 °С при выдержке максимальной температуры в течении 4 ч и 8 ч. После обжига определяли пористость и усадку образцов. Установлено, что при увеличении времени обжига состав 0–1 спекается интенсивнее, чем состав 1–1, что подтверждается уменьшением пористости с 31,33 до 1,46 г/см³ для состава 0–1 и

с 9,25 до 3,95 г/см³ для состава 1–1. Это говорит о том, что стадия грануляции способствует интенсификации роста кристаллов при повышении температуры для состава с нано-порошком. При этом для состава с микронным порошком наблюдается обратная зависимость: пористость состава 1 при 8 ч обжига составила 2,43 г/см³, а для состава 1–1 – 3,95 г/см³. При малом времени обжига (4 ч) значения пористости для составов 1 и 1–1 ниже соответствующих значений составов 0 и 0–1, следовательно, при использовании нанопорошка начальные стадии процесса синтеза проходят медленнее, но протекают эффективнее, чем для состава с микронным порошком, при увеличении времени выдержки при максимальной температуре.

По данным рентгенофазового анализа обожженных образцов установлено, что все составы представлены единственной фазой оксинитрида алюминия (PDF 01-080-2171).

В результате проведенных работ установлена эффективность использования стадии грануляции при формовании образцов с нанодисперсным порошком оксида алюминия.

Список литературы

- 1 Willems H.X., Hendrix M.M.R.M., Metselaar R., *Thermodynamics of Alon I: stability at lower temperatures.* // *J. Eur. Ceram. Soc.*, 1992.– №10.– P.327–337.
- 2 Qiang Liu, NanJiang, JiangLi, KunSun, YubaiPan, JingkunGuo. *Highly transparent AlON ceramics sintered from powder synthesized by carbothermal reduction nitridation.* // *Ceramics International*, 2016.– №42.– P.8290–8295.
- 3 Miller L., Kaplan W. D., *Solubility Limits of La and Y in Aluminum Oxynitride (AlON) at 1870 °C.* Haifa: Department of Materials Engineering, Technion, 2006.– 353 p.

ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССА ТЕРМООБРАБОТКИ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА КЕРАМИКИ ИЗ НИТРИДА АЛЮМИНИЯ

Н.Е. Гришко, Е.С. Нерушкина, А.А. Дитц

Научный руководитель – к.т.н., доцент НОЦ Кижнера А.А. Дитц

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

Одной из главных задач в процессе формирования структуры и свойств спекаемого материала, а также для синтеза требуемых фаз является определения режима спекания. Чтобы керамика обладала определенными свойствами требуется исследовать различные режимы спекания.

К основным технологическим факторам, которые влияют на процесс спекания и свойства спеченных материалов, относят: свойства исход-

ных порошков, температура спекания, продолжительность спекания [1].

В работе исследовалось влияние температурного режима на свойства керамики на основе нитрида алюминия.

В качестве объекта исследования были взяты промышленные порошки нитрида алюминия, полученные разными способами: прямое азотирование (ПА); карботермическое восстановление-азотирование (КВА); самораспространяю-

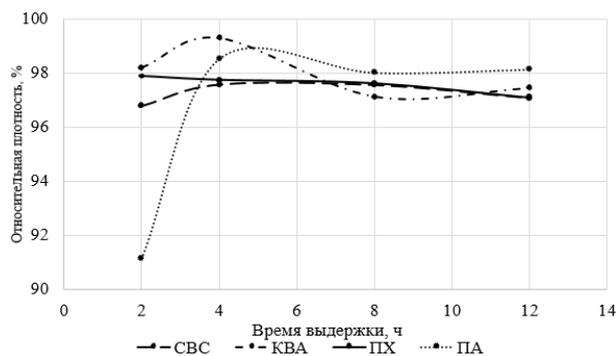


Рис. 1. График зависимости относительной плотности образцов AlN от времени выдержки

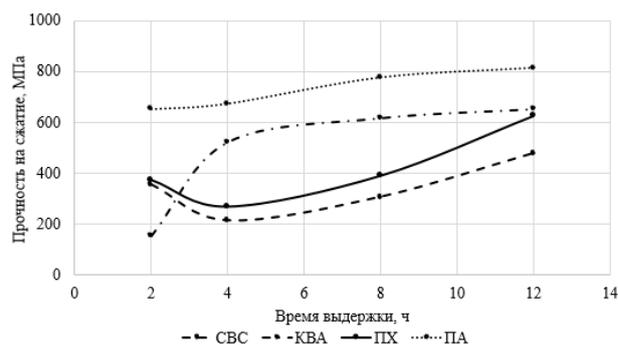


Рис. 2. График зависимости предела прочности на сжатие образцов AlN от времени выдержки

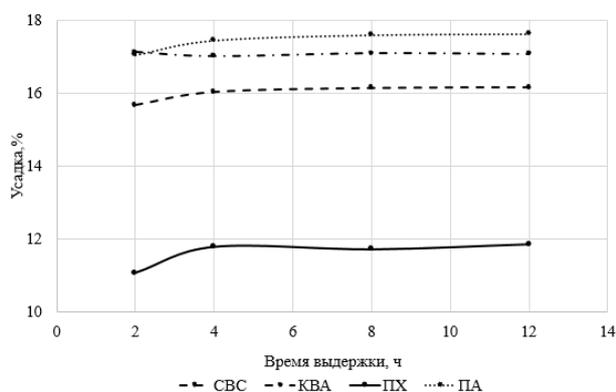


Рис. 3. График зависимости усадки образцов AlN от времени выдержки

шимся высокотемпературным синтезом (СВС); плазмохимическим (ПХ).

Для установления фазового состава все порошки исследовали методом рентгенофазового анализа на установке Shimadzu XRD-7000 с $K\alpha_1$ -Cu, для изучения морфологии частиц порошки и структуру сколов керамики изучали на электронном микроскопе JEOL JSM 6000.

Данные растровой электронной микроскопии порошков показали, что все порошки представлены объемными частицами неправильной формы, средний размер 2–4 мкм.

Данные рентгенофазового анализа показали, что все исследуемые порошки представлены единственной фазой AlN (PDF 000-25-1133).

Для улучшения процесса спекания порошок нитрида алюминия смешивался с порошком ок-

сида иттрия. Образцы готовили методом полусухого прессования в металлических пресс-формах. Гранулят для прессования готовили методом «разлома брикета» с последующем отсевом мелкодисперсной фракции.

Полученные образцы спекали при температуре 1850 °С с разным временем выдержки 4, 6, 8 и 12 ч. На полученных образцах измеряли следующие параметры: относительную плотность, усадку, прочность на сжатие. Изменение данных параметров от изменения времени выдержки представлены на рисунках 1–2.

Выводы:

1. С увеличением времени изотермической выдержки характер изменения свойств порошков аналогичен.

2. На графике изменения относительной плотности от времени при выдержке 4 часа наблюдается максимум для всех порошков. Далее с увеличением времени плотность изменяется незначительно.

3. Предел прочности на изгиб также имеет экстремум в области 4 часов выдержки. Далее с увеличением времени выдержки предел прочности растет. Максимальное значение достигает 814 МПа для порошка ПА. Вероятно, это связано с характеристиками самого порошка нитрида алюминия и способом его получения.

4. Усадка достигает максимальных значений при выдержке 4 часа, далее изменяется незначительно. Наибольшая усадка 17,6% зафиксирована для образцов из порошка ПА.

Список литературы

1. Андрианов Н.Т., Балкевич В.Л., Беяков А.В. *Химическая технология керамики: Учеб. пособие для вузов / Под ред. И.Я. Гузмана.* – М.:

ООО РИФ «СТРОЙМАТЕРИАЛЫ», 2011. – 496 с.

