

## РАЗРАБОТКА СОСТАВА И ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОТЕПЛОПРОВОДНОЙ КЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ НИТРИДА АЛЮМИНИЯ МЕТОДОМ ПРЕССОВАНИЯ ИЗ ГРАНУЛЯТА

Омурбекова К.Р., Волкова А.В.

Научный руководитель: Дитц А.А. к.т.н. доцент

Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

e-mail: [ditts@tpu.ru](mailto:ditts@tpu.ru)

**Введение.** Комплекс уникальных свойств, которыми обладает нитрид алюминия, в сочетании с не токсичностью и относительной дешевизной получения позволяет ему и материалам на его основе находить новые и расширять известные области применения. Нитридная керамика является высокоперспективным материалом для применения в различных областях от производства машин и инструмента до микроэлектроники. Поэтому проблема получения высокотеплопроводной керамики на основе нитрида алюминия является актуальной и своевременной [1].

Керамика на основе нитрида алюминия (AlN) с высокой теплопроводностью предназначена для использования в электронике и электротехнике, в первую очередь, в качестве материала подложек мощных силовых и СВЧ полупроводниковых приборов (диодов, транзисторов, тиристоров), микросхем, микросборок и многокристалльных модулей, термомодулей и подложек мощных светодиодов, а также других компонентов и устройств, где требуются высокие диэлектрические характеристики, прочность и теплопроводность материала.

**Материалы и приборы.** В работе были использованы порошки нитрида алюминия производства Германии, для снижения температуры спекания нитрида алюминия вводили порошок оксида иттрия, производства фирмы Германии.

На рисунке 1 представлены данные растровой электронной микроскопии сделанной на микроскопе JSM 7500FA порошка нитрида алюминия.

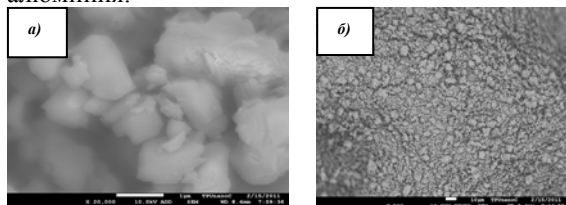


Рис. 1. Микрофотографии порошка нитрида алюминия а)  $\times 20000$ ; б)  $\times 500$

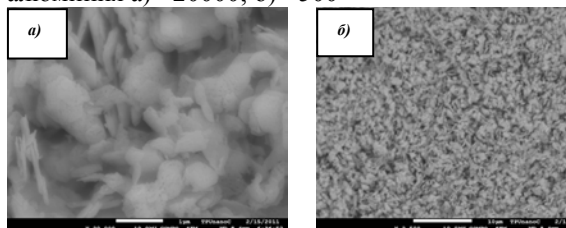


Рис. 2. Микрофотографии порошка оксида иттрия а)  $\times 20000$ ; б)  $\times 1000$

### Экспериментальная часть.

Для равномерного перемешивания спекающей добавки порошки смешивали по «мокрому» способу в среде органического растворителя, перемешивание вели в керамическом барабане в течение 12-24 часов. На рисунке 3 показана схема процесса перемешивания компонентов.

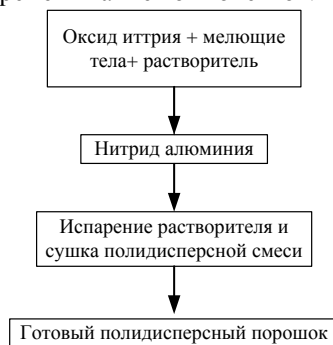


Рис. 3. Схема перемешивания компонентов

Из смеси порошков (полидисперсной смеси) затем получали гранулят методом «разлома брикета». Схема приготовления гранулята представлена на рисунке 4.

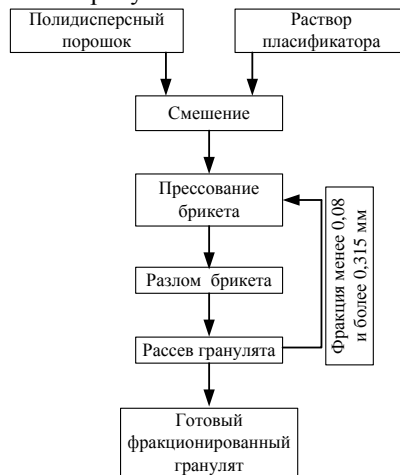


Рис. 4. Схема приготовления гранулята

Согласно схеме полидисперсный порошок дозировали, смешивали с раствором пластификатора, из полученной пластифицированной смеси прессовали брикет, который разламывали и фракционировали. Отбирали фракцию 0,08 – 0,315 мм. Для приготовления пластифицированной смеси добавляли пластификатор в виде раствора варьируя содержание пластификатора в интервале от 3 до 5 мас.% в готовом грануляте.

Для удобства были приняты шифры приведённые в таблице 1.

Таблица 1. Шифры приготовленных гранулятов

| Компонент               | В-97 | А-97 | В-95 |
|-------------------------|------|------|------|
| Пластификатор 1, мас. % | 3    | 1,5  | 5    |
| Пластификатор 2, мас. % | -    | 1,5  | -    |

Для приготовления связки использовали керамический барабан. В него загружали согласно расчету, растворитель, пластификатор, мелющие шары, перемешивали 4-6 часов, до полного растворения пластификатора, после чего сливали раствор через сито, и оценивали визуально наличие не растворившихся комков.

Приготовленную связку добавляли в полидисперсный порошок, и перемешивали в ступке в течение 5 минут.

Готовую массу прессовали в виде дисков с  $R_{уд}$  2 тонн/см<sup>2</sup>. Полученный брикет разламывали в ступке, просеивая через набор сит, отбирали целевую фракцию размером более 0,08 мм и менее 0,315 мм.

По стандартным методикам определяли свойства полученного гранулята.

#### Результаты эксперимента.

В работе определяли основные технологические характеристики гранулята. Полученные результаты определений свойств гранулята представлены в таблице 2,3,4, на рисунках 5,6.

Таблица 2. Сыпучесть гранулята

| Шифр гранулята | Сыпучесть материала, г/сек |
|----------------|----------------------------|
| В-97           | 250                        |
| В-95           | 250                        |
| А-97           | 250                        |

Таблица 3. Насыпная плотность гранулята

| Шифр гранулята | Насыпная плотность, гр/см <sup>3</sup> |
|----------------|--|
| В-97           | 0,83                                   |
| В-95           | 0,84                                   |
| А-97           | 0,88                                   |

Таблица 5. Гранулометрический состав

| Шифр | Размер сита, мм |       |       |       |             |
|------|-----------------|-------|-------|-------|-------------|
|      | 0,315           | 0,200 | 0,140 | 0,080 | Менее 0,080 |
| В-97 | 0,51            | 55,70 | 23,31 | 15,46 | 2,94        |
| В-95 | 0,36            | 53,26 | 26,53 | 15,42 | 3,24        |
| А-97 | 4,28            | 52,22 | 22,76 | 15,55 | 3,30        |

По полученным данным построили гистограмму рисунок 5.

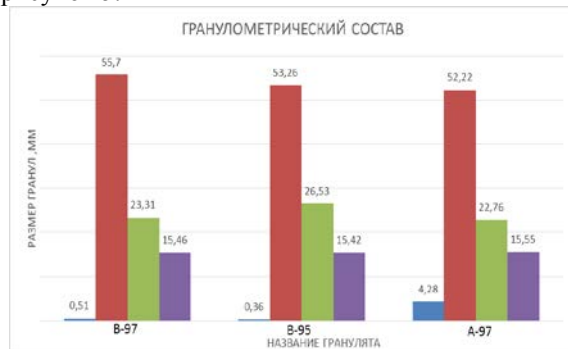


Рис. 5. Гранулометрический состав гранулятов



Рис. 6. Фотография гранулята

#### Выводы:

1. Предложена схема получения гранулята из нитрида алюминия.

2. Гранулят обладает лучшими технологическими свойствами, по сравнению с полидисперсным порошком, увеличилась сыпучесть, и насыпная плотность. Близость технологических параметров для всех составов, связано со способом получения гранулятов, который был одинаковым.

3. Гранулы получились прочные, по данным фотографий гранулы имеют обломочную форму, плотные, на поверхности крупных расположена мелкодисперсная фракция.

4. Полученный гранулят может быть использован для изготовления простых по форме изделий методом одноосного прессования.

#### Литература

1. Дитц А.А., Земницкая А.Ю., Ларина К.В., Борискин С.А. Влияние предистории получения материалов нитрида алюминия на свойства керамики// Известия вузов. Физика. - 2012 - Т. 55 - №. 5/2 - С. 105-109.
2. Дитц А.А., Митина Н.А., Земницкая А.Ю., Пестрецова Н.Е., Ларина К.В. Получение высокотеплопроводных материалов из нитрида алюминия// Известия вузов. Физика. - 2012 - Т. 55 - №. 5/2 - С. 110-113.
3. Gromov, A. Ilyin, A. Ditts, V. Vereshchagin. Combustion of Al–Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> mixtures in air // Journal of the European Ceramic Society. 2005. Vol. 25. Is. 9. P. 1575-1579.
4. D. J. Cronin and K. A. McMarlin, "Tape Casting of Dielectric Substrates"; pp. 1963-72 in Ceramic Today-Tomorrow's Ceramic. Edited by P. Vincenzini. Elsevier Science Publishers B. V., Amsterdam, 1991.
5. Чаплина Е.В., Громов А.А., Дитц А.А., Митина Н.А. Спекание оксинитридной керамики из шихты, полученной самораспространяющимся высокотемпературным синтезом // Известия вузов. Физика. - 2011 - Т. 54 - №. 11/3 С. 283-287.