

**ПОЛУЧЕНИЕ КЕРАМИКИ ИЗ НИТРИДА АЛЮМИНИЯ МЕТОДОМ ПРЕССОВАНИЯ  
ИЗ ГРАНУЛЯТА НА ОРГАНИЧЕСКОЙ СВЯЗКЕ**

Косолапов А.А.

Научный руководитель: Дитц А.А., доцент кафедры ТСН ИФВТ  
Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

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

**OBTAINING OF THE NITRIDE ALUMINUM-BASED CERAMIC BY PRESSING GRANULES**

Kosolapov A.A.

Scientific Supervisor: Candidate of Technical Sciences A.A. Ditts  
National research Tomsk polytechnic university Russia, Tomsk, Lenin Ave., 30

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

В работе представлены результаты исследования по получению высокотеплопроводной керамики из коммерческих порошков нитрида алюминия и оксида иттрия методом одноосного прессования из гранулята. Предложена принципиальная схема приготовления гранулята и определены технологические свойства. Влияние режимов прессования на свойства прессовок.

**Введение**

Объем мирового рынка керамики в 2013 году составил – 46 млрд. \$. Объем российского рынка керамики в 2013 году составил – 0,5 млрд. \$. Среднегодовые темпы роста мирового рынка функциональной керамики, составляют 38% в год, темпы роста российского рынка – порядка 20 % в год. Одним из востребованных сегментов рынка в соответствии с мировыми тенденциями развития является электроника и электротехника (керамические элементы для электронной промышленности, в том числе для теплонагруженных элементов полупроводниковых приборов, мощных светодиодов; изоляторы различного применения для электротехники и энергетики). Рост применения керамических материалов обусловлен преимуществом в свойствах современной керамики по сравнению с традиционными материалами. Около 80% совокупного потребления изделий из технической керамики в России приходится на импорт [1].

Одним из перспективных направлений является производство высокотеплопроводных материалов и изделий на основе нитрида алюминия. Нитрид алюминия обладает рядом уникальных свойств по сравнению с другими материалами, применяемыми в микроэлектронике.

Цель данной работы: разработка технологии получения гранулята из порошка нитрида алюминия и определение условий его прессования.

**Эксперимент**

В работе были использованы промышленные порошки нитрида алюминия производства фирмы H.C. Starck grade B, порошок оксида иттрия производства фирмы H.C. Starck grade C.

По данным рентгенофазового анализа, выполненном на дифрактометре Shimadzu XRD-7000, порошок нитрида алюминия представлен единственной фазой (000-25-1133). На рентгенограмме порошка оксида иттрия присутствуют только рефлексы оксида иттрия (000-41-1105).

Результаты лазерной гранулометрии исходных порошков нитрида алюминия и оксида иттрия, полученных на лазерном дифракционном анализаторе размеров частиц SALD 7101, представлены в (табл. 1).

Таблица 1

Данные гранулометрии исходных порошков

Исходный порошок	Размер частиц, мкм		
	D <sub>10</sub>	D <sub>50</sub>	D <sub>90</sub>
AlN	0,200	1,200	5,100
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,641	1,455	2,926

Согласно данным микроскопии порошок нитрида алюминия представлен крупными объемными частицами обломочной формы с размерами частиц от 2 до 5 мкм.

Для исходных порошков, приготовленных смесей, и гранулята определяли основные свойства, согласно методикам [2]. Исходные порошки и их смесь имели неудовлетворительные технологические свойства таблица 2, низкую насыпную плотность, сыпучесть исходных порошков измерить не удалось. Для улучшения проводили гранулирование смеси порошков методом «протира пластифицированной массы», схема приготовления гранулята представлена на рис. 3. В таблице 2 представлены данные по свойствам гранулята.

Таблица 2

Технологические свойства исходных материалов и гранулята

Свойство	Материал				
	Порошок		Смесь порошков	Гранулят	
	AlN	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		Гр-1	Гр-2
Насыпная плотность, г/см <sup>3</sup>	0,63	0,23	0,43	0,86	0,85
Сыпучесть, г/с	0	0	0	10,9	12,1

Согласно предложенной схеме, порошки нитрида алюминия и оксида иттрия смешивались, в шаровой мельнице в течение 24 часов. Полученная смесь порошков сушилась в вакуумном сушильном шкафу. К приготовленной смеси порошков добавляли раствор связки. В качестве связки применяли раствор парафина в бензине. Пластифицированную массу протирали через сито, размер сита задавал размер и форму гранулята. На рисунке 4 представлены микрофотографии гранулята. Из гранулята прессовали образцы при разном давлении (70, 140, 170 МПа) в виде дисков диаметром 30 мм и высотой до 5 мм. Спрессованные образцы спекали в высокотемпературной графитовой печи в среде азота при температуре спекания 1780°C. Режимы спекания представлены в работе [3].

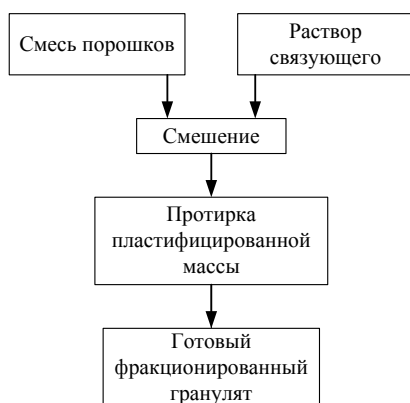


Рис. 3. Технологическая схема изготовления гранулята



Рис. 4. Микрофотографии полученного гранулята

## Результаты

Гранулирование позволяет улучшить технологическими свойствами смеси порошков (табл. 2), повысить насыпную плотность в 2 раза по сравнению со смесью порошков, сыпучесть до 10-12г/с. Все приготов-

ленные грануляты имели близкий гранулометрический состав и форму гранул, определяемые методом получения гранулятов. Влияние изменяемых факторов оценивали по свойствам прессовок, полученных одноосным прессованием в металлических пресс-формах, по относительной плотности прессовок. Кажущуюся плотность прессовок определяли геометрическим обмером и взвешиванием для каждой точки усредняли данные по 5 образцам.

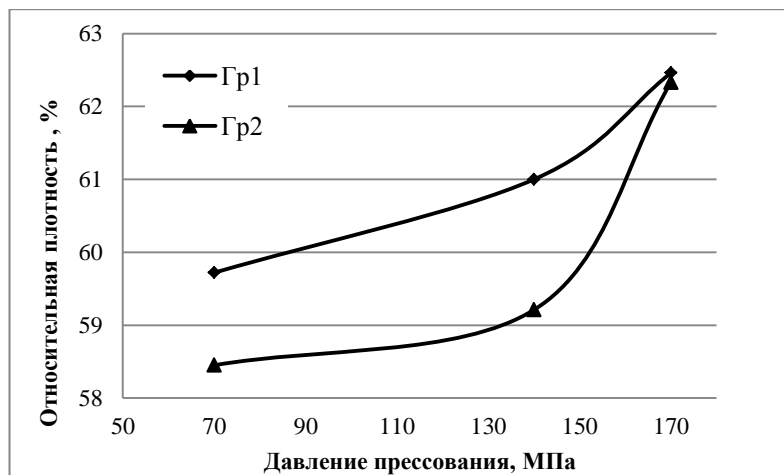


Рис. 5. Зависимость относительной плотности прессовок от давления прессования

#### Выводы

В работе предложена принципиальная схема получения гранулята из нитрида алюминия и оксида иттрия методом «протира» пластифицированной массы. Гранулирование улучшает технологические свойства (насыпная плотность, сыпучесть) и повышает качество прессовок. На относительную плотность прессовок влияет давление прессования и состав временного органического связующего. Наибольшую относительную плотность прессовок 62,4 % получили при давлении прессования 170 МПа, при дальнейшем увеличении давления наблюдали эффект перепрессовки. При добавлении в состав временной связки воска относительная плотность прессовок при низких давлениях прессования ниже на 3 %. По нашему мнению это связано с более высокой прочностью связки.

Работа выполнена в рамках реализации программы повышения конкурентоспособности Национального исследовательского Томского политехнического университета среди ведущих мировых научно-образовательных центров: «Материалы для экстремальных условий» Номер: ВИУ\_ИФВТ\_85\_2014.

#### Список литературы

1. Отчет компании Dedalus Consulting «Ceramics and Superabrasives Dominate the Global Market From 2008 to 2013» .
2. И.Я. Гузмана. – М.: Практикум по технологии керамики: Учебное пособие вузов / под ред. проф. ООО РИФ «Стройматериалы», 2005. – 336 с., ил.
3. Дитц А.А., Митина Н.А., Земницкая А.Ю., Пестрецова Н.Е., Ларина К.В.: Получение высокотеплопроводных материалов из нитрида алюминия , Известия ВУЗ Физика.
4. Попильский Р.Я., Пивинский Ю.Е.: Прессование порошковых керамических масс. Metallurgia, 1983, 176 с.