

ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ ПОРОШКА НИТРИДА АЛЮМИНИЯ НА ЕГО СТРУКТУРНО- ФИЗИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Е.С. Нерушкина¹, Н.Е. Гришко¹, А.А. Денисова²
Научный руководитель – к.т.н., доцент А.А. Дитц

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, ditts@tpu.ru

²ХК ОАО «НЭВЗ-Союз»
Россия, г. Новосибирск

Алюмонитридная керамика находит широкое применение в виде керамических подложек и корпусов, используемых в приборостроении для отвода тепла от мощных полупроводниковых структур, поглотителей мощности, в качестве изолирующих прокладок в системах отвода тепла конструкционных узлов, изделий силовой электроники и светоизлучающих диодов. Целесообразно осуществить сравнительную оценку структурно-физических и технологических характеристик порошкообразного AlN полученного разными способами.

При анализе структурно-физических ха-

рактеристик порошков была использована современная аналитическая база: лазерный гранулятор Laser-Particle-Sizer Analysette 22; растровый электронный микроскоп JEOL JSM 6000; установка синхронного термического анализа STA449F3; рентгенофлуоресцентный спектрометр X-Supreme 8000; дифрактометр XRD 7000.

Промышленные порошки нитрида алюминия получены разными методами: прямое азотирование (ПА); карботермическое восстановление-азотирование (КВА); самораспространяющимся высокотемпературным синтезом

Таблица 1. Свойства порошков

Порошок AlN	Уд. поверхность, м ² /г	Плотность, г/см ³		Тип кривой распределения частиц	Размер частиц, мкм		
		Насыпная	Пикнометрическая		d ₉₀	d ₅₀	d ₁₀
ПА	3,0	0,67	3,24	бимодальное	8,9	4,5	1,5
КВА	3,6	0,40	3,24	мономодальное	4,6	2,8	1,5
СВС	1,7	0,61	3,11	бимодальное	5,0	2,6	0,2
ПХ	2,3	0,61	–	бимодальное	7,9	3,2	1,0

Таблица 2. Данные термического анализа порошков

Характеристики процесса окисления	Порошок AlN			
	ПА	КВА	СВС	ПХ
T _{н.о.} , °C	1186,0	1220,4	1116,8	1137,8
T _{п.} , °C	1277,0	1289,6	1171,8	1207,9
T _{к.о.} , °C	1421,1	1319,4	1300,9	1276,8
ΔH, кДж/г	28,2	23,4	21,2	21,2
Скорость окисления, мг/мин	0,223	0,358	0,211	0,359
Степень превращения, α ₁₅₀₀	0,91	0,88	0,92	0,89

Таблица 3. Данные элементного анализа порошков

Порошок AlN	Элементный состав									
	Ca	Si	Cu	Fe	Ni	Mo	Ti	Mn	W	Mg
ПА	–	–	–	–	–	+	–	–	–	+
КВА	+	–	+	–	–	–	–	–	+	–
СВС	–	+	–	+	–	+	+	–	+	+
ПХ	–	+	–	+	–	+	–	–	–	+

Таблица 4. Данные рентгеноструктурного анализа порошков

Порошок AlN	Параметры кристаллической решетки, Å		Отклонение	
	a	c	Δa	Δc
Теор	3,114	4,986	0	0
ПА	3,1166	4,9873	0,0026	0,0013
КВА	3,1149	4,9854	0,0009	0,0006
СВС	3,1163	4,9870	0,0023	0,0010

(СВС); плазмохимическим (ПХ). В ходе работы были исследованы характеристики промышленных порошков нитрида алюминия. Данные представлены в таблицах 1–4.

По данным рентгенофазового анализа все порошки представлены единственной фазой нитридом алюминия (PDF 000-25-1133).

Список литературы

1. Непочатов Ю.К., Дитц А.А., Плетнев П.М., Денисова А.А. Оценка свойств порошка нитрида алюминия для производства технической керамики. – Новосибирск: Изд. Центр НГАУ «Золотой колос» СТРОЙСИБ-2015. – 97с.
2. Slack G.A. // *J. Phys. Chem. Solids.*, 1993. – Vol.34. – P.321.
3. Kraft S., Schletz A., Maerz M. Reliability of Silver Sintering on DBC and DBA Substrates for Power Electronic Applications. *Integrated Power Electronics Systems (CIPS), 2012 7th International Conference on. 2012.*
4. Kurokawa Y., Utsumi K., Takamizawa H., Kamata T., Noguchi S. AlN substrates with high thermal conductivity. *IEEE Transactions on Components, Hybrids, and Manufacturing Technology*, 1985. – Vol.8. – №2. – P.247–252.

ЗАЖИГАНИЕ ГЕЛЕОБРАЗНОГО ТОПЛИВА В УСЛОВИЯХ ЛОКАЛЬНОГО НАГРЕВА ИСТОЧНИКОМ ОГРАНИЧЕННОГО ТЕПЛОСОДЕРЖАНИЯ

А.Г. Нигай, Д.О. Глушков

Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент Д.О. Глушков

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

Введение. С каждым годом перспективы освоения ближнего и дальнего космоса оказывают всё большее влияние на развитие ракетно-космической отрасли в России, США, Франции, Индии и других странах [1]. Одним из направлений развития такой отрасли является разработка топлив нового типа, например гелеобразных, и способов инициирования их горения.

Целью данной работы является исследование закономерностей и характеристик зажигания модельного гелеобразного топлива в условиях локального кондуктивного нагрева экспериментальным путем. Для достижения цели решены следующие задачи:

1. Установлены зависимости времени за-

держки зажигания гелеобразного топлива от начальной температуры горячей частицы и температуры топлива.

2. Обоснована устойчивость процесса зажигания гелеобразного топлива при близкой к криогенной температуре, разогретой до высоких температур металлической частицей.

Методика эксперимента. Схема экспериментального стенда представлена на рисунке 1, основной частью которого является трубчатая муфельная печь Nabertherm R 50/250/13. В каждой серии экспериментов керамическая трубка gtxb нагревалась до определенной температуры. После ее стабилизации металлическая частица помещалась в центр керамической трубки (ри-