

УДК 621.762.5:669.713.022.041

СПЕКАНИЕ ПОРОШКОВ ОКСИНИТРИДА АЛЮМИНИЯ

Фули Хуан, В.Д. Пайгин

Научный руководитель: профессор, д.т.н., О. Л. Хасанов.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

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

E-mail: fuli1@tpu.ru

SINTERING OF ALUMINUM OXYNITRIDE POWDERS

Fuli Huang, V.D. Paygin

Scientific Supervisor: Prof., Dr., O.L. Khasanov

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: fuli1@tpu.ru

Abstract. *In this study, we analyzed and compared the behavior of three different commercial AlON powders when sintered in the same spark plasma sintering mode.*

Введение. Поликристаллический оксинитрид алюминия (AlON) является перспективным оптическим материалом. Он обладает относительно низким удельным весом ($3,68 \text{ г/см}^3$), комплексом хороших оптических и физико-механических свойств, хорошей термической, химической и коррозионной стойкостью. Для изготовления прозрачной керамики на из AlON используют различные методы: реакционное спекание [1], свободное спекание [2], горячее прессование [3], микроволновое спекание [4], электроимпульсное плазменное спекание (ЭИПС) [5]. Наиболее перспективным и активно развивающимся методом производства оптически прозрачных керамических материалов является метод ЭИПС. Оно обеспечивает сохранение исходного фазового состава, структуры и чистоты материала в процессе компактирования. Продолжительность спекания этим методом составляет десятки минут, в результате чего рост зёрен минимален, а их размеры наследуют размеры частиц спекаемых порошков. В процессе ЭИПС происходит равномерное распределение плотности в объеме спекаемой керамики относительно традиционных методов изготовления, формируются совершенные межзеренные границы.

В настоящей работе проведено исследование процесса электроимпульсного плазменного спекания порошков оксинитрида алюминия с различной стехиометрии.

Экспериментальная часть. Для изготовления образцов были использованы лабораторные порошки оксинитрида алюминия AlON, синтезированные в ИМЕТ РАН:

- Реактор I ([N] 11,4 масс. %, [O] 32,4 масс. %, средние размеры частиц 156 нм).
- Реактор II ([N] 7,6 масс. %, [O] 37,5 масс. %, средние размеры частиц 161 нм).
- Фильтр ([N] 9,4 масс. %, [O] 34,9 масс. %, средние размеры частиц 158 нм).

Электроимпульсное плазменное спекание порошков проводили на установке SPS-515S (Syntex Inc., Япония) в вакууме при температуре 1850 °C под давлением 40 МПа. Продолжительность изотермической выдержки составляла 10 минут. Изменение линейных размеров образцов в процессе

ЭИПС регистрировали встроенными средствами технологического оборудования. В результате спекания были получены образцы цилиндрической формы диаметром 14 мм и толщиной ~ 1,5 мм.

Плотность определяли геометрическим методом.

Результаты. На рисунке 1 представлена зависимость относительной плотности исследуемых порошков AION от температуры спекания в процессе ЭИПС. Интенсивное уплотнение материала наблюдается в диапазоне температур 700-1850 °С.

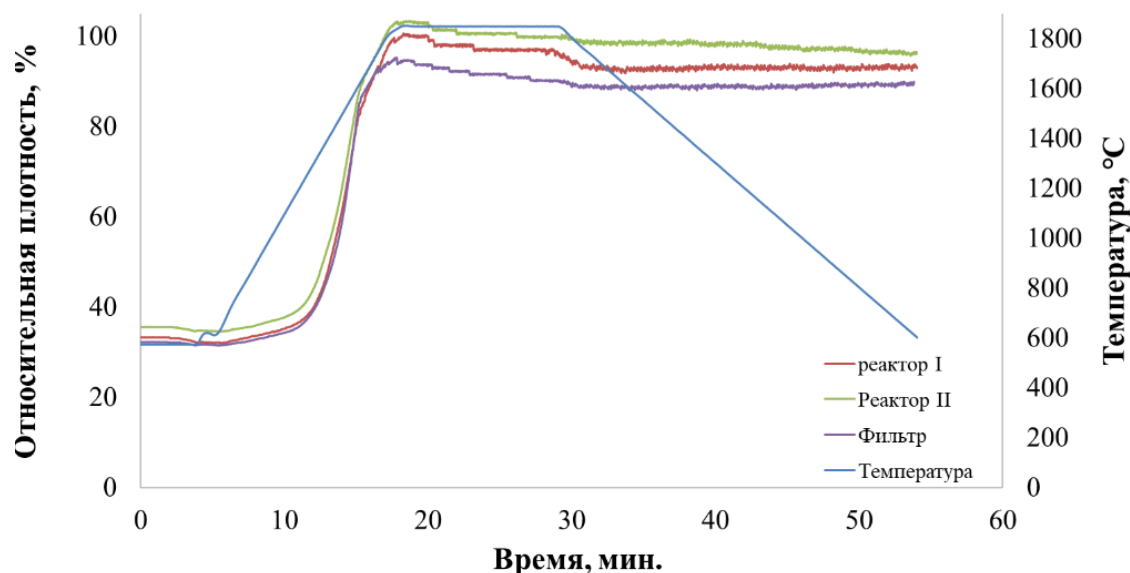


Рис 1. Зависимость относительной плотности от температуры и длительности электроимпульсного плазменного спекания

В таблице 1 представлены диапазон температур интенсивного уплотнения и значения относительной плотности полученных образцов.

Таблица 1

Характерные температуры интенсивного уплотнения и относительная плотности

Порошок	Температура начала интенсивного уплотнения, °С	Температура окончания интенсивного уплотнения, °С	Относительная плотность, %
Реактор I	~700	~	
Реактор II	~700	0	
Фильтр	~700	50	

Наибольшее уплотнение демонстрирует порошок Реактор II. Его плотность составила 96,6 %.

Закключение. В результате работы методом электроимпульсного плазменного спекания изготовлены образцы керамики из оксинитрида алюминия с плотностью до 96,6 %. Наибольшее уплотнение демонстрирует образец Реактор II.

Работа выполнена при частичной поддержке Госзадания «Наука» номер 075-03-2023-105 на оборудовании ЦКП НОИЦ «НМНТ» ТПУ, поддержанного проектом Минобрнауки России № 075-15-2021-710.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. McCauley J.W., Corbin N.D. Phase relations and reaction sintering of transparent cubic aluminum oxynitride spinel (ALON) // Journal of the American Ceramic Society. – 1979. – Vol. 62 (9-10). – P.476-479.
2. Zhang N., Liang B., Wang X. Y., et al. The pressureless sintering and mechanical properties of AION ceramic // Materials Science and Engineering: A. – 2011. – Vol. 528 (19-20). – P. 6259-6262.
3. Sun W.Z, Chen Y.H. Sintering Behavior and Properties of γ -AION Transparent Ceramics Prepared by Hot Press Sintering // Journal of Materials Science &. Engineering. – 2015. – Vol. 33 (6). – P. 918-922.
4. Cheng J, Agrawal D, Zhang Y, et al. Microwave reactive sintering to fully transparent aluminum oxynitride (ALON) ceramics // Journal of materials science letters. – 2001. – Vol. 20 (1). – P. 77-79.
5. Frage N., Cohen S., Meir S., et al. Spark plasma sintering (SPS) of transparent magnesium-aluminate spinel // Journal of Materials Science. – 2007. – Vol. 42. – P. 3273-3275.