

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

«Физическая мезомеханика.

Материалы с многоуровневой иерархически
организованной структурой и интеллектуальные
производственные технологии»

6–10 сентября 2021 г.

Томск, Россия

РАЗРАБОТКА КЕРАМИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ SiAlON С ПОМОЩЬЮ ЭНЕРГИИ НИЗКОТЕМПЕРАТНОЙ ПЛАЗМЫ

¹Власов В.А., ¹Клопотов А.А., ¹Безухов К.А., ²Голобоков Н.Н., ¹Волокитин О.Г.

¹Томский государственный архитектурно-строительный университет, Томск

²Томский филиал Института структурной макрокинетики СО РАН, Томск

Керамика на основе SiAlON относится к перспективным конструкционным материалам, которые используются в промышленности, как один из классов огнеупорных материалов. Эти материалы обладают высокой кислотоустойчивостью и хорошим сопротивлением к действию различных шлаков. Два самых распространённых способа изготовления огнеупорных материалов основываются на методе полусухого прессования и вибролитье. Согласно литературным данным, существуют два типа SiAlON, фазы которого содействуют качеству конструкционной керамики. Одна из таких, фаза β -SiAlON с формулой $Si_{6-z}Al_zO_zN_{8-z}$ ($1 \leq z \leq 4.2$). Однако получение фазы β -SiAlON с необходимым комплексом физико-химических свойств является достаточно трудоемким, вследствие его многообразия в образовании структурных состояний в зависимости от стехиометрического состава и температурных воздействий. Кристаллоэнергетический подход оценки стабильности соединений в материалах рассматриваемой системы описан в [1].

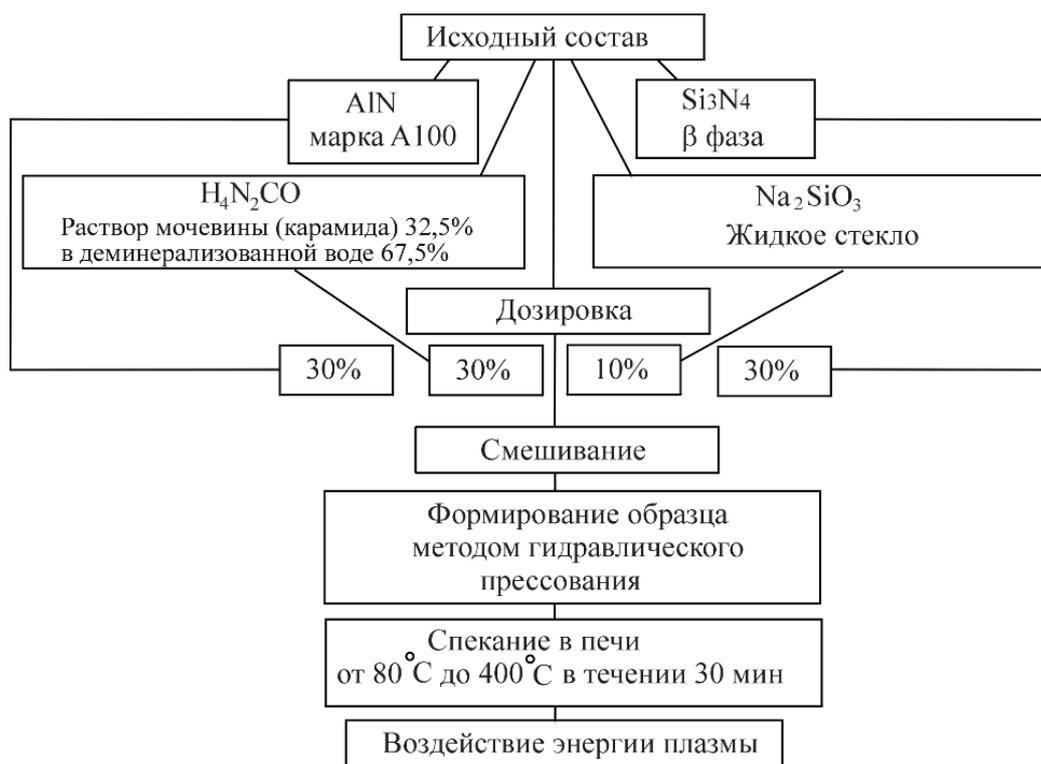


Рис. 1. Технологическая схема подготовки исходных компонентов для синтеза сиалона

Среди известных методов синтеза SiAlON практически нет работ по синтезированию рассматриваемого материала при помощи энергии низкотемпературной плазмы. Данный вид плазмы можно получить в электродуговом плазматроне. Одним из важнейших преимуществ низкотемпературной плазмы является способность воздействовать на образец до температур порядка 5 тысяч градусов.

Целью настоящей работы является разработка подходов для синтеза керамики на основе SiAlON при помощи воздействия энергии низкотемпературной плазмы.

В качестве исходных материалов был использован: β - Si_3N_4 , AlN, $H_2NCO_2NH_2$ (раствор мочевины) и связующий компонент Na_2SiO_3 (жидкое стекло). Технологический процесс приготовления исходных компонентов описан на схеме, на рис. 1. В результате был получен

брикет, который затем был подвергнут воздействию энергии низкотемпературной плазмы. Плазменный поток был получен в плазменном генераторе типа ВПР-410 НПП [2]. Воздействие плазменного потока проходило в азотной среде.

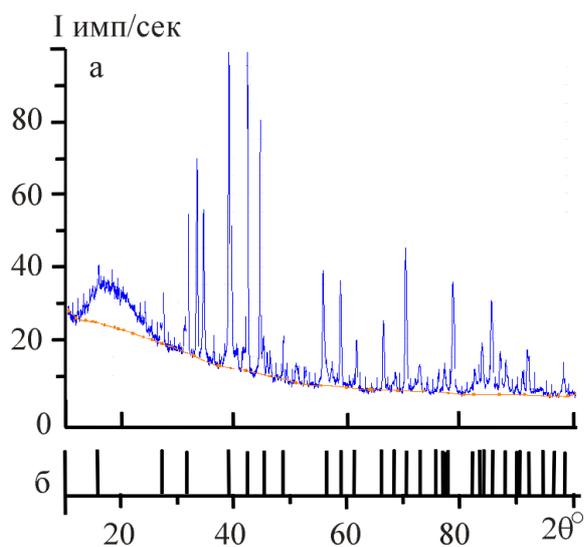


Рис. 2. Дифрактограмма образца снятого в $Co_{K\alpha}$ излучении, синтезированного при помощи энергии плазмы (а). Штрих диаграмма соединения сиалона AlN_7OSi_5 (б)

На рис. 2 приведена дифрактограмма образца, полученного в результате синтеза при помощи энергии плазмы. Рентгенофазовый анализ показал, что основной фазой является β -SiAlON состава AlN_7OSi_5 ($Si_{6-z}Al_zO_zN_{8-z}$ с $z=1$) с гексагональной сингонией (символ Пирсона $hP14$, пространственная группа $P6_3/m$) [3]. На дифрактограммах кроме кристаллических фаз фиксируется диффузный максимум. Наличие размытого диффузного максимума свидетельствует об образовании аморфной фазы. Кроме того, на дифрактограмме обнаружено существование дополнительных рефлексов, которые не были проиндексированы. Возможно, эти дополнительные линии на дифрактограмме относятся к другим SiAlON фазам, которые образовались при высоких температурах, значительно превышающих $2000\text{ }^\circ\text{C}$. Это предположение основано на том, что фазовый

переход между двумя типами SiAlON удовлетворяет условиям: $\alpha\text{-SiAlON} + O_2 \rightarrow \beta\text{-SiAlON}$ и $\beta\text{-SiAlON} + N_2 \rightarrow \alpha\text{-SiAlON}$ [4].

Кроме того, особенностью кристаллической структуры β -SiAlON является, то, что элементарная ячейка β -SiAlON содержит две формульные единицы $\beta\text{-Si}_3\text{N}_4$. При этом, протяженная область существования β -SiAlON обусловлена близостью длин связей Si-N (0.173 nm) и Al-O (0.175 nm). Это позволяет рассматривать β -SiAlON как твердый раствор Si_3N_4 в твердом растворе оксида и нитрида алюминия: $x(Al_2O_3 \cdot AlN) + (1-x)Si_3N_4$ при $x=0 \div 0.8$. В тоже время элементарная ячейка α -SiAlON содержит четыре формульных единицы $\beta\text{-Si}_3\text{N}_4$ [5].

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 20-79-10102).

1. Безухов К.А., Власов В.А., Клопотов А.А., Волокитин О.Г. Кристаллоэнергетический подход для оценки стабильности соединений в системах Si-N, Al-Si-N, Al-Si-O и Al-Si-N-O // Новые материалы и технологии. 2019. С.184-193.
2. Власов В.А., Волокитин Г.Г., Скрипникова Н.К., Волокитин О.Г. // Плазменные технологии создания и обработки строительных материалов. Томск: НТЛ, 2018. С.512.
3. Gillott L., Cowlam N., Bacon G.E. A neutron diffraction investigation of some β '-sialons. // J. Materials Science. 1981. V.16. P.2263-2268.
4. Lewis M.H., Bhatti A.R., Lumby R.J. North B.J. The microstructure of sintered Si-Al-ON ceramics // Mater Sci. 1980. V.15. P.103-113.
5. Thompson D. P. The crystal chemistry of nitrogen ceramics // Mater Sci Forum, 1989. V. 47. P.21-42.