

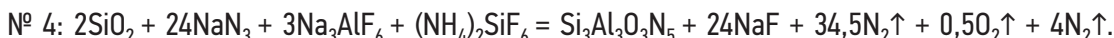
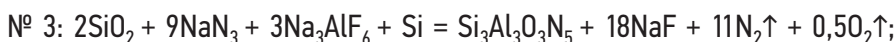
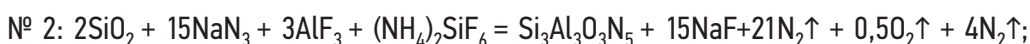
СИНТЕЗ СИАЛОНА В РЕЖИМЕ САМОРАСПРОСТРАНЯЮЩЕГОСЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО СИНТЕЗА ИЗ ОКСИДА КРЕМНИЯ

М.Е. Валяева, Л.А. Кондратьева

Самарский государственный технический университет, Самара, Россия

Обоснование. Сиалон — это оксиднитрид алюминия-кремния, обладающий высокой прочностью, надежностью, термостойкостью, кислотоустойчивостью и сопротивлением ползучести. Вышеперечисленные свойства обуславливают применение данного материала в различных конструкциях и устройствах [1, 2]. В данной работе методом получения сиалона был выбран самораспространяющийся высокотемпературный синтез с применением неорганических азидов и галоидных солей, который сокращено именуют СВС-Аз [3].

Для синтеза сиалона в режиме СВС-Аз были выбраны четыре системы:



В качестве одного из реагентов реакционной шихты выступает диоксид кремния, из которого состоит обычный песок. Химическая формула песка: SiO_2 — 98 %, остальное Al_2O_3 и Fe_2O_3 [4]. Использование песка в качестве компонента реакционной смеси способствует удешевлению процесса получения сиалона. Песок имеет неоднородный состав, и для использования его в качестве кремнийсодержащего компонента необходимо провести анализ его качества: состав, то есть количество примесей и модуль крупности.

Цель — синтез сиалона методом СВС с использованием песка в качестве кремнийсодержащего компонента реакционной шихты.

Методы. Определение состава песка проводилось методом его промывания в воде. Проведенные эксперименты показали, что помутнение воды является результатом постепенного растворения мелких глинистых и пылевидных частиц, что наблюдается в образцах 3 и 4. Образцы 1, 2 и 5 содержали не мутную сливную воду, но в воде имелся небольшой мусор (рис. 1) [5].

Размер частиц песка определялся просеиванием каждого образца через сита с различным диаметром ячеек (1; 0,8; 0,6 мм). Далее рассчитывалось процентное соотношение зерен на каждом сите к общей массе пробы по формуле (1) [6]:

$$M_k = (A_1 + A_{0,8} + A_{0,6})/100, \quad (1)$$

где A_1 , $A_{0,8}$, $A_{0,6}$ — остатки на ситах с размером ячейки 1; 0,8 и 0,6 мм соответственно.

В таблице представлен рассчитанный для каждого образца модуль крупности, а также определена группа песка.



Рис. 1. Внешний вид образцов песка

Таблица. Определение размера зерен песка

№ образца	Модуль крупности (M_k) (среднее значение)	Группа песка
1	0,25	очень тонкий
2	0,8	тонкий
3	1,6	мелкий
4	1,03	очень мелкий
5	1,15	очень мелкий

Модуль крупности от 1,0 до 1,5 характеризует очень мелкую фракцию песка, применяемую для изготовления мелкодисперсных веществ (образцы 4 и 5).

Исследования возможности синтеза сиалона методом СВС-Аз проводились с использованием образца 5, так как он обладает оптимальной чистотой, а размер зерен выгоден для работы в качестве компонента реакционной шихты для синтеза порошкообразного сиалона [7].

Результаты. Результаты рентгенофазового анализа (РФА) продуктов горения системы № 1 представлены на рис. 2.

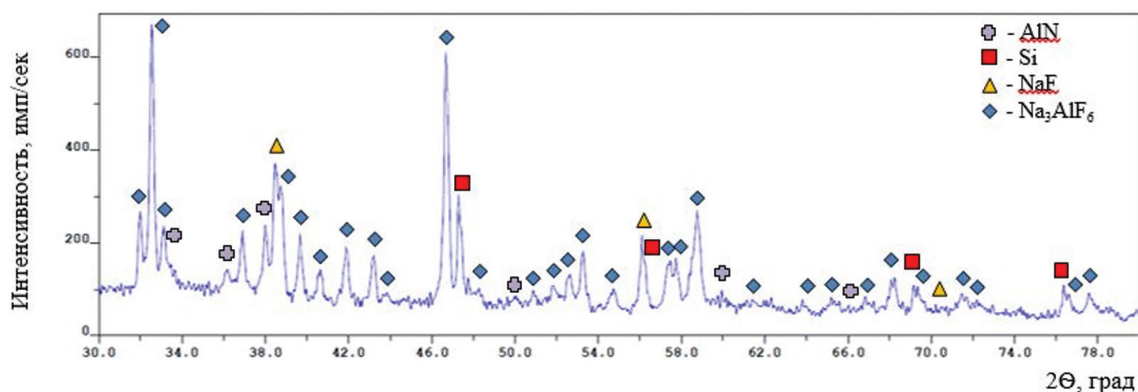


Рис. 2. Дифрактограмма продукта горения системы № 1

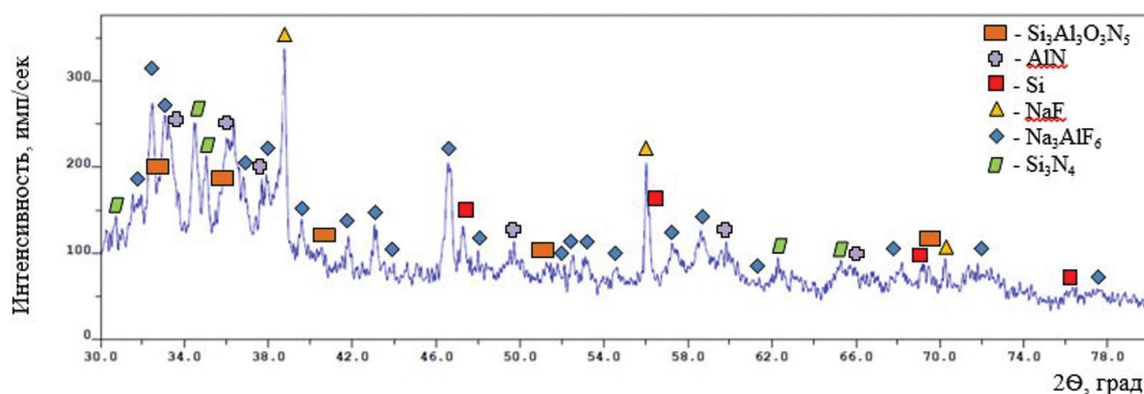


Рис. 3. Дифрактограмма продукта горения системы № 2

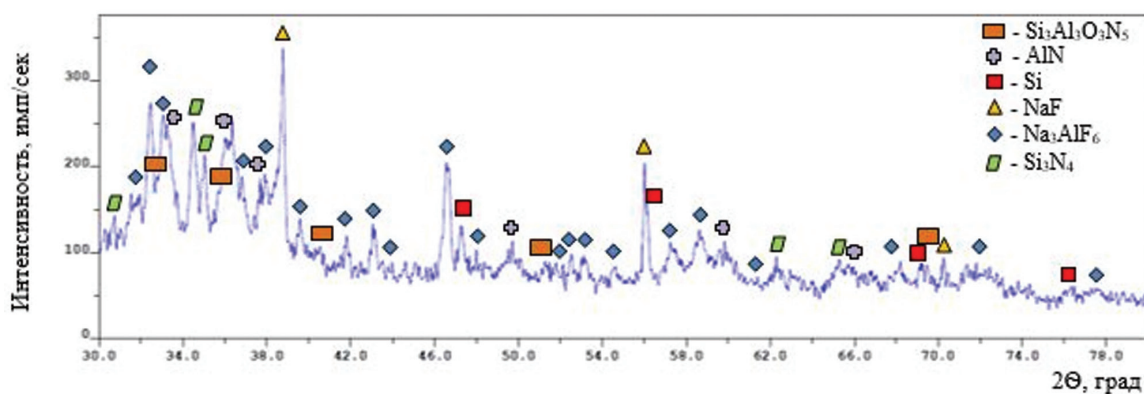


Рис. 4. Дифрактограмма продукта горения системы №3

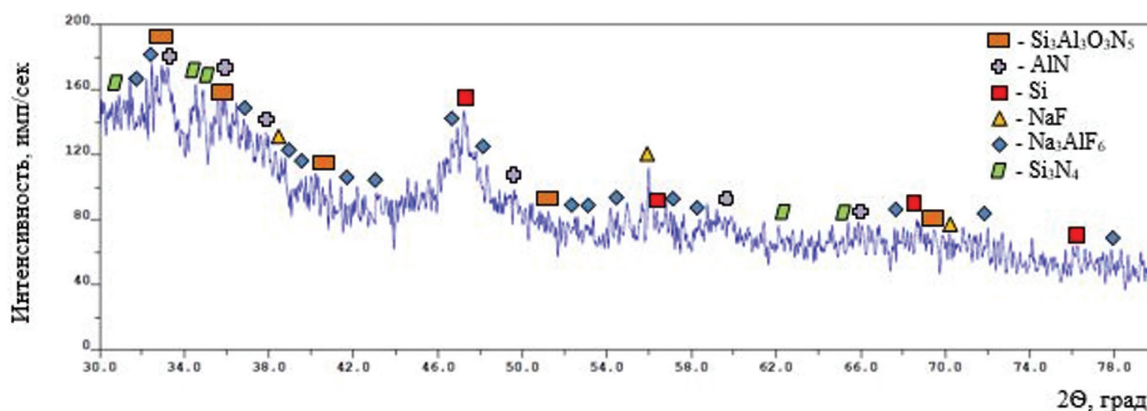


Рис. 5. Дифрактограмма продукта горения системы №4

Из рис. 2 видно, что синтезированный продукт состоит из частиц AlN, NaF, Na_3AlF_6 и Si. Фаза сиалона в продукте отсутствует.

На рис. 3–5 изображены результаты РФА систем № 2, 3 и 4. Результаты РФА показали, что в составах синтезированных продуктов присутствует сиалон состава $\text{Si}_3\text{Al}_3\text{O}_3\text{N}_5$. Помимо сиалона в составе продуктов присутствуют частицы AlN, NaF, Si_3N_4 , Na_3AlF_6 и Si [8].

Выводы. Дифрактограммы полученных продуктов говорят о том, что использование песка в качестве исходного компонента и источника SiO_2 позволяет получить в составе конечных синтезированных продуктов фазу сиалона.

Ключевые слова: песок; диоксид кремния; сиалон; синтез; СВС–Аз.

Список литературы

1. Drew R.A.L. Silicon nitride and sialon ceramics — a review // Can Met Quart. 1988. Vol. 27, No. 1. P. 59–64. DOI: 10.1179/cm.1988.27.1.59
2. Питак Н.В., Федорук Р.М., Хмеленко Р.М., и др. Сиалонсодержащий материал на основе овручского кварцита, алюминиевой пудры и кокса // Огнеупоры. 1992. № 6. С. 5–6.
3. Кондратьева Л.А. Процесс синтеза азотсодержащих продуктов по азидной технологии самораспространяющегося высокотемпературного синтеза // Материалы научных трудов 9-й Международной научно-практической конференции «Техника и технологии: пути инновационного развития». Т. 1. 2020. С. 235–239.
4. strmaterials.com [Электронный ресурс]. Каталог минералов // StrMaterials [дата обращения: 08.10.2021]. Доступ по ссылке: <https://strmaterials.com/sypuchie/pesok/formula.html>
5. nerud-expert.ru [Электронный ресурс]. Как определить качество песка? // СитиСтрой-СПб [дата обращения: 08.10.2021]. Доступ по ссылке: <https://nerud-expert.ru/poleznye-statyi/292-kak-opredelit-kachestvo-peska>
6. gruntovozov.ru [Электронный ресурс]. Свойства песка // Грунтовозов [дата обращения: 08.10.2021]. Доступ по ссылке: <https://gruntovozov.ru/chasto-zadavayemiye-voprosy/svoystva-peska/#soderzhanie-zeren-razlichnoj-kрупности>
7. Валяева М.Е., Кондратьева Л.А. Исследование свойств компонента реакционной шихты и его влияние на синтез сиалона в режиме горения // Материалы XVIII Всероссийской научно-технической конференции с международным участием «Высокие технологии в машиностроении». 2021. С. 207–211.
8. Кондратьева Л.А. Изучение теоретических расчетов и экспериментальных результатов исследований получения порошка сиалона методом СВС–Аз // Современные материалы, техника и технологии. 2020. № 3. С. 27–31.

Сведения об авторах:

Мария Евгеньевна Валяева — студентка, группа 2-ФММТ-6м, факультет машиностроения, металлургии и транспорта; Самарский государственный технический университет, Самара, Россия. E-mail: valiaeva.maria@yandex.ru

Людмила Александровна Кондратьева — научный руководитель, доктор технических наук, доцент; профессор кафедры «Металловедение, порошковая металлургия, наноматериалы»; Самарский государственный технический университет, Самара, Россия. E-mail: schigliou@yandex.ru