

По форме кривой можно сделать вывод, что в полученном продукте преобладают мелкие зерна. Полученный продукт характеризуется в

основном фракцией 0,05 мм (44,82 %), что говорит о равномерности диспергирования и гранулометрического состава.

Таблица 1. Гранулометрический состав сырья

Исходное сырье	Гранулометрический состав					
№ сита	1,6	1,2	1,0	0,8	0,63	–0,63
остаток на сите, %	0,00	0,00	4,19	28,56	40,21	27,21

Таблица 2. Гранулометрический состав продукта

Исходное сырье	Гранулометрический состав					
ПО ГОСТ 9077-82	0,16	0,1	0,063	0,05	–0,05	Сумма
остаток на сите, %	20,33	9,35	16,68	8,83	44,82	100

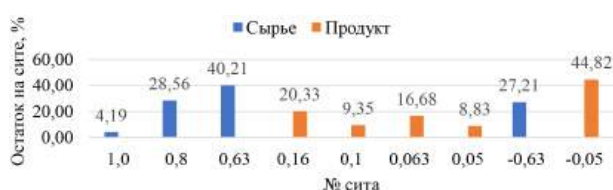


Рис. 1

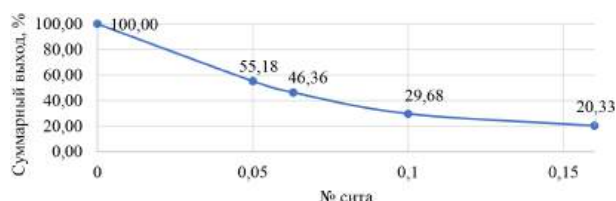


Рис. 2. Характеристика крупности продукта

Список литературы

1. Пустовгар А.П., Иванова И.С., Еленова А.А., Абрамова А.Ю., Адамцевич А.О. Влияние кварцевой муки на технологические свойства самоуплотняющихся бетонных смесей // Вестник МГСУ. – 2018. – Т. 13. – Вып. 6 (117). – С. 717–728.
2. Промтов М.А. Пульсационные аппараты роторного типа. Теория и практика. – М. : Машиностроение-1, 2001. – 247 с.

СИНТЕЗ И СВОЙСТВА КОРУНДОВОЙ КЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ $\text{CaO-BaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$

Д. В. Котоногов

Научный руководитель – к.т.н., м.н.с. Ш. М. Шарафеев

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
dvk99@tpu.ru

Изделия из корундовой керамики на основе оксида алюминия $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ широко используются в составе различных приборов, устройств и механизмов вследствие ее высоких диэлектрических и физико-механических свойств. Одним из наиболее распространенных видов корундовых материалов является спековая керамическая масса ВК 94-1 (22ХС), которая сочетает в себе относительно низкую температуру синтеза спека (1320–1350 °С) и окончательного обжига

изделий (1530–1580 °С), а также крайне высокие электрофизические свойства [1, 2]. Недостатком данной керамики является ее высокая склонность ко вторичной рекристаллизации с неравномерным ростом зерен вследствие наличия в ее составе Cr_2O_3 и MnO_2 . Структура керамики 22ХС с относительно крупными (30 мкм и более) и неравномерными по размеру зёрнами затрудняет ее использование в качестве износостойких деталей, в т. ч. в составе кернов и

калибрующих рамок фильер для производства изделий строительной керамики. В связи с этим актуальным является поиск и исследование составов корундовой керамики, обладающих низкой склонностью к росту зерен при обжиге, а также доступностью сырьевых материалов.

Цель работы – разработка составов износостойкой корундовой керамики в системе $\text{CaO}-\text{BaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$.

В качестве стеклообразующей композиции был выбран состав эвтектической точки диаграммы $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ (47,1 % CaO , 12,0 % Al_2O_3 , 40,9 % SiO_2 , $T_{\text{пл}} = 1265^\circ\text{C}$). Выбор данного эвтектического состава обусловлен достаточно высоким содержанием оксида кальция, что должно делать соответствующий расплав более активным по отношению к корунду при синтезе и спекании керамики [3]. Состав керамической массы – 94,0 % Al_2O_3 , 3,2 % CaO , 2,8 % SiO_2 – рассчитывался исходя из соображений сохранения содержания оксида алюминия на уровне массы 22ХС для получения сопоставимых результатов по прочностным характеристикам. Для предотвращения образования гидравлически активных соединений (силикаты и алюминаты кальция), а также дополнительного снижения температуры образования расплава в составе керамики заменяли оксид кальция на оксид бария в эквивалентном количестве от 0 до 2 % мас.

При синтезе спека наблюдается полный переход низкотемпературных форм оксида алюминия в корунд уже при температуре обжига 1300°C , однако достаточное уплотнение спеков достигается только при температуре $1350\text{--}1400^\circ\text{C}$. Фазовый состав спеков представлен в основном корундом и стеклофазой, однако на рентгеновских дифрактограммах фиксируются слабоинтенсивные рефлексы анортита $\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 2\text{SiO}_2$, геленита $2\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$

и цельзиана $\text{BaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 2\text{SiO}_2$. Окончательный обжиг образцов, сформованных из измельченных до удельной поверхности $5000\text{--}6000\text{ см}^2/\text{г}$ спеков, проводился в температурном диапазоне $1500\text{--}1580^\circ\text{C}$. Установлено, что оптимальной температурой обжига керамики является температура 1550°C , при 1580°C происходит пережог керамики, сопровождающийся увеличением пористости и снижением кажущейся плотности. Согласно результатам рентгенофазового анализа, при увеличении содержания оксида бария в составе керамики образуется не только цельзиан, но и моноалюминат кальция $\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$. Образование последнего предположительно происходит еще на этапе синтеза спека вследствие связывания большей части SiO_2 в алюмосиликат бария в процессе твердофазного синтеза компонентов.

Наиболее предпочтительным для получения керамических материалов для износостойких изделий имеет состав 94 % Al_2O_3 , 2,2 % CaO , 1 % BaO и 2,8 % SiO_2 , поскольку он при синтезе спека и окончательном обжиге не образует побочных кристаллических фаз за счет образования эвтектических расплавов в системах $\text{BaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ и $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$. При температуре обжига 1550°C данный состав характеризуется нулевым водопоглощением, открытой пористостью порядка 0,04 % и кажущейся плотностью $3,71\text{ г/см}^3$. Огневая линейная усадка материала составляет 22,4 %. Предел прочности при изгибе полученной керамики составляет $450\pm 40\text{ МПа}$ что практически в 1,5 раза превышает показатели образцов из керамики 22ХС. Однако, предел прочности при сжатии разрабатываемой керамики составляет $580\pm 60\text{ МПа}$, что в 1,4–1,5 раз меньше аналогичного показателя для керамики 22ХС.

Список литературы

1. Балкевич В.Л. *Техническая керамика*. – М.: Стройиздат, 1984. – 256 с.
2. Батыгин В.Н. *Вакуумноплотная керамика и ее спай с металлами*. – М.: Энергия, 1973. – 408 с.
3. Преснов В.А. *Керамика и ее спай с металлом в технике*. – М.: Атомиздат, 1969. – 232 с.