

УДК 666.295.4:666.75

**Р.Ю. Попов¹, А.Н. Шиманская¹, Е.О. Богдан¹,
Т.В. Колонтаева², И.В. Каврус¹**

¹Белорусский государственный технологический университет, г. Минск,
Республика Беларусь;

²Белорусский национальный технический университет, г. Минск,
Республика Беларусь

ПОЛУЧЕНИЕ ОГНЕУПОРНЫХ АЛЮМОСИЛИКАТНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТЕЧЕСТВЕННОГО КАОЛИНА «СИТНИЦА»

***Аннотация.** Приведены результаты исследования возможности повышения кондиционности каолинового сырья месторождения «Ситница» путем гидравлического ситового обогащения, а также получения на его основе алюмосиликатных огнеупорных материалов, характеризующихся открытой пористостью на уровне 29,7 %, механической прочностью при сжатии – 22,3 МПа и удовлетворяющих требованиям ГОСТ 390-2018.*

**R.Yu. Popov¹, A.N. Shimanskaya¹, E.O. Bogdan¹,
T.V. Kolontaeva², I.V. Kavrus¹**

¹Belarusian State Technological University, Minsk, Belarus

²Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

OBTAIN OF FIRE-RESISTANT ALUMINOSILICATE MATERIALS USING DOMESTIC KAOLIN «SITNITSA»

***Abstract.** The article presents the results of a study on the possibility of increasing the quality of kaolin raw materials «Sitnitsa» deposit by means of hydraulic sieve enrichment, as well as obtaining aluminosilicate refractory materials based on it, characterized by an open porosity of 29,7%, mechanical compressive strength of 22,3 MPa and meeting the requirements of GOST 390-2018.*

Алюмосиликатные огнеупоры находят широкое применение в машиностроении, химической, керамической, стекольной, цементной и других отраслях промышленности. Однако в настоящее время в Республике Беларусь отсутствует промышленное производство данных материалов и потребность в огнеупорах удовлетворяется преимущественно за счет импорта. Причиной этому является отсутствие на территории республики месторождений качественного огнеупорного сырья.

Вместе с тем, на современном этапе развития керамической и огнеупорной промышленности особое внимание уделяется максимальному вовлечению отечественного минерального сырья для получения керамических материалов различного назначения, что

оказывает существенное влияние на себестоимость готовых изделий, а также позволяет решать вопросы ресурсосбережения и импортозамещения.

На территории Беларуси выявлено два крупных потенциально-перспективных месторождения каолинов: «Ситница» и «Дедовка», расположенных в Брестской и Гомельской областях. Однако данное сырье характеризуется достаточно сложным минеральным составом, а также рядом специфических особенностей залегания: первое месторождение представлено в виде вскрышных пород и отдельных образований между плитами гранитоидов на Микашевичском месторождении; второе расположено в дельте реки Припять.

В результате ранее проведенных нами исследований [1] установлено, что каолиновое сырье месторождения «Ситница» на 72–97 мас.% представлено преимущественно кварцевой и полевошпатовой составляющей. Кроме того, в породе присутствует ряд примесных минералов: монтмориллонит, гидрослюда, встречаются железистые и титансодержащие соединения, которые являются вредными примесями и трудно удаляются из сырья.

При изучении огнеупорных свойств некоторых проб природного сырья было установлено, что данная характеристика не достигает значений 1580 °С, что в соответствии с ГОСТ 9169-2021, позволяет отнести его к группе тугоплавких материалов. В связи с этим, для повышения кондиционности каолинового продукта необходимо подвергать его обогащению и удалять кварц-полевошпатовую составляющую, а также примеси, ухудшающие цветовые характеристики сырья, – соединения железа и титана. Следует учитывать, что последние компоненты негативным образом влияют не только на эстетические характеристики керамических изделий, но и на их функциональные качества – способствуют образованию легкоплавких эвтектик, снижая огнеупорность и температуру деформации под нагрузкой материала, что недопустимо при использовании каолина при производстве огнеупорных изделий.

Установлено, что гидравлическое ситовое обогащение обеспечивает значительное улучшение огнеупорных свойств материала, в результате его применения данный показатель позволяет превысить необходимое значение температуры (1580 °С), что позволяет перевести обработанное сырье в класс огнеупорного и расширяет возможности применения каолинов для огнеупорной промышленности.

Целью настоящей работы является разработка составов масс для получения огнеупорных алюмосиликатных материалов с

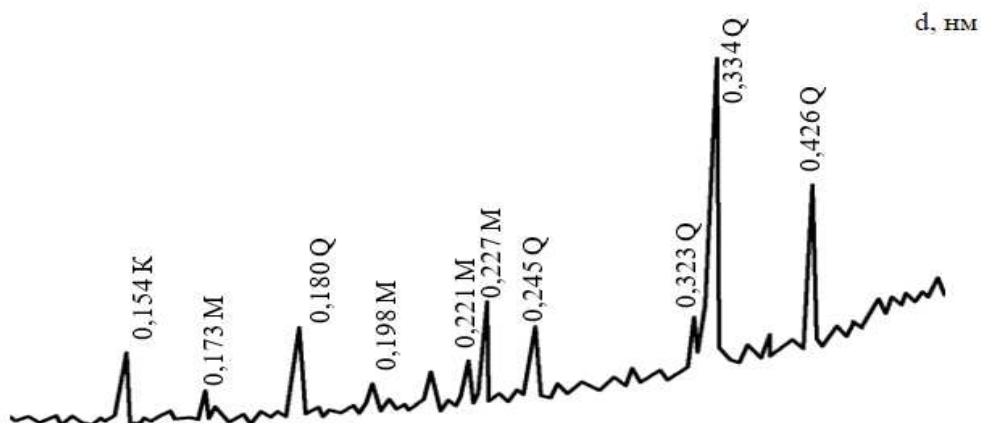
использованием отечественного каолина месторождения «Ситница» и исследованием их физико-химических свойств.

Синтез огнеупорных материалов осуществлялся с использованием термически обработанного сырья – низкоожженного шамота на основе обогащенного мокрым способом каолина «Ситница». Обоженный при температуре 1100 °С материал подвергался дроблению и рассеvu на сите № 1, а затем вводился в глину-связку, в качестве которой использовалась глина месторождения «Боровичское» (ТУ 1522-009-0190495) в количестве 20,0–60,0 мас.%. Алюмосиликатный шамот, полученный на основе обогащенного каолина «Ситница», характеризовался следующим химическим составом, мас. %: SiO_2 – 51,81; Al_2O_3 – 41,16; Fe_2O_3 – 2,38; TiO_2 – 1,00; CaO – 1,00; MgO – 0,41; Na_2O – 0,12; K_2O – 2,13.

Количество вводимого в керамические массы Al_2O_3 составляло от 27 до 30 мас. % и обеспечивало получение полукислых и шамотных огнеупоров.

Обоженные образцы имели серую или кремовую окраску, зависящую от содержания железистых включений в составе керамических масс. Установлено, что структура синтезированных материалов неоднородна и состоит из кристаллического вещества и аморфной фазы сложного состава, в материале фиксируются зерна кварца, а также окрашенные участки, вызванные присутствием включений соединений железа.

Фазовый состав материалов, синтезированных при температуре 1300 °С, представлен различными модификациями кремнезема (кристобалит, α -кварц) и муллитом (рис.2).



М – муллит; Q – α -кварц; К – кристобалит

Рис. 2. Дифрактограмма образца, обожженного при температуре 1300 °С

Значения физико-химических свойств образцов представлены в таблице 1.

Таблица 1. Свойства образцов огнеупорных материалов

Номер образца	Водопоглощение, %			Кажущаяся плотность, кг/м ³			Открытая пористость, %		
	1100 °С	1200 °С	1300 °С	1100 °С	1200 °С	1300 °С	1100 °С	1200 °С	1300 °С
1	24,5	23,0	18,6	1611	1629	1707	39,5	37,5	31,7
2	27,9	25,1	20,0	1518	1575	1672	42,3	39,6	33,3
3	21,5	20,4	17,4	1707	1726	1753	36,7	35,3	30,4
4	22,6	20,9	17,7	1668	1691	1730	37,6	35,3	30,7
5	20,6	19,5	17,1	1692	1711	1739	35,2	33,3	29,7

Значения механической прочности при сжатии образцов, синтезированных в интервале температур 1100–1300 °С, варьировались в интервале от 5,9 до 22,3 МПа. Значения температурного коэффициента линейного расширения опытных образцов составляли $(3,0\text{--}5,4) \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$.

На основании проведенных исследований установлено, что техническим требованиям ГОСТ 390-2018 удовлетворяет материал, полученный при 1300 °С на основе состава, включающего 60 мас.% глины «Боровичской» и 40 мас.% синтезированного на основе обогащенного каолина «Ситница» шамота. Огнеупорный алюмосиликатный материал характеризовался открытой пористостью – 29,7 %, механической прочностью при сжатии – 22,3 МПа.

В ходе проведенных исследований установлена возможность повышения кондиционных свойств каолинового сырья Республики Беларусь, получены опытные образцы огнеупорного материала с необходимым уровнем эксплуатационных характеристик.

Полученные результаты исследований представляют практический и теоретический интерес при организации производства огнеупорных изделий в стране, а также могут служить основой для получения некоторых видов технической керамики.

Исследования выполнены в рамках гранта Президента Республики Беларуси 2025 года в сфере науки.

Список использованных источников

1. Shymanskaya, H.N. Refractory clay raw materials of Republic of Belarus for production of the porcelain tile / H.N. Shymanskaya, E.M. Dyatlova, R.Yu. Popov // *Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.* – 2019. – V. 62. – N 12. – P. 39–44.