

УДК 666.295.4:666.75

**АЛЮМОСИЛИКАТНЫЕ ОГНЕУПОРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
КАОЛИНОВОГО СЫРЬЯ БЕЛОРУССКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ «СИТНИЦА»**

**Сергиевич О.А.<sup>1</sup>, Попов Р.Ю.<sup>1</sup>, Богдан Е.О.<sup>1</sup>, Дятлова Е.М.<sup>1</sup>, Щербанев Е.Н.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Белорусский государственный технологический университет*

<sup>2</sup>*Белорусский национальный технический университет*

*Минск, Республика Беларусь*

**Аннотация.** В работе установлена возможность применения природного и обогащенного каолина «Ситница» для получения алюмосиликатных огнеупорных материалов.

**Ключевые слова:** алюмосиликатный огнеупор, фазовый состав, структура, спекание.

**ALUMINOSILICATE REFRACTORY MATERIALS WITH USING KAOLIN RAW MATERIALS  
FROM THE BELARUSIAN DEPOSIT "SITNICA"**

**Sergievich O.<sup>1</sup>, Popov R.<sup>1</sup>, Bogdan E.<sup>1</sup>, Dyatlova E.<sup>1</sup>, Shcherbanev E.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Belarusian State Technological University*

<sup>2</sup>*Belarusian National Technical University*

*Minsk, Republic of Belarus*

**Abstract.** In work installed possibility use natural and enriched kaolin "Sitnitsa" for the production of aluminosilicate refractory materials.

**Key words:** aluminosilicate refractory, phase composition, structure, sintering.

*Адрес для переписки: Сергиевич О.А., ул. Свердлова, 13а, Минск 220006, Республика Беларусь  
e-mail: Topochka.83@mail.ru*

Известно, что наиболее распространенные шамотные и полукислые огнеупорные изделия составляют группу алюмосиликатных огнеупоров, минеральной основой которых являются муллит, кристаллические модификации кремнезема и кремнеземистое стекло со значительным содержанием глинозема [1]. В Республике Беларусь алюмосиликатные огнеупоры широко используют в машиностроении, химической, керамической, стекольной, цементной и других отраслях промышленности. Вся потребность в огнеупорах удовлетворяется за счет их импорта из других стран, т. к. собственного производства таких изделий в РБ нет, что обусловлено отсутствием доступного огнеупорного сырья, хотя в Республике имеются месторождения каолинов. Наиболее перспективным месторождением с точки зрения практического использования являются каолины белорусского месторождения «Ситница» [2].

Таким образом, целью данного исследования является разработка составов масс с использованием природного и обогащенного каолинов «Ситница» для получения алюмосиликатных огнеупорных изделий (шамотных и полукислых), отвечающих требованиям ГОСТ 28874-2004 «Огнеупоры. Классификация».

Месторождение первичных каолинов «Ситница» расположено в Лунинецком районе Брестской области. Мощность каолинов по контуру месторождения составляет 2,0–9,1 м, средняя – 3,6 м, определены запасы в 1,714 млн.т по категории С<sub>1</sub> и 0,695 млн.т – по С<sub>2</sub>. Средний выход обогащенного каолина около 30 %.

Опытные сырьевые композиции содержали природный или обогащенный каолин «Ситница»,

пластичную огнеупорную глину и алюмосиликатный шамот. В составах масс на основе обогащенного каолина «Ситница» содержание Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> находится в пределах 35,5–36,5 %, что является предпосылкой увеличения огнеупорности и других термомеханических характеристик полученных шамотных огнеупорных материалов. После обжига образцы имели удовлетворительный внешний вид без признаков деформации.

На основе анализа данных физико-механических свойств опытных образцов установлено оптимальное соотношение каолина, огнеупорной глины и шамота (К:Г:Ш = 1,5:1:2,5), обеспечивающее хорошее спекание и удовлетворительные свойства материала. Значения показателей механической прочности при сжатии образцов с увеличением количества огнеупорной глины возрастают от 48,7 до 50,9 МПа ( $T_{\text{обж.}} = 1300 \text{ }^\circ\text{C}$ ), при минимальном содержании природного каолина 30 %. Образцы с использованием обогащенного каолина обладают более высокими прочностными показателями (на 18,8–24,5 МПа выше), что обусловлено увеличением в фазовом составе доли высокопрочного муллита за счет повышения содержания Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Огнеупорность исследованных образцов составляет свыше 1580 °С для всех изученных составов и соответствует требованиям ГОСТ 28874–2004. Основные показатели свойств разработанных огнеупорных материалов приведены в табл. 1.

При исследовании фазового состава образцов оптимальных составов, синтезированных с использованием природного и обогащенного каолина «Ситница» при 1250 °С, были идентифицированы фазы муллита (3Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·2SiO<sub>2</sub>), кварца (SiO<sub>2</sub>) и кристобалита (SiO<sub>2</sub>), что свидетельствует

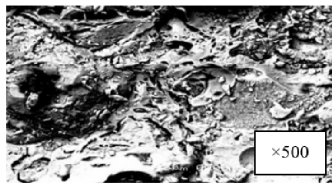
о схожести качественного фазового состава образцов с минеральным составом производственных шамотных огнеупорных изделий. При этом в составе с использованием обогащенного каолина «Ситница» наблюдается увеличение интенсивности дифракционных максимумов муллита за счет большего содержания  $Al_2O_3$ .

Характер высокотемпературных дилатометрических кривых огнеупорных материалов с использованием природного и обогащенного каолина

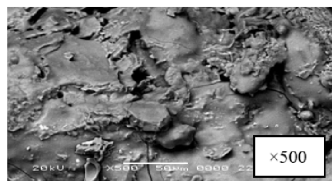
«Ситница» имеет практически одинаковый характер с небольшим смещением кривой образцов с обогащенным каолином в высокотемпературную область, что обусловлено большим содержанием в его составе  $Al_2O_3$ . Характеристические точки на дилатометрических высокотемпературных кривых, а именно температура спекания, при котором изменение размеров устанавливается на уровне 5 % (для состава на природном каолине – 1238 °С, а с использованием обогащенного каолина – 1243 °С).

Таблица 1. Свойства разработанных огнеупорных материалов

Наименование показателей	С природным каолином	С обогащенным каолином	Требования ГОСТ 28874–2004		
			Низкоглиноземистые полукислые (10–28) / менее 85 группа LF 10	Шамотные (28–35) / – группа FC 30	Шамотные (28–45) / – группа FC 35
Массовая доля компонентов, выраженная соотношением $Al_2O_3 / SiO_2$ , %	31,79 / 60,59	36,0 / 56,10			
Огнеупорность, °С	Более 1580	Более 1580	Огнеупорные (1580–1770)		
Пористость открытая, %	15,9	14,0	Уплотненные больше или равно (16–20)		Плотные больше (10–16)
Механическая прочность при сжатии, МПа	42,2	74,6	Не регламентируется		
ТКЛР, $\cdot 10^{-6}, K^{-1}$	4,85	4,36	Не регламентируется		
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)	0,65	0,79	Не регламентируется		
Область применения	Для различных тепловых агрегатов (общего назначения)		Для различных тепловых агрегатов (общего назначения)		Для определенных тепловых агрегатов



а



б

Составы с каолином «Ситница»: а – природным; б – обогащенным

Рисунок 1 – Электронно-микроскопическое изображение поверхности скола огнеупорных материалов, обожженных при температуре 1250 °С

Микроструктура поверхности исследованных образцов огнеупорных материалов с использованием природного и обогащенного каолинов «Ситница», приведенная на рисунке 1, поликристаллическая, мелкозернистая, текстура неоднородная, однако при использовании обогащенного каолина она становится более однородной, содержащей меньше крупных включений, что обусловлено

увеличением количества тонких фракций, интенсифицирующих спекание. Кварц представлен в виде крупных зерен оскольчатой угловатой формы и распределен равномерно. Зерна кварца в образцах на основе обогащенного каолина мелкозернистые при меньшем их содержании и равномерно распределены. Поверхность образцов в разработанных материалах на основе более дисперсного, обогащенного каолина ровная без стекловидных выступов.

Разработанные огнеупорные материалы на основе природного и обогащенного каолинов «Ситница» соответствуют требованиям ГОСТ 28874–2004. Используя небогатый каолиновое сырье, можно получить низкоглиноземистые шамотные (полукислые) алюмосиликатные огнеупорные материалы группы LF 10, а на основе обогащенных каолинов – шамотные уплотненные алюмосиликатные огнеупорные материалы группы FC 35 при температуре синтеза 1250 °С.

#### Литература

1. Производство огнеупоров / И.Д. Кашеев [и др.] // Огнеупоры для промышленных агрегатов и топок: справочное издание в 2 книгах. – М.: Интермет Инжиниринг, 2000. – Кн. 1.– 663 с.
2. Thermal and deformative characteristics of kaolin raw deposits of the Republic of Belarus / O. A. Sergievich [et al.] Sobachevskiy // Engineering Structures a. Technologies. – 2015. – Vol. 7, № 2. – P. 93–98.