

УДК 666.3-128

Студ. Е. Н. Макушенко

Науч. рук. доц., к.т.н. Р. Ю. Попов

(кафедра технологии стекла и керамики, БГТУ)

ПОЛУЧЕНИЕ ТУГОПЛАВКИХ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ФУТЕРОВКИ ТЕПЛОВЫХ АГРЕГАТОВ

Огнеупорные и тугоплавкие изделия широко используются в машиностроительной, металлургической, стекольной, химической и других отраслях промышленности. Основным назначением огнеупоров является защита внешней среды и менее стойких элементов конструкции от воздействия высоких температур, горячих газов, расплавов и т. п. [1].

В Республике Беларусь нет производства огнеупорных и тугоплавких материалов, они полностью ввозятся из стран СНГ (Россия, Украина).

Учитывая большую потребность в таких изделиях, а также высокую стоимость импортных огнеупоров и сырьевых материалов для их получения, целью работы является получение тугоплавкого кирпича с заданными эксплуатационными характеристиками с использованием отечественного сырья при пониженных температурах синтеза (1100 – 1200 °С).

В качестве сырьевых применялись: глины тугоплавкая месторождения «Городное», глина огнеупорная месторождения «Боровичи», а также алюмосиликатный шамот. В качестве связки выступала концентрированная ортофосфорная кислота. В качестве добавок сверх 100 % применялись: доломит, карбонат магния, а также оксид магния. Составы керамических масс приведены в таблице 1

Таблица 1 – Составы опытных масс

Название компонента	Индекс состава и содержание компонентов, мас. %											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Глина «Городок»	30	30	40	40	30	30	40	40	30	30	40	40
Глина «Боровичи»	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Шамот	60	60	50	50	60	60	50	50	60	60	50	50
Доломит	2,5	5	2,5	5	–	–	–	–	–	–	–	–
MgCO ₃	–	–	–	–	2,5	5	2,5	5	–	–	–	–
MgO	–	–	–	–	–	–	–	–	2,5	5	2,5	5

Образцы готовились методом полусухого прессования. Все составы предварительно высушиваются, глинистые компоненты просеиваются через сито №1, шамот рассеивается на фракции. Далее все компоненты дозируются по массе в соответствии с составом (300 г), смешиваются в фарфоровой ступке. Затем добавляется связка. В качестве связки выступает 87 %-я ортофосфорная кислота H_3PO_4 в количестве 10 мас.% сверх 100 мас. %. После перемешивания массе необходимо вылежаться в течении 15-30 мин. Образцы в виде цилиндров диаметром 30 мм, плиточки размером (50×50×5) мм, палочки размером (5×5×50) мм. Давление прессования составляет 30 МПа. Прессование ведется в две стадии для исключения запрессовки воздуха. Сначала подается 1/3 от максимальной нагрузки, затем нагрузка снимается и снова нагружается до необходимого значения. Сушку образцов производили в сушильном шкафу при температуре 300 ± 5 °С с выдержкой в 1 ч. Остаточная влажность не превышала 0,5 %. Обжиг образцов производился в электрической муфельной печи при температурах 1100, 1200 °С с выдержкой в 1 ч и максимальной скорости подъема температуры – не более 250 °С/ч.

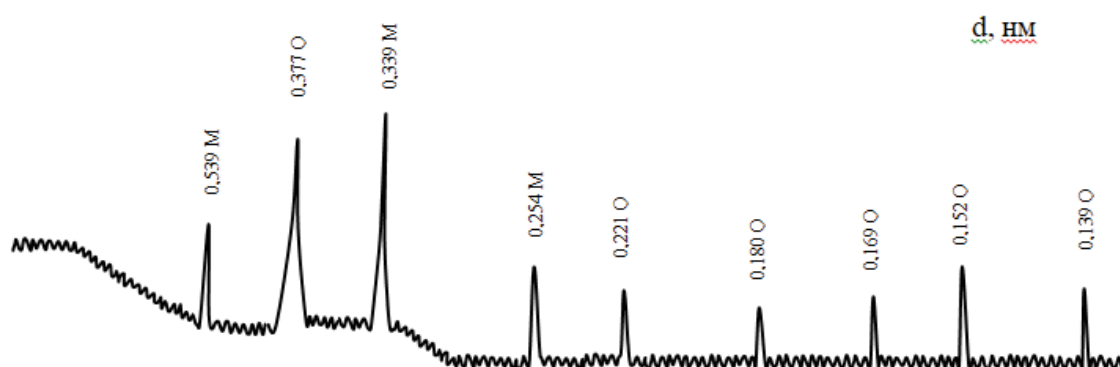
Физико-химические свойства образцов материала изучались в соответствии с требованиями стандарта. Температурный коэффициент линейного расширения (ТКЛР) измерялся дилатометре DIL 402 PC фирмы Netzsch (Германия) в интервале температур 20 – 300 °С, прочность при сжатии – на прессе GTGabTec_{SRL} (Италия). Термостойкость определялась количеством термосмен образцов, нагретых до 1000 °С и резким охлаждением в воде комнатной температуры. Рентгенофазовый анализ проводился на установке D8 ADVANCE Brucker (Германия).

Значения физико-химических свойств образцов приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Физико-химические свойства керамики

Показатели	Значения физико-химических свойств		
	образцов, полученных при температуре:		согласно требованиям стандарта СТБ 1409-2003
	1100 °С	1200 °С	
1	2	3	4
Водопоглощение, %	10,8 – 15,4	8,6 – 14,0	–
Открытая пористость, %	21,4 – 28,2	18,5 – 23,9	–
Кажущаяся плотность, кг/м ³	1835 – 1971	1708 – 2148	Не менее 1400
Предел прочности при сжатии, МПа	35,8 – 60,6	39,8 – 66,9	Не менее 10
Термостойкость	>100	>100	Не менее 20
ТКЛР $\alpha \cdot 10^6, K^{-1}$	3,65 – 4,70	3,29 – 4,48	–

Данные рентгенофазового анализа, приведенный на рисунке 1 свидетельствуют о том, что основными кристаллическими фазами являются муллит и кварц.



Q – α -кварц; M – муллит

Рисунок 1 – Рентгенограмма образца состава 11 при температуре синтеза 1100 °С

Структура полученных образцов керамики представлена на рисунке 2.

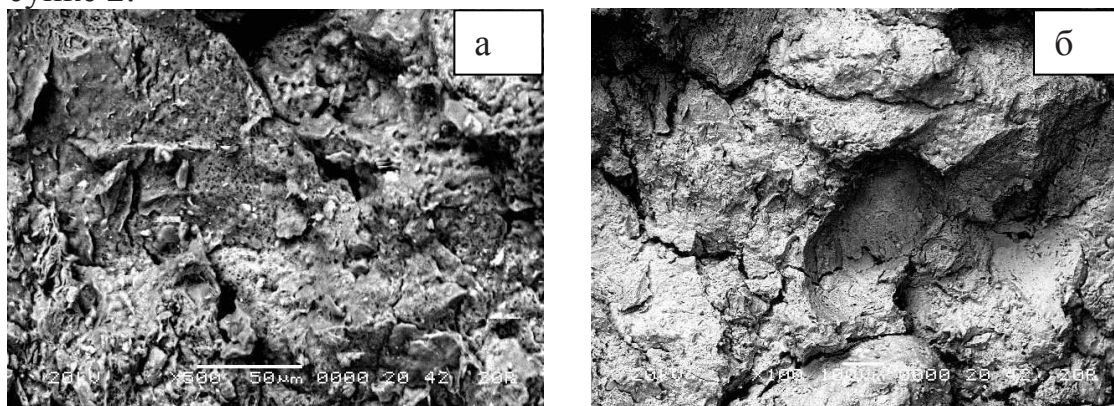


Рисунок 2 – Электронная микроскопия образца состава 11 при увеличении а) $\times 100$, б) $\times 500$

Структура синтезированных материалов достаточно неоднородная, представлена кристаллическим веществом, зернами кварца, кристаллами муллита, включениями железа и аморфной фазой сложного минерального состава. Кварц представлен в виде крупных зерен оскольчатой угловатой формы, распределен равномерно. С увеличением температуры обжига увеличивается интенсивность окраски материала.

Таким образом, в результате проведенных исследований показана возможность получения тугоплавкого кирпича, обладающего требуемым комплексом физико-химических свойств и эксплуатационных характеристик, с использованием отечественного глинистого сырья, а также оксида магния в качестве модифицирующей добавки. При этом в состав керамической массы целесообразно вводить от

2,5 % оксида магния, что существенно повышает технико-эксплуатационные свойства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дятлова, Е.М. Химическая технология керамики и огнеупоров. Лабораторный практикум: учеб. пособие / Е.М. Дятлова, В.А. Бирюк. – Минск: БГТУ, 2006. – 284 с.

2. Способ изготовления огнеупорных силикатных материалов для футеровки вагонеток обжига кирпича и других тепловых агрегатов: пат. № 2145311 РФ, МПК 7 С 04 В 33/22, С 04 В 35/66/ М.М. Усманов, Р.Р. Салихов; заявл. 14.12.2011; опубл. 20.04.2013 // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.findpatent.ru/patent/247/2145311.html>. – Дата доступа: 15.04.2019.

УДК 666.189.3

Студ. В.В. Козлова

Науч.рук. доц. к.т.н. И.М. Терещенко

(кафедра технологии стекла и керамики, БГТУ)

РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ГРАНУЛИРОВАННОГО ПЕНОСТЕКЛА НА ОСНОВЕ ОТСЕВОВ СОРТИРОВКИ СТЕКЛОБОЯ

Среди теплоизоляционных материалов широкое распространение в строительстве, все большее значение приобретают теплоизоляционные материалы, способные эффективно выполнять свои функции по сбережению энергетических ресурсов, затрачиваемых на создание и поддержание необходимого температурного режима во внутренних помещениях. Одним из наиболее перспективных материалов в этом отношении является пеностекло. При этом особый интерес представляет пеностекло, изготовленное в виде гранул размером менее 4 мм.

Известный способ получения пеностекла заключается в варке специального стекла, его дроблении, получении шихты с добавками газообразующих компонентов и вспенивании при $t > 800$ °С [1]. Такая технология осложняется необходимостью применения стекла с нормированным составом, а использование сульфатов в качестве окислителя при газообразовании сопряжено с образованием сероводорода, что сужает область применения продукт.

Уход от порошковой технологии получения пеностекла был реализован путем создания технологий производства гранулированного