УДК 666.714

И.А. Левицкий, О.Н. Хоружик, А.И. Тригубович

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ КЛИНКЕРНОГО КИРПИЧА НА ОСНОВЕ СЫРЬЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Приведены результаты исследований процессов спекания сырьевой композиции на основе местного минерального сырья, включающего глину тугоплавкую, глину легкоплавкую, суглинок и гранитоидные отсевы. Представлены сведения о минеральном и химическом составе клинкерного кирпича оптимальной области составов. Авторами предложено соотношение оксидов, определяющее оптимальную область составов.

Ключевые слова: клинкерный кирпич, глина, суглинок, гранитоидный отсев, механическая прочность, водопоглощение, спекание, морозостойкость.

I.A. Levitskii, O.N. Horuzhik, A.I. Tryhubovich

RESOURCE-SAVING TECHNOLOGY OF CLINKER BRICKS BASED ON RAW MATERIALS OF THE REPUBLIC OF BELARUS

The results of studies of the processes of sintering the raw material composition based on local mineral raw materials, including refractory clay, low-melting clay, loam and granitoid screenings. The data on the mineral and chemical composition of clinker bricks of the optimal composition area are presented. The authors propose a ratio of oxides that determines the optimal range of compositions.

Keywords: clinker brick, clay, loam, granitoid screenings, mechanical strength, water absorption, sintering, frost resistance.

Целью исследований является синтез керамических плотно спекшихся масс для получения клинкерного кирпича на основе местного минерального сырья Беларуси с применением поликомпонентной сырьевой смеси, включающей глинистую составляющую, представленную сырьем различного химико-минерального состава, и гранитоидных отсевов – отходов камнедробления.

Согласно СТБ 1787-2007, клинкерный кирпич в зависимости от области применения подразделяют на два класса: А – для укладки фундаментов, стен, для кладки и облицовки стен в гидротехнических сооружениях, для тротуаров и отмосток; Б – для кладки и облицовки стен зданий и сооружений [1].

В качестве сырьевых материалов для получения клинкерного кирпича использовалось следующее сырье: тугоплавкая глина месторождения «Городное» Брестской области; суглинки месторождения «Фаниполь» Минской области; в качестве плавня – отходы камнедробления гранитов Микашевичского месторождения Брестской области. Для улучшения сушильных свойств во все составы образцов вводилась глина месторождения «Большая Карповка» (Курская область, Россия) марки БК–0.

Химический состав компонентов шихты представлен в таблице. В изучаемой системе выбрана область исследований, включающая, %[1]: глина месторождения «Городное» – 5–20; суглинки месторождения «Фаниполь» – 40–55; гранитоидные отсевы фракции менее 1,0 мм – 20–40. Глина марки БК–0 входила во все составы в количестве 10 %.

Образцы готовили из компонентов, прошедших через сито № 1 (5 отв/см^2), пластическим способом при влажности масс 17–20 %. Последующая сушка образцов велась в сушильном шкафу при температуре 110–120 °С. Обжиг производили в интервале температур 1050–1120 °С и выдерживали при максимальной температуре в течение 2 ч в камерной электрической печи.

Усредненный химический состав исходных компонентов

Наименование сырья	Оксиды и их содержание, %								
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	Na_2O	K_2O	MgO	CaO	TiO_2	п.п.п.
Глина месторождения «Городное»	64,78	17,97	5,65	0,17	1,07	0,92	1,28	0,96	7,20
Суглинки месторож дения «Фаниполь»	79,58	9,32	2,45	0,74	1,56	1,30	1,32	0,61	3,12
Гранитоидные отсевы	61,64	14,86	8,94	3,41	2,52	3,32	4,38	0,93	–
Глина месторождения «Большая Карповка» марки БК-0	69,84	17,40	3,89	0,09	0,43	0,09	0,14	1,53	6,59

Обжиг образцов производился при температуре от 1050 до 1120 °С с выдержкой при максимальной температуре 2 ч.

Установлено, что образцы клинкерного кирпича характеризуются усадкой 4,4–7,5 %, которая варьируется в зависимости от тем-

[1] Здесь и далее по тексту, если не оговорено особо, содержание приведено в массовых %.

пературы обжига. Водопоглощение керамических образцов изменяется от 5,5 до 8,18 %, кажущаяся плотность – от 2180 до 2270 кг/м^3, механическая прочность при сжатии составляет 40,0–78,6 МПа, морозостойкость – 175 циклов. Образцы имеют шоколадный и темно-коричневый насыщенный цвет. Определение значений показателей удельной эффективности радионуклидов по ГОСТ 30108–94 [2] показало, что их значения составляют 170–203 Бк/кг при допустимой норме 370 Бк/кг.

Изменение свойств образцов с повышением температуры происходит за счет уменьшения количества пор вследствие заполнения их расплавом, образующимся в результате плавления легкоплавких составляющих глинистого сырья и гранитоидных отсевов.

Зависимость некоторых физико-химических свойств образцов от температуры обжига приведена на рисунке.

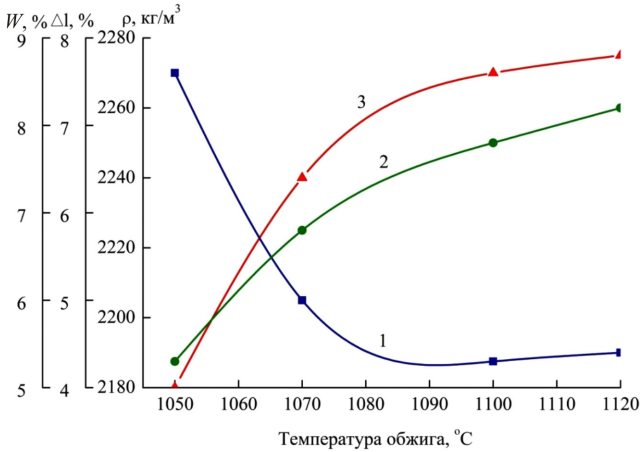

Рис. Зависимость физико-химических свойств образцов от температуры обжига: *1* – водопоглощение; *2* – общая усадка; *3* – кажущаяся плотность

Рентгенофазовым анализом на установке D8 ADVANCE Brucker (Германия) образцов оптимальной области составов установлено наличие муллита, анортита, α-кварца и гематита. Явно выраженное гало на рентгенограммах свидетельствует об образовании значительного количества стекловидной фазы.

Из проведенных исследований очевидно, что в диапазоне температур (1120±5) °С возможно получение клинкерного кирпича класса Б согласно СТБ 1787-2007. Образцы характеризуются следующими значениями физико-механических свойств: водопоглощение – не более 4 %; плотность черепка – не менее 1950 кг/м^3; морозостойкость образцов при объемном замораживании – не менее 100 циклов, теплопроводность составила 0,38–0,42 Вт/м·К. Механическая прочность при сжатии находится в интервале 60–78 МПа.

Расчеты химического состава образцов показали, что область оптимальных составов масс отвечает следующему содержанию составляющих оксидов, %: SiO_2 – 63,1–67,8; Al_2O_3 – 15,2–17,8; сумма оксидов щелочных и щелочноземельных металлов ($RO+R_2O$) – 5,5–6,5 и сумма $Fe_2O_3+TiO_2$ – 5,2–7,1. Указанное соотношение оксидов обеспечивает формирование плотно спекшейся структуры клинкерного кирпича. Данная область отвечает требуемым значениям физико-химических свойств образцов, а интервалы содержания компонентов близки к полученным в работе [3].

Расчетом минерального состава керамических масс оптимальной области клинкерного кирпича установлено содержание следующих минералов, %: 7–10 каолинита; 2–3 мусковита и биотита; 6–8 иллита; 7–10 глауконита; 14–18 монтморилонита; 4–6 хлорита; 35–39 кварца; 7–9 полевых шпатов; 1–3 кальцита; 2–4 железистых минералов; 2–3 прочих минералов, что находится с данными исследований [4].

Список литературы

1. СТБ 1787-2007. Кирпич керамический клинкерный. Технические условия. – Введ. 01.04.2008. – Минск, 2007. – 6 с.

2. ГОСТ 30108–94. Материалы и изделия строительные. Определение удельной эффективности естественных радионуклидов. – М., 1994. – 8 с.

3. Технологические особенности клинкерного кирпича / В.В. Коледа [и др.] // Стекло и керамика. 2009. – № 4. – С. 17–20.

4. Vogt S. Methoden zur Bewertung der Rohstoffeignung und Masseoptimierung. (Teil 1) // Ziegelindustrie International. – 2015. – B. 68. – No. 5. – S. 34–43.

Об авторах

Левицкий Иван Адамович (Минск, Республика Беларусь) – доктор технических наук, профессор кафедры технологии стекла и керамики, заслуженный деятель науки Республики Беларусь, Белорусский государственный технологический университет, e-mail: levitskii@belstu.by.

Хоружик Ольга Николаевна (Минск, Республика Беларусь) – аспирант кафедры технологии стекла и керамики, Белорусский государственный технологический университет, e-mail: ohoruzhik@belstu.by.

Тригубович Александр Иосифович (Минск, Республика Беларусь) – научный сотрудник кафедры технологии стекла и керамики, Белорусский государственный технологический университет, e-mail: a.tryhubovich@gmail.com.