

6. Мохельник П. Взрывозащищенные рудничные дизелевозы из Чехии / П. Мохельник, П. Коварж // Глюкауф .– 2002. – №1 – С. 50 – 52.

УДК 691.421

НИЗКОБЖИГОВЫЙ КЕРИМИЧЕСКИЙ КИРПИЧ, ПОЛУЧЕННЫЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЩЕЛОЧЕЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ

В.Н. Деревянко¹, А.Н. Гришко²

¹доктор технических наук, профессор кафедры технологии строительных материалов, изделий и конструкций, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», г. Днепр, Украина, e-mail: derev@mail.pgasa.dp.ua

²кандидат технических наук, доцент кафедры эксплуатации гидромелиоративных систем и технологии строительства, Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет, г. Днепр, Украина, e-mail: gryshko_anna@mail.ru

Аннотация. Разработаны составы керамического кирпича с использованием лесовидного и красно-бурого суглинков и красного шлама Запорожского алюминиевого комбината (ЗалК). Установлено, что температура начала спекания кирпича-сырца, модифицированного щелочежелезосодержащими системами, снижается с 850 до 680°C, а конец спекания с 950-1150°C до 850-870°C по сравнению с немодифицированным сырьем, что соответствует концепции энергосбережения.

Ключевые слова: керамический кирпич, суглинок, энергосбережение, температура обжига, спекание, красный шлам, прочность.

LOW-FIRED CERAMIC BRICK WITH THE USE OF ALKALI-IRON-CONTAINING RAW MATERIALS

V.N. Derevianko¹, H.M. Gryshko²

¹Ph.D., Professor of the Department of Technology of Construction Materials, Products and Designs, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, State Higher Education Institution, Dnipro, Ukraine, e-mail: derev@mail.pgasa.dp.ua

²Ph.D., Associate Professor of the Department of Operation of Hydromelioration Systems and Construction Technology, Dnipropetrovsk State Agrarian University, Dnipro, Ukraine, e-mail: gryshko_anna@mail.ru

Abstract. Developed are ceramic brick compositions with the use of loessial loams, red-brown loams and red mud from Zaporizhzhia Aluminum Plant (ZALK). It is found that in case of green brick modified with the alkali-iron-containing systems, starting sintering temperature is lowered from 850 to 680°C, and that of sintering end is lowered from 950-1150°C to 850-870°C as compared to the non-modified material, which is consistent with energy conservation concept.



Keywords: ceramic brick, loam, energy conservation, firing temperature, sintering, red mud, strength.

Введение. Постоянное возрастание стоимости энэргоресурсов в Украине делает актуальной проблему использования техногенных минеральных систем, содержащих достаточное количество щелочей и железа и снижающих температуру обжига при производстве керамического кирпича.

Поэтому исследования, направленные на применение техногенных отходов промышленности в качестве основного или дополнительного сырья при производстве керамического кирпича, являются актуальными и должны привести к созданию энергосберегающей технологии его производства.

Снижение температуры обжига и получения необходимого количества стеклофазы при пониженных температурах, может быть достигнуто путем введения плавней в состав сырьевой смеси в виде шлама Запорожского алюминиевого комбината (ЗАЛК), а также путем активации части суглинка совместно со шламом ЗАЛК.

Цель работы. Разработка составов керамического кирпича с использованием красного шлама ЗАЛК, который способствуют снижению температуры обжига и формированию прочной структуры изделий после обжига.

Анализ публикаций. Ученые [1-2] предполагают, что основные физико-механические свойства керамическим материалам сообщает муллит, поэтому необходимо вводить такие добавки, которые способствуют образованию муллита при температуре 1000-1100°C. Рентгенограммы муллита и силлиманита близки, а их инфракрасные спектры поглощения – различны. Это делает удобным спектральный анализ для определения минералов.

В связи с уменьшением качественного природного сырья, использование техногенного сырья является перспективным направления развития полусухого способа прессования. Это связано с дешевизной отходов, а также с тем, что большинство отходов является измельченными до 300 мкм [3].

В исследованиях А. Ю. Столбоушкина готовился порошок из опудренных гранул, где шламистая часть отходов обогащения железных руд и углеобогащения активно смешивалась в сухом состоянии в грануляторе с добавлением стеклобоя и части суглинка. Затем прессование, сушка и обжиг изделий осуществлялись в туннельной печи при температуре 1000°C в течении 42 часов. В результате чего был получен кирпич с маркой по прочности М 150, класс по средней плотности составляет 1,4 и показатели морозостойкости F50 (85 % отходы углеобогащения; 15 % суглинок) [3].

Исследованиями под руководством Д.В. Орешкина [4] при производстве эффективных стеновых изделий была установлена возможность при-



менения бурого шлама, который образуется в результате бурения при строительстве нефтяных и газовых скважин. Он извлекается на поверхность и представляет собой тонкоизмельченную породу, по химическому составу является сходной с глинистым сырьем и содержит 21,2 % Al_2O_3 . В шламе количество глинистых минералов составляет около 80 %, огневая усадка – 8,7-14,3 %.

При производстве кирпича полусухого прессования был использован бурый шлам, а также песчаник, который является отходом бурения. Размер зерен песчаника составил до 50 мкм. В результате чего был получен кирпич марки 75 и 100 [4].

В исследованиях [5] при производстве керамического кирпича в качестве сырья использовали каолин из нефтеперерабатывающих заводов, красный шлам, вторичный продукт производства глинозема из бокситов и бытовые отходы. При этой технологии красный шлам и бытовые отходы перемешивались, чтобы суммарное количество щелочей красного шлама и остаток кремнезема в бытовых отходах в течение процесса обжига реагировали друг с другом и образовывали новые глинистые минералы. Необходимая пластичность формы достигается введением каолина.

Для регулирования физико-химических и реотехнологических свойств глинистых масс, а также физико-механических и эксплуатационных характеристик готовой продукции использовали высокодисперсное железосодержащее техногенное сырье: отходы обогащения железистых кварцитов КМА и магнетитовой руды Абаканского рудника (г. Абаза); пиритные огарки – отходы сернокислотного и сульфит-целлюлозного производства (Новокемеровский комбинат), железный шлам – отход кемеровского анилинокрасочного завода. В указанных отходах горнорудного производства содержание Fe_2O_3 в мас. % изменялось от 6,5 до 8,4 и от 9,0 до 10,1 соответственно, для пиритных огарков соответствующие значения для FeO и Fe_2O_3 составляли 10,4 и 58,1, а для железного шлама – 11,9 и 78,2 [6].

Проведенным исследованием конденсационной структуры и свойств образцов после сушки при 110°C было установлено, что железосодержащие добавки понижают чувствительность к сушке и воздушную усадку [6].

Прочность при сжатии и изгибе соответственно достигает 7,5 МПа и 2,2 МПа и по сравнению с образцами без добавок повышается на 25,8 и 15,8 % соответственно. Пиритные огарки и железный шлам в количестве от 5 до 10 % снижают формовочную влажность на 2-2,5 %, коэффициент чувствительности к сушке от 1,41 до 0,86%, воздушную линейную усадку от 7,2 до 4,8-5,0 % и повышают связующую способность суглинистых масс [6].



Материал и результаты исследований. Изучено влияние соотношения компонентов на структуру и основные физико-механические свойства керамического кирпича, модифицированного техногенными минеральными системами. В результате проведения исследований, выявлено, что матричная структура полученного черепка в основном представлена: плоскими частицами размером 1–2 мкм, контактирующими по типам базис – скол, скол – скол, базис – базис; округлыми частицами размером 0,4–1 мкм, связанными соединениями альбита, геленита; частично сферическими коллоидными частицами кремния или гематита.

Образцы из глинистого сырья с оптимальным содержанием железосодержащих добавок имеют отличительную особенность, которая заключается в отсутствии на ребрах и гранях дефектов после сушки (трещин и просечек). Таким образом, конденсационная структура при сушке таких пластифицированных, но менее влажных глинистых масс, формируется более интенсивно: уменьшается усадка, предел прочности при сжатии возрастает на 25–30 %, при этом трещиностойкость и качество сырца повышается.

Кинетические параметры процесса спекания глинистых масс показали, что железосодержащие добавки расширяют температурный интервал и понижают температуру начала спекания и сокращают вдвое время достижения предельной усадки материала. Установлено, что содержание в низкосортных глинах железистых соединений до 10 % положительно влияет на спекание керамических масс.

Исследования показали, что оптимальная степень измельчения возникает при помоле 25 % суглинка совместно с 7–10 % красного шлама ЗАЛК в течение 0,5 часа до полного прохождения через сито 0,02 51 % вяжущего. При этом после обжига получается равномерно обожженный черепок без дефектов. Интервал спекания, установленный экспериментально по величине водопоглощения, составляет 850–950°C, оптимальная температура спекания 850–870°C, время спекания в лабораторной муфельной печи 7–8 час. Полученные образцы имеют прочность при сжатии 21,0 МПа, плотность 1640 кг/м³, водопоглощение 12 %, при испытании на морозостойкость образцы выдержали без потери массы 50 циклов.

Выявлено, что матричная структура полученного черепка в основном представлена: плоскими частицами размером 1–2 мкм, округлыми частицами размером 0,4–1 мкм. Также структура керамического кирпича пронизана порами различной конфигурации от 0,01 до 0,1 мкм и от 0,1 до 1 мкм. Общая пористость керамического кирпича составляет 24 %.



Выводы. Разработаны оптимальные составы керамических шихт на основе отходов, обеспечивающие необходимые физико-механические характеристики керамических материалов, содержащие лессовидный и краснобурый суглинки, красный шлам, содержащие: 93 % суглинков, 7 % красного шлама 3АлК для получения керамического кирпича при температуре 850°C марки 200 со средней плотностью 1490 – 1700 кг/м³, что позволяет снизить энергетические затраты на обжиг.

По результатам рентгенофазового анализа в материале, обожжённом при температуре 850°C, содержатся следующие соединения: альбит, геленит, гематит, мусковит ($KAl_3Si_3O_{11}$), кварц.

Разработан оптимальный режим обжига керамических стеновых материалов при температуре 850°C. Выявлено, что комплексная активация лессовидного суглинка в щелочной среде красного шлама на завершающей стадии обжига снижает температуру конца спекания кирпича с 950-1150°C до 850-870°C по сравнению с не активированным сырьем и сокращает длительность обжига на 20 %. Установлено, что температура начала и конца спекания модифицированной смеси снижается на 150-200°C по сравнению с немодифицированной.

ЛИТЕРАТУРА

1. Будников П. П. Химическая технология керамики и огнеупоров / П. П. Будников, Д. Н. Полубояринов. – М.: Стройиздат, 1972. – 551 с.
2. Павлов В. Ф. Физико-химические основы обжига изделий строительной керамики / В. Ф. Павлов. – М.: Стройиздат, 1977. – 270 с.
3. Столбоушкин А. Ю. Получение морозостойкого керамического кирпича полусухого прессования из промышленных отходов / А. Ю. Столбоушкин, А. И. Иванов, Г. И. Стороженко, С. И. Уразов // Строительные материалы. - 2011. - № 12. - С. 4-7.
4. Орешкин Д. В. Применение бурого шлама для производства эффективных стеновых изделий / Д. В. Орешкин, В. С. Семенов, А. Н. Чеботаев, В. А. Перфилов, В. И. Лепилов, И. Г. Лукина // Промышленное и гражданское строительство. - 2012. - № 11. - С. 38-40.
5. Master's Thesis Untersuchung über das Temperaturverhalten eines Tunnelbetons mit spezieller Gesteinskörnung / Master's Thesis // Diplomarbeit. – Wien. – 2004. – S. 156.
6. Ефимов А. И. Железосодержащие техногенное сырье – эффективный компонент в производстве керамического кирпича / А. И. Ефимов, И. И. Немец // Современные проблемы строительного материаловедения: Материалы шестых академ. Чтений РААСН. – Иваново, 2000. – 729 с.