

И.А. Левицкий, проф., д-р техн наук;
С.Е. Баранцева, ст. научн. сотр, канд. техн. наук; А.И. Позняк, асп.
(БГТУ, г. Минск)

РЕЦИКЛИНГ ОТХОДОВ КАМНЕДРОБЛЕНИЯ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КЕРАМИЧЕСКИХ ПЛИТОК ВНУТРЕННЕЙ ОБЛИЦОВКИ СТЕН

Проблемы рециклинга отходов и ресурсосбережения непосредственно связаны с ростом не только потребности в качественных строительных материалах, в частности плиток для внутренней облицовки стен, но и с необходимостью расширения минерально-сырьевой базы за счет вовлечения природного сырья и отходов производства, имеющих химико-минералогический состав, позволяющий применять их в керамической промышленности.

Настоящее исследование посвящено разработке составов масс, для производства керамических плиток однократным обжигом на поточно-конвейерной линии для внутренней облицовки стен в системе «глинистое сырье—гранитоидные отсе́вы—доломит» и в системе «глинистое сырье—гранитоидные отсе́вы—доломит—базальт». В процессе исследований изучены составы масс в выбранных системах сырьевых материалов, определены физико-химические свойства образцов керамической плитки во взаимосвязи со структурой и фазовым составом.

В качестве исходных компонентов сырьевых композиций использовано глинистое сырье, включающее глину огнеупорную марки ДНПК (Украина); легкоплавкую полиминеральную глину месторождений «Гайдуковка» (Минская область) и «Лукомль-2» (Витебская область); доломит месторождения «Руба» класса 4 марки А группы 1 (Витебская область), гранитоидные отсе́вы Микашевичского месторождения (Брестская область), базальт Ровенской области (Украина) и песок кварцевый Гомельского ГОК марки ОВС-020-В.

Гранитоидные отсе́вы представляют собой некондиционную фракцию горной массы, подвергаемой камнедроблению на Микашевичском РУПП «Гранит», которая по гранулометрическому составу является промежуточным продуктом, имеет размеры частиц 3-5 мм и поступает в отвалы, поскольку она не относится ни к гранитоидному щебню (от 5 до 70 мм), ни к песку (менее 2 мм). Количество отсе́вов приближается к 45-50 % от общего выпуска продукции, составляющего 8,5-9 млн. м³, занимая значительные площади, прилегающие к предприятию. При этом, безусловно, нарушаются и экологические требования, вследствие чего превращение этих отходов в полезный

народно-хозяйственный продукт является одной из важнейших задач, требуемых оперативного решения.

На всех этапах развития производства керамики глина является основой для получения изделий. Помимо пластичности глин, требуемой для качественного формования керамической плитки, ценным являются их значительные запасы, они дешевые, экологически безопасные, обжигаются при относительно низких температурах, обеспечивают требуемую степень спекания и достаточную механическую прочность керамических изделий. Легкоплавкая глина придает необходимую пластичность для последующей операции формования. Использование в составе масс для получения облицовочных плиток тугоплавкой глины позволяет расширить интервал спекания на 100°C .

Кварцевый песок использовался как отопляющий компонент. Доломит играл роль плавня, а также способствовал уменьшению усадки керамических плиток. В качестве отопляющих и частично флюсующих компонентов вводились гранитоидные отсевы как индивидуально, так и в комбинации с базальтом. Введение базальта обусловлено необходимостью увеличения механической прочности керамических плиток как в воздушно-сухом, так и в обожженном состоянии, поскольку в настоящее время за рубежом наблюдается устойчивая тенденция уменьшения их толщины и, соответственно, снижения материалоемкости при их производстве [1].

Известно, что для улучшения вышеуказанных характеристик в состав сырьевой композиции вводятся компоненты, которые при обжиге, благодаря кристалло-химическим особенностям слагающих минеральных фаз, способны увеличивать прочность материала [2]. Следовательно, присутствие в базальте пироксеновых минералов цепочечной структуры (авгит, пижонит) и значительного количества стеклообразных составляющих, впоследствии играющих роль жидкой фазы, которые обеспечат цементацию структуры черепка, что будет способствовать улучшению физико-химических свойств керамических плиток. В системе «глинистое сырье–гранитоидные отсевы–доломит» исследование проводилось на оптимальном составе керамической массы КМГ, в системе «глинистое сырье–гранитоидные отсевы–доломит–базальт» – керамической массы на составе КМБ, дополнительно содержащей базальтовую породу.

Поскольку сырьевые композиции обоих составов (КМГ и КМБ) содержат гранитоидные отсевы, решается вопрос рециклинга отходов камнедробления. Использование базальтовой породы вносит вклад в решение вопроса расширения материально сырьевой базы, а произ-

водство облицовочной плитки однократным обжигом обеспечивает экономию энергоресурсов.

Из вышеуказанных керамических масс были изготовлены лабораторные образцы плиток толщиной 7,5 мм. Технология производства облицовочных плиток на поточно-конвейерных линиях включает: приготовление шликера → получение пресс-порошка его термическим обезвоживанием → двухступенчатое прессование → сушка → глазурирование → однократный обжиг. Исследован фазовый состав и структура, определен комплекс основных физико-химических свойств полученных образцов. В таблице приведены характеристики образцов, полученных из вышеуказанных сырьевых композиций.

Таблица – Основные характеристики образцов плиток

Характеристики и свойства	Индекс керамической массы	
	КМГ	КМБ
Температура обжига, °С	1100±10	1080±10
Минеральный состав по данным РФА и петрографии	Плагноклаз, гематит, кварц	Плагноклаз, авгит, гематит, кварц
Структура	Плотная, однородная	Плотная, однородная
Водопоглощение, %	14,5	13,8
Усадка, %	1,2–1,4	1,0–1,2
Предел прочности при изгибе, МПа:		
- в воздушно-сухом состоянии	2,1–2,2	2,4–2,6
- в обожженном состоянии	22–23	27–29
ТКЛР-10 ⁶ , С ⁻¹	6,48	7,05

Данные таблицы свидетельствуют о положительном влиянии базальтовой породы на механическую прочность образцов как в воздушно-сухом, так и в обожженном состоянии.

Установлено, что с введением базальта растет количество авгита $\text{Ca}(\text{Mg, Fe, Al})(\text{Si, Al})_2\text{O}_6$, который относится к пироксеновым минералам цепочечного типа, имеет твердость по шкале Мооса 6 и плотность 3300–3500 кг/м³. Он способен упрочнить структуру керамической плитки и это, вероятно, является одной из причин увеличения механической прочности. Присутствие достаточного количества цементующей стекловидной фазы, образующейся при обжиге, усиливает эффект упрочнения структуры и, соответственно, повышения механической прочности образцов при изгибе.

Вторым этапом исследования являлось изучение возможности уменьшения толщины плиток с целью снижения их материалоемкости. Экспериментальное исследование показало, что из керамической массы КМГ вышеуказанное не представляется возможным из-за недостаточной механической прочности.

На основе сырьевой композиции КМБ получены образцы плиток с поэтапным снижением толщины до 5,5 мм, при этом механическая прочность в воздушно-сухом и обожженном состоянии обеспечивает возможность их изготовления на поточно-конвейерных линиях однократным обжигом. Физико-химические свойства керамических плиток уменьшенной толщины отвечают всем требованиям нормативно-технической документации [3].

Таким образом, при изучении вопросов рециклинга отходов камнедробления и ресурсосбережения при получении керамических плиток для внутренней облицовки стен, установлено, что первый непосредственно обусловлен применением некондиционных отсеков гранитоидных пород в составах сырьевых композиций, второй – с использованием природного базальта, позволяющего уменьшить толщину облицовочной плитки при сохранении требуемых физико-химических свойств. Предложенная технология производства позволяет утилизировать ежегодно около 660 т отходов камнедробления.

ЛИТЕРАТУРА

1 Горбунов, Г.И. Керамическая плитка. Технология производства и новые предложения. / Г.И. Горбунов, Д.Ф. Звездин // Рос. хим. обзор им. Д.И. Менделеева. – М., 2003. – Т. XLVII, № 4. – С. 55-60.

2 Беляков, А.В. Создание прочных и трещиностойких структур в керамике (обзор) // А.В. Беляков, В.С.Бакунов // Стекло и керамика. – М., 1998. – № 1. – С. 5-19.

3 Плитки керамические глазурованные для внутренней облицовки стен. Технические условия: СТБ 1354-2002. – Введ. 22.08.2002. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2002. – 9 с.

УДК 621.926.3

И. Ю. Подобед, магистрант; А. А. Гарабажиу, доц., канд. техн. наук (БГТУ, г. Минск)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА АКТИВАЦИИ СЛЕЖАВШЕГОСЯ ЦЕМЕНТА В ДИСМЕМБРАТОРЕ С КЛАССИФИКАЦИОННОЙ КАМЕРОЙ

Срок годности цемента напрямую зависит от условия его хранения. Для обычных цементов это 60 суток, для высокомарочных 45 суток [1]. Когда гарантийный срок хранения истек, это не означает, что цемент потерял все свои свойства. Как следствие истекшего срока хранения, может произойти его слеживание, слипание частиц, частичная гидратация и такой цемент может показать более низкую прочность и пластичность. Это является основной проблемой большинства