полученные без применения каолина. Показано, что добавки диоксида титана и борной кислоты обеспечивают высокую адгезионную прочность. Значения термической стойкости покрытий ограничиваются практически только термостойкостью шамотного огнеупора-основы, разрушение происходит ввиду развития магистральных трещин возникающих первоначально на поверхности образца, на которой отсутствует покрытие

В результате выполненных исследований разработаны составы покрытий на основе системы Al – SiO_2 и различных добавок для защиты конструкционных элементов теплотехнических установок. Разработанные керамические огнеупорные покрытия найдут широкое применение в машиностроительной, строительной, химической и других отраслях промышленности для защиты конструкционных элементов теплотехнических установок.

ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ПОЛУЧЕНИЯ КЕРАМИЧЕСКИХ ПЛИТОК СНИЖЕННОЙ МАТЕРИАЛОЕМКОСТИ

Позняк А. И.

Научный руководитель профессор, д-р техн. наук Левицкий И. А.

Белорусский государственный технологический университет

К настоящему времени наука о керамических материалах накопила достаточно обширные сведения в области составов масс, физико-химических свойств и технологических особенностей получения плиток для внутренней облицовки стен, однако в последнее время особенно остро стоит проблема внедрения ресурсо- и энергосберегающих технологий производства изделий. В ведущих странах-производителях керамической плитки наблюдается тенденция уменьшения толщины изделий до 3–4,5 мм, при этом наряду с высокими эксплуатационными характеристиками обеспечивается снижение материалоемкости продукции и сокращение топливно-энергетических затрат при ее производстве.

Настоящее исследование посвящено изучению возможности получения керамических плиток уменьшенной толщины для внутренней облицовки стен по технологии однократного обжига на поточно-конвейерных линиях, что послужит предпосылкой увеличения экспортного потенциала продукции и значительной экономии сырьевых материалов при ее изготовлении.

Анализ литературных данных показал, что основным критерием получения плиток уменьшенной толщины является повышение их механической прочности как в отформованном и воздушно-сухом, так и в обожженном состоянии при сохранении комплекса требуемых физико-химических свойств. В связи с этим исследование проводилось в два этапа: первый – повышение механической прочности обожженных изделий путем направленного фазо- и структурообразования при обжиге керамических масс; второй – упрочнение полуфабриката плиток путем оптимизации технологических параметров их получения и за счет введения материалов, армирующих структуру плиток.

С целью повышения механической прочности облицовочных плиток в обожженном состоянии в составах сырьевых композиций использовалась магматическая горная порода – базальт (Ровенское месторождение, Украина), выбор которого обусловлен его химико-минералогическими и технологическими особенностями, обеспечивающими повышение степени спекания керамических масс. Базальт вводился в состав производственной сырьевой композиции, которым заменялись гранитоидные отсевы с шагом варьирования 2,5 мас. %, при этом суммарное содержание обеих пород оставалось постоянным и составляло 29 мас.%.

Результаты определения физико-химических свойств полученных образцов, показали, что разработанные составы масс при содержании базальта от 2,5 до 15 мас. %

позволяют получать керамические плитки, полностью удовлетворяющие требованиям ГОСТ 6141–91. Значение усадки составляет 0,9–1,1 % и она близка к усадке производственных изделий. Дальнейшее увеличение содержания базальта в составе сырьевых композиций взамен гранитоидных отсевов наряду с продолжающимся ростом механической прочности при изгибе образцов изделий до 37,5–41,5 МПа приводит к повышению общей усадки (1,8–3,5 %), что является нежелательным, поскольку потребует изготовления пресс-форм других размеров. Вышеуказанное объясняется увеличением количества расплава, образующегося при обжиге, а также его низкой вязкостью, что приводит к стягиванию под действием сил поверхностного натяжения твердых частиц, формирующих структуру образца.

В результате проведения исследований установлено оптимальное количество базальта, составляющее 15 мас. %, рациональное сочетание которого с другими компонентами массы способствует повышению механической прочности при изгибе плиток для внутренней облицовки стен до 37–38,5 МПа.

Изучение фазового состава образцов плиток на основе масс, содержащих базальт, позволило установить присутствие наряду с кварцем, плагиоклазом и небольшим количеством гематита кристаллической фазы авгита, интенсивность дифракционных максимумов которого с увеличением количества базальта повышается. Структура авгита представлена непрерывными цепочками $[SiO_3]_\infty^{2-}$, которые обеспечивают большую плотность упаковки структурных элементов, способствуя, тем самым, увеличению механической прочности плиток. Отмечается также наличие кристаллов гематита в образцах изделий с содержанием базальта свыше 5 мас. %, что объясняется образованием при термообработке расплава со значительным содержанием оксидов железа. За счет этого часть оксидов железа входит в состав щелочно-силикатного расплава, а оставшаяся часть переходит в кристаллическое состояние с образованием гематита.

Установлено, что введение базальта в керамические массы способствует образованию дополнительного количества жидкой фазы, о чем свидетельствует повышение профиля дифрактометрической кривой над уровнем фона при исследовании образцов методом рентгенофазового анализа и снижение показателей их водопоглощения. Вышеприведенное объясняется наличием в минеральном составе базальта вулканического стекла и анальцима. Инфракрасные спектры поглощения разработанных керамических масс подтверждают результаты рентгенофазового анализа.

Для многих строительных материалов, получаемых методом полусухого прессования, достижение высокой плотности отформованного и высушенного полуфабриката изделий является непременным условием гарантированных показателей ряда определяющих свойств готовой продукции (прочность, степень спекания и др.). Особенно это актуально при изготовлении изделий уменьшенной толщины, которые должны транспортироваться по стадиям технологического процесса посредством роликовых конвейеров, не подвергаясь разрушению и деформации.

В связи с этим проведены исследования влияния времени помола и гранулометрического состава керамической массы на технологические характеристики пресс-порошков и механическую прочность полуфабриката изделий на стадиях прессования и сушки. Известно, что для достижения плотной прессовки с минимальной пустотностью предпочтительнее использовать полифракционные составы порошков с прерывистым зерновым составом. Поскольку пресс-порошки для плиток внутренней облицовки стен получали методом распылительной сушки и они характеризуются непрерывным составом, научный и практический интерес представляет вопрос упаковки порошков непрерывного зернового состава.

Для исследования использовались пресс-порошки базальтсодержащей сырьевой композиции различной дисперсности, которая обеспечивалась путем вариации времени помола от 12,5 до 27,5 мин. Для оценки степени дисперсности пресс-порошков изучен их гранулометрический состав на лазерном микроанализаторе «Analizette 22» фирмы Fritsch (Германия), который позволяет определить процентное содержание частиц каждого размера.

Пресс-порошки, полученные при различной продолжительности помола массы, характеризуются непрерывным зерновым составом, размер частиц которых лежит в интервале от 0,1 до 302 мкм. Установлено, что увеличение времени помола с 12,5 до 20 мин интенсивно снижает количество крупной фракции (более 20 мкм), а дальнейшее повышение продолжительности приводит к незначительному ее снижению. Рост количества крупной фракции при помоле в течение 27,5 мин связан с агрегированием мелких частиц, количественное содержание которых значительно уменьшается.

При изучении технологических характеристик пресс-порошков различного гранулометрического состава установлено, что керамический порошок, полученный помолом массы продолжительностью 20±1 мин и соответствующий этому непрерывный зерновой состав (0,1–48 мкм), обеспечивает необходимые значения угла естественного откоса (22–24 град.), что способствует более равномерному заполнению пресс-формы и получению наиболее плотных и прочных прессовок.

С целью оптимизации гранулометрического состава пресс-порошков изготовлены образцы плиток и определены их прочностные характеристики после прессования и сушки, а также физико-химические свойства готовых изделий.

Установлено, что плитки, изготовленные из базальтсодержащих масс продолжительностью помола 17,5–22,5 мин, характеризуются показателями механической прочности при изгибе после прессования 0,6–0,65 МПа и сушки 2,9–3,1 МПа, что на 8 % выше механической прочности полуфабриката изделий, изготавливаемых по рецептуре предприятия. Кроме того, изделия имеют низкие значения усадки (0,8–0,9 %) и пониженные значения водопоглощения (14,2–14,5 %), что связано с флюсующим действием оксидов щелочных металлов, которое проявляется в более коротком временном интервале.

С целью армирования структуры полуфабриката плиток и повышения его прочностных характеристик исследовано влияние введения неорганического стекловолокна и волластонитового концентрата в состав сырьевой композиции на механическую прочность полуфабриката плиток и физико-химические свойства готовых изделий.

Для исследования использовалось алюмоборосиликатное стекловолокно марки Е-13–12–4с (ОАО «Полоцк–Стекловолокно»), которое вводилось в массу в количестве 0,5–4,5 мас. % (сверх 100 %) и волластонитовый концентрат (Россия) в количестве 1–5 мас. %. Используемое для эксперимента стекловолокно представляет собой волокна длиной до 650 мкм и диаметром 6–10 мкм, волластонитовый концентрат – природный метасиликат кальция с характерной игольчатой структурой кристаллов.

Установлено, что введение стекловолокна способствует увеличению прочностных показателей отформованных (до 0,85–0,9 МПа) и высушенных (до 3,3–3,4 МПа) образцов плиток при содержании стекловолокна до 1,5 %. При дальнейшем повышение его содержания рост механической прочности практически не наблюдается. Отмечено, что прочностные показатели плиток из масс, содержащих 1–5 мас. % волластонита, несколько ниже и составляют 0,65–0,7 МПа после формования и 2,95–3,1 МПа после сушки. При этом физико-химические свойства обожженных изделий соответствуют требованиям нормативно-технической документации.

Электронно-микроскопические исследования позволили установить, что после совместного мокрого помола компонентов массы в шаровой мельнице волокна стекловолокна и кристаллы волластонита сохраняются и равномерно распределяются по объему в различных направлениях, за счет чего возрастают показатели механической прочности плиток на всех стадиях технологического процесса их изготовления.

На основе экспериментальных данных в производственных условиях ОАО «Березастройматериалы» изготовлены плитки с поэтапным снижением их толщины до 5,5–5,0 мм, при этом механическая прочность в воздушно-сухом и обожженном состоянии обеспечивает возможность их изготовления на поточно-конвейерных линиях однократным обжигом.

ГЛУШЕНЫЕ ИЗНОСОСТОЙКИЕ ГЛАЗУРИ ДЛЯ ДЕКОРИРОВАНИЯ ПЛИТОК ДЛЯ ПОЛОВ

Полуянович Е.Ф., ст. гр. ХТиТ 5-9
Научный руководитель профессор, д.т.н., зав. кафедрой технологии стекла и керамики И.А. Левицкий
Белорусский государственный технологический университет (г. Минск)

Глазурные покрытия, наносимые на поверхность керамических плиток, образуют тонкий стекловидный слой, который значительно улучшает физико-химические свойства и декоративные качества готовой продукции. Гладкая поверхность глазурного слоя способствует увеличению механической прочности, химической стойкости, долговечности, гигиеничности керамических плиток и повышает их эксплуатационные свойства.

Целью данной работы является разработка рецептур сырьевых композиций для получения износостойких полуфриттованных матовых глушеных покрытий для декорирования плиток для полов; установление основных закономерностей изменения физико-химических свойств и структуры глазурей рассматриваемой системы от состава; разработка технологических параметров получения глазури оптимального состава.

Матовость – оптическое явление, связанное с присутствием множества плоскостей раздела, от которых свет отражается и рассеивается. В производстве керамических плиток применяют глазури, матовость которых обусловлена выделением в глазурном стекле, а также на поверхности кристаллических соединений с выступающими гранями кристаллов, что обеспечивает высокие показатели химической и термической устойчивости, механической прочности, достаточную стабильность декоративного эффекта. Оптимальный размер кристаллов в матовых покрытиях не должен превышать 2 мкм, что обеспечивается большой способностью их к спонтанной кристаллизации и малой скоростью роста кристаллов.

Основными компонентами, применяемыми для синтеза глазурных покрытий, являлись: полевой шпат вишневогорский (Россия), глинозем ГК-1 (Россия), белила цинковые марки БЦОМ (Россия), циркобит марки МО (Италия), колеманит (Турция), мел обогащенный (Республика Беларусь), каолин КН-83 (Украина) и глина Гранитик-Веско (Украина). В состав сырьевой композиции также входили алюмоборосиликатная фритта сложного химического состава № 141/А и алюмобариевосиликатная фритта № 131/3, используемые на ОАО «Керамин» для декорирования плиток для полов.

Синтез глазурей осуществлялся в системе, включающей мас. %: полевой шпат – 25–37,5; фритты, взятые в соотношении 1:1 – 17,5–30; мел обогащенный – 2,5–15. В качестве постоянных компонентов входили волластонит, глинозем ГК-1, цинковые белила, циркосил, колеманит, глина и каолин. Их суммарное содержание составляло 35 мас. %.