

Инженер-технолог проектирует состав бетона с минимальной суммарной стоимостью компонентов бетонной смеси. Затем определяет характеристики теплового агрегата (габариты, конструкцию стенок, крышки, днища и пр.), технологические особенности пропариваемого изделия (размеры, количество, объем бетона и пр.). Далее оператор вводит температуру и продолжительность периода изотермического прогрева и время открытия крышки камеры. В результате расчетов инженер-технолог в графической форме получает следующую информацию об изменениях во времени, необходимых для последующего анализа характеристик: температура внешней среды; температура среды в пропарочной камере; температура поверхности изделия; температура центра изделия; усредненная температура бетона; степень гидратации цемента; относительная прочность бетона; удельный расход теплоносителя.

Если спроектированный режим тепловлажностной обработки бетона не удовлетворяет инженера-технолога, например по стоимости или продолжительности, то перед ним открываются достаточно широкие возможности для его оперативной корректировки.

В настоящее время указанные разработки внедряются на ОАО «Завод СЖБ № 1» г. Минска.

RESOURCE-SAVING PRODUCTION TECHNOLOGY OF FERROCONCRETE PRODUCTS

At Open Society factory «Factory SZHB № 1» is improved complex resource-saving the production technology of modular concrete and ferro-concrete products including application of a large filler from products of crushing of a concrete breakage; use of an additive, a withdrawal of chemical manufacture, with effects of the accelerator of endurance of concrete and inhibiting steel corrosion; thermal rehabilitation of thermal units and computer modelling of thermal processing of concrete and ferro-concrete.

УДК 666.646

Ю. Г. ПАВЛЮКЕВИЧ, С. К. МАЧУЧКО

ПУТИ ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ГЛАЗУРНОГО ПОКРЫТИЯ ОБЛИЦОВОЧНЫХ ПЛИТОК ОДНОКРАТНОГО ОБЖИГА

*УО «Белорусский государственный технологический университет»,
Беларусь, keramika@bstu.unibel.by*

Работа посвящена исследованиям в области получения облицовочных плиток однократным обжигом. Установлено, что для повышения качества глазурного покрытия необходимо, чтобы процессы дегазации, происходящие в керамической массе, завершились до периода интенсивного плавления глазури. Для интенсификации процесса дегазации керамических масс в их шихтовой состав предлагается вводить минерализаторы. Химический состав глазури должен обеспечивать формирование бездефектного покрытия в интервале температур 1050–1100 °С.

Керамическая плитка для внутренней облицовки стен на сегодняшний день является незаменимым видом строительных отделочных материалов. Производители облицовочной плитки, как отечественные, так и зарубежные выпускают данные изделия различных размеров с разнообразным декоративным покрытием.

Производство облицовочных плиток однократным обжигом, в отличие от традиционной технологии двукратного обжига, позволяет изготавливать изделия с меньшими энергозатратами. Особенностью такой технологии является наложение во временных и температурных интервалах процессов декарбонизации керамических масс и формирования глазурного покрытия, что снижает сортность и качество облицовочной плитки за счет образования дефектов глазурного слоя.

С целью снижения потерь от брака и повышения сортности керамической плитки в работе проведены комплексные исследования процессов, протекающих при формировании керамического черепка и глазурного покрытия при однократном обжиге.

Для получения облицовочных плиток однократного обжига была исследована система, содержащая, мас.%: глина месторождения «Гайдуковка» – 40–50; глина месторождения Курдюм марки К-3 – 7,5–17,5; доломит месторождения «Руба» – 5–15; каолин Жежелевского месторождения марки КЗ-1 – 10; песок кварцевый Гомельского ГОКа – 10; гранитоидные отсеивы Микашевичского РУП «Гранит» – 17,5. Пресс-порошок готовили путем термического обезвоживания шликера после совместного помола компонентов в шаровой мельнице. Отпрессованные при максимальном удельном давлении 25 ± 2 МПа плитки после сушки подвергались глазурированию и обжигу при температуре 1100 ± 5 °С, после чего определяли их физико-химические свойства.

Процесс спекания, протекающий при обжиге керамических материалов, обуславливает превращение пористых заготовок из конгломерата слабосвязанных частиц в плотное, прочное тело с заданной структурой и свойствами. Основными параметрами при оценке спекания являются водопоглощение, плотность, пористость, механическая прочность.

Анализ полученных экспериментальных данных показывает, что степень спекания образцов различна в зависимости от содержания и соотношения компонентов массы. При увеличении содержания доломита вследствие процесса дегазации водопоглощение и пористость материалов возрастает (рис. 1). Оптимальные керамические массы, по совокупности свойств, имеют составы с содержанием доломита от 10 до 12,5%.

Высокое содержание карбонатов обеспечивает, наряду с отошителями, низкую усадку и стабильность геометрических размеров. Однако в процессе однократного обжига они являются главным источником образования дефектов на глазурном покрытии, в основном «наколов».

* Здесь и далее, если не оговорено особо, приведено массовое содержание.

Образцы, полученные из масс оптимальных составов, имеют следующий комплекс свойств: общая усадка – до 1%, водопоглощение – 13,5–15,5%, плотность – 1945–1960 кг/м³, пористость – 26,7–29,5%, термический коэффициент линейного расширения (ТКЛР) – $(7,43–7,47) \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, предел прочности при изгибе – 19,5–24,7 МПа.

Как показали проведенные исследования, использование известных составов глазурей, применяемых для двукратного обжига, характеризующихся низкими температурами спекания 820–870 °С, не позволяет получать качественное декоративное покрытие, так как интенсивное формирование данных покрытий совпадает с процессом разложения доломита $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$.

Для повышения качества глазурного покрытия облицовочных плиток однократного обжига необходимо, чтобы спекание глазури происходило при температурах 880–930 °С, обеспечивающих более полное протекание процессов дегазации керамических масс, при этом формирование покрытия должно происходить в узком интервале температур 1050–1100 °С.

Для решения поставленной задачи синтезированы глазури в системе $\text{R}_2\text{O} - \text{RO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{B}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ (где $\text{R}_2\text{O} - \text{Na}_2\text{O}, \text{K}_2\text{O}$; $\text{RO} - \text{CaO}, \text{ZnO}, \text{MgO}, \text{BaO}$), при следующем содержании компонентов, мол. %: SiO_2 62–69,5; B_2O_3 2,5–10; CaO 10–17,5; $\text{Na}_2\text{O}, \text{K}_2\text{O}, \text{BaO}, \text{ZnO}, \text{MgO}, \text{Al}_2\text{O}_3$ – остальное.

Глазурные стекла варились в газопламенной печи при температуре 1450 ± 20 °С и выдержке при максимальной температуре 1 ч. Глазури готовились мокрым помолом фритт с добавкой каолина и наносились методом полива на предварительно увлажненный керамический черепок. Обжиг образцов облицовочной плитки проводили в условиях ОАО «Березастройматериалы» при температуре 1100 ± 5 °С.

Для оценки технологических свойств покрытий определяли характеристические точки плавкости глазури с помощью нагревательного микроскопа МНО-2 на спрессованном из порошка глазури цилиндре. Кривые плавкости синтезированных покрытий с различным содержанием оксида бора B_2O_3 представлены на рис. 2.

Увеличение содержания в глазурных стеклах оксида бора B_2O_3 с 2,5 до 10 мол. % при постоянном содержании оксида кальция CaO 10 мол. % приводит к снижению температуры спекания покрытий с 890 до 830 °С соответственно.

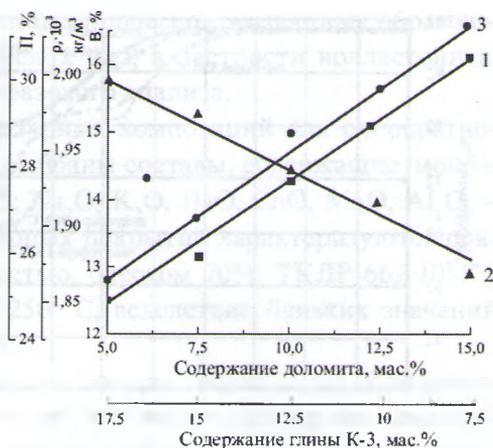


Рис. 1. Влияние доломита на физико-химические свойства образцов: 1 – водопоглощение, 2 – плотность кажущаяся, 3 – пористость открытая

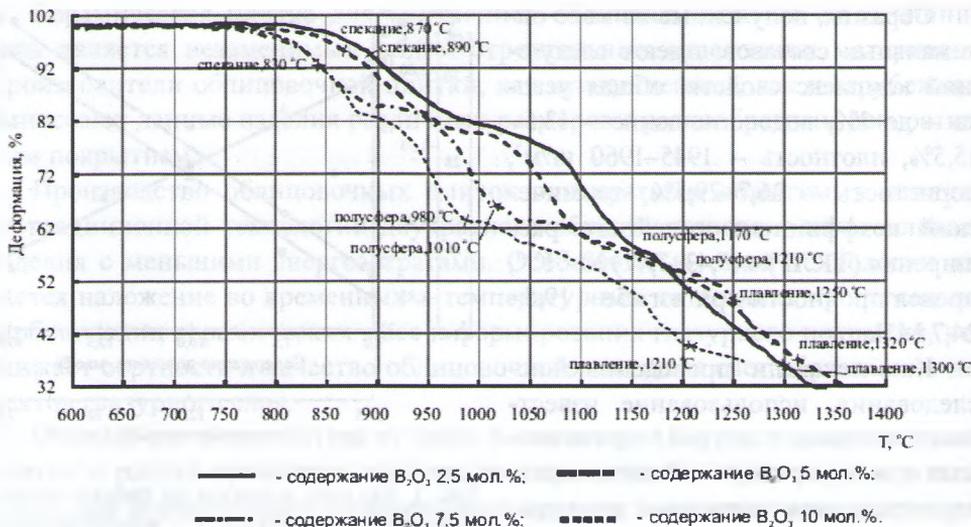


Рис. 2. Кривые плавкости синтезированных глазурей с различным содержанием оксида бора

В исследуемой системе оксид бора B_2O_3 выступает в качестве сильного плавня, образуя с компонентами системы (Na_2O , K_2O , CaO и др.) области составов с относительно низкими температурами ликвидуса. Известно, что в системе $Na_2O-B_2O_3$ образуются эвтектические смеси с температурой плавления 816–966 °С. Причем, чем больше оксида бора, тем ниже температура плавления. В системе $K_2O-B_2O_3$ формирование расплава происходит при температурах 780–950 °С.

В системе $CaO-B_2O_3$ эвтектики образуются при 970–1300 °С. Выведение из состава глазури оксидов щелочных металлов и оксида бора с увеличением доли щелочноземельных металлов способствует повышению температур спекания глазури до 890–930 °С.

Следует отметить также роль оксида кальция CaO в формировании декоративного покрытия при однократном обжиге облицовочных плиток. Высокое содержание в составах глазурных стекол оксида кальция CaO в количестве 10–15 мол.% смещает температуру формирования покрытий в высокотемпературную область 1060–1100 °С и обеспечивает согласованное протекание процессов образования глазурного покрытия и керамического черепка. Так, в составе с содержанием CaO 12,5 мол.% температура спекания глазури составляет 910 °С, что позволяет создать благоприятные условия для завершения процессов разложения карбонатов в керамической массе, которые происходят в интервале температур 720–860 °С.

Однако при дальнейшем увеличении количества CaO в глазурных стеклах до 17,5 мол.% происходит снижение температуры спекания покрытий до 880 °С, теряется их прозрачность. Глушение глазури при обжиге происходит

вследствие протекания кристаллизационных процессов, вызванных образованием кальцийсодержащих кристаллических фаз, в частности волластонита, что подтверждается данными рентгенофазового анализа.

После проведения оптимизации глазурных композиций для однократного обжига облицовочных плиток были выбраны составы, содержащие, мол. %: SiO_2 64,5–69,5; B_2O_3 2,5–5; CaO 10–12,5; Na_2O , K_2O , BaO , ZnO , MgO , Al_2O_3 – остальное. Оптимальные составы глазурных покрытий характеризуются ровной, гладкой и бездефектной поверхностью, блеском 70%, ТКЛР $66,1 \cdot 10^7 \text{ K}^{-1}$. Термостойкость покрытий составляет 250°C , вследствие близких значений ТКЛР глазури и керамического черепка.

Одним из способов повышения качества глазурного покрытия облицовочных плиток однократного обжига является интенсификация процесса декарбонизации керамических масс и смещения его в область более низких температур ($720\text{--}800^\circ\text{C}$).

Проанализировав литературные данные в области использования минерализаторов для интенсификации процессов разложения карбонатов, мы выбрали в качестве минерализатора флюорит CaF_2 , который вводился в оптимальный состав ранее разработанной керамической массы в количестве 1–2%.

Поведение керамических масс при нагревании изучено с помощью метода дифференциальной сканирующей колориметрии (ДСК) (рис. 3).

Наличие первого эндотермического эффекта отмечается в области температур $60\text{--}120^\circ\text{C}$ с максимумом при 90°C , что связано с удалением физически связанной воды глинистыми минералами. Второй эндотермический эффект наблюдается в интервале температур $450\text{--}550^\circ\text{C}$ с максимумом при 500°C

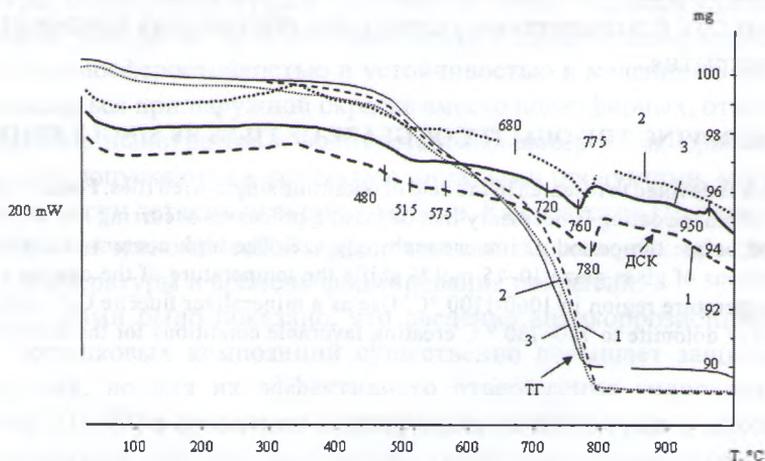


Рис. 3. Кривые ДСК и ТГ исследуемых составов: 1 – без добавки; 2 – с добавкой 1 % CaF_2 ; 3 – с добавкой 2 % CaF_2

и обусловлен потерей гидроксильных групп кристаллической решеткой каолинита и разложением его на метакаолинит и воду. Экзоэффект при 320 °С соответствует температуре разложения органических примесей.

В интервале температур 680–800 °С происходит интенсивное разложение карбонатов. В составе с содержанием флюорита в количестве 2% температура разложения карбонатов составляет 760 °С, что на 20 °С ниже, чем у состава без добавки минерализатора. При этом основной объем газообразных продуктов выделяется до 750 °С.

Об интенсификации процессов декарбонизации свидетельствуют рассчитанные значения энергии активации, составляющие для керамической массы без добавки минерализатора 125,3 кДж/моль, для масс с содержанием 1% CaF_2 – 98,4 кДж/моль, 2% CaF_2 – 65,2 кДж/моль. Уменьшение энергии активации в 2 раза способствует увеличению скорости декарбонизации в интервале температур 660–750 °С.

Механизм действия флюорита состоит в образовании на начальной стадии промежуточных соединений, имеющих высокую химическую активность, которые в последующем вовлекают в реакции силикатообразования доломит, ускоряя процессы разложения карбонатов.

Таким образом, комплексное изучение процессов формирования керамического черепка и глазурного покрытия при однократном обжиге облицовочных плиток позволяет определить пути повышения качества изготавливаемой продукции. Химический состав глазури, в частности высокое содержание оксида кальция CaO , способствует смещению процессов формирования покрытия в высокотемпературную область. Так, спекание происходит при температурах 880–920 °С, а наплавление – 1050–1100 °С. Снижение температуры декарбонизации на 20 °С и увеличение скорости разложения доломита при использовании в составах масс флюорита CaF_2 в качестве минерализатора позволяет создать благоприятные условия для образования бездефектного глазурного покрытия.

IMPROVING THE QUALITY OF GLAZE OF TILES BY SINGLE FIRING

The work is devoted to research in the field of obtaining single-fired tiles. Found that to improve the quality of glaze coating is necessary that degassing processes occurring in the ceramic paste, is completed before the period of intense melting glaze. The high content of calcium oxide in the compositions of glass glaze 10–15 mol.% shifts the temperature of the coating formation in the high temperature region in 1060–1100 °C. Use as a mineralizer fluorite CaF_2 reduces the decomposition of dolomite to 720–780 °C creating favorable conditions for the formation of glaze coating.