

УДК 666.715.2

И. А. ЛЕВИЦКИЙ, Е. О. БОГДАН

КЕРАМИЧЕСКИЕ МАССЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ФАСАДНЫХ ИЗДЕЛИЙ

*Белорусский государственный технологический университет**(Поступила в редакцию 12.12. 2006)*

В 50-х годах прошлого столетия большое внимание архитекторов и строителей уделялось созданию архитектурных ансамблей, с помощью которых формировался вид послевоенного Минска, решалась проблема разнообразия облика жилых и административных массивов города. Один из интереснейших таких ансамблей был создан народным архитектором СССР Г. В. Заборским на ул. Ленина г. Минска. Фасады жилых домов, входящих в данный ансамбль, облицованы и богато декорированы керамическими плитами, фигурными блоками; всего насчитывается не менее сотни типов плит и блоков, обрамляющих разные типы балконов и балюстрады.

За прошедшие 50 лет многие элементы фасадов зданий и особенно балюстрады были разрушены под воздействием окружающей среды, а также механическим путем при устройстве реклам, проводок и неудачных ремонтах. Сложность реставрационных работ заключается в том, что в последние десятилетия аналогичные приемы отделки фасадов керамикой на практике не осуществлялись, соответственно в республике отсутствует производство необходимых элементов фасадной керамики.

Цель данной работы – разработка составов керамических масс и технологии получения керамических изделий для реставрации фасадов зданий заданного цвета, обладающих высоким уровнем технико-эксплуатационных и декоративных свойств.

На основании исследований физико-химических и цветовых характеристик фасадной керамики реставрируемых зданий № 2–8 по ул. Ленина г. Минска были определены критериальные параметры керамического материала. Разрабатываемые керамические материалы по аналогии с используемыми при сооружении зданий должны обеспечивать водопоглощение плит в пределах 13–15 %; балясин – не более 8 %. Морозостойкость образцов, изготовленных из разработанных масс, должна составлять не менее 35 циклов попеременного замораживания и оттаивания без признаков разрушения; механическая прочность при сжатии – не менее 10 МПа; цвет – кремово-оранжевый или светло-желтовато-коричневый.

Для получения изделий фасадной керамики интенсивной и стабильной окраски заданного цвета мы использовали высококачественное глинистое сырье Украины: огнеупорная беложгущаяся глина новорайского месторождения марки ДНПК и тугоплавкая красножгущаяся глина никифоровского месторождения [1, 2]. Это сырье применяли в сочетании с красножгущимися глинами Республики Беларусь: легкоплавкой глиной месторождения «Лукомль» (Витебская обл.) и тугоплавкой глиной месторождения «Городное» (Брестская обл.) [3].

Обладая спекаемостью в широком температурном интервале, высокой огнеупорностью и пластичностью, огнеупорные глины в различном сочетании с красножгущимся, тугоплавким и легкоплавким глинистым сырьем позволяют помимо цвета корректировать формовочные, сушильные и другие технологические свойства масс [1].

В работе исследовали различное сочетание и соотношение глин при общем содержании глинистого компонента 40–70 мас. %. Для повышения механической прочности и морозостойкости готовых изделий, улучшения сушильных свойств, снижения воздушной и общей усадки массы

использовали алюмосиликатный шамот в количестве 30–50 %. Данную добавку вводили фракцией 0,25–3 мм.

Синтезированы 3 серии керамических масс. 1-я серия составов включала глину новорайскую в количестве 20–40 %, глину месторождения «Лукомль» – 20–50 %, шамот алюмосиликатный – 30–40 %. Путем комбинирования глины новорайской (0–20 %), глины никифоровского месторождения (30–60 %) и шамота (40–50 %) получены составы 2-й серии. В 3-й использовали 10–30 % глины новорайской, 30–50 % глины месторождения «Городное», 40–50 % шамота алюмосиликатного.

Синтез керамических образцов осуществляли методом пластического формования с подготовкой массы по сухому способу. Отформованные изделия подвяливали в естественных условиях при температуре 18 – 20 °С с последующей сушкой в сушильном шкафу при температуре 100 °С до постоянной массы. Обжигали образцы в электрической печи в диапазоне температур от 1050 до 1200 °С в зависимости от огнеупорности глин, входящих в состав массы.

Цвет образцов на основе составов 1-й серии, обожженных при температурах 1050–1200 °С, варьировал от светло- до темно-коричневого с различными оттенками. Практически все образцы, синтезированные при температурах 1100, 1150 и 1200 °С, характеризовались сильным спеканием и пережогом. Кроме того, все полученные материалы не удовлетворяли требованиям по цветовой гамме фасадной керамики.

По совокупности технологических свойств и визуальной оценке лучшими явились массы на основе сочетания тугоплавкой глины месторождения «Городное» и глины новорайской. Полученные образцы имели приятный внешний вид без признаков деформации. Керамические материалы 3-й серии, обожженные при 1100, 1150 и 1200 °С, характеризовались широкой цветовой гаммой рыже-, красно-, светло-коричневых, светло-желтовато-коричневых и коричневых тонов.

По цветовым характеристикам наиболее близкими к фасадным элементам реконструируемых зданий являются образцы, полученные на основе составов 3-й серии. Так, образцы, содержащие 10 % глины новорайской и 40 % глины «Городное», при температуре обжига 1200 °С характеризовались светло-желтовато-коричневым цветом. Образцы аналогичной цветовой гаммы были получены на основе состава, содержащего по 30 % глины новорайской и глины «Городное» при температурах обжига 1100 и 1150 °С.

Использование в составах масс легкоплавкой глины «Лукомль» в количестве от 20 до 40 % в сочетании с огнеупорной глиной новорайского месторождения и шамотным порошком (составы 1-й серии) позволяет в сравнении с аналогичными массами на основе глин «Городное» (составы 3-й серии) значительно интенсифицировать спекание и получить необходимый уровень физико-химических свойств уже при температурах обжига 1050 °С. Однако при введении легкоплавкой глины за счет интенсивного образования жидкой фазы уменьшается температурный интервал спекания керамических масс и их деформационная устойчивость. Образцы изделий, полученные с использованием глины «Лукомль», при температурах обжига 1100–1150 °С склонны к деформации.

Анализ физико-химических свойств образцов показывает, что в температурном интервале 1050–1200 °С на основе масс с использованием огнеупорных и тугоплавких глин они стабильны и практически не зависят от температуры обжига и изменения их шихтового состава в изученном интервале. Влияние шихтового состава исследованных масс на физико-химические свойства керамических образцов, обожженных при температуре 1100 °С, показано на рис. 1.

Так, образцы, синтезированные с использованием глин никифоровского и новорайского месторождений в количестве 30–60 %, шамотного порошка – 40–50 %, характеризуются значениями водопоглощения в пределах 12,1–14,2 %; кажущейся плотности – 1840–1970 кг/м³; механической прочности при изгибе – 5,88–10,41 МПа.

Замена огнеупорной никифоровской глины на тугоплавкую глину месторождения «Городное» (составы 3-й серии) несколько ухудшает спекание. Водопоглощение образцов незначительно возрастает в зависимости от состава и температуры обжига и составляет 12,7–15,9%; кажущаяся плотность уменьшается до 1780–1890 кг/м³; снижается также механическая прочность при изгибе.

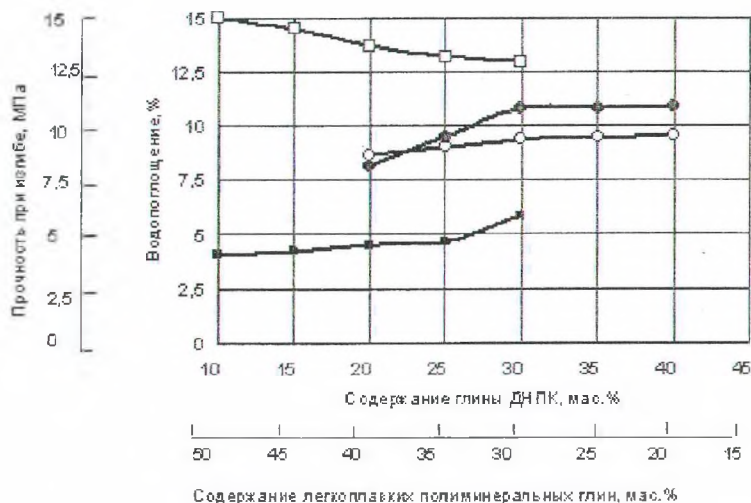


Рис. 1. Зависимость физико-химических свойств керамических образцов, обожженных при температуре 1100 °С, от состава: водопоглощение образцов на основе глин: —□— «Городное»; —○— «Лукомль»; прочность при сжатии на основе глин: —■— «Городное»; —●— «Лукомль»

бе до 4,05–5,84 МПа. Снижение физико-химических свойств в сопоставлении с образцами, полученными на основе других глин, можно объяснить образованием кристобалита, формирование которого фиксируется рентгенофазовым анализом во всем температурном интервале синтеза.

Как указывалось выше, для уменьшения усадки и ускорения процесса сушки, снижения склонности к деформации в данной работе использовали отощитель в виде алюмосиликатного шамота. Указанная добавка является ломом огнеупорных изделий, размер частиц которого варьирует от 0,05 до 10 мкм.

С целью изучения влияния размера фракций и их соотношения на физико-химические свойства образцов 3-й серии были опробованы 4 варианта зернового состава шамота. В составе А использовали шамот фракцией 0–3 мм, в составе Б – шамот фракцией 0,25–3 мм, в составе В – соотношение фракции 1–3 мм к фракции менее 0,5 мм составляло 3:1, в составе Г – соотношение фракции 1–3 мм к фракции менее 1 мм составляло 1:1.

Опытные образцы с разным зерновым составом шамота готовили на основе оптимального состава по описанной выше технологии, обжиг производили при температурах 1050–1150 °С с выдержкой при максимальной температуре 1 ч. Изучение основных свойств образцов показало, что радикального изменения характеристик материала в зависимости от зернового состава не наблюдается. Однако следует отметить, что составы А и Г по сравнению с Б и В характеризуются более низкими значениями водопоглощения и пористости, повышенной усадкой и прочностью ($\sigma_{изг}$ 5,05–7,31 МПа), особенно при температуре спекания 1150 °С, что можно объяснить более высокой контактной поверхностью частиц и вследствие этого более активным протеканием процессов спекания.

Составы масс с более крупнозернистым шамотом (составы Б и В) несколько хуже спекаются, обладают меньшей воздушной и огневой усадкой, имеют на 1–2 % выше показатели водопоглощения и пористости, а также более низкие значения механической прочности ($\sigma_{изг}$ 4,59–5,25 МПа).

Таким образом, установлено, что исключать пылевидную фракцию шамота нецелесообразно, применение прерывистого зернового состава не дает ощутимого эффекта в улучшении свойств материала, а только усложняет технологию его подготовки. В связи с этим рекомендуется шамот непрерывного зернового состава с максимальным размером частиц не более 3 мм, причем соотношение фракции 1–3 мм к фракции менее 1 мм должно составлять 1:1.

Дилатометрические исследования образцов фасадной керамики показали, что значения температурного коэффициента линейного расширения (ТКЛР) в области температур синтеза керамического материала (1050–1200 °С) изменяются незначительно и находятся в пределах $(41–49) \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$.



Рис. 2. Зависимость интенсивности фазообразования от состава исследуемых керамических масс при температуре обжига 1100 °С

Изучение морозостойкости позволило установить, что образцы керамических фасадных изделий, обожженные при температурах 1100–1200 °С, выдерживают 100 циклов попеременного замораживания и оттаивания без признаков разрушения.

Исследование структуры и фазового состава синтезированных образцов проводили в сравнении с архитектурными изделиями, снятыми с фасадов зданий по ул. Ленина. С помощью рентгенофазового анализа установлено, что их фазовый состав практически одинаков. Основными кристаллическими фазами являются анортит, кварц, гематит и муллит. Влияние состава синтезированных керамических масс на фазообразование при температуре обжига 1100 °С показано на рис. 2.

Исследования микроструктуры синтезированных образцов оптимального состава и керамических элементов с реставрируемых зданий осуществляли с помощью электронного сканирующего микроскопа JEOL GSM-5610 LV. На ЭМ снимках, представленных на рис. 3, наблюдаются в основном структурные элементы, представленные агрегатами аморфизированных глинистых компонентов сложного состава и порами. Для образца фасадной керамики, снятого с фасада реставрируемого здания, характерно значительное насыщение углеродом, а также наличие каналообразующих пор и трещин, которые, вероятно, образовались в процессе ее эксплуатации. Изучение

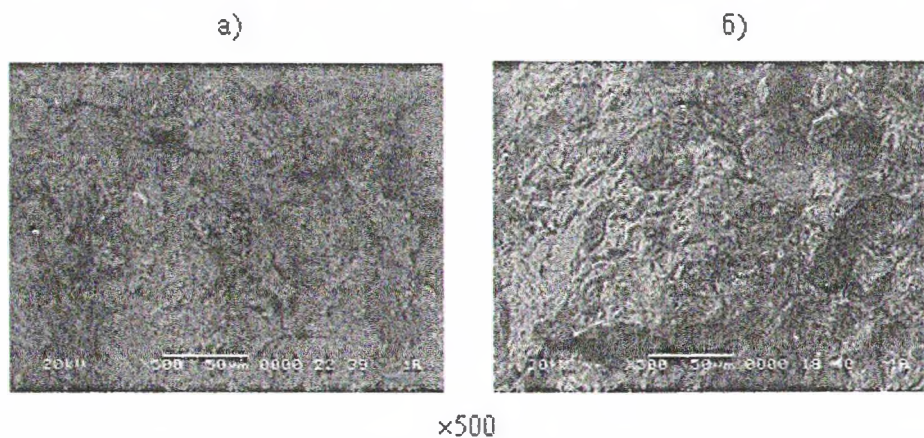


Рис. 3. ЭМ снимки керамических материалов: оптимального состава (а) и образца фасадной керамики с реставрируемого здания (б)

структуры исследуемых образцов показало, что морфологически различить кристаллы муллита, кварца, гематита и кристобалита в материале весьма сложно.

Рассмотрев аспекты промышленного освоения технологии изготовления элементов фасадной керамики, была произведена корректировка оптимального состава 3-й серии, обладающего необходимыми цветовыми и технологическими свойствами. С этой целью в составе массы использовали глинопорошок, полученный из глины новорайского месторождения марки ДНПК путем обезвоживания в башенной распылительной сушилке. Для улучшения текучести шликера в его состав наряду с глиной ДНПК производилась добавка 15 % каолина просьяновского месторождения (Украина) [1, 2] и электролитов (по 0,2 % жидкого стекла и триполифосфата натрия). Порошок из глины месторождения «Городное» в промышленных условиях готовили сухой глинистого сырья в сушильном барабане с последующим измельчением в дезинтеграторе.

Полученные в заводских условиях образцы характеризовались плотным черепком и равномерной окраской кремово-оранжевых тонов. При анализе физико-химических свойств установлено, что добавка каолина позволяет повысить механическую прочность при сжатии и при изгибе до 35,2 и до 8,9 МПа соответственно, причем остальные технико-эксплуатационные характеристики образцов (водопоглощение, пористость, плотность, общая усадка) практически не изменяются и соответствуют установленным критериальным параметрам.

Отличительной особенностью разработанной технологии является формование полуфабрикатов в гипсовых формах по шаблону из пластических масс при влажности 18–20 %. Изделия крупных форм и сложной конфигурации производились набивкой в гипсовые формы «внатир». При формовании полых изделий производилась набивка отдельных частей гипсовой формы с последующей сборкой составляющих ее частей и доработкой мест стыка полуфабриката изделий.

Отформованные изделия в течение двух суток подвергали подвяливанию в естественных условиях до влагосодержания 15–17 %, а затем высушивали в сушильном шкафу при температуре 100 ± 5 °С до постоянной массы. Обжиг изделий производили в электрической печи при температурах 1100 ± 20 °С, общая продолжительность обжига составляла 36–48 ч.

Разработанные составы масс и технология производства изделий для реставрации фасадов зданий внедрены на УП «Комбинат декоративно прикладного искусства им. А. М. Кищенко» (г. Борисов). Изготовленные изделия использованы для реставрации фасадов зданий по ул. Ленина г. Минска.

Литература

1. Августиник А. И. Керамика. Л., 1975. С. 26–90.
2. Павлов В. Ф. Физико-химические основы обжига изделий в строительной керамики. М., 1977. С. 9–14.
3. Левицкий И. А. Легкоплавкие глазури для облицовочной и бытовой керамики. Мн., 1999. С. 56–59.

LEVITSKY I. A., BOHDAN K. O.

CERAMIC MASSES FOR MANUFACTURING PRODUCTS OF FRONT CERAMICS

Summary

Results of research and development of ceramic masses for manufacturing front ceramics based on fire-resistant, refractory and fusible clay raw materials and lean additives have been presented. Physical and chemical properties, color characteristics, structure and phase composition of the materials obtained have been investigated; the technology for making front ceramics products has been developed.