

титана, а целевой продукт присутствует в не значительных количествах. Это свидетельствует о том, что карбамид при заданных параметрах синтеза не позволяет достигать в реакционной системе необходимых условий для протекания окислительно-восстановительной реакции между компонентами смеси.

Свежесинтезированные материалы обладают тонкокристаллической однородной структурой, характеризующейся низкой плотностью расположения отдельных кристаллических элементов, агрегированных в виде тонких пластинок и древовидных образований. Агрегаты легко разрушаются во время тонкого помола, при этом получается тонкодисперсный однородный порошок, обладающий плотностью близкой к теоретической.

На основе анализа приведенных данных можно сделать вывод о том, что использование в качестве восстановителей глицина и глицерина для синтеза сегнетоэлектрической керамики способствует получению однородного тонкодисперсного материала с сохранением в его структуре метастабильного полиморфизма. В то время как карбамид не обеспечивает необходимых термодинамических условий и использование его в синтезах сегнетокерамики исследованных систем не целесообразно.

РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГЛАЗУРНЫХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ ДЕКОРИРОВАНИЯ ПЛИТОК ДЛЯ ПОЛОВ

Шиманская А.Н., магистрант

Научный руководитель – профессор, доктор технических наук Левицкий И.А.

УО «Белорусский государственный технологический университет» (г. Минск)

Целью исследований является разработка составов и технологии получения ресурсосберегающих износостойких полуфриттованных цветных покрытий с использованием в качестве окрашивающих компонентов отходов обогащения железных руд и недефицитных материалов. Замена дорогостоящих и дефицитных пигментов на красящие оксиды, содержащиеся в горных породах, делает сырые и полуфриттованные глазури более выгодными для применения их в производстве различных видов продукции.

Задача исследования состоит в проведении структурно-управляемого синтеза износостойких покрытий, обеспечивающего в процессе обжига формирование максимального количества кристаллических фаз, высокую износостойчивость и требуемую бархатисто-матовую фактуру. Кроме того, решалась задача снижения количества фритты при рациональном сочетании ее с другими компонентами, что обеспечивает снижение топливно-энергетических затрат на процесс варки.

Приготовление полуфриттованных глазурей осуществлялось на основе отходов магнитного обогащения железистых кварцитов Новоселковского месторождения (Республика Беларусь), которые по минералогическому составу представлены гнейсами, амфиболами, кварцитами и другими породами и минералами. В работе использовались отходы обогащения железистых кварцитов следующего усредненного химического состава, мас. %: SiO_2 – 53,66; Al_2O_3 – 6,18; CaO – 6,05; MgO – 3,88; Na_2O – 2,03; FeO – 27,57. Сырьевая композиция для получения цветных полуфриттованных глазурей включала, мас. %: отходы обогащения железистых кварцитов – 40–47,5; доломит марки А группы 1 класса 4 (Республики Беларусь) – 7,5–15; специально синтезированную при выполнении данных исследований алюмоборосиликатную фритту ОРШ – 17,5–25. В качестве постоянных составляющих содержались технический глинозем ГК–2 (Россия), полевой шпат вишневогорский (Россия) и глина Гранитик–Веско (Украина), суммарное количество которых составило 25 %.

Синтез фритты осуществлялся в системе $R_2O-B_2O_3-SiO_2-Al_2O_3-RO-TiO_2$ (где $R_2O - Na_2O, K_2O$; $RO - CaO, MgO$). В качестве сырьевых компонентов, применяемых для варки фритты, использовались кварцевый песок ОВС-020-В, борная кислота марки Б, доломит марки А группы 1 класса 4, сода кальцинированная марки В, поташ марки А, циркобит марки МО и технический глинозем марки ГК-2. Компоненты фритты высушивались до влажности не более 0,5 % и измельчались до величины зерен до 1 мм. Варка фритты осуществлялась при температуре 1480 ± 20 °С в фарфоровых тиглях в лабораторной газовой пламенной печи со скоростью подъема температуры 250 °С/ч до полного провара с последующей выработкой в воду с целью ее грануляции.

Глазурный шликер готовился совместным мокрым помолом компонентов глазурной композиции в шаровой мельнице до остатка на сите № 0056 – 0,1–0,3% при соотношении материал:мелющие тела:вода, составляющим 1:1,5:0,5. Полученная суспензия влажность 30–40 % наносилась на предварительно высушенные до влажности не более 0,5 % образцы керамических плиток с помощью фильера. Температурный коэффициент линейного расширения (ТКЛР) керамической основы составлял $(65-70) \cdot 10^{-7} K^{-1}$. Покрытые опытными глазуриями плитки подвергались обжигу в газопламенной печи поточно-конвейерной линии FMS-2500 при температуре 1153 ± 10 °С в течение 58±5 мин в производственных условиях ОАО «Керамин» (г. Минск).

Синтезированные покрытия обладали преимущественно красно-коричневой цветовой гаммой различных оттенков матовой фактуры. Определение цветовых характеристик (координаты цвета, доминирующая длина волны, чистота тона,) осуществлялось на спектрофотометре фирмы «PROSCAN» модели MC-122 с последующим расчетом, а цвет покрытий оценивался по 1000-цветному атласу ВНИИ им. Д.И. Менделеева. Из полученных данных следует, что доминирующая длина волны исследуемых глазури составляет 580 нм, что соответствует желтому цвету видимой части спектра. Чистота тона составляет 10 %.

Блеск покрытий определялся на фотоэлектронном блескомере ФБ-2 с использованием в качестве эталона увиолевого стекла и составил 13–39 %. ТКЛР синтезированных глазури измерялся на электронном dilatометре DEL 402 PC фирмы «Netzsch» (ФРГ) в интервале температур 20–400 °С и составил $(53,93-62,41) \cdot 10^{-7} K^{-1}$. Микротвердость глазурных покрытий измерялась на приборе Wolpert Wilson Instruments (ФРГ) с автоматической обработкой данных. Значения микротвердости глазурных покрытий составляли – 5213–8089 МПа, твердость по шкале Мооса – 7. Покрытия являются химически устойчивыми по отношению к раствору № 3 по ГОСТ 27180–2001. Термостойкость глазури составляет 150 °С. Степень истираемости – 3.

Рентгенограммы синтезированных глазурных покрытий снимались на установке «Brucker» (ФРГ) с ионизационной регистрацией рассеянных лучей (излучение CuK_{α}); детектор – счетчик Гейгера. Установлено, что фазовый состав полуфриттованных глазурных покрытий представлен анортитом, гематитом, магнетитом и маггемитом. Количество окрашивающих фаз – гематита, магнетита и маггемита закономерно увеличивается с ростом содержания в глазурном покрытии отходов обогащения железистых кварцитов. Рациональное сочетание вышеуказанных кристаллических фаз обеспечивает высокие значения физико-механических свойств глазурных покрытий и, прежде всего, износостойкости и микротвердости.

Микроструктура глазурных покрытий исследована с помощью сканирующего электронного микроскопа JSM-5610 LV с системой химического анализа EDX JED-2201 JEOL (Япония). Структура представлена многочисленными, плотно прилегающими друг к другу, кристаллическими образованиями с преимущественно призматическим и волокнистым габитусом. Размеры образований составляют от 3 до 10 мкм, более редки скопления кристаллов протяженностью 20–25 мкм. Участки, характерные стеклофазе,

практически отсутствуют. На покрытиях оптимальных составов не установлено образование кратеров, наколов и других дефектов поверхности.

На основании проведенных исследований в качестве оптимальной выбрана глазурь, включающая, мас. %: фритта – 20,0, отходы обогащения железистых кварцитов – 47,5, доломит – 7,5, суммарное количество глинозема, полевого шпата и глины составило 25 %. Блеск покрытия оптимального состава составляет 23%, ТКЛР – $61,63 \cdot 10^7 \text{ К}^{-1}$, микротвердость – 7057 МПа; твердость по шкале Мооса – 7; термическая стойкость – 125 °С; химическая стойкость – стойкие к раствору №3, степень износостойкости – 3. Фазовый состав характеризуется наличием гематита, анортита, маггемита и магнетита.

Проведенные испытания свидетельствуют о возможности внедрения разработанных рецептур глазурных сырьевых смесей при обеспечении требуемых эксплуатационных свойств и декоративно-эстетических характеристик покрытий. Использование отходов обогащения железистых кварцитов для получения цветных глазурных покрытий позволяет исключить из состава дорогостоящие жаростойкие пигменты, что обеспечит снижение себестоимости продукции на 30–35%. Преимуществом синтезированных составов является также отсутствие в сырьевых композициях компонентов первого и второго классов опасности.

РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ ЛИСТОВЫХ СТЕКОЛ С ПОНИЖЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ Al_2O_3

Шут В.В. ст.гр. № 8 4-го курса ХТИТ

Научный руководитель к.т.н., доц. Терещенко И.М.

Белорусский государственный технологический университет (г. Минск)

В настоящее время в РБ ощущается нехватка качественного стекольного сырья, что связано с резким увеличением производства стекла в республике, прежде всего листового. Особенно остро стоит вопрос с поставками полевого шпата (Вишневогорский ГОК, РФ). Данный компонент шихты, хотя и относится к малотоннажным, является дефицитным сырьевым материалом и поставки его в РБ по данным администрации ГОКа в ближайшие 2–3 года не могут быть существенно увеличены. Полевешпатовое сырье других поставщиков либо не удовлетворяет техническим требованиям, либо проигрывает экономически.

Отсюда вытекает необходимость существенного снижения содержания Al_2O_3 в составе листового стекла, источником которого и является полевой шпат. При этом следует считаться со следующими последствиями: повышением склонности к кристаллизации стекла, изменением его физико-химических свойств, а также характеристических температур, определяющих режимы его варки и формования. Для нейтрализации последствий снижения содержания Al_2O_3 в листовом стекле требуется оптимизация соотношения других основных оксидов, имеющих целью компенсировать свойства стекла.

С учетом вышесказанного, было спроектировано 15 составов опытных стекол, в которых снижение содержания Al_2O_3 , компенсировалось путем увеличения MgO от 2,7 до 5,3 мас.% при одновременном варьировании концентрации оксидов SiO_2 , CaO , Na_2O .

Проведенная сравнительная визуальная оценка образцов, полученных при тигельной варке в газовой лабораторной печи, показала что, все стекла удовлетворительно провариваются при максимальной температуре 1520 °С, в стеклах имеется незначительное количество газообразных включений в виде пузыря диаметром около 0,3–0,5 мм.

При определении свойств опытных стекол особое внимание уделялось кристаллизационной способности. Это обусловлено тем, что кристаллизация – явление