

кристаллизации не регистрируются. Что же касается плавления компонентов исследованных масс, то этот эндоэффект составляет 1228 °С (содержание 0,5 % стекловолокна), 1214 °С (1 % стекловолокна) и 1228 °С (3 % стекловолокна) против 1208 °С у исходной массы. Это свидетельствует о повышении температуры плавления шихт с введением кремнеземного стекловолокна, имеющего более высокую температуру формирования расплава.

Список использованных источников

1. Кичкайло, О. В. Интенсификация спекания термостойкой керамики на основе системы $\text{Li}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ / О. В. Кичкайло, И. А. Левицкий // Огнеупоры и техническая керамика. – 2015. – № 10. – С. 3–13.

2. Левицкий, И. А. Исследование физико-химических свойств модифицированной керамики на основе системы $\text{Li}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ / И. А. Левицкий, О. В. Кичкайло, А. И. Тригубович // Огнеупоры и техническая керамика. – 2021. – № 11–12. – С. 26–34.

3. Кичкайло, О. В. Получение термостойких керамических материалов в системе $\text{Li}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ / О. В. Кичкайло, И. А. Левицкий // Огнеупоры и техническая керамика. – 2013. – № 11–12. – С. 50–60.

УДК 666.295.3

И.А. Левицкий, И.О. Пунько

Белорусский государственный технологический университет,
Минск, Республика Беларусь

ТИТАНОСОДЕРЖАЩИЕ ГЛАЗУРНЫЕ ПОКРЫТИЯ ПОВЫШЕННОЙ БЕЛИЗНЫ ДЛЯ КЕРАМОГРАНИТА

Аннотация. Приведены результаты синтеза белой износостойкой титаносодержащей полуфриттованной глазури для керамогранита. Глушение покрытия обеспечено за счет формирования в его структуре кристаллических образований сфена и анортита. Температура обжига покрытий составляла 1200 ± 3 °С, продолжительность – 60 ± 2 мин.

HIGH WHITENESS TITANIUM-CONTAINING GLAZE COATINGS FOR PORCELAIN TILES

Abstract. The results of the white wear-resistant titanium-containing semi-fritted glaze synthesis for porcelain tiles are presented. The opacity of the coating is provided due to the formation of crystalline formations of sphene and anorthite in its structure. The firing temperature of the coatings was 1200 ± 3 °C for 60 ± 2 min.

Глазурь представляет собой стекловидное покрытие на поверхности керамического изделия, которое выполняет как декоративную, так и санитарно-гигиеническую функцию.

Для глазурования плиток для керамогранита получили широкое применение полуфриттованные глазури, содержащие в своем составе кроме сырьевых компонентов от 30 до 50 мас.% фритты.

Диоксид титана известен как один из наиболее сильных глушителей, который улучшает блеск и резко повышает химическую устойчивость покрытия. Высокий показатель преломления TiO_2 (2,52–2,76) делает его ценным материалом для глушения глазури, а высокая кислотоупорность диоксида титана определяет его применение в составах глазурей. Природа оксидов щелочных металлов оказывает заметное влияние на глушение титановых покрытий. Оксид алюминия стабилизирует титаносодержащие глазурные покрытия, увеличивает химическую и термическую устойчивость, способствуя их глушению. Оксид TiO_2 для глазурей чаще всего изменяет окраску глазурного покрытия от белого до цвета слоновой кости и светло-желтого. Окраска обусловлена выделяющейся в процессе обжига кристаллической фазой рутила [1].

Диоксид титана, вводимый в состав глазури в виде рутила TiO_2 , содействует кристаллизации. Диоксид титана активно взаимодействует с кремнеземом и оксидами щелочных металлов, способствуя образованию стекловидной фазы. TiO_2 плавится при температуре около 1800 °C. Замещая SiO_2 в глазурях, TiO_2 делает их более тугоплавкими. Диоксид титана очень чувствителен к изменению газовой среды, в присутствии восстановительных агентов он легко восстанавливается до синего цвета [2].

Целью данного исследования являлось формирование кристаллической фазы в виде сфена $\text{CaOTiO}_2[\text{SiO}_4]$, который обеспечивает высокую степень белизны синтезированных покрытий.

Сырьевые композиции, применяемые нами в исследованиях при получении полуфриттованных глазурей, включали следующие компоненты, мас. %: фритта 2/154 – 22,5–32,5; полевои шпат вишневогорский – 20,0–30,0; TiO_2 – 7,5–15,0. Постоянными компонентами в системе являлись глинозем NO–105, каолин АК Prime, кварц молотый пылевидный (Гомельский ГОК), глина огнеупорная «Гранитик–Веско», волластанит, доломит Контр М30–1. Их суммарное содержание составляло 40 мас. %. В качестве электролита в состав суспензии вводился триполифосфат натрия в количестве 0,5 % сверх 100 %.

Фритта вводилась в состав с целью снижения температуры образования стекловидного расплава и улучшения качества покрытия. Стеклообразующим компонентом является полевои шпат. Добавление волластонита обеспечивало снижение температурного коэффициента линейного расширения (ТКЛР), вероятности появления цека, повышения химической стойкости и твердости глазури. Содержание доломитовой муки обеспечивало снижению вязкости стеклофазы, что приводило к выходу пузырей и улучшению качества глазурного покрытия. Глинозем обеспечивал упрочнение структуры и повышение химической стойкости и истираемости покрытий. Назначение глинистых материалов – стабилизация глазурного шликера. При их введении повышалась адгезия глазури к керамическому черепку. Кварцевый песок добавлялся с целью обеспечения химической стойкости стекловидного глазурного покрытия и снижения ТКЛР.

Химический состав сырьевых материалов, используемых для синтеза титаносодержащей глазури представлен в таблице, а шихтовой состав синтезированных глазурей – на рисунке 1.

Опытные глазури готовились совместным мокрым помолом в лабораторной шаровой мельнице типа Spedy-1 (Италия) до степени помола, обеспечивающей остаток на сите № 0056 (10085 отв./см^2) в количестве 0,2 %. Влажность глазурной суспензии составляла 45–50 %, плотность – $1820 \pm 20 \text{ кг/м}^3$.

Глазурь наносилась с помощью фильеры на высушенную до влажности 1,5–2,0 % поверхность керамогранита. Покрытие высушивалось в сушильном шкафу при температуре $105 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ до влажности не более 1,5 % и обжигалось в газопламенной роликовой печи FMP-2500 в заводских условиях ОАО «Керамин» при температуре $1200 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$. Продолжительность обжига составляла 60 ± 2 мин.

Таблица – Химический состав используемых сырьевых материалов

Оксиды	Сырьевые компоненты и содержание в них оксидов, %								
	полевой шпат	фритта 2/154	TiO ₂	глинозем	ДОЛОМИТ	воллстонит	глина огнеупорная	кварцевый песок	каолин
SiO ₂	58,03	45,00	–	0,17	1,67	49,82	59,18	99,58	47,88
Al ₂ O ₃	23,17	3,67	–	99,24	0,49	0,23	27,69	0,17	36,49
TiO ₂	0,04	–	99,30	–	0,04	–	1,51	–	0,84
Fe ₂ O ₃	0,22	0,21	–	0,06	0,69	0,39	1,06	0,09	0,37
CaO	0,60	43,34	–	0,03	51,78	46,13	0,31	–	0,10
Na ₂ O	8,28	0,58	–	0,48	–	–	0,45	–	0,01
MgO	0,10	1,08	–	–	1,87	1,04	0,53	–	0,12
K ₂ O	8,43	0,09	–	–	0,12	0,03	1,93	–	0,41
B ₂ O ₃	–	3,87	–	–	–	–	–	–	–
CuO	–	–	27,93	–	–	–	–	–	–
ZnO	–	2,15	–	–	–	–	–	–	–
PbO	–	0,10	–	–	–	–	–	–	–
ППП	1,13	–	0,70	0,02	43,34	2,36	7,34	0,16	13,78



Рис. 1 – Составы синтезируемых глазурных покрытий

В результате проведенных исследований были получены глазурные глушеные матовые покрытия с равномерным разливом. Опытные составы имели белый и бело-желтоватый цвет. Дефекты на глазурном покрытии отсутствовали.

Установлено, что цвет формирующихся покрытий определяется коэффициентом, выражаемой формулой [2]:

$$K = (SiO_2 + Al_2O_3 + V_2O_3) / (RO(CaO + MgO) + R_2O(Na_2O + K_2O))$$

Проведенные нами расчеты данного коэффициента позволили установить, что в синтезированных полуфриттованных покрытиях белого цвета его значения составляют 1,98–2,26, что согласуется с исследованиями, полученными в работах [2,3]. Соотношения TiO_2/CaO в полученных нами покрытиях белого цвета составляют 0,51–0,58, что также согласуется с данными работами работы [3].

В синтезированных глазурях сформировались две основные кристаллические фазы: сфен $CaOTiO_2[SiO_4]$ и анортит $Ca[Al_2Si_2O_8]$.

Показатели белизны покрытий составляли 64–70 %, значения блеска – 11–16 %. Температурный коэффициент линейного расширения находился в интервале $(63,95–75,80) \cdot 10^{-7} K^{-1}$. Микротвердость покрытий составляла от 7620 до 7890 Мпа. Глазурные покрытия являлись химически стойкими к раствору №3 при воздействии его в

течение 6 ч по ГОСТ 27180. Термостойкость опытных составов составляла 150 °С.

С помощью дифференциально-сканирующей калориметрии установлены следующие термические эффекты (рис. 2). При температурах 499–539 °С наблюдались эндотермические эффекты, которые связаны с удалением гидроксильной воды из глинистых минералов, а при 574–575 °С – эндоэффекты, обусловленные с переходом β-кварца в α-кварц. В интервале температур 757–781 °С эндоэффекты обусловлены разложением MgCO₃. При температурах 860– 865 °С наблюдался экзотермический эффект, вызванный кристаллизацией покрытий, а эндоэффекты при 1133–1175 °С плавлением глазурной суспензии.

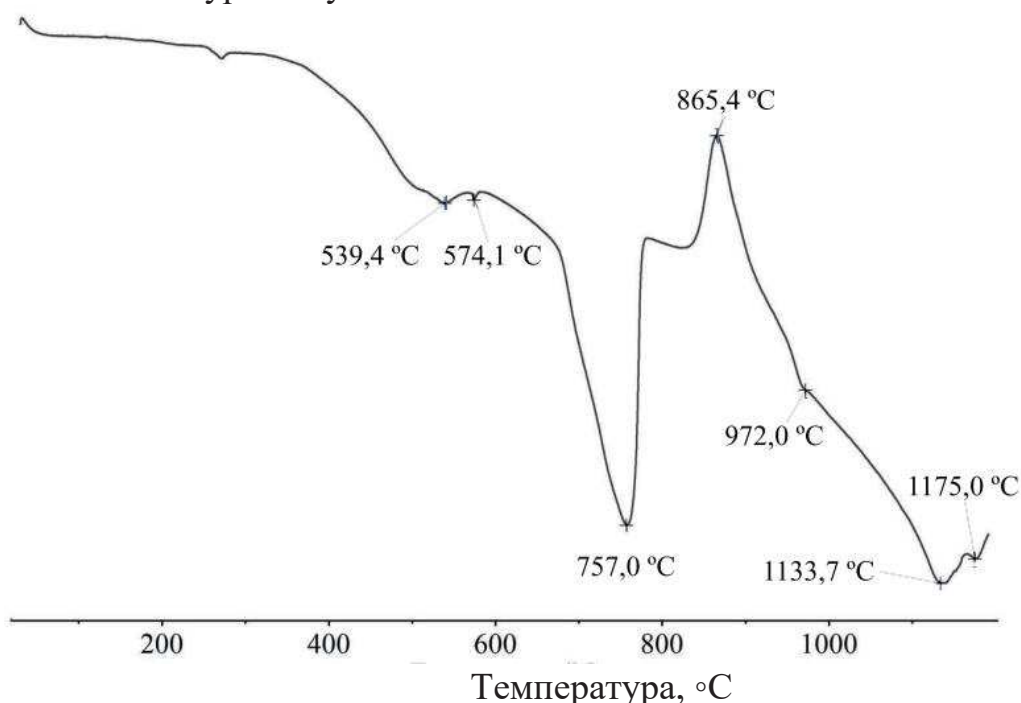


Рис. 2 – Дифференциально-сканирующей калориметрии

экзотермический эффект, вызванный кристаллизацией покрытий, а эндоэффекты при 1133–1175 °С плавлением глазурной суспензии.

Структура синтезированных покрытий изучена с помощью сканирующего микроскопа EDXJED–2201 JEOL (Япония). Она представлена преимущественно кристаллами призматического габитуса, по-разному ориентированными на поверхности глазури. Их размеры составляют от 1,2 до 10 мкм. Кристаллы равномерно распределены по поверхности покрытия. Наличие указанных кристаллических фаз в глазури может свидетельствовать о высокой износостойкости покрытий.

Список использованных источников

1 Photocatalytic disinfection using titanium dioxide: spectrum and mechanism of anti-microbial activity / H/ A. Foster [et al.] // Applied Microbiology and Biotechnology. – 2007. – Vol. 90, iss. 6. – P. 1847–1868.

2. Влияние некоторых компонентов на свойства титановых глазурей / П.Г. Паукш [и др.] // Неорганические стекла, покрытия и материалы: Сб. Ст. – Рига: рижск. политехн. ин-т, 1983. – Вып. 2. – С. 163–169.

3. Бобкова, Н. М. Фазообразование в титаносодержащих системах, используемых для получения глазурей / Н. М. Бобкова, Л. В. Болобан, С. А. Гайлевич // Стекло и керамика. – 1997. – № 1. – С. 17–19.

УДК 666.646:666.3

И.А. Левицкий, А.В. Саплев

Белорусский государственный технологический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

КЕРАМИЧЕСКИЕ МАССЫ ДЛЯ ОБЛИЦОВОЧНЫХ ПЛИТОК НА ОСНОВЕ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Аннотация. Приведены результаты исследования составов керамических масс для получения плиток внутренней облицовки стен с использованием сырья Республики Беларусь. Определены основные физико-механические и технологические характеристики образцов. Изучены их структура и фазовый состав. Образцы получены при температуре 1120 ± 3 °С и продолжительности 53 ± 2 мин.

I.A. Levitskii, A.V. Saplev.

Belarusian State Technological University,
Minsk, Belarus

CERAMIC MASSES FOR WALL TILES BASED ON MINERAL RAW MATERIALS OF THE REPUBLIC OF BELARUS

Abstract. The results of a study of the ceramic masses compositions for wall tiles using mineral raw materials of the Republic of Belarus are presented. The main physical, mechanical and technological properties of the obtained samples have been determined. The phase composition and structure have been studied. The samples were obtained at a temperature of 1120 ± 3 °C for 53 ± 2 minutes.