

действием температуры  $t=900\text{ }^{\circ}\text{C}$  в течение 30 минут увеличивается на 20-30%, что свидетельствует о синтезе высокопрочных новообразований. Так на рентгенограммах образцов ячеистых материалов по предварительным данным присутствуют пики характерные для  $\alpha$ -тридимита ( $d=2,11; 1,95\text{ \AA}$ );  $\text{Na}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$  ( $d=2,31\text{ \AA}$ );  $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$  ( $d=4,36\text{ \AA}$ );  $\text{Al}_2(\text{SiF}_6)_3$  ( $d=3,52\text{ \AA}$ );  $\text{SiC}$  ( $d=2,52\text{ \AA}$ ).

Способность материала при высоких температурах эксплуатации улучшать прочностные характеристики, а также сохранять оптимальную ячеистую структуру, а следовательно и теплоизоляционные характеристики позволяют использовать его в качестве теплоизоляционного жаростойкого материала. Таким образом, настоящие исследования показывают, что ячеистые материалы на основе минерализованных пеностеклянных композиций могут обеспечивать эффективную теплоизоляцию, как в гражданском, так и в промышленном строительстве.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Лебедева Т.А. Ячеистые стеновые материалы на основе минерализованных пен из жидкого стекла: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. - Томск., 2004. - 26 с.
2. Патент РФ № 2056353, МКИ С 04 В28/04. Способ получения жидкого стекла / Карнаузов Ю.П., Шарова В.В. Оpubл. БИ. 1996. №8.
3. Патент РФ № 2209803, МКИ С 04 В 38/10. Способ получения ячеистых строительных материалов / Карнаузов Ю.П., Кудяков А.И., Белых С.А., Лебедева Т.А., Зиновьев А.А. Оpubл. БИ. 10.08.2003. № 22.

УДК 666.635

Левицкий И.А., д-р техн. наук, проф., Мазура Н.В., асп. (Белорусский государственный технологический университет)

### ВЛИЯНИЕ ВОЛЛАСТОНИТА НА БЛЕСК И БЕЛИЗНУ ЦИРКОНИЕВЫХ ГЛАЗУРЕЙ ДЛЯ САНИТАРНЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

В настоящее время глушеные глазурные покрытия применяются для декорирования большинства керамических изделий хозяйственного и бытового назначения в связи с тем, что они позволяют скрыть цвет черепка и обеспечить высокие декоративно-эстетические характеристики глазурованных изделий. Для санитарных керамических изделий в основном используются нефритованные глушеные глазури, что обусловлено высокой температурой и большой продолжительностью обжига в сравнении с режимами обжига многих других традиционных керамических материалов. Широкое применение циркониевых составов вызвано положительным влиянием соединений циркония на свойства покрытий: снижение температурного коэффициента линейного расширения (ТКЛР), повышение химической устойчивости и термостойкости, нечувствительность к среде обжига.

С целью расширения сырьевой базы и повышения качества покрытий, по нашему мнению, большой интерес вызывает такой материал как волластонит. Следует отметить, что в литературе имеются незначительные сведения об использовании волластонита для получения качественных глазурных покрытий, обладающих хорошим разливом и блеском [1]. Детальных исследований либо описания конкретного воздействия, оказываемого волластонитом на свойства глазури, обнаружить не удалось.

Волластонит встречается в природе в виде минерала, основу которого составляет силикат кальция ( $\text{CaSiO}_3$ ), представленный кристаллами игольчатой формы. Химический состав природного волластонита близок к чистому  $\text{CaSiO}_3$ , хотя кальций может быть замещен железом, марганцем, магнием.

При температуре выше 1120°C в-воластонит переходит в  $\beta$ -форму, которая по свойствам существенно отличается: плотность  $\alpha$ -CaSiO<sub>3</sub> составляет  $3,09 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>,  $\beta$ -CaSiO<sub>3</sub> –  $2,87 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>, ТКЛР  $\alpha$ -CaSiO<sub>3</sub> –  $11,8 \cdot 10^{-6}$  K<sup>-1</sup>,  $\beta$ -CaSiO<sub>3</sub> –  $6,5 \cdot 10^{-6}$  K<sup>-1</sup>. Температура плавления – 1540°C, твердость по Моосу – 4,5–6,0.

Следует также отметить, что по результатам исследований американского национального института охраны труда установлено, что по медицинским показаниям воластонит практически безвреден [1].

На основании вышесказанного были проведены исследования, направленные на установление возможности получения высококачественных глазурных покрытий с использованием воластонита, а также на определение его влияния на эстетические свойства нефритованных глазурей.

В настоящей работе было изучено влияние воластонита на белизну и блеск, цирконсодержащих глазурей высокотемпературного обжига. Соединения циркония широко используются в качестве глушителей, оказывая благоприятное влияние на химическую и термическую устойчивость, механическую прочность, блеск и другие свойства глазури. Достаточную степень заглушенности глазури можно получить при использовании смесей циркона с оксидами щелочных и щелочноземельных металлов, предварительно прокаленных при 1200 – 1250°C. В качестве глушителя в исследуемые глазури вводился циркосил (Италия), имеющий следующий химический состав (%): SiO<sub>2</sub> 36,88; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,60; TiO<sub>2</sub> 0,14; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,11; ZrO<sub>2</sub> 62,27\*.

Первоначально все исследования проводились при введении постоянного количества воластонита равного 5,5 % в исследованные ранее [2] сечения четырехкомпонентной системы пегматит–кварцевый песок–мел обогащенный–циркосил при содержании циркосила 10 %, 12,5 % и 15 %.

Глазурный шликер готовили путем мокрого помола в шаровой мельнице составляющих материалов до остатка на сите №0056 не более 0,1%. Глазурные суспензии имели влажность 42–45%. Приготовленный шликер наносили на высушенный черепок санитарных керамических изделий, характеризующихся остаточной влажностью не более 1%. ТКЛР керамического черепка составлял  $(54–57) \cdot 10^{-7}$  K<sup>-1</sup>. Заглазурованные образцы подвергали обжигу в туннельной пламенной печи фирмы «Sacti» (Италия) на ОАО «Керамин» при температуре 1180–1200 °C с выдержкой при максимальной температуре в течение 1 ч.

Визуальная оценка обожженных образцов показала, что заглушенность покрытий повышалась по мере увеличения содержания диоксида циркония ZrO<sub>2</sub> от 6,5 %, что соответствует 10 % циркосила, и выше. Оценка заглушенности глазурей производилась наиболее распространенным способом – путем определения их белизны.

Блеск и белизна глазурных покрытий измерялись с помощью блескомера фотоэлектрического ФБ – 2. Несмотря на то, что эти параметры не регламентируются требованиями стандарта, их высокие значения обеспечивают улучшение эстетических свойств изделий.

Показатель белизны для сечения с содержанием циркосила 10 % составлял 75 – 80 %, при введении 12,5 % циркосила (6,5 % ZrO<sub>2</sub>) белизна увеличилась до 79 – 88 %. Дальнейшее повышения содержания циркосила до 15 % (9,8 % ZrO<sub>2</sub>) ведет к несколько пониженному, но более стабильному значению данного показателя – 83 – 86 %. Исследование блеска покрытий показало, что его повышение от 37 – 60 % до 45 – 72 % наблюдается по мере увеличения количества циркосила от 10 % до 12,5 %. Введение 15 % циркосила приводит к снижению показателя блеска до 40 – 66 %, что обусловлено, по видимому, интенсивным диффузным рассеянием света за счет более полной кристаллизации циркона.

В связи с явным улучшением эстетических свойств глазурных покрытий при введении воластонита дальнейшие исследования были направлены на изучение

\* – здесь и далее по тексту содержание компонентов приводится в массовых процентах

влияния повышенного его содержания в исследуемых глазурах.

На основании полученных данных в качестве оптимального был выбран состав, обладающий лучшими значениями показателей блеска и белизны в сечении с содержанием циркосила 12,5 %. Введение волластонита в количестве 10 % и 15 % осуществлялось вместо кварцевого песка и мела обогащенного. Приготовление суспензии, ее нанесение и обжиг образцов проводились по описанным выше режимам. Исследование свойств покрытий показало, что значения белизны практически не изменились и составили 82 – 87 %, а показатель блеска повысился соответственно с 66% у исходного состава до 80 % при содержании волластонита 15 %.

Ввиду того, что замена мела на волластонит привела к значительному повышению качества глазурной поверхности (в частности улучшился разлив глазурей и снизилось количество наколов вплоть до их полного исчезновения) последующие исследования были направлены на изучение возможности полного исключения мела обогащенного из состава шихты. С целью определения нижней и верхней границ содержания волластонита, требуемого для обеспечения качественного покрытия, количество волластонита варьировалось от 5 % до 30 % с шагом 2,5 %.

Визуальная оценка опытных образцов показала, что при введении волластонита в количестве: от 5 до 10 % отличается недожог, наблюдается лишь незначительное оплавление покрытий; от 15 до 22,5 % – образуются бездефектные полуматовые и блестящие покрытия и при содержании от 25 до 30 % формируются матовые покрытия.

На основании измеренных значений показателей блеска и белизны покрытий, представленных на рисунке 1 можно заключить, что введение волластонита до 15 % недостаточно для образования стекловидной фазы. Очевидно, это обусловлено следующим. Мел, представляющий собой карбонат кальция  $\text{CaCO}_3$ , разлагается на  $\text{CaO}$  и  $\text{CO}_2$  уже при  $950^\circ\text{C}$ . Как известно [3], введение  $\text{CaO}$  обеспечивает снижение температуры плавления и вязкости расплава. Благодаря этому введение мела по сравнению с волластонитом ( $\text{CaSiO}_3$ ) обеспечивает образование расплава и выделение из него кристаллов циркона при более низких температурах.

Зависимость блеска и белизны от содержания волластонита

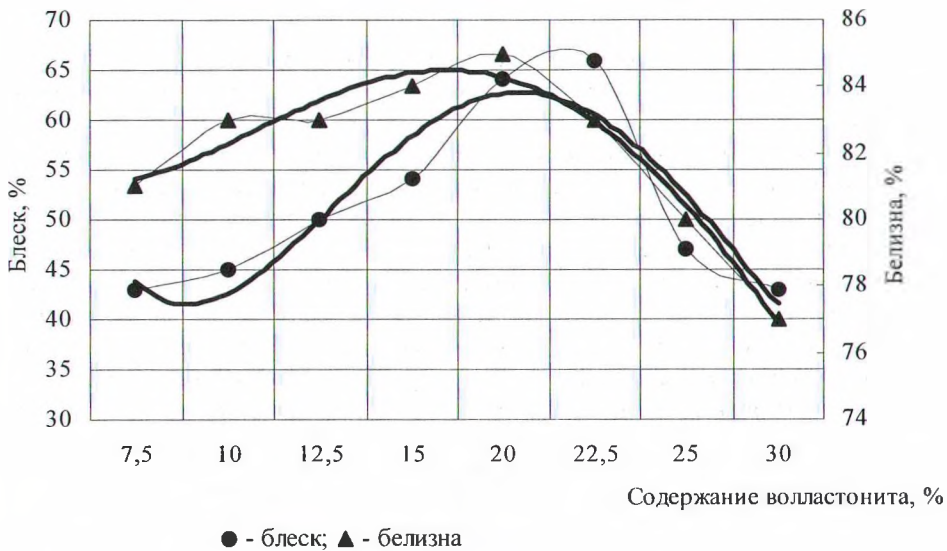


Рис. 1

Оптимальное содержание волластонита, при котором происходит образование стекловидной фазы в количестве, необходимом для равномерной кристаллизации циркона, составляет 20 – 22,5 %. Дальнейшее увеличение содержания волластонита до 30 % ведет к образованию матовых покрытий.

Термостойкость и химическая устойчивость, определенные по стандартным методикам ГОСТ 13449 – 82, показывают соответствие всех исследованных глазурей требованиям нормативной документации.

Таким образом, на основании проведенных исследований очевидна перспективность использования волластонита в качестве компонента шихты, обеспечивающего повышения качества глушенных нефритованных глазурных покрытий и расширяющего сырьевую базу при производстве глазурей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Волластонит в силикатных матрицах / Н.С. Никонова, И.П. Тихомирова, А.В. Беляков, А. И. Захаров // Стекло и керамика. – 2003. – №10. – С. 38 – 40.
2. Мазура Н. В. Глушенные глазури для санитарных керамических изделий // Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности: Материалы республиканской научно-технической конференции аспирантов, магистрантов и студентов, Могилев, 27 января 2005. – С. 186.
3. Левицкий И.А. Легкоплавкие глазури для облицовочной и бытовой керамики. – Мн.: БГТУ, 1999 – 396 с.

УДК 666.295: 666.64

Левицкий И.А., д-р техн. наук, проф., Битель И.С., асп. (Белорусский государственный технологический университет)

### СТРУКТУРА ГЛАЗУРНЫХ АЛЮМОБОРОСИЛИКАТНЫХ СТЕКОЛ

Разработка составов глазурей с пониженным содержанием  $V_2O_5$  чрезвычайно важна. Это обусловлено дефицитностью и высокой стоимостью борного сырья. Вместе с тем, обязательным компонентом глазурных стекол является борный ангидрид  $V_2O_5$  – активный стеклообразующий оксид, сильный плавень, повышающий блеск, твердость и термическую стойкость глазури. Вводится  $V_2O_5$  в состав шихты в виде борной кислоты и буры.

Цель нашей работы – попытаться установить взаимосвязь между изменениями в структуре алюмоборосиликатного стекла и миграцией ионов алюминия в уксуснокислые вытяжки.

Поскольку легкоплавкость стекол в основном зависит от природы модифицирующих составляющих, от степени сшитости полимерного каркаса, а, следовательно, и от структурного состояния бора в стекле, нами проведено ИК-спектроскопическое исследование. При этом во внимание принимался тот факт, что существует взаимное влияние ионов бора и алюминия на их структурное состояние в алюмоборосиликатных стеклах. И хотя в алюмоборосиликатных стеклах интерпретация спектров затруднена ввиду наложения максимумов поглощения кремнекислородных и борокислородных группировок, тем не менее, данный метод является весьма информативным.

Нами проведены исследования по синтезу прозрачных легкоплавких глазурей с пониженной миграцией ионов алюминия. Данные глазури предназначены для декорирования изделий, контактирующих с пищевыми продуктами. Содержание  $V_2O_5$  составляло 12,8;  $Al_2O_3$  – 3,9% (здесь и далее массовое содержание). Количество других оксидов составляло (%):  $SiO_2$  – (68–73),  $(Na_2O+K_2O)$ –10, RO–5 (CaO, MgO, SrO).

Варку стекол осуществляли в фарфоровых тиглях в газопламенной печи при температуре 1400–1450°C с выдержкой при максимальной температуре в течение 1–1,5 ч. Стекла характеризовались хорошими варочными и выработочными свойствами, составы сохраняли прозрачность.

Глазурные суспензии готовили мокрым помолом с введением огнеупорной гли-