

Таблица 2 – Результаты органолептического анализа разрабатываемых композиций

Композиция	Цвет	Запах	Вкус	Выводы
№ 1 Брусника Душица Липа Мелисса Мята Шиповник	Светло-желтый, ненасыщенный, мутный	Сладковатый, медовый, преобладает характерный запах мяты	Травянистый, кисловатый	Шиповник и липа приглушают насыщенный цвет брусники, а также придают специфический травянистый, кисловатый вкус, который не сочетается с другими травами
№ 5 Брусника Зверобой Душица Мелисса Мята Тысячелистник	Насыщенный оранжевый	Сладковатый с преобладанием мяты мелиссы	Сладкий, свежий	Зверобой и тысячелистник придают сладкий вкус, мята – свежесть, брусника – красивый оранжевый цвет, душица в сочетании с мелиссой придают сладковатый аромат
№ 6 Лаванда Гречиха Арония	Розовый, насыщенный, прозрачный	Сладковатый, легкие ноты лаванды	С легкой терпкостью	Лаванда придает вкусу напитка свежесть, терпкость аронии не ощущается, благодаря предварительной подготовке ягод

На четвертом этапе исследований у композиции, которые показали лучшие органолептические качества, определили ряд фармакогностических показателей (табл. 3).

Таблица 3 – Некоторые фармакогностические показатели композиции №5

Показатель	Значение
Насыпная плотность, г/см <sup>3</sup>	0,036±0,002
Фракционный состав	3 мм > 60 %
Влажность, %	8,59±0,23
Зольность, %	2,97±0,18
Дубильные вещества, %	2,26±0,01
Флавоноиды, %	1,15±0,02
Антоцианы, %	0
Аскорбиновая кислота, %	2,16±0,10

По результатам проведенных исследований можно сделать вывод, что данная композиция фиточая за счет высокого содержания аскорбиновой кислоты и флавоноидов (в частности, квертецина) обладает иммуностимулирующей активностью.

УДК 666.295.7

### ЦЕРИЙСОДЕРЖАЩИЕ ГЛАЗУРНЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ КЕРАМОГРАНИТА

*Кучерова Д. В., Голуб А. О., Левицкий И. А.*

*Белорусский государственный технологический университет*

*e-mail: kucherova.11.09@internet.ru*

**Summary.** *The results of the glazed semi-fritted coatings formation using cerium oxides as opacifying agents, for glazing ceramic tiles we presented. It was determinate decorative characteristics and physic-chemical properties of coatings formed at a firing temperature of 1200±2 °C for 60±2 min.*

Получение глушеных глазурей практически на всех производствах при изготовлении керамических плиток обеспечивается введением в состав покрытий от 5 до 12 мас. % оксида циркония (IV), который является наиболее известным глушителем. Хранение и использование такого рода материала требует соблюдения особых мер безопасности, ввиду высокого уровня радиации цирконийсодержащих материалов. В промышленности соединения циркония используются в различных областях, однако ограничение использования его вызвано также высокой стоимостью цирконийсодержащих материалов на мировом рынке.

В связи с этим актуальны исследования составов глазурных покрытий, направленные на поиск эффективных глушителей для получения глазурей белого цвета.

Известно, что использование в качестве глушителя оксида церия ( $\text{CeO}_2$ ) обеспечивает устойчивое глушение стекол и фриттованных стекловидных покрытий [1, 2].

Керамогранит, используемый для исследований, обжигается при температуре  $1200 \pm 5$  °С, продолжительность процесса обжига  $60 \pm 2$  мин и для его производства применяются полуфриттованные составы глазурного покрытия. Выбранный в работе состав покрытия включает следующие составляющие, мас. %: фритту прозрачной глазури марки 2/154 – 20,0–42,5; доломитовую муку класса 4 марки А 17,5–20,0 и диоксид церия 5,0–15,0. Постоянными компонентами, сумма которых составляла 45 мас. %, при установленном в исследовании соотношении, являлись глинозем NO–105; кварцевый песок марки ОВС–050; глина «Гранитик–Веско»; полевой шпат ПШС–0,02–21. Интервал шага содержания компонентов составлял 2,5 мас. %.

В составе глазурных суспензий использовалась фритта, синтезированная в оксидной системе  $\text{CaO-MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ . Варка фритты обеспечивалась в газопламенной печи при температуре  $1450 \pm 10$  °С. Температурный коэффициент линейного расширения (ТКЛР) ее составляет  $67,2 \cdot 10^{-7} \text{K}^{-1}$ , температура размягчения – 580 °С.

Приготовление глазурной суспензии производилось мокрым помолом сырьевых материалов в шаровой мельнице Speedy (Италия) при влажности суспензии 32–35 % и тонины помола, определяемой остатком на сите №0063 в количестве 0,3–0,5 мас. % сырья. Плотность глазурного шликера составляла 1800–1820 кг/м<sup>3</sup>.

Приготовленная суспензия выстаивалась в течение 3-х суток, а затем наносилась с помощью фильеры на поверхность высушенного до влагосодержания не более 2 % полуфабриката керамогранита. Далее образцы подсушивались при температуре  $120 \pm 5$  °С в течение 30 мин в лабораторном сушильном шкафу, а затем обжигались в промышленной конвейерной печи FMS–2950 при  $1200 \pm 5$  °С в течение 60 мин в промышленных условиях ОАО «Керамин».

Введение в состав 5,0 мас. % оксида церия обеспечивает получение полупрозрачного покрытия и недостаточную степень глушения. Кроме того при этом не формируется качественное покрытие из-за низкого содержания фритты и доломита, составляющих 20,0–25,0 мас. % и 17,5 мас. % соответственно. Высокая температура плавления  $\text{CeO}_2$  обуславливает формирование глазури недостаточной растекаемости и каменистой матовости.

Белизна глазурных покрытий определялась количеством введенного  $\text{ZrO}_2$  и не зависит от химического состава глазурной матрицы. Блеск сформированных церийсодержащих глазурей находится в широком интервале значений – 6–10 %. После увеличения содержания фритты и доломита до 42,5 и 20,0 мас. % соответственно, блеск глазурей повысился и составил 39–56 %, глазури относятся к полуматовым покрытиям.

Температурный коэффициент линейного расширения определялся с помощью электронного dilatометра DIL 402 PC фирмы «Netzsch» (Германия) в интервале температур 20–400 °С при постоянной скорости нагрева образцов в печи, составляющей 5 °С/мин. С увеличением содержания  $\text{ZrO}$  значения ТКЛР покрытия повышались и находились в интервале  $(74,3\text{--}76,2) \cdot 10^{-7} \text{K}^{-1}$ . Полуфабрикат керамогранита характеризовался ТКЛР, составляющим  $76,8 \cdot 10^{-7} \text{K}^{-1}$ .

Установлено, что степень глушения глазурного покрытия зависела, прежде всего, от значений показателя преломления диоксида церия, составляющего 2,0, и определялась разностью

между показателем преломления стекловидной фазы и глушителя, а также отсутствием растворимости глушителя в расплаве глазури. Это позволяло заключить, что  $\text{CeO}_2$  практически инертен по отношению к стекловидной фазе, а также не склонен образовывать с другими компонентами стекла новые кристаллические соединения, способствующие глушению.

Церийсодержащее глазурное покрытие не отличается также высокой растекаемостью, поскольку  $\text{CeO}_2$  обладает неактивным поверхностным натяжением глазурного расплава и не обеспечивает высокую степень его разлива. Полученный результат совпадает с данными о влиянии оксида церия на характер поверхностного натяжения силикатных расплавов [1].

Истираемость глазурного покрытия, заглушенного оксидом церия, определялась для образцов с оптимальным его содержанием, составляющим 7,5 мас. % на абразиметре JSO-8 «Gabtec» (Италия). Степень их истираемости составляет 2 по ГОСТ 27180.

Рентгенофазовым анализом, выполненным на установке D8 ADVANCE Bruker (Германия) при  $\text{CuK}$  – излучении, установлено наличие кристаллической фазы церианита ( $\text{CeO}_2$ ) и небольших количеств анортита ( $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ ).

Результаты исследований показали возможность применения оксида церия в составах полуфриттованных глушеных глазурей для керамогранита.

#### Список использованных источников

1. Аппен, А. А. Химия стекла / А. А. Аппен. – Л.: Химия, 1970. – 352 с.
2. Штейнберг, Ю. Г. Стекловидные покрытия для керамики / Ю. Г. Штейнберг, Э. Ю. Тюрн. – Л.: Стройиздат, 1989. – 192 с.

УДК 616.71;615.4

#### 3D ПЕЧАТЬ АЛЬГИНАТНЫМ ГЕЛЕМ С ГИДРОКСИАПАТИТОМ

Лазнев К. В.<sup>1</sup>, Авдеева Е. В.<sup>1</sup>, Матиевский К. А.<sup>2</sup>, Мусская О. Н.<sup>3</sup>, Крутько В. К.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Институт химии новых материалов Национальной академии наук Беларуси,

<sup>2</sup>Институт биофизики и клеточной инженерии Национальной академии наук Беларуси,

<sup>3</sup>Институт общей и неорганической химии Национальной академии наук Беларуси

e-mail: avdeeva.katerina86@mail.ru

**Summary.** For regenerative medicine, a paste for 3D printing of tissue-engineered frames based on sodium alginate and hydroxyapatite has been obtained, which combines the advantages of both materials. The optimal content of hydroxyapatite in a paste based on alginate gel is 25–33 %. With an increase in the concentration of alginate in the gel from 3 % to 5 %, the rheological properties of the paste improve: viscosity and heterogeneity decrease.

Восстановление костных дефектов остается серьезной проблемой в клинических условиях и требует костных трансплантатов или материалов, заменяющих кость. С развитием индустрии 3D печати было создано большое количество тканеинженерных каркасов для доклинических и клинических применений с использованием новых материалов и инновационных технологий. Однако существующие биоматериалы часто не отвечают клиническим требованиям структурной поддержки, остеоиндуктивных свойств и контролируемой биоразлагаемости. Коммерческие материалы для FDM-печати, такие как PLA (полилактид) и ABS (акрилонитрил бутадиен стирол), не соответствуют фазовому составу костных тканей человека. Синтетические материалы на основе гидроксиапатита исключают возможность возникновения инфекционных заболеваний (актуально в случае использования трансплантатов), позволяют регулировать скорость резорбции за счет особенностей синтеза, различных замещений фосфатных и гидроксильных групп в структуре апатита. Гидроксиапатит при взаимодействии с окружающими костными тканями способен постепенно высвобождать ионы  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{PO}_4^{3-}$ , что позволяет использовать его для замещения дефектов костной ткани. Однако кальцийфосфатные материалы обладают малой механической прочностью, медленной резорбцией в тканях организма. Применение альгината натрия в качестве основного