

между показателем преломления стекловидной фазы и глушителя, а также отсутствием растворимости глушителя в расплаве глазури. Это позволяло заключить, что 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 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 CuK – излучении, установлено наличие кристаллической фазы церианита (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.¹, Авдеева Е. В.¹, Матиевский К. А.², Мусская О. Н.³, Крутько В. К.³

¹Институт химии новых материалов Национальной академии наук Беларуси,

²Институт биофизики и клеточной инженерии Национальной академии наук Беларуси,

³Институт 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 Ca^{2+} и 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

компонента при создании универсальных носителей клеточных структур позволяет выращивать живые клетки на поверхности и в объеме напечатанного образца и придает материалам эластичность и прочность. Модифицирование природных и синтетических материалов на основе полимеров является многообещающим подходом к созданию новых тканеинженерных каркасов, которые сочетают в себе преимущества обоих материалов и отвечают различным требованиям, включая биологическую активность, механическую прочность, простоту изготовления и контролируруемую деградацию.

На 3D-принтерах Wanhao Duplicator 4S, оснащенный гелевым экструдером (механическая подача геля) и CELLINK (пневматическая подача геля) проведена опытная печать пастой на основе альгинатного геля с порошковым наполнителем – гидроксиапатитом (размер частиц менее 80 мкм). Массовая доля гидроксиапатита в объеме пасты составляла от 10 % до 50 %, концентрация альгината натрия в геле – 3 % и 5 %. Печать велась на целлюлозной подложке (фильтровальной бумаге), пропитанной 0,5 М водным раствором CaCl_2 . Толщина слоя образца составляла 0,5 мм, скорость печати – 5 мм/с, скорость экструзии – 1,25 мкл/с, максимальное количество слоев образца – 6, каждый слой закреплялся поливом 0,05 М водным раствором CaCl_2 .

Оптимальное содержание гидроксиапатита в пасте на основе альгинатного геля составляет 25–33 %, при котором обеспечивается удовлетворительное воспроизведение моделей до 5 слоев. С увеличением концентрации альгината в геле от 3 % до 5 % улучшаются реологические свойства пасты: уменьшаются вязкость и неоднородность, вероятно, за счет уменьшения соотношений гидроксиапатит/альгинат и Ca^{2+} /альгинат. Срок хранения паст до частичного расслоения составляет около 2 суток. Полученные модели после высыхания характеризуются значительной объемной усадкой (до 30–50 %), что является важным при выборе условий печати образцов больших размеров и сложной формы.

Работа выполнена при финансовой поддержке ГПНИ «Создание с использованием 3D печати тканеинженерных конструкций на основе стволовых и прогенериторных клеток и биосовместимых носителей, сохраняющих высокую жизнеспособность и функциональную активность *in vivo* и *in vitro*», 2021–2025 гг.

ГПНИ «Химические процессы, реагенты и технологии, биорегуляторы и биоорганомия» по заданию 2.1.04.7 «Функционализация нанокпозиционных материалов на основе кальцийфосфатов в условиях взаимодействия с синтетическими полимерами и биополимерами», 2021–2025 гг.

УДК 614.2

РАЗВИТИЕ ТЕЛЕМЕДИЦИНСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ В КИТАЕ

Луговская И. С.

ГНУ «Институт экономики НАН Беларуси»

e-mail: irina.lugovskaya95@gmail.com

Summary. *China has great potential for the introduction of telemedicine. Further development of telemedicine will serve as the basis for modernizing the provision of medical care to citizens. The development of telemedicine based on the improvement of remote medical care for the population, the large-scale use of information and communication technologies which are aimed at accelerating the diagnostic and treatment process. However, the telemedicine industry in China has not yet developed a mature business model, keeping some problems such as unclear pricing policies, unequal payment systems, and large disparities in medical care in different locations.*

Всемирная организация здравоохранения определяет телемедицину как «предоставление медицинских услуг, при которых пациенты и поставщики услуг находятся между собой на расстоянии. Телемедицина использует информационные и коммуникационные технологии для обмена информацией для диагностики и лечения заболеваний и травм, проведения исследований и оценки, а также для непрерывного образования медицинских работников».