



## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПОЛУЧЕНИЯ ПАСТООБРАЗНОГО ОСТЕОПЛАСТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

**Хабилов Бекзод Нигмонович**

Доцент кафедры факультетской ортопедической стоматологии,  
Ташкентского государственного стоматологического института

<https://doi.org/10.5281/zenodo.6570361>

### ИСТОРИЯ СТАТЬИ

Принято: 01 май 2022 г.

Утверждено: 10 май 2022 г.

Опубликовано: 14 май 2022 г.

### КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

химический состав,  
биологически активное  
стекло,  
технологический этап

### АННОТАЦИЯ

*Разработка состава биологически активного композита для восстановления полостных дефектов челюстно-лицевых костей на основе биологически активного стекла, которое обеспечил бы максимально полную интеграцию в восстанавливаемый дефект с минимальными побочными эффектами, наряду с дешевизной и доступностью.*

Стекло	SiO <sub>2</sub>	MgO	CaO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CaF <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O
БС	46.06	8.83	28.66	6.22	5.70	4.53

Варка является основным технологическим этапом производства биоактивного стекла. После взвешивания на аналитических весах реактивы тщательно перемешивают в шаровой мельнице до получения однородной массы. Гомогенные смеси шихт (100 г) засыпают в платиновые тигли, предварительно нагревают при температуре 1000°C для декарбонизации и затем расплавляют при 1400°C в течение 1 часа, на воздухе. Стекло получают в виде цельных блоков или виде гранулята. В первом случае хорошо проваренное и осветленное стекло отливают в металлические формы с последующим отжигом при 500 -550°C в течение 1 ч.

Во втором случае расплав стекла из тигля сливают в сосуд с водой: полученный гранулят высушивают при 120 С до постоянного веса и измельчают в высокоскоростной планетарной мельнице (Nannetti, Faenza, Italy; весовое соотношение мельящие тела/материал придерживалось как 1.5:1 ) и отсеивают через сито 45 микрон для получения порошка со средним размером частиц около 20 микрон ( размер порошка определяется методом рассеяния света, Колтер LS 230, Великобритания, Fraunhofer оптическая модель).

Глицерин, чистый для анализа (88% водный раствор) с плотностью 1,230 г/мл поставлен фирмой Fluka.



Глицерин имеет долгую историю применения в медицине, смешивается с водой в любых пропорциях, является биосовместимым нетоксичным веществом.

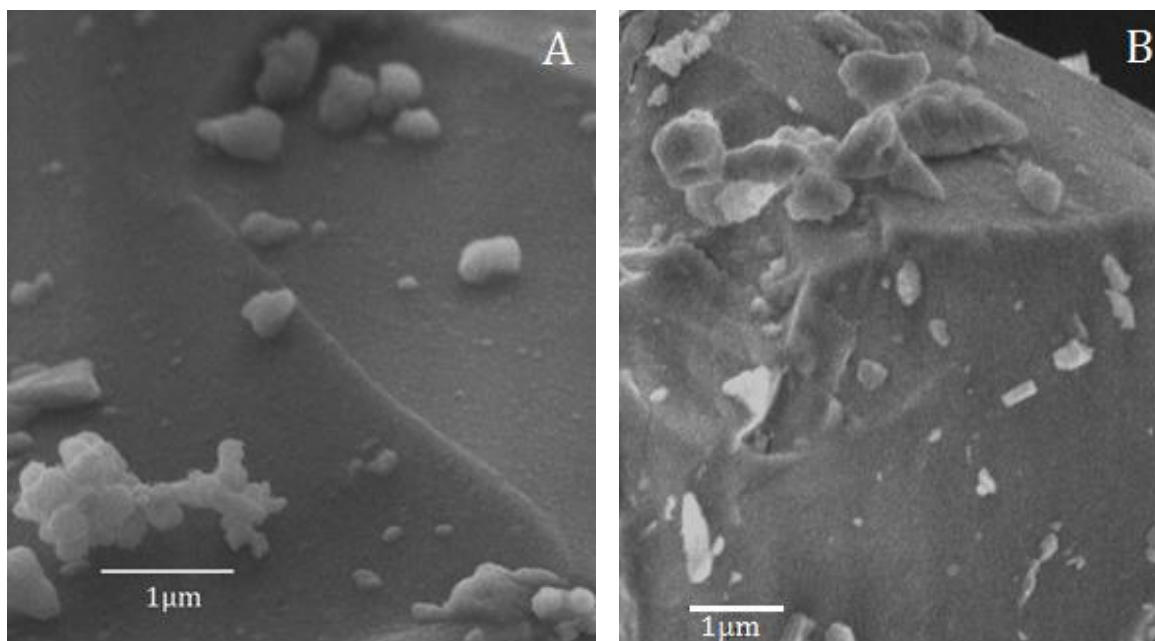
Для получения композиционного материала порошок биологически активного стекла и глицерин предварительно смешивают с помощью металлического шпателя в пластмассовых бюксах, перед тем как отправить смесь в лабораторный миксер. Полученные пасты можно хранить в стандартных шприцах удобных для последующего использования инъектирования в область костного дефекта.

Способность композиционного материала к образованию слоя биоактивного апатита в модельной жидкости организма SBF (simulated body fluid), имитирующей неорганическую составляющую плазмы крови человека, определяли постановкой *in vitro* тестов. Искусственная среда SBF разработана для тестирования биоматериалов, в частности для косвенного определения их биоактивных свойств.

Композиционный материал погружался в готовый раствор SBF на промежуток времени от 1 ч до 7 дней, температуру в течение эксперимента поддерживали

равной 37 °C. После каждого эксперимента порошки исследуемых материалов отделяли от жидкости фильтрованием. По мере извлечения биоматериала из биологической жидкости проводилось исследование его поверхности на предмет формирования биологического апатита при помощи рентгенофазового, электронно-микроскопического (SEM, Hitachi S-4100) и RAMAN спектроскопии (micro RAMAN system, Renishaw 1000).

Формирование гидроксилapatита на поверхности композиционного материала, являясь ключевым фактором прямого срастания искусственных имплантатов и костной ткани, способствует ускорению и оптимизации репаративного остеогенеза. Дополнительно установлено, что глицерол вступает в химическое взаимодействие с БС уже на стадии приготовления композиционного материала, деполимеризуя кремнекислородную сетку стекла, тем самым облегчая процесс выщелачивания катионов щелочных (Na<sup>+</sup>) и щелочноземельных (Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>) металлов и стимулируя образования гидроксилapatита за счет ускорения обменных процессов на поверхности стекло-искусственная плазма крови.



Электронно-микроскопические снимки БС (А) и композиционного материала (В) после 7 дневной выдержки в растворе SBF

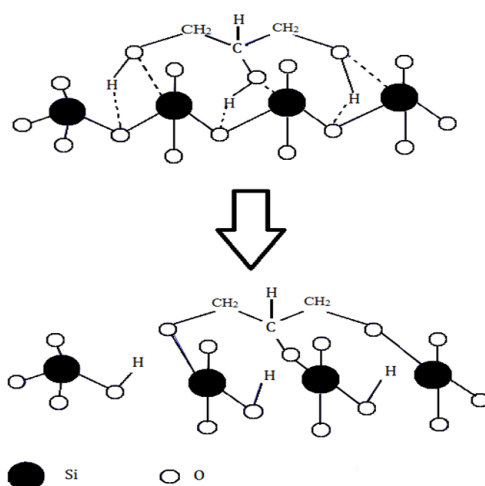


Схема взаимодействия глицерина с БС на стадии приготовления композиционного материала: кремнекислородная сетка стекла деполимеризуется за счет образования водородных химических связей между водородом гидроксильной группы глицерина и мостиковыми кислородами структуры стекла, тем самым облегчая процесс выщелачивания катионов щелочных ( $\text{Na}^+$ ) и щелочноземельных

( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ) металлов и стимулируя образования гидроксилапатита за счет ускорения обменных процессов на поверхности стекло-искусственная плазма крови.

Состав биологически активного композита для восстановления полостных дефектов челюстно-лицевых костей включает биологически активное стекло (БС) и носитель - глицерин. При этом БС имеет



следующий состав, вес%: SiO<sub>2</sub> 40,08 – 46,06, MgO 8,75 – 8,96, CaO 28,66-30,44, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 6,22-7,19, CaF<sub>2</sub> 5,65 -5,79, Na<sub>2</sub>O 4,49-4,59 и B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0-5,16. Соотношение БС и глицерина равно, мас.%: БС - 70-75, Глицерин - 25-30

Выводы:

Проведенные эксперименты по определению связующего элемента для остеопластического материала доказывают наличие свойств у

полученного ПОМ, необходимые для остеопластических материалов.

Оптимальное соотношение компонентов разработанного отечественного биологически активного композита включающий биологически активное стекло (БС) и носитель, при следующем соотношении компонентов, мас.%: БС 70-75 Носитель 25-30

### литературы:

1. Хабилов Н.Л. Клинико-экспериментальное обоснование применения биостала для восстановления дефектов зубов и зубных рядов несъемными конструкциями: Автореф. дис. ... д-ра мед.наук.- Ташкент, 2004.
1. Akhbarov A.N., Khabilov N.L., Tulyaganov D., Ziyadullayeva N.S., Khabilov B.N. // Morphological Characteristics of the Process of Regeneration of rabbit bone tissue defect using paste-like composite in the experiment.// Jones J.R., Brauer D.S., Hupa L., Greenspan D., Bioglass and bioactive glasses and their impact on healthcare, Int. J. Appl. Glass Sci., 2016, 7, 423-434.
2. Akbarov A.N., Ziyadullaeva N.S., Khabilov B.N. // Hematological indicators of experimental study of chronic toxicity of domestic paste-composite // INTERNATIONAL SCIENTIFIC REVIEW OF THE PROBLEMS AND PROSPECTS OF MODERN SCIENCE AND EDUCATION Boston. USA. March 23-25,2020
3. Fernandes H.R., Gaddam A., Rebelo A., Brazete D., Stan G.E., Ferreira J.M.F., bioactive glasses and glass-ceramics for healthcare applications in bone regeneration and tissue engineering, Materials, 2018,11, 2530.
4. Hench L.L., Bioceramics - from concept to clinic, J. Am. Ceram. Soc.,1991, 74,1487-1510.
5. Fiume E., Barberi J., Verne E., Baino F., Bioactive glasses: from parent45s5 composition to scaffold-assisted tissue-healing therapies, J. Funct. Biomater., 2018, 9, 24.
6. Baino F., Hamzehlou S., Kargozar S., Bioactive glasses: where are we and where are we going? J. Funct. Biomater., 2018, 9, 25.
7. Fagerlund S., Understanding the in vitro dissolution rate of glasses with respect to future clinical applications, department of chemical engineering, Abo Akademi Process Chemistry Centre, Laboratory of Inorganic Chemistry, Abo Akademi University, Turku, 2012.