

УДК 539.21

## СВОЙСТВА БИОМАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ НАНОКОМПОЗИТА ПОРИСТОГО КРЕМНИЯ С ГИДРОКСИАПАТИТОМ

© Кулагина С.Ю., Латухина Н.В.

*Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С.П. Королева, г. Самара, Российская Федерация*

e-mail: kulagina4@ya.ru

Целью данной работы является исследование нанокompозита пористого кремния (ПК) с гидроксиапатитом (ГАП) как биоматериала для применения в остеопластике.

Задача лежит в области адресной доставки гидроксиапатита к поврежденным в результате травмы или болезни участкам кости при помощи пористых наночастиц. Для доставки ГАП к пораженным участкам кости необходимо использовать водорастворимые транспортные пористые частицы, насыщенные веществом, поскольку чистый ГАП практически нерастворим в крови и плазме. Создание наноконтэйнеров из пористого кремния с гидроксиапатитом ускорит восстановление костных тканей при остеопластике [1].

Пористый кремний был получен из пластин шлифованного монокристаллического кремния методом электрохимического травления в растворе  $\text{HF:H}_2\text{O:C}_2\text{H}_5\text{OH}$  [2]. Травлению подвергались образцы с разным типом поверхности: полированная и шлифованная в течение 20 мин при значениях плотности тока 10  $\text{mA/cm}^2$ . Средние значения пористости составляют 12 %.

Для получения нанокompозита ПК+ГАП поры насыщали водным раствором гидроксиапатита, приготовленного из дистиллированной воды и стоматологического порошка гидроксиапатита в соотношении 30:1.

Наличие гидроксиапатита в порах подтвердили методом рентгеновского энергодисперсионного анализа [2]. Данные представлены в таблице.

Таблица – Элементный состав порошка нанокompозита ПК+ГАП

Элемент	Процентное соотношение
C	52,21
O	29,47
Ca	9,13
Si	5,75
P	3,01
Other	0,43

Порошок нанокompозита ПК+ГАП получали двумя способами: механически и методом лазерной абляции [3; 4]. При механическом измельчении с помощью керамической ступки и пестика размеры отдельных частиц порошка составляют 10–12 мкм. Методом лазерной абляции при воздействии на поверхность пластин оптоволоконным иттербиевым лазером были получены частицы намного меньших размеров, порядка 1 мкм. Так как основной путь доставки лекарственных частиц в организм проходит по кровотоку, то малый размер частиц предпочтителен. Размер частиц определяли методом растровой электронной микроскопии на аппарате «Интегра-Томо».

### Библиографический список

1. Белорус А.О. Нанокompозиты, полученные внедрением наночастиц и коллоидных квантовых точек в пористые полупроводниковые матрицы: автореф. дис. ... канд. наук. СПб.: ЛЭТИ им. В.И. Ульянова, 2022.
2. Ксенофонтова О.И., Васин А.В., Егоров В.В., Бобыль А.В., Солдатенков Ф.Ю., Теруков Е.И., Улин В.П., Улин Н.В., Киселев О.И. Пористый кремний и его применение в биологии и медицине // Журнал технической физики. 2014. Т. 84, № 1. С. 67–78.
3. Конохов Ю.В., Разработка научно-технологических основ получения нанопорошков из техногенного сырья и модифицирования материалов с применением энергомеханической обработки: автореф. дис. ... д-ра наук. М.: Университет МИСИС, 2018.
4. Смирнов Н.А., Кудряшов С.И., Данилов П.А., Руденко А.А., Ионин А.А., Настулявичус А.А. Одноимпульсная абляция кремния ультракороткими лазерными импульсами варьированной длительности в воздухе и воде // Письма в ЖЭТФ. 2018. Т. 108, № 6. С. 393–398.