

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ АДсорбЦИИ ИНЕРТНЫХ ГАЗОВ НА БИОСОВМЕСТИМЫХ МАТЕРИАЛАХ НА ОСНОВЕ ГИДРОКСИАПАТИТОВ

Е.В. Мараева

Научный руководитель: профессор, д.ф.м.н. В.А.Мошников
Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова
(Ленина),
Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Проф. Попова, 5, 197376
E-mail: jenvmar@mail.ru

Согласно оценкам [1, 2], в настоящее время в России практически нет производителей, которые выпускали бы конкурентоспособные расходные материалы и оборудование для рынка стоматологии. По данным аналитиков, доля импорта на рынке медицинских товаров составляет 75-90%. Стоимость расходных материалов для стоматологии уже увеличилась примерно на 50% за счет роста курсов доллара и евро. Дальнейшее повышение будет также зависеть от ослабления национальной валюты. При этом, как говорят участники рынка, стоматологи стараются не повышать стоимость работы врачей, увеличивая цены лишь на размер стоимости расходных материалов. В связи с этим актуальной задачей является получение и разработка методов анализа материалов, обладающим значительным сходством с минеральной составляющей зубной и костной ткани человека, на основе которого возможно получение биосовместимой керамики для стоматологии в России.

Настоящая работа посвящена созданию программного продукта для анализа структурных свойств биосовместимых наноматериалов для стоматологии и тестовых образцов в виде порошка гидроксиапатита кальция $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$.

Согласно [3], кость – это сложный органоинеральный композит, состоящий на 70% из фосфатов кальция, на 20% из коллагена и на 9% из воды. Биоматериалы, претендующие на роль пломб и имплантов [4], должны удовлетворять требованиям, диктуемым структурой, составом и свойствами зубной и костной ткани человека, таким как отсутствие нежелательных химических реакций с тканями и межтканевыми жидкостями, отсутствие коррозии; близость механических характеристик биосовместимого материала к параметрам зубной или костной ткани. С точки зрения биологических свойств необходимо отсутствие реакций со стороны иммунной системы организма.

Всем перечисленным свойствам соответствует пористая керамика на основе гидроксиапатитов кальция. Исключение составляют механические характеристики – в настоящее время ведутся работы по совмещению гидроксиапатитов с другими материалами для увеличения прочностных характеристик порошков, используемых для производства биокерамики.

В целом, порошки, используемые для создания биокерамики, должны отвечать следующим требованиям:

- 1) близость частиц, составляющих порошок, по размеру, для образования в процессе дальнейшего спекания керамического материала, обладающего однородностью и характеризующегося отсутствием микротрещин;
- 2) отсутствие микропор в частицах, составляющих порошок;
- 3) воспроизводимость параметров пористой структуры в процессе синтеза.

Соответственно, необходимо развитие эффективных методов анализа, обеспечивающих оценку всех перечисленных выше характеристик. В настоящей работе предлагается использовать адсорбционные методы анализа, заключающиеся в измерении удельной поверхности исследуемого порошка. Данные результаты, с совокупности с данными о плотности и составе порошка, позволят с помощью создаваемого программного продукта оценить все перечисленные выше параметры материала.

В отличие от других методов исследования структурных характеристик образцов, адсорбционные методы анализа [5] имеют ряд преимуществ: возможность исследования большого объема материала в один прием (в отличие от локальных методов, где анализируются отдельные участки образца и результаты исследования усредняются), возможность исследования материалов с большой шероховатостью, где другие методы анализа поверхности неприменимы или нежелательны. Полученные результаты позволяют оценить близость исследуемого материала к характеристикам дентина и костной ткани человека по таким параметрам как наличие или отсутствие микропор, которые могут привести к уменьшению прочности получаемого биоматериала, размер частиц порошка, удельная поверхность, распределение пор по размерам.

В результате работы с помощью специально созданного программного обеспечения в среде LabView проведено моделирование процессов адсорбции и капиллярной конденсации инертных газов (азот, аргон) с использованием в качестве адсорбентов порошков гидроксиапатита кальция, синтезированных из водных растворов с использованием в качестве прекурсоров нитрата кальция и гидроортофосфата аммония. Определены параметры их мезопористой структуры, такие как распределение пор по размерам, удельная поверхность, средний удельный размер частиц в порошке. Также проанализированы параметры микропористой структуры с привлечением сравнительных адсорбционных методов анализа. Установлены режимы термообработки порошков, при которых частицы, составляющие порошок, наиболее близки по размерам (20 нм) к характеристикам дентина человека.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Манашеров Т.О. Динамика и объем производства и импорта стоматологических материалов и оборудования в России // Проблемы современной экономики. – 2011. – №. 3. – С. 301 – 304.
2. Business Stat. Анализ рынка стоматологических услуг в России в 2011-2015 гг, прогноз на 2016-2020 гг [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.businessstat.ru/images/demo/stomatology_russia_2017.pdf – 10.07.17.
3. Дорожкин С.В., Агатопоулус С. Биоматериалы: обзор рынка // Химия и жизнь. –2002. –№ 2. – С. 8-10
4. Путляев В. И. Современные биокерамические материалы // Соросовский образовательный журнал. – 2004. – Т. 8. – №. 1. – С. 44-50.
5. Белорус А.О., Мараева Е.В., Спивак Ю.М. Современные методы анализа параметров пористой структуры материалов. Исследование порошков пористого кремния методом капиллярной конденсации // Известия Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета ЛЭТИ. – 2015. – Т. 2. – С. 11-14.