

## СИНТЕЗ МИКРОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ГИДРОКСИАПАТИТА КАЛЬЦИЯ В ПРИСУТСТВИИ ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

А.С. Крамаренко

Научный руководитель – к.т.н. Л.А. Леонова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, Kingyry1221@yandex.ru

Быстрое развитие техногенной сферы приводит к ее неблагоприятному воздействию на организм человека. Экологически неблагоприятная обстановка может приводить к таким заболеваниям как снижение плотности костей, остеопороз и пародонтоз и др. Все это связано с кальциевой недостаточностью в организме человека (в виде гидроксиапатита – ГА). Использование искусственно синтезированного ГА началось еще в 70 х годах прошлого столетия. Без этого материала невозможно представить современную ортопедию и стоматологию. Синтетический ГА кальция представляет собой высококристаллический материал, выдерживающий значительные механические нагрузки за счет введения упрочняющих добавок [1]. В последнее время стали появляться работы [2] по исследованию «пористого» ГА, который приводит к более эффективному образованию костной ткани.

Целью данной работы было получение синтетического ГА кальция с развитой внутренней структурой из водных растворов. Микрокристаллические порошки ГА можно получать методом гомогенного осаждения или при проведении синтеза в присутствии веществ, которые увеличивают вязкость среды и переводят процесс в диффузионную область, снижая скорость осаждения. В качестве таких веществ используют глицерин, коллаген, желатин и др. [3].

На основе отработанного ранее гомогенного синтеза с ЭДТА [3], был предложен способ получения ГА в присутствии высокомолекулярных соединений, таких как пектин (ГОСТ 29186

91), желатин (ГОСТ 11293 89), агар-агар (ГОСТ 17206 96).

В качестве исходных реагентов использовали нитрат кальция (ч.д.а) или хлорид кальция (ч.д.а) и гидрофосфат аммония (ч.д.а).

К 100 мл раствора пектина с концентрацией 1,5% (масс.) по каплям добавляли 50 мл  $\text{CaCl}_2$  0,1 М в течение 10 мин., затем добавляли 50 мл  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  0,1 М в течение 3 мин., приливали 20 мл раствора аммиака. При этом pH раствора поддерживали в интервале 12–14.

В результате синтеза был проведен расчет диаметра частиц седиментационным анализом [4]. Так же были определены размеры частиц с помощью анализатора размера частиц DelsaMax Pro (США). Полученные данные показали хорошую сходимость. В синтезированном ГА преобладают частицы с размером 8–10 мкм.

Далее осадки отфильтровывали на воронке Бюхнера и прокаливали при температуре 900 °С. После чего были определены истинная плотность по ГОСТ 7025 91 [5]. Плотности порошков с пектином, желатином и агар-агаром составили 2,01, 1,28 и 3,42 г/мл, соответственно. Причем, плотность естественного ГА составляет 3,16 г/см<sup>3</sup> [6].

Таким образом, экспериментально была показана возможность синтеза микрокристаллического порошка с использованием гелеобразующих реагентов, способствующих кристаллизации ГА. Тем самым эта методика схожа с образованием костной ткани (синтез гидроксиапатита кальция в белковой матрице).

### Список литературы

1. Рассказова Л.А., Сравнение различных ионзамещенных гидроксиапатитов, полученных по СВЧ-технологии / Л.А. Рассказова, Н.М. Короченко // Вестник КузГТУ.– 2013.– №2.– С.88–90.
2. Патент 2376019 Российская Федерация, МКП А61К 31/722, А61К 33/06, А61Р 19/08. Пористые композиционные материалы на

основе хитозана для заполнения костных дефектов / Баринов С.М., Смирнов В.В., Федотов А. Ю., Комлев В.С., Фадеева И.В., Сергеевна Н.С., Свиридова И.К., Кирсанова В.А., Ахмедова С.А.; заявитель и патентообладатель Учреждение Российской академии наук Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН ФГУ «Московский

- научно исследовательский онкологический институт им. П.А. Герцена Росмедтехнологий». – Оpubл. 20.12.2009. – Бюл. №5. – 8с.
3. Леонова Л.А. Синтез гидроксипатита и формирование биоактивных покрытий из композиционных материалов на его основе и сверхвысокомолекулярного полиэтилена на титане: Дис. канд. техн. наук: 05.17.02. – Защищена 18.06.2010; Утв. 08.10.2010: 04830005565. – Томск, 2010. – 183с. – Библиогр.: С.47–58.
  4. Кольцов Л.В., Лосева М.А. Седиментационный анализ суспензий. – Самара: Изд-во Самарского государственного технического университета, 2006. – 13с
  5. ГОСТ 7025-91. Кирпич и камни керамические и силикатные. Методы определения водопоглощения, плотности и контроля морозостойкости. – Введ. 1991-07-01. – М.: Стандартинформ, 2006.
  6. Карлов А.В., Шахов В.П. Системы внешней фиксации и регуляторные механизмы оптимальной биомеханики. – Томск: STT, 2001. – 480с.

## **ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОДУКТОВ В УСЛОВИЯХ СИНТЕЗА СЖИГАНИЕМ НАНОПОРОШКА АЛЮМИНИЯ С ДОБАВКАМИ КАРБОНАТОВ ЛИТИЯ И НАТРИЯ, ОКСИДОВ МАГНИЯ И КАЛЬЦИЯ**

В.В. Кривошеина

Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор А.П. Ильин

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, genchem@mail.ru*

В настоящее время интенсивно исследуется процесс химического связывания азота воздуха при высоких температурах (2000–2400 °С) [1]. Полученные нитриды алюминия, титана, циркония и гафния, ниобия, тантала, лантана, неодима и других элементов [2] тугоплавкие нитриды перспективны для получения нитрид содержащей керамики и нитриды лития, кальция, магния используются в качестве шихты при получении кубического нитрида бора [3].

Целью настоящей работы было получить нитриды лития, натрия, магния и кальция в условиях горения смеси нанопорошка (НП) алюминия с соответствующими добавками.

Для приготовления смесей использовали НП алюминия, полученный с использованием установки «УДП-4Г» [4] в качестве газа-среды использовали аргон. Содержание металлического алюминия в НП составляло 91 мас.%, а площадь удельной поверхности была 16 м<sup>2</sup>/г. Для приготовления смесей в случае щелочных металлов использовали соответствующие реактивы – карбонаты. Смесей со щелочно-земельными элементами готовили с использованием оксидов магния и кальция. Для каждого элемента приготавливали смеси с НП алюминия следующего массового состава: 0,5 : 3,5; 1 : 3; 2 : 2; 3 : 1.

Предварительно смеси подвергали дифференциальному термическому анализу (ДТА) (термоанализатор STD Q600) Научно-аналитического центра ТПУ. Точность определения температуры 0,001 °С. Точность измерения теплового эффекта была не хуже  $4 \cdot 10^{-6}$  Дж. По результатам ДТА определяли параметры активности смесей для получения данных о не пиррофорности смесей [5]. Сжигание смесей проводили на стальной подложке: навеске придавали коническую форму и горение инициировали нагретой электрическим током спиралью. Продукты сгорания дезагрегировали растиранием в ступе, просеивали через сито с размером ячеек 63 мкм и проводили рентгенофазовый анализ (РФА). Для этого использовали дифрактометр «Дифрей-401» с железной рентгеновской трубкой.

Согласно полученным результатам в продуктах сгорания смесей НП алюминия с соответствующими добавками изучаемых элементов кристаллические фазы нитридов не обнаружены. В то же время продукты сгорания смесей НП алюминия с карбонатом лития (0,5 : 3,5) окрашивались в красно-оранжевый цвет, который на воздухе при хранении переходил в серый цвет. Наиболее вероятно, что нитриды образовывались в процессе горения как промежуточные