

Получение и исследование порошков для создания биорезорбируемых материалов в системе трикальцийфосфат – карбонат кальция

Перанидзе К.Х.

Студентка

*Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,
кафедра неорганического материаловедения, химический факультет, Москва, Россия*

E-mail: perika5@mail.ru

Одно из важных направлений современного неорганического материаловедения - разработка резорбируемых биоматериалов на основе фосфатов кальция для реконструкции дефектов костных тканей. В настоящее время ключевыми задачами исследований являются совершенствование механических и биологических характеристик керамических биоматериалов посредством приближения их состава к составу минеральной части костной ткани и создание материалов с контролируемой скоростью резорбции.

Гидроксиапатит ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) является основным минеральным компонентом костной ткани человека. Карбонат кальция в форме кальцита – биологически совместимое соединение, которое обладает высокой скоростью резорбции по сравнению с фосфатами кальция. Варьируя соотношение компонентов в данной системе возможно регулирование процессов растворения и осаждения апатита с участием внеклеточных жидкостей организма.

Существует два основных метода получения гидроксиапатита кальция: гетерофазное взаимодействие исходных компонентов (спекание) и осаждение из щелочных растворов. На практике преобладает синтез порошков путем осаждения из растворов. Данный способ позволяет получить мелкокристаллический гидроксиапатит, образованию которого, как правило, предшествует выпадение аморфного трикальцийфосфата ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$). Из литературы известно, что в качестве исходных компонентов при синтезе гидроксиапатита и композиционных материалов на его основе могут быть использованы $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$, CaCl_2 , $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (источник Ca^{2+}) и $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, Na_2HPO_4 , K_2HPO_4 (источник PO_4^{3-} - групп). Для данного способа характерно множество изменяющихся факторов (рН раствора, температура, продолжительность синтеза), что зачастую не позволяет получить порошок с заданными химическими и физическими свойствами, сохранить стехиометрию Ca/P.

Таким образом, целью данной работы являлся синтез порошков для получения композиционных материалов в системе трикальцийфосфат – карбонат кальция. Для достижения цели необходимо было решить следующие задачи: изучить продукты синтеза с помощью рентгено-фазового анализа и методом термогравиметрии с масс-спектрометрическим окончанием, оптимизировать условия синтеза и изучить влияние различных спекающих добавок на процессы уплотнения и формирования микроструктуры и свойств керамики.

В ходе работы были синтезированы порошки карбоната кальция CaCO_3 (модификация-кальцит/фатерит), в качестве прекурсоров использовались 1 М растворы $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ и $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$; трикальцийфосфата совместно с гидроксиапатитом, в качестве прекурсоров были использованы $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ (1 М р-р) и $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ (0,67 М р-р). Также был проведен синтез порошка смешанно-анионного состава из $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$, $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$.

Были исследованы условия синтеза веществ и установлены факторы, влияющие на состав конечного продукта. Так, при синтезе аморфного трикальцийфосфата повышение кислотности среды приводит к выпадению брушита ($\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) и, соответственно, получению неоднородного образца. В ходе работы были установлены закономерности термического разложения веществ в заданном интервале температур (600-800°C). Результаты термического анализа показали, что основной проблемой при создании порошков в системе трикальцийфосфат – карбонат кальция является низкая термическая устойчивость соединения, которое начинает терять CO_3^{2-} - группы при температурах существенно ниже необходимых для его спекания.