**Золь-гель синтез порошкового прекурсора состава (Ca, Mg, Sr, Na, K, Mn, Co)a (PO4, SiO4, GeO4)b для формирования остеоиндуктивной керамики**

***Запесоцкий М.Я.1, Леонтьев Н.В1, Евдокимов П.В.1, Путляев В.И. 1,2***

*Студент, 1 курс специалитета*

*1Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, химический факультет, Москва, Россия*

*2Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, факультет наук о материалах, Москва, Россия*

*E-mail: mikhail.zapesotskii@chemistry.msu.ru*

В наши дни активно развивается регенеративный подход в медицине – направление, ориентированное на помощь организму в восстанавлении утраченных функций, органов и тканей. В частности, в инженерии костной ткани от имплантата требуется ускорение процессов костеобразования, иными словами, остеоиндуктивность. Данная работа нацелена на разработку подходов к золь-гель синтезу порошкового прекурсора смешанокатионного силикогерманатофосфата (Ca, Mg, Sr, Na, K, Mn, Co)a(PO4, SiO4, GeO4)b, включающего остеоиндуктивные элементы в позициях структуры глазерита (a = 2, b = 1). Сложный химический состав обеспечивает выделение биологически активных элементов в организм в процессе растворения (резорбции) имплантата, но также позволяет стабилизировать фазу высокотемпературного глазерита, обладающую улучшенной растворимостью.

Условия твердофазного синтеза глазеритных порошков (до 11 элементов) заключались в обжиге при температурах 1200–1500 ºC в течение 3–6 часов с предварительным обжигом при 1000 ºC. Лучшей гомогенизации состава с большим количеством элементов, а также снижения температуры синтеза, возможно добиться с использованием подходов золь-гель синтеза. Так, основное внимание в работе было уделено гелирующим системам, подразумевающим образование трехмерно «сшитой» сетки гидрогеля в ходе реакции радикальной полимеризации. Использовались такие гелирующие системы, как полиэтиленгликольдиакрилат с Mn = 0.7 кДа (ПЭГДА) и акридамид (ААм). Образование гидрогелевой сетки без фазового расслоения наблюдалось в результате термической полимеризации водных растворов солей, содержащих эти полимеры в соотношении 2.5:2.5 (масс.% от массы воды). Анализ ТГ/ДСК гелей показал, что при температуре ~170 ℃ происходила основная потеря массы ~70 %, при этом выделялись газы – вода, оксид углерода (II), оксид углерода (IV), оксид азота (II), азот, что было подтверждено данными масс-спектрометрии. Полное удаление углерода происходило при температуре около 600 ℃. Нагреванием заполимеризованных гелей до 1000 ºC удавалось получить соединения со структурой высокотемпературного глазерта, включающие до 11 элементов.

Также в качестве альтернативного гелирующего агента использовался поливиниловый спирт с Mn = 90 кДа (ПВС). Гелирующая система состояла из 5 % раствора ПВС в воде, после подготовки раствора гель концентрировали, упаривая воду при пониженном давлении. Основная потеря массы происходила при 150 ℃, однако полное удаление углерода происходило при температуре около 900 ℃. Рассмотренные гелирующие системы отличаются незначительно: из обеих возможно получить многоэлементные (до 11 элементов) глазеритоподобные соединения, и температуры пиролиза этих систем близки.

Таким образом, предложенным в работе методом полимерного гель-синтеза можно получать порошки с частицами субмикронных размеров с повышенной активностью к спеканию, применимых для изготовления из них более плотной биокерамики, обладающей остеоиндуктивными свойствами.