**Синтез фосфатов, силикофосфатов и фосфатогерманатов кальция-натрия методом Печини**

***Сафронова С.И.1, Ларионов Д.С.1, Путляев В.И.1,2***

*Студентка, 2 курс бакалавриата*

*1Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,   
факультет наук о материалах, Москва, Россия*

*2Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,   
химический факультет, Москва, Россия*

*E-mail: sofia.safronova.0528@gmail.com*

Трикальцийфосфат, а также натриевый ренанит – перспективная основа для производства биоимплантов из-за их высокой скорости резорбции. Дальнейшее усложнение состава включением кремния, участвующего в метаболизме костей, и германия – шаг на пути к получению остеостимулирующих материалов. Для достижения остеокондуктивности имплантата в его структуре должны быть макропоры, поэтому применяется метод стереолитографической 3D-печати, который налагает требования на размер исходных частиц (оптимально 100–1000 нм). Для получения таких порошков подходит золь-гель метод, в частности метод Печини. При выборе прекурсоров необходимо учитывать возможность выпадения осадков фосфатов кальция.

Cинтез составов CaNaPO4, Ca3(PO4)2, Ca2+nNan(РО4)nGeO4 и Ca2+nNan (PО4)nGeO4, где n = 1, 2, 3, осуществлялся по методу Печини с использованием тетраэтоксисилана (ТЕОС) в качестве источника кремния, этилендиаминтетраметиленфосфоновая кислота (ЭДТМФ) и триметафосфат натрия выступали как источники фосфора. Источником металлов служили соответствующие нитраты. В результате были получены гели, которые затем подвергались термической обработке при различных температурах (500°C, 600°C, 800°C, 1000°C).

При повышении температуры по данным рентгенофазового анализа доля аморфной составляющей снижается. Так, для трикальциевого фосфата образование кристалличной фазы наблюдается выше 600°C, а в случае ренанита образцы хорошо закристаллизованы уже при 500-600°C. Использование триметафосфата позволяет получить конечные соединения без нарушения стехиометрии. В случае ЭДТМФ составы, рассчитанные на ТКФ и ренанит, содержат примесь апатита, что указывает на удаление фосфора в процессе обжига. Для сложных составов (фосфатосиликатов и фосфатогерманатов) были приготовлены серии образцов, отвечающих фазовым равновесиям в системах CaNaPO4 – Ca2SiO4 и CaNaPO4 – Ca2GeO4. По данным РФА образцы фосфатогерманатов после обжига при температуре 1000°C представлены фазой глазерита. Для части образцов образование целевой фазы происходит и при более низких температурах. В случае силикофосфатов продукты обжига представлены низкотемпературной фазой. Для соединений состава Ca3NaPO4SiO4 наблюдается примесь оксида кальция, что может говорить либо о незавершенности протекающих в системе реакций, а значит о недостаточно высокой температуре или малой длительности обжига, либо о нарушении стехиометрии в ходе синтеза. Для этих составов показано положительное влияние закалки.

В данной работе впервые были использован триметафосфат натрия для синтеза широкого круга сложных фосфатов золь-гель методом. Примененные в работе фосфорсодержащие прекурсоры перспективны для изготовления ультрадисперсных порошков фосфатов кальция.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РНФ 22-19-00219.*