

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Макаровой С.В.

«Исследование структуры и свойств механохимически синтезированных апатитов с катионным и анионным замещением», представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.15 – химия твердого тела.

Одним из важных направлений современного неорганического материаловедения является разработка биоматериалов на основе фосфатов кальция. Синтетический гидроксипатит $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ (ГА) – широко распространенный материал, применяемый в медицине для лечения поврежденных костных тканей благодаря химическому и фазовому подобию неорганической составляющей костной ткани. Одним из известных способов модификации и улучшения свойств таких материалов на основе гидроксипатита является переход к его химическому модифицированию. Известно, что в качестве изоморфных примесей в кристаллическую решетку ГА могут входить различные катионы и анионы. По медико-биологическим причинам круг возможных допантов ограничен.

В диссертационной работе Макаровой Светланы Витальевны проводилось исследование механохимического синтеза лантан-силикат-, цинк-силикат- и железо-силикат-замещенных апатитов с различными степенями замещения и выявление влияния природы заместителя на структуру и свойства материала. Автор диссертационной работы показала, что механохимический способ синтеза может использоваться для получения апатитов с двойным замещением. Макарова С.В. обнаружила комплексное влияние ионов-заместителей на структурные характеристики замещенных апатитов и их термическую стабильность. Впервые были проведены *in vitro* исследования биологических свойств апатита с двойным замещением на ионы лантана и кремния, цинка и кремния, железа и кремния, а также исследования микротвердости образцов апатита с двойным замещением на ионы лантана и кремния. Полученные в работе результаты могут

использоваться для производства биорезорбируемых гранул и керамических имплантатов. Это особенно важно для биомедицинского применения фосфатов кальция.

Автореферат содержит 24 страницы, 15 рисунков, 6 таблиц. Результаты диссертационной работы отражены в 9 научных публикациях, индексируемых аналитическими базами данных Web of Science, Scopus и РИНЦ.

Автор утверждает, что в случае одновременного введения катиона лантана и силикатного аниона предел замещения возможен до $x = 6,0$, а при введении катионов цинка и железа совместно с силикатной группой замещение ограничивается $x = 1,0$. Однако не совсем понятно, идет ли равное количество иона-заместителя в катионную и анионную позицию, или разное, а указанные числовые значения – это максимально введенный ион? Как объяснить полученные результаты, учитывая размерный фактор ионов и зарядовую компенсацию? Учитывалась ли адсорбция ионов на поверхности апатита, определялась ли количественно какая часть и где находится?

Возникшие вопросы нисколько не снижают, а только лишь подчёркивает ценность и важность проделанной работы. Автореферат кандидатской диссертации Макаровой С.В. является цельным исследованием, содержит достоверные новые научные результаты и соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, установленным Диссертационным советом 24.1.148.01 (Д 003.044.01) в Институте химии твердого тела и механохимии СО РАН.

Автор диссертационного исследования, Макарова Светлана Витальевна, безусловно, заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.15 – химия твердого тела.

Климашина Елена Сергеевна,
научный сотрудник, канд.хим.наук по специальности 02.00.01 – неорганическая химия, 02.00.21 – химия твердого тела; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего

образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова», Химический факультет; 119991, Россия, Москва, Ленинские горы, дом 1, дом 1, строение 3, ГСП-1, МГУ, химический факультет, кафедра неорганической химии, телефон +7(495) 939-24-69, электронный адрес klimashina@inorg.chem.msu.ru

Я, Климашина Елена Сергеевна, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Климашина

30.11.2023

