

Химический факультет МГУ  
Факультет наук о материалах МГУ  
Совет по химии УМО по классическому  
университетскому образованию

*XIII Конференция молодых ученых*

# **АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ:**

**ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МАГНИТНЫЕ И  
ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИЕ МАТЕРИАЛЫ**

*Программа лекций и тезисы докладов*

При финансовой поддержке:  
Российского фонда фундаментальных исследований  
ООО «БИОТЕХ»  
ООО «Компания «СЕРВИСЛАБ»

*Звенигород, 14-16 ноября 2014 г.*

# СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ГИДРАТИРОВАННЫХ ПИРОФОСФАТОВ КАЛЬЦИЯ И МАГНИЯ И КЕРАМИКИ НА ИХ ОСНОВЕ

Курбатова С.А.<sup>\*</sup>, Сафронова Т.В.<sup>\*\*</sup>, Путляев В.И.<sup>\*\*</sup>

*\* Факультет наук о материалах Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия, e-mail [kurbatova.snezhana@yandex.ru](mailto:kurbatova.snezhana@yandex.ru)*

*\*\* Химический факультет Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия*

Современная регенеративная медицина требует создания резорбируемых биологически активных материалов для костных имплантатов. Резорбироваться с достаточной скоростью могут фосфаты кальция с соотношением  $Ca/P \leq 1,5$ . Растворяясь в организме, они становятся источником ионов кальция и фосфат-ионов и со временем замещаются естественной костной тканью. Так, пирофосфат кальция является биологически активным, нетоксичным, хорошо резорбируемым и перспективен для исследований [1]. Помимо кальция кость содержит другие ионы, среди которых магний способствует остеогенезу, является важным фактором метаболизма костей, формирования костной матрицы и ее минерализации [2].

Целью работы было получение керамических резорбируемых материалов на основе синтетических порошков гидратированных пирофосфатов кальция и магния из нитратов кальция и магния и раствора, содержащего пирофосфат-ион.

Раствор, содержащий пирофосфат-ионы, получали ионным обменом из пирофосфата кальция и пирофосфата магния. Далее в полученный раствор добавляли порошки нитратов кальция и магния в рассчитанных количествах так, чтобы содержание магния было равно 0, 25, 50 и 100 мольных %. Далее проводили нейтрализацию данных растворов водным раствором аммиака до  $pH=7$ . Это приводило к образованию аморфных осадков.

По данным РФА установлено, что полученные в результате ионного обмена порошки гидратированных пирофосфатов представляют собой аморфные вещества, основной диффузионный максимум которых на рентгенограмме лежит в интервале углов дифракции  $2\theta$  25-35°. На основании микрофотографий было установлено, что гидратированный пирофосфат кальция выпадает в виде сферических частиц, а гидратированный пирофосфат магния в виде пластинчатых. Это обуславливает и способность

полученных порошков к формованию: с увеличением содержания магния улучшается способность к формованию, а плотность прессовки на основе пирофосфата магния значительно больше прессовки пирофосфата кальция. Однако большие концентрации магния приводят к растрескиванию. По данным термогравиметрии потеря массы для всех порошков лежит в интервале от 20 до 35%, причем увеличивается с повышением содержания магния. Основная потеря массы обусловлена удалением воды и разложением нитрата аммония.

На основе полученных порошков формовали объемные образцы и обжигали методом изотермических выдержек в течение двух часов в температурном интервале 700-1000°C с целью получения образцов керамики.

По данным РФА установлен фазовый состав образцов керамики. Он представлен пирофосфатом кальция для образца, не содержащего магния; пирофосфатом кальция и смешанным пирофосфатом кальция/магния для образцов, содержащих 25 и 50% Mg; пирофосфатом магния и полифосфатом магния для образца, не содержащего Ca.

Усадка наблюдается для образца 1 (0% Mg) и составляет примерно 20%, а также для образца 2 (25% Mg) – примерно 10%. Для образца 3 (50% Mg, а также для 25% Mg до 800°C) наблюдается обратный эффект – расширение образца (вспучивание), связанное, вероятно, с кипением метафосфорной кислоты, образующейся в результате реакции:



Полученные образцы керамики являются биологически совместимыми, резорбируемыми и пригодны для медицинских применений.

[1] Bohner M., Lemaître J. *Biomaterials* 30(2009) 2175–2179.

[2]. Баринов С.М., Комлев В.С. *Биокерамика на основе фосфатов кальция*// Наука, 2005