

Таблица 1.

Примесь	Степень извлечения примесей из модельного раствора различными образцами диоксида титана, мас. %					
	TiO <sub>2</sub> в H <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub> в NaCl	TiO <sub>2</sub> в HCl	TiO <sub>2</sub> в NaOH	TiO <sub>2</sub> -1*	TiO <sub>2</sub> -2**
Fe <sup>2+</sup>	51,8	63,2	42,4	73,9	30,9	28,7
Mn <sup>2+</sup>	60,5	65,2	47,5	59,7	33,3	31,5
Cl <sup>-</sup>	51,2	55,6	73,6	42,6	34,1	32,6
Фенол	55,0	60,0	55,0	60,0	50,0	50,0

Примечание: \* – TiO<sub>2</sub>-1 получен гидролизом и не подвергнут дальнейшей обработке; \*\* – TiO<sub>2</sub>-2 получен гидролизом и гранулирован.

зоне 7–15% по сравнению с использованием порошкообразного диоксида титана [2], что объясняется уменьшением площади удельной поверхности сорбента при гранулировании, несмотря на наличие большого количества открытых пор на поверхности гранул после прокаливания в муфельной печи. Вместе с тем, гранулирова-

ние значительно упрощает и удешевляет отделение сорбента от воды после ее очистки, так как для удаления порошкообразного диоксида титана необходимо использование дополнительных методов, в том числе центрифугирование (более 10 тыс.об/мин), а также обеспечивает устойчивость водного потока.

### Список литературы

1. Бойчинова Е.С., Бондаренко Т.С., Абовская Н.В. // Сорбционные и хроматографические процессы, 2010.– Т.10.– Вып.2.– С.314–324.
2. Smirnova V.V. // Proceedings – 2012 7<sup>th</sup> International Forum on Strategic Technology, IFOST 2012, 2012.– Vol.1.– P.196–199.

## ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЗМА СИНТЕЗА ГИДРОКСИАПАТИТА КАЛЬЦИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

А.С. Крамаренко, М.И. Тычкина  
Научный руководитель – к.т.н., доцент Л.А. Леонова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г.Томск, пр. Ленина 30, tychkina.m@mail.ru

В современном мире протезирование, очевидно, самая передовая и используемая технология для замены утраченных или необратимо повреждённых частей тела искусственными заменителями. Традиционно в ортопедии для этих целей применяется гидроксиапатит кальция (ГА). Стехиометрический гидроксиапатит приближен по составу к минеральной составляющей кости.

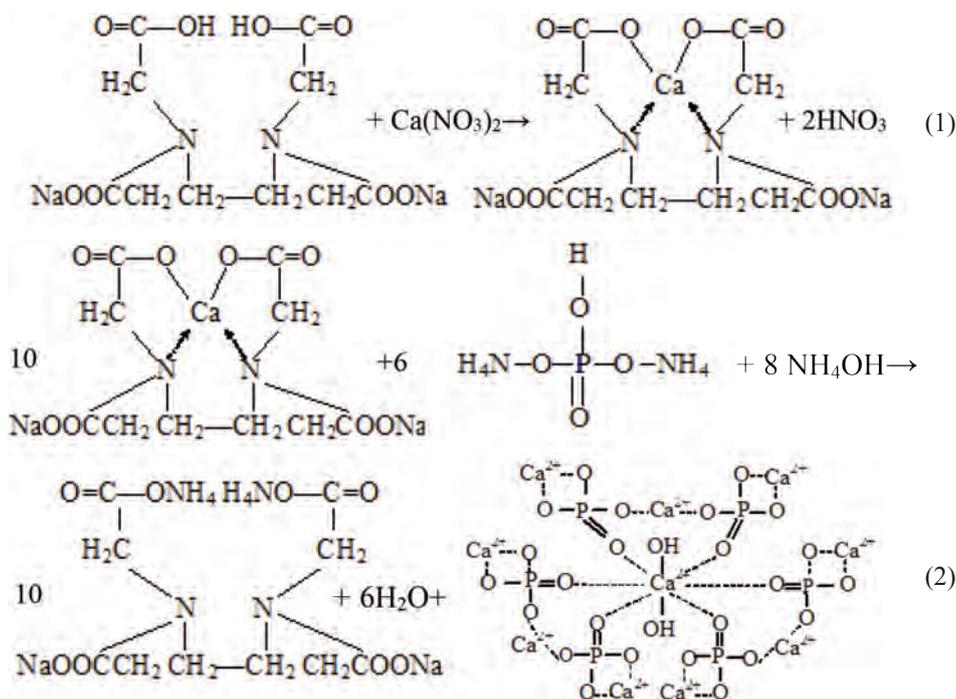
Существует множество способов и экспериментальных данных по извлечению гидроксиапатита из биологических объектов (костей животных) [1], из природных минералов (апатитовых месторождений, кораллов) [2], а также синтезу ГА в лабораторных условиях [3].

Основной задачей химиков-технологов является получение ГА с заданной мелкокристаллической структурой и отношением Ca/P=1,67. Такие порошки ГА можно получать: 1) при про-

ведении синтеза в присутствии веществ, которые увеличивают вязкость среды и переводят процесс в диффузионную область, снижая скорость осаждения: используют глицерин, коллаген, желатин [3]; 2) методом гомогенного осаждения [3], который обеспечивает дозированное поступление одного из компонентов в раствор. Для этого, как правило, используют комплексные соединения.

Поэтому была поставлена цель – исследовать механизм синтеза гидроксиапатита в ходе гомогенного осаждения с использованием комплексообразователя этилендиаминтетраацетат-натрия (ЭДТА).

Методика синтеза, подробно описанная в работе [4], включает в себя следующие стадии: подготовку растворов, получение комплекса Са с ЭДТА, осаждение ГА, старение осадка, отделение осадка от маточного раствора, промыва-



ние на фильтре, сушку и прокалывание порошка. Комплексообразование Ca с ЭДТА идет по механизму (1). Разрушение полученного комплекса в процессе гомогенного осаждения с получением ГА протекает по механизму (2).

Таким образом, комплексон взаимодействует с  $\text{Ca}^{2+}$  (по (1)) в молярном соотношении 1:1 и способен образовывать с Ca четыре связи, две из которых носят донорно-акцепторный характер за счет неподелённых электронных пар ато-

ма азота (координационная связь), а две другие ионный – за счет замещения двух ионов водорода карбоксильных групп на ион металла. Кристалл ГА ( $\lg K_{\text{уст}} = 22,04$ ) образуется в результате разрушения комплекса Ca-ЭДТА ( $\lg K_{\text{уст}} = 10,56$ ), медленного высвобождения  $\text{Ca}^{2+}$  (по (2)) и осаждения с использованием  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ . Синтезированный таким образом стехиометрический ГА имеет соотношение Ca/P=1,67.

### Список литературы

1. Каменчук Я.А., Дружинина Т.В. Способ получения биологического гидроксиапатита // Патент РФ № 2494751. 2013.
2. Федоров А.А., Груша Я.О., Пур Х. Хоссейн. Имплантация гидроксиапатита морского коралла в эксперименте. Гистологическое исследование // Рефракционная хирургия и офтальмология, 2005. – №3. – С.36–39.
3. Баринов С.М., Комлев В.С. Биокерамика на основе фосфатов кальция. – М.: Наука, 2005. – 187с.
4. Гузеева Т.И., Гузеев В.В., Леонова Л.А и др. Получение порошка гидроксиапатита в ходе жидкофазного синтеза // Известия Томского политехнического университета, 2009. – Т.315. – №3. – Химия. – С.47–50.

## МОДИФИКАЦИЯ ПЕНОСТЕКЛА ИЛЬМЕНИТОВЫМ КОНЦЕНТРАТОМ

К.С. Лаврова, К.М. Миргазиева  
Научный руководитель – д.т.н., профессор О.В. Казьмина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, ksl2@tpu.ru

В настоящее время перспективными являются разработки материалов полифункционального назначения. В данной работе представлены

результаты исследования пеностекла совмещающего теплоизоляционные характеристики и радиопоглощающую способность, что позволя-