

го благодаря разбавлению возможно снижение градиента температур, что снижает вероятность

термомеханического разрушения образца во время синтеза.

### Список литературы

1. Мержанов А.Г. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез: Двадцать лет поисков и находок. – Черноголовка: ИСМАН, 1989. – 91с.
2. Мержанов А.Г. Твердопламенное горение. – Черноголовка: ИСМАН, 2000. – С.224.
3. Итин В.И., Найбороденко Ю.С. Высокотемпературный синтез интерметаллических соединений. – Томск: ТГУ, 1989.

## ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ ЭФФЕКТИВНЫХ СОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ ДИОКСИДА ТИТАНА

С.В. Корнилов

Научный руководитель – к.т.н., старший преподаватель В.В. Смирнова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, [smirnovavv@tpu.ru](mailto:smirnovavv@tpu.ru)

Метод сорбционной очистки воды от примесей различной природы является одним из самых распространенных, удобных и эффективных способов. Использование в качестве сорбента диоксида титана известно [1], но до настоящего времени не решена проблема вымывания сорбента в процессе эксплуатации и его отделения от очищенной воды. Применение гранул повышает технологичность очистки, обеспечивая как возможность регенерации сорбента, так и устойчивость водного потока.

Цель настоящей работы – повышение сорбционной емкости разрабатываемого сорбента на основе гранул  $TiO_2$  физико-химическим модифицированием его поверхности и активированием центров адсорбции: ультразвуком (УЗ) и постоянным электрическим полем (ПЭП) в среде различных электролитов.

Диоксид титана получали в условиях гидролиза тетрахлорида титана и отмывали дистиллированной водой до отрицательной пробы на хлорид-ионы. Полученный образец подвергали воздействию УЗ ( $f=22$  кГц,  $q=0,15$  Вт/м<sup>2</sup>,  $\tau=10$  мин.) и ПЭП ( $U=1,7$  кВТ,  $\tau=30$  мин.) в дистиллированной воде, а также в среде водных растворов 0,2 н. NaCl, HCl и NaOH. Все образцы высушивали при комнатной температуре. Для дальнейшей работы использовали образцы, находившиеся в середине межэлектродного пространства, что, согласно ранее проведенным исследованиям [2], позволяет получить сорбент на основе  $TiO_2$  с оптимальными полифункциональными свойствами. Выбранные образцы смешивали с

раствором ортоборной кислоты в соотношении 40 мл 5%-го раствора на 100 г порошкообразного диоксида титана. Гранулы формировали в стальной пресс-форме с дальнейшим прогреванием в муфельной печи: по мере повышения температуры прогрева ортоборная кислота разлагалась с образованием оксида бора, который, благодаря малому размеру иона бора, образовал прочный каркас в переходных слоях между частицами  $TiO_2$ , проникая в его структуру.

Для изучения сорбционных свойств полученных образцов  $TiO_2$  был приготовлен раствор, содержащий 3,00 мг/л ионов железа, 1,00 мг ионов марганца, 3500 мг/л хлорид-ионов и 0,010 мг/л фенола. Результаты экспериментов по сорбции представлены в таблице 1.

Полученные результаты отражают эффективность совокупного воздействия различных по природе электролитов, УЗ и ПЭП. Как результат этого воздействия содержание растворимых примесей в воде уменьшается более чем в два раза по сравнению с образцами не прошедшими предварительную обработку ультразвуком и постоянным электрическим полем. При этом образцы сорбента сохранили селективность по отношению к различным по природе примесям: с использованием образца « $TiO_2$  в NaCl», например, достигнута степень извлечения ионов железа – 63,2; ионов марганца – 65,2; хлорид-ионов – 55,6; фенола – 60,0 мас. %.

Гранулирование, согласно проведенным экспериментам, уменьшает степень извлечения примесей из их модельных растворов в диапа-

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 прокаливании 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 Са/Р=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-