

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАНОСТРУКТУРНОГО АДсорбЕНТА В СИСТЕМАХ ОЧИСТКИ ВОДЫ

А.Ю. МОСОЛКОВ¹, Т.П. ТОЛМАЧЁВА¹, Д.В. МАРТЕМЬЯНОВ¹,
Е.А. ДЕНИСЕНКО²

¹Томский политехнический университет

²Томский государственный университет

E-mail: ornitolog99@gmail.com

APPLICATION OF NANOSTRUCTURED ADSORBENT IN WATER PURIFICATION SYSTEMS

A.YU. MOSOLKOV, T.P. TOLMACHEVA, D.V. MARTEMIANOV, E.A. DENISENKO

¹Tomsk Polytechnic University

²Tomsk State University

E-mail: ornitolog99@gmail.com

***Annotation.** It's Known that mineral sorbents are widely used in water purification from heavy-metal ions. Work has great relevance to find new methods which can help to remove heavy-metal ions from aqueous media. The aim of our work is to modify the surface of the slate stone by nanoparticles of aluminium oxyhydroxide using method of sol-gel process. Basing on conducted researches it was obtained physico-chemical and sorption characteristics of modified sorption material. It is concluded about increasing sorption capacity of the modified sample relative to the original sample.*

Введение. Одними из серьёзных химических загрязнителей гидросферы являются тяжёлые металлы, которые присутствуют в воде в ионной форме [1]. Содержащиеся в воде ионы тяжёлых металлов при попадании в организм человека могут неблагоприятным образом сказаться на его жизни и здоровье. Существуют различные способы очистки воды от ионов тяжёлых металлов, такие как: мембранный метод, химическая нейтрализация, ионный обмен, сорбция. Однако у каждого из представленных методов очистки имеются те, или иные недостатки. Подробнее остановимся на сорбционном способе очистки воды. Существующие сегодня сорбционные материалы, делятся на различные виды: минеральные, синтетические, комбинированные, модифицированные, наноструктурные и т. д. В силу низкой себестоимости особый интерес представляют природные минеральные сорбенты и технологии очистки воды с их использованием. Известно, что минеральные сорбенты имеют широкое применение при извлечении ионов тяжёлых металлов из водных сред. Имеет актуальность поиск новых минералов способных очищать воду от данных загрязнений и при том иметь низкую себестоимость. В различных работах для увеличения сорбционных свойств природных минералов используют модификацию их поверхности нановолокнами оксигидроксида алюминия [2]. Поэтому получение новых модифицированных сорбентов на минеральной основе, имеющих улучшенные сорбционные свойства и низкую себестоимость, с дальнейшим исследованием свойств данных материалов представляет большой интерес.

Целью работы является исследование физико-химических и сорбционных свойств сорбента на основе сланца модифицированного нановолокнами оксигидроксида алюминия (AlOOH), а также исходного минерала.

Материалы и методы. Исследования проводили по образцам минерала сланец (река Томь, г. Томск) с размером фракций менее 0,1 мм и 0,5-1 мм. Кроме этого осуществляли тестирование модифицированных образцов минерала сланец, с иммо-

билизованными на его поверхности нановолокнами оксигидроксида алюминия (образцы с размером зёрен менее 0,1 мкм и 0,5-1 мкм). Модификацию минерального носителя проводили с использованием золь-гель технологии, применяя алюминий пищевых марок.

С целью оценки морфологии модифицированной поверхности у исследуемых образцов сорбентов применяли метод просвечивающей электронной микроскопии. Для проведения исследований использовали просвечивающий электронный микроскоп JEM-2100F (JEOL, Япония) с системой пробоподготовки EM-09100IS Ion Slicer.

Величину площади удельной поверхности ($S_{уд}$) и значения удельного объема пор (P) исследуемых образцов, определяли с использованием метода БЭТ, на анализаторе «СОРБТОМЕТР М».

Сорбционные исследования анализируемых образцов материалов проводили в статических условиях при перемешивании на магнитной мешалке, с извлечением из модельных растворов ионов Fe^{3+} и Cu^{2+} . Приготовление модельных растворов осуществляли на дистиллированной воде с применением государственных стандартных образцов состава растворов ионов железа и меди. В процессе эксперимента брали 0,5 г исследуемого сорбента, помещали его в стеклянный стакан объемом 100 см³ и наливали в него 50 см³ модельного раствора. Далее устанавливали стакан с содержимым на магнитную мешалку и проводили процесс перемешивания. Время перемешивания: 0,5, 1, 5, 15, 30, 60 и 150 минут. Начальные концентрации модельных растворов составляли: Fe^{3+} – 11,23 мг/дм³; Cu^{2+} – 5,1 мг/дм³. pH исходных растворов составляла: Fe^{3+} – 3,5; Cu^{2+} – 5. После процесса статической сорбции отделяли сорбент от раствора на бумажном фильтре «синяя лента», с дальнейшим определением фильтрата на содержание в нём ионов Fe^{3+} и Cu^{2+} . Концентрации ионов Fe^{3+} в модельном растворе определяли фотоколориметрически. Содержание ионов Cu^{2+} в растворах определяли с использованием метода инверсионной вольтамперометрии [3]. Объектами исследований являлись четыре образца: 1). Сланец (менее 0,1 мкм); 2). Сланец (0,5-1 мкм); 3). Сорбент, содержащий AlOOH в количестве 10,32 % масс. (менее 0,1 мкм); 4). Сорбент, содержащий AlOOH в количестве 10,32 % масс. (0,5-1 мкм).

Результаты и их обсуждение. Для изучения поверхности исследуемого образца модифицированного сорбционного материала применяли метод просвечивающей электронной микроскопии. На рисунке 1 представлен образец материала на основе минерала сланец, модифицированного нановолокнами оксигидроксида алюминия, при увеличении в 10 тысяч раз. На поверхности минерального носителя видны иммобилизованные нановолокна оксигидроксида алюминия с размером волокон 50-200 нм в длину и в ширину 2 нм.

1039460



Рисунок 1 – Электронная микрофотография образца сорбционного материала на основе минерала сланец с нановолокнами оксигидроксида алюминия (увеличение в 10 тысяч раз)

В таблице представлены некоторые физико-химические параметры исследуемого образца микробиологического адсорбента: содержание $AlOOH$, величина удельной поверхности и удельный объем пор.

Таблица – Количество активного компонента, величина удельной поверхности, значение удельного объема пор

Образец	Содержание $AlOOH$, % масс.	$S_{уд}$, m^2/g	P , cm^3/g
Сланец (менее 0,1 мм)	0	10,44	0,003
Сланец (0,5-1 мм)		4,52	0,002
Сорбент (менее 0,1 мм)	10,32	37,2	0,005
Сорбент (0,5-1 мм)		23,14	0,003

Из таблицы видно, что исследуемые материалы с наибольшим фракционным составом имеют более низкие значения по удельной поверхности и удельному объёму пор. Модификация минеральных сорбентов оксигидроксидом алюминия в количестве 10,32 % масс., приводит к увеличению значений по удельной поверхности и удельному объёму пор.

На рисунке 2 представлены сорбционные свойства исследуемых образцов материалов в условиях статики, при извлечении из модельного раствора ионов Fe^{3+} .

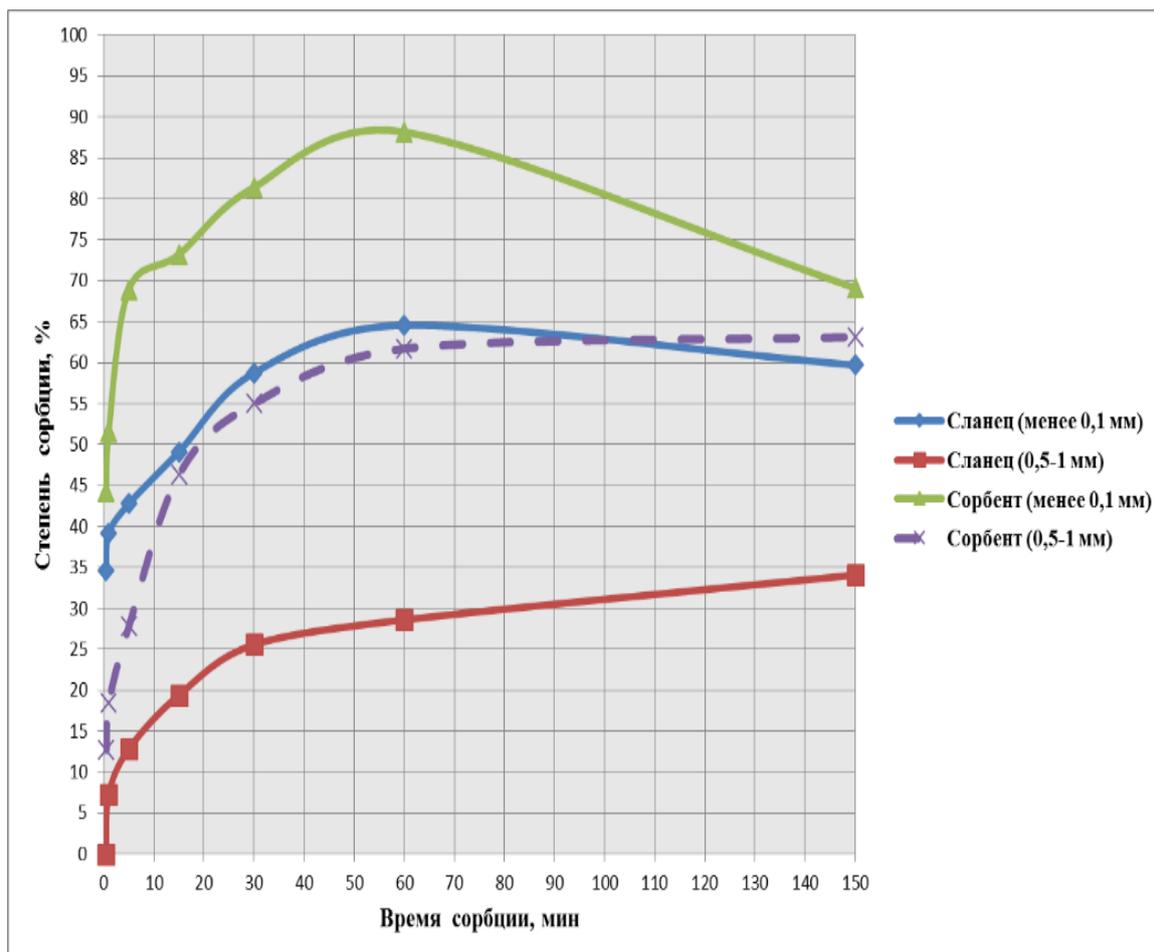


Рисунок 2 – Сорбционные свойства образцов минерала сланец и образцов модифицированного сорбента на его основе при извлечении ионов Fe^{3+} из модельного раствора

Из рисунка 2 видно, что у модифицированных образцов материалов наблюдается лучшая сорбционная способность при извлечении ионов Fe^{3+} из модельного раствора, по сравнению с исходными образцами. У материалов с меньшим размером гранул сорбционные свойства выше, чем у крупной фракции сорбентов. У исследуемых образцов с размером частиц менее 0,1 мм, после 60 минут процесса перемешивания наблюдается небольшое понижение сорбционных свойств. Это можно объяснить кислотной средой исходного раствора (рН – 3,5), так как государственный стандартный образец состава ионов железа готовится на азотной кислоте. При длительном времени контакта с кислотной средой, железо, содержащееся в образце сланца, растворяется с выделением в раствор, что влечёт понижение степени очистки воды.

На рисунке 3 представлены сорбционные свойства исследуемых образцов материалов в условиях процесса статической сорбции, при извлечении из модельного раствора ионов Cu^{2+} .

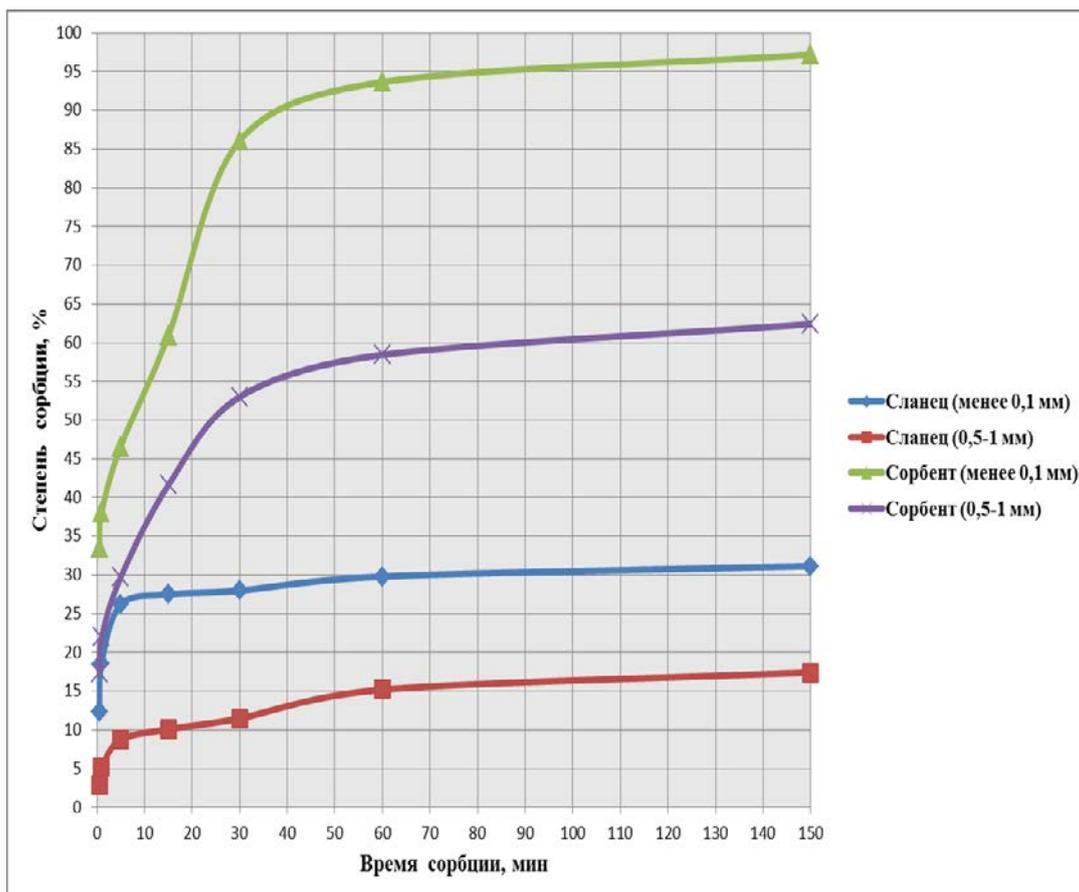


Рисунок 3 – Сорбционные свойства образцов минерала сланец и образцов модифицированного сорбента на его основе при извлечении ионов Cu^{2+} из модельного раствора

Из рисунка 3 видно, что образцы модифицированных сорбентов значительно эффективнее очищают модельный раствор от ионов Cu^{2+} . А крупная фракция материалов (0,5-1 мм) показывает более низкие сорбционные свойства.

Выводы. На основании проведённых исследований определены размеры нановолокон оксигидроксида алюминия иммобилизованных на поверхности минерального носителя: длина – 50-200 нм; ширина – 2 нм. После процесса модификации образцов минерала сланец, у него увеличиваются значения удельной поверхности и удельного объёма пор. В процессе сорбционных исследований определены улучшенные свойства образцов модифицированного сорбента, по отношению к исходным материалам, при извлечении из модельных растворов ионов Fe^{3+} и Cu^{2+} . По проведённым исследованиям сделан вывод о возможности эффективного использования полученного модифицированного сорбционного материала на минеральной основе в различных системах очистки воды.

Список литературы

1. Бугаев А. М., Гуруев М. А., Магомедбеков У. Г., Осипова Н. Ф., Магомедрасулова Х. М., Магомедова А. Д., Мухучев А. А. Тяжёлые металлы в речных водах Дагестана // Вестник ДНЦ РАН. - 2006. - № 26. - С. 43-50.

2. Мартемьянов Д. В., Галанов А. И., Юрмазова Т. А. Определение сорбционных характеристик различных минералов при извлечении ионов As^{5+} , Cr^{6+} , Ni^{2+} из водных сред // Фундаментальные исследования. - 2013. - № 8 (часть 3). - С. 666-670.
3. Измерение массовой концентрации химических веществ методом инверсионной вольтамперометрии: Сборник методических указаний / Под ред. В. Б. Скачкова. - М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2003. - 271 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СПЕЧЕННОГО АНТИФРИКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА СИСТЕМЫ FE-TI

Р.Ш. ХИСАМУТДИНОВ, Ю.В. МЯЧИН

Национальный Исследовательский Томский политехнический университет
email: rien@mail.ru

RESEARCH STRUCTURE, PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF SINTERED ANTI-FRICTION MATERIAL OF FE-TI SYSTEM

R.S. KHISAMUTDINOV, Y.V. MYACHIN

National Research Tomsk Polytechnic University
email: rien@mail.ru

Annatation. In this article are presented results of research of structure and physicochemical properties of the sintered material of Fe-Ti system. It is shown that this material possesses high tribotechnical characteristic on comparisons with sintered iron free. In the conclusion are offered parameters of receiving this material with high physicochemical properties.

Введение

Основные требования, предъявляемые к материалам антифрикционного назначения – это достаточно низкий коэффициент трения, достаточная высокая износостойкость и нагрузочная способность [1]. В наши дни ведется множество разработок антифрикционных материалов, и каждая отрасль машиностроения задает все новые требования к этим материалам. На данный момент не существует материала, который подошел бы для всех областей машиностроения, конкретный уровень механических и триботехнических характеристик материала определяет сферу его применения.

Целью данной работы является изучение структуры и физико-механических характеристик нового спеченного антифрикционного материала из смеси железа и титана и предложение рекомендаций по выбору наиболее оптимальных параметров его изготовления.

Материалы и методики исследований

В работе использовали спеченный материал состава Fe:Ti = 95:5 % (масс.). Для приготовления шихты использовали железный порошок ПЖ 4.160.26 ГОСТ 9849-86. Титан вводился в шихту в виде ферротитана [2] марки FeTi70-3 ГОСТ