

**ИЗУЧЕНИЕ СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ АКТИВИРОВАННОГО УГЛЯ  
И ОКСИГИДРОКСИДА АЛЮМИНИЯ ДЛЯ УДАЛЕНИЯ  
ГУМИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ ПРИРОДНЫХ ВОД**

В.А. Романенко, К.И. Мачехина, Е.Н. Грязнова

Научный руководитель: доцент, к.ф.-м.н. Л.Н. Шиян

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050.

E-mail: mauthksu@yandex.ru

**STUDYING PROPERTIES OF ACTIVATED CARBON AND OXYHYDROXIDE ALUMINUM  
AS SORBENTS FOR REMOVAL HUMIC SUBSTANCES FROM NATURAL WATERS**

V.A. Romanenko, K.I. Machekhina, E.N. Griyaznova

Scientific Supervisor: L.N. Shiyan

Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia, 30 Lenin st., 634050

E-mail: mauthksu@yandex.ru

***Annotation.** It is found that the time of adsorption process of organic substances on activated carbon (PAC) Norit SA UF is about 3 hours. The maximum adsorption capacity of activated carbon to organic substances equals to 0.25 mg/mg. The maximum adsorption capacity of aluminum oxyhydroxide to organic substances equals to 2.3 mg/mg. Consequently, the aluminum oxyhydroxide has better adsorption characteristics in comparison with the activated carbon for removal of humic substances. It is shown that the destruction of the iron colloid substances occurs as a result of the removal of humic organic substances from the solution.*

Основным источником питьевого водоснабжения в Западной Сибири являются подземные воды, особенностью которых является присутствие устойчивых коллоидных соединений [1, 2]. Такие соединения представляют собой частицы, состоящие из гидроксида железа (III), которые благодаря соединениям кремния и органическим веществам гумусового происхождения, находятся в воде во взвешенном состоянии, обеспечивая повышенную мутность и цветность воды. Содержание указанных примесей способствует образованию коллоидной системы, обладающей повышенной устойчивостью к воздействиям, используемым в настоящее время в технологиях водоподготовки [3]. При обработке вод такого состава снижается эффективность работы установок, и возникают проблемы получения питьевой воды, соответствующей СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды».

Целью данной работы является изучение сорбционных свойств активированного угля и оксигидроксида алюминия для удаления органических веществ гумусового происхождения из природных вод.

В работе были использованы физико-химические методы анализа. Содержание органических веществ определяли путем измерения общего органического углерода – ТОС (Total Organic Carbon) и определения химического потребления кислорода (ХПК) на жидкостном анализаторе «Флюорат-02-3М

## «ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУК»

фирмы «Люмекс». Содержание железа и кремния в растворе определяли фотоколориметрически с спектрофотометра ПЭ-6100УФ фирмы ПРОМЭКОЛАБ. Для определения кремния использовали методику согласно РД 52.24.433-2005, для железа общего – ГОСТ 4011-72. Водородный показатель и удельную электропроводимость анализировали с использованием многофункционального аппарата WTW Multiline P4.

Объекты исследований - природные коллоидные растворы и модельные растворы, приготовленные в лабораторных условиях. Для приготовления модельного раствора использовали методику, описанную в работе [4].

В качестве эталонного сорбента использовали активированный уголь (РАС) Norit SA UF производства фирмы Norit. Указанный сорбент имеет высокие кинетические характеристики благодаря сверхтонкой структуре его частиц и высокую адсорбционную емкость для ряда соединений. В качестве исследуемого сорбента использовали нановолокнистый оксигидроксида алюминия (AlOOH). Из литературы известно [5], что данный материал обладает высокой удельной поверхностью и используется в качестве сорбента жидких и газообразных сред. В работе [6] подробно описана методика получения оксигидроксида алюминия. В работе использовали оксигидроксид алюминия с площадью удельной поверхности равной 196,16 м<sup>2</sup>/г, содержание металлического алюминия менее 0,5 мас. %.

Экспериментально было установлено, что кремний и железо практически не сорбируются на активированном угле, а концентрация органических веществ гумусового происхождения снижается в 3 раза. Определено время адсорбции, которое составило 3 часа. В процессе адсорбции концентрация железа и кремния не изменялась в исходных растворах и составляла для железа 6,73 мг/л и для кремния 25,61 мг/л, а концентрация органических веществ изменялась от 1,2 до 30,1 мг/л. В результате была построена изотерма адсорбции согласно модели Ленгмюра, рисунок 1.

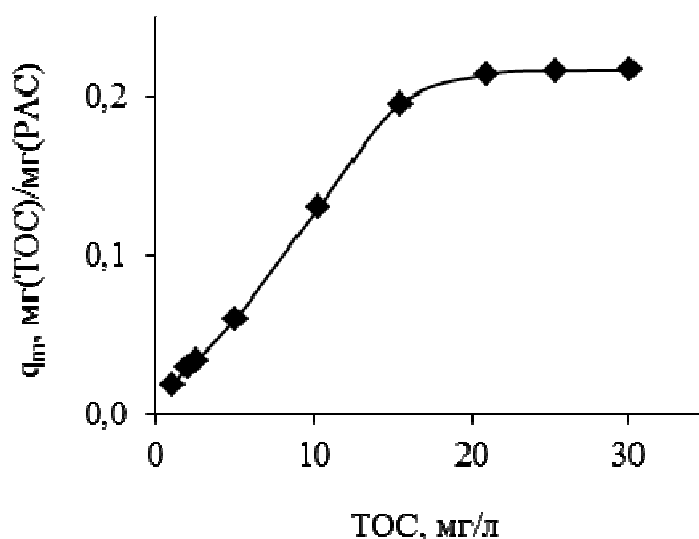


Рис. 1. Изотерма адсорбции модельного раствора на активированном угле Norit SA UF

Значение максимальной сорбционной емкости активированного угля по отношению к органическим веществам составило  $q_m=0,25$  мг/мг. Сравнение сорбционной емкости модельного раствора на активированном угле с фармацевтическими препаратами, позволяет сделать вывод, что диклофенак

## «ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУК»

сорбируется в такой же степени ( $q_m=0,45$  мг/мг), а карбамазепин (0,19 мг/мг) и клофибриновая кислота (0,12 мг/мг) в меньшей степени.

Таким образом, можно сделать вывод, что органические вещества могут быть удалены из модельного раствора с помощью процесса адсорбции на активированном угле. В результате удаления органических веществ из модельного раствора будет происходить деструкция коллоидных соединений железа с последующим образованием осадка в виде  $Fe(OH)_3$ .

Значение максимальной сорбционной емкости оксигидроксида алюминия по отношению к органическим веществам составило  $q_m=2,3$  мг/мг. Такую высокую сорбционную емкость по сравнению с активированным углем можно объяснить тем, что оксигидроксид алюминия имеет высокую удельную поверхность до  $150$  м<sup>2</sup>/г и положительный электро-кинетический потенциал - +60 мВ, так как органическая часть модельной коллоидной системы заряжена отрицательно, то сорбция органических соединений идет за счет межмолекулярного взаимодействия (сил Ван-дер-Ваальса).

Выполненная экспериментальная работа позволяет сделать следующие выводы:

1. Показано, что органические соединения гумусового происхождения успешно сорбируются на нановолокнистом оксигидроксида алюминия, при этом происходит отделения органической оболочки коллоидной частицы железа и успешная коагуляция гидроксида железа.
2. Определено значение максимальной сорбционной емкости для активированного угля ( $q_m=0,25$  мг/мг) и для оксигидроксида алюминия ( $q_m=2,3$  мг/мг), что говорит о большей эффективности использования оксигидроксида алюминия для удаления гуминовых веществ.

*Работа выполнена в рамках ГЗ «Наука» 7.1326.2014.*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Видяйкина Н.В. Обеспечение экологической безопасности при использовании сельских население подземных вод для питьевых целей на примере Томской области и Ханты-Мансийского автономного округа: Дис. ... канд. геолого-минер. наук. – Томск, 2010. – 153 с.
2. Shiyan L.N., Tropina E.A., Machekhina K.I., Gryaznova E.N., An V.V. Colloid Stability of Iron Compounds in Groundwater of Western Siberia // SpringerPlus. – 2014. – Vol. 3 [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://www.springerplus.com/content/3/1/260>. – 11.08.2014.
3. Сериков Л.В., Шиян Л.Н., Тропина Е.А., Видяйкина Н.В., Фриммел Ф.Х., Метревели Г., Коллоидные системы подземных вод Западно-Сибирского региона // Известия Томского политехнического университета. – 2006. – Т.309. – №6. – С. 27–31.
4. Мачехина К.И. Процесс очистки подземных вод от коллоидных соединений железа и его аппаратурное оформление: Дис. ... канд. техн. наук. – Томск, 2013. – 121 с.
5. Савельев Г.Г., Юрмазова Т.А., Галанов А.И., Сизов С.В., Даниленко Н.Б., Лернер М.И., Теппер Ф., Каледин Л. Адсорбционная способность наноразмерного волокнистого оксида алюминия // Известия Томского политехнического университета. – 2004. – Т. 307. – № 1. – С. 102–107.
6. Грязнова Е.Н., Шиян Л.Н., Яворовский Н.А., Коробочкин В.В. Влияние процесса модифицирования на свойства нановолокон оксигидроксида алюминия // Журнал прикладной химии. – 2013. – Т. 86. – № 3. – С. 389–395.