

**ПРИМЕНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СОРБЕНТОВ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ КУЛЬТУРЫ  
ESCHERICHIA COLI ИЗ ВОДНОГО РАСТВОРА**

*И.В. Мартемьянова, аспирант, Т.П. Толмачёва, инженер, Д.В. Мартемьянов, инженер*

*Научный руководитель: Плотников Е.В., к.х.н.,*

*Томский политехнический университет*

*634050, г. Томск пр. Ленина 30*

*E-mail: martemiv@yandex.ru, тел. (3822)-60-61-14*

Среди многих присутствующих в гидросфере примесей, микробиологические загрязнения являются одними из наиболее серьёзных [1, с. 171; 2, с. 243]. В воде могут находиться как биогенные, так и микробиологические загрязнения. Биогенные загрязнители с точки зрения человека являются нежелательными и представляют собой различные выделения биологических объектов и мёртвых тел. Под микробиологическими загрязнениями, находящимися в воде понимают наличие в ней патогенных микроорганизмов, вирусов, бактерий, грибов, простейших, мелких водорослей. В природных водах присутствуют простейшие микроорганизмы, но далеко не все из них являются полезными для человека. Некоторые бактерии являются опасными для человека и домашнего скота, такие как: холерный вибрион, сальмонеллы, шигеллы (возбудители дизентерии), иерсиния энтероколитика, палочка сине-зеленого гноя, энтеропатогенные кишечные палочки. Также в питьевой воде могут присутствовать опасные вирусы: аденовирусы, энтеровирусы, ротавирус, вирус гепатита А, энтеровирусы гепатита ни А, ни В, гепатита Е, норволк вирус, мелкие круглые вирусы. Встречаются в ней и опасные простейшие: энтамеба гистолитика, гиардиа интестиналис, криптоспоридиум парвум, дракункулос мединензис. Также могут присутствовать в питьевых водах глистные цисты, колиформные бактерии, споры клостридий, фекальные стрептококки, колифаги. Поэтому является важной задачей надёжная очистка водных сред от микробиологических загрязнений [3, с. 61; 4, с. 337; 5, с. 220]. Существуют различные методы очистки воды от различных микробиологических примесей: кипячение, хлорирование, озонирование, мембранный метод, ультрафиолетовая стерилизация, использование фильтровальных материалов (сорбентов). Но каждый из представленных способов очистки воды имеет свои недостатки. Одним из самых распространённых и надёжных способов очистки воды является применение сорбционных технологий [6, с. 31; 7, с. 667; 8, с. 15; 9, с. 187; 10, с. 269]. В данной работе будет рассмотрена способность известных сорбентов к извлечению из водных растворов микробиологических загрязнений.

Целью работы является определение ряда физико-химических свойств у объектов исследования и определение с их помощью степени извлечения культуры *Escherichia coli* (кишечная палочка) из модельных растворов.

В данной работе объектами исследования выступали различные сорбционные материалы: 1. Активированный уголь БАУ А (1-3,6 мм); 2. Цеолит Холинского месторождения (0,5-1 мм); 3. Речной песок (0,3-0,8 мм; отбор производился в п. Киреевск Томской области).

Определение величины удельной поверхности и удельного объёма пор у исследуемых образцов материалов проводили с использованием метода тепловой десорбции азота (БЭТ), на анализаторе «Сорбтометр М» (ООО «Катакон», Россия).

Эксперименты по извлечению из модельных растворов культуры *Escherichia coli* (кишечная палочка) проводились в условиях динамической фильтрации. Для этого готовили модельный раствор на водопроводной воде отстоянной одни сутки, которую обсеменяли микробной взвесью *Escherichia Coli* (штамм АТСС 25922). Концентрацию раствора делали –  $5 \cdot 10^7$  КОЕ/см<sup>3</sup>, объём – 5,0 литров. Исследуемый сорбционный материал помещали в фильтровальный модуль AQUAPOST Crystals (активированный уголь – 37,4 г; цеолит – 120,7 г; песок – 135,1 г) и пропускали через него модельный раствор содержащий культуру *Escherichia coli* (кишечная палочка) с помощью перистальтического насоса. Определение микробиологических загрязнителей в воде определяли с помощью метода Коха. Скорость фильтрации модельного раствора через исследуемые образцы материалов несколько отличалась: активированный уголь – 1300 см<sup>3</sup>/час; цеолит - 2000 см<sup>3</sup>/час; песок -1300 см<sup>3</sup>/час.

В таблице 1 представлены данные по величине удельной поверхности и удельному объёму пор у исследуемых образцов сорбента.

Таблица 1

Данные по величине удельной поверхности и удельному объёму пор у исследуемых образцов материалов

Образец	Удельная поверхность, м <sup>2</sup> /г	Удельный объём пор, см <sup>3</sup> /г
Активированный уголь	373,5	0,161
Холинский цеолит	28,1	0,012
Речной песок	0,442	0

Из таблицы 1 видно, что самые большие показатели по удельной поверхности и удельному объёму пор у активированного угля, а самые низкие значения у речного песка.

Результаты динамической фильтрации модельного раствора содержащего культуру *Escherichia coli* (кишечная палочка) через исследуемые образцы сорбентов представлены в таблице 2.

Таблица 2

Процессы извлечения из воды культуры *Escherichia coli* (кишечная палочка) в условиях динамической фильтрации

Пропущенный литр	Речной песок	Холинский цеолит	Активированный уголь
	Содержание в фильтрате культуры <i>Escherichia coli</i> , КОЕ/см <sup>3</sup>		
1	1,3*10 <sup>7</sup>	3,9*10 <sup>7</sup>	3,3*10 <sup>7</sup>
2	1,9*10 <sup>7</sup>	4,6*10 <sup>7</sup>	4,3*10 <sup>7</sup>
3	3,5*10 <sup>7</sup>	5*10 <sup>7</sup>	5*10 <sup>7</sup>
4	4,7*10 <sup>7</sup>	5*10 <sup>7</sup>	5*10 <sup>7</sup>
5	5*10 <sup>7</sup>	5*10 <sup>7</sup>	5*10 <sup>7</sup>

Из таблицы 2 видно, что все исследуемые образцы сорбционных материалов имеют очень низкую степень извлечения культуры *Escherichia coli* (кишечная палочка) из модельного раствора в процессе динамической фильтрации. Наиболее лучшие фильтровальные свойства наблюдаются у речного песка, благодаря его более мелкому фракционному составу. У Холинского цеолита и активированного угля фильтровальные свойства приблизительно одинаковые, но у цеолита несколько хуже.

*Работа выполнена при поддержке гранта Президента Российской Федерации для поддержки молодых российских ученых № МК-5939.2016.8*

Литература.

1. Клячков В. А., Апельцин И. Э. Очистка природных вод / В. А. Клячкова, И. Э. Апельцина. – М.: Стройиздат, 1971. – 579 с.
2. Фрог Б. Н., Левченко А. П. Водоподготовка / Б. Н. Фрог, А. П. Левченко. – М.: МГУ, 1996. – 680 с.
3. Мартемьянов Д. В., Короткова Е. И., Галанов А. И. Сорбционные материалы нового поколения для очистки водных сред от микробиологических загрязнений // Вестник Карагандинского университета. – 2012. – №3 (67). С. 61-64.
4. Мартемьянова И. В., Кутугин В. А., Плотников Е. В., Журавков С. П., Мартемьянов Д. В., Воронина О. А. Получение фильтровального материала для очистки воды от микробиологических загрязнений // Сборник трудов III Всероссийской конференции Экология, экономика, информатика. Т. 1: Системный анализ и моделирование экономических и экологических систем. – Ростов-на-Дону, 2015. – С. 337-341.
5. Мартемьянова И. В., Журавков С. П., Плотников Е. В., Мартемьянов Д. В. Комбинированные сорбенты в процессах очистки воды от микробиологических загрязнений // Материалы XXI всероссийской научно-технической конференции Энергетика: Эффективность, надежность, безопасность. Т. 2. – Томск, 2015. – С. 220-223.
6. Мартемьянов Д. В., Галанов А. И., Юрмазова Т. А., Короткова Е. И., Плотников Е. В. Сорбция ионов As<sup>3+</sup>, As<sup>5+</sup> из водных растворов на вермикулитобетоне и газобетоне модифицированных оксигидроксидом железа // Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология. – 2014. – Том 57. Вып. 11. – С. 30-33.

7. 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.
8. Мартемьянова И. В., Денисенко Е. А., Мартемьянов Д. В. Изучение свойств модифицированного сорбента на основе глауконита при извлечении ионов  $Fe^{3+}$  и  $Pb^{2+}$  из модельных растворов // Сборник статей Международной научно-практической конференции Теоретические и практические аспекты развития научной мысли в современном мире. – Уфа, 2015 – С. 15-17.
9. Зарубин В. В., Мартемьянов Д. В., Мартемьянова И. В., Рыков А. В. Исследование сорбционных свойств синтетического адсорбента в процессах водоочистки // Материалы XXI всероссийской научно-технической конференции Энергетика: Эффективность, надежность, безопасность. – Томск, 2015. – 2 Т. – С. 187-189.
10. Зарубин В. В., Мартемьянов Д. В., Мартемьянова И. В., Толмачёва Т. П. Исследование характеристик гранулированного минерального сорбента // Материалы XXI всероссийской научно-технической конференции Энергетика: Эффективность, надежность, безопасность. – Томск, 2015. – 2 Т. – С. 269-272.

### ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ МОДИФИЦИРОВАННОГО АДСОРБЕНТА

*И. В. Мартемьянова, аспирант, Т. П. Толмачёва, инженер, Д. В. Мартемьянов, инженер*

*Научный руководитель: Плотников Е. В., к.х.н.*

*Томский политехнический университет*

*634050, г. Томск пр. Ленина 30*

*E-mail: martemiv@yandex.ru, тел. (3822) 60-61-14*

Сорбционные процессы являются одними из важных методов в водоочистке [1, с. 11; 2, с. 61; 3, с. 2; 4, с. 666; 5, с. 30]. Существуют сорбенты способные очищать водные среды, как от химических, так и от микробиологических загрязнений [6, с. 104; 7, с. 15; 8, с. 187; 9, с. 337]. С целью увеличения сорбционной способности материалов осуществляют их модификацию, посредством иммобилизации активных компонентов на поверхности носителей. Очень важным фактором является всестороннее исследование новых полученных материалов.

Целью публикации является определение величины удельной поверхности и удельного объёма пор у объектов исследования и степени вымывания некоторых химических примесей из анализируемого сорбционного материала.

Объектами исследования являются 3 образца сорбента, на основе вермикулитобетона модифицированного оксигидроксидом железа [10, с. 1]. Исследуемые образцы имеют фракционный состав 1,5-2,5 мм и различное содержание активного компонента в своём составе: № 1 – 50 % оксигидроксида железа; № 2 – 55 % оксигидроксида железа; № 3 – 60 % оксигидроксида железа.

Исследования по определению величины удельной поверхности и удельного объёма пор у образцов сорбентов проводили с использованием метода тепловой десорбции азота (БЭТ), на анализаторе «Сорбтометр М» (ООО «Катакон», Россия).

Определение в воде вымываемых из образцов сорбентов ионов  $Zn^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ , осуществляли методом инверсионной вольтамперометрии на приборе-анализаторе ТА-07 (ООО «Техноаналит», Россия). Наличие в бидистиллированной воде солей жёсткости определяли с помощью тест-систем по определению солей жёсткости в воде (ООО «МедЭкоТест», Россия).

Исследования по вымыванию химических примесей из анализируемых образцов сорбентов проводили в условиях статики при перемешивании на магнитной мешалке. Бралась навеска сорбента в количестве 0,6 г и помещалась в 60 см<sup>3</sup> бидистиллированной воды, после этого проводили перемешивание сорбента в воде в течение 150 минут. После процесса перемешивания осуществляли отделение сорбента от воды на бумажном фильтре «синяя лента» с дальнейшим её определением на содержание определяемых примесей.

В таблице 1 представлены данные по величине удельной поверхности и удельному объёму пор у исследуемых образцов сорбента.