

7. Мартемьянов Д.В., Мухортов, Д.Н., Сапрыкин, Ф.Е. Исследование свойств сорбента глауконит гранулированный // Сборник статей Международной научно-практической конференции Инновационные процессы в научной среде. – Уфа, 2015. – С. 31-33.
8. Мартемьянов Д.В., Галанов А.И., Юрмазова Т.А., Короткова Е.И., Плотников Е.В. Сорбция ионов  $As^{3+}$ ,  $As^{5+}$  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.
9. Плотников Е.В., Мартемьянова И.В., Мартемьянов Д.В. Сравнение характеристик сорбционных материалов для извлечения мышьяка из водных растворов // Труды Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов Современное состояние и проблемы естественных наук. – Томск, 2014. – С. 266-268.
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.
11. 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.
12. Бухарева П.Б., Мартемьянов Д.В., Толмачёва Т.П., Мартемьянова И.В. Исследование свойств модифицированного сорбента на основе цеолита // Материалы XXI всероссийской научно-технической конференции Энергетика: Эффективность, надежность, безопасность. – Томск, 2015. – 2 Т. – С. 295-297.
13. Мосолков А.Ю., Плотников Е.В., Мартемьянов Д.В. Использование природных минералов для очистки водных сред от  $As^{3+}$  // Труды XI Международной конференции студентов и молодых учёных Перспективы развития фундаментальных наук. – Томск, 2014. – С. 425-427.
14. 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.
15. Бухарева П.Б., Мартемьянов Д.В., Назаренко О.Б., Мартемьянова И.В. Использование природного глауконита для очистки воды из реки Ушайка // Материалы XXI всероссийской научно-технической конференции Энергетика: Эффективность, надежность, безопасность. – Томск, 2015. – 2 Т. – С. 113-116.
16. Баталова А.Ю., Мартемьянова И.В., Мартемьянов Д.В. Использование пирита для очистки водных сред от ионов  $Cr^{6+}$  // Сборник трудов VI Международной научно-практической конференции Инновационные технологии и экономика в машиностроении. – Томск, 2015. – С. 341-343.
17. Мартемьянов Д.В., Хаскельберг М.Б., Агеев А.А., Цзи Б., Ли Д., Чжао Ж., Казанцев С.О. Использование сорбентов для очистки воды от фтора // Материалы XVI Международная научно-практической конференции Научный поиск в современном мире. – Махачкала, 2017. – С. 9-11.

### СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОРБЕНТОВ ПРИ ИЗВЛЕЧЕНИИ ИЗ ВОДНОГО РАСТВОРА ИОНОВ AS (III)

*Ф.Е. Сапрыкин, аспирант, С.О. Казанцев, инженер, И.В. Мартемьянова, аспирант*

*Томский политехнический университет*

*634050, г. Томск пр. Ленина 30, тел. (3822)-60-64-07*

*E-mail: saprikin\_filipp@mail.ru*

**Аннотация:** На водоочистном рынке присутствует не малое количество сорбентов по удалению из воды ионов мышьяка. Актуальность данной работы состоит в исследовании сравнительных сорбционных характеристик различных сорбционных материалов (углеродный сорбент Blucher GmbH, Bayoxide E 33HC, сорбент на основе вермикулитобетона модифицированного оксигидроксидом железа) при извлечении ионов As (III) из водного раствора. У исследуемых материалов осуществляется определение величины удельной поверхности и удельного объёма пор.

**Abstract:** There is a number of sorbents on the water purification market to remove arsenic ions from the water. The relevance of this work is to study the comparative sorption characteristics of various modern sorption materials (including the carbon sorbent Blucher GmbH, Bayoxide E 33HC, the sorbent based on vermiculite concrete modified with iron oxyhydroxide) upon the recovery of As (III) ions from the aqueous solution. The specific surface area and specific volume of pores were determined for tested materials.

Во многих регионах нашей планеты одной из серьезнейших экологических проблем является наличие в природных водах мышьяка [1-4]. Мышьяк вымывается из подземных слоёв почв и минеральных источников и вместе с подземной водой попадает в поверхностные природные воды. При потреблении воды содержащей ионы мышьяка, возможно, его накопление в живых тканях организма, что может самым негативным образом сказаться на жизни и здоровье человека [5-6]. Поэтому перед употреблением в питьевых целях необходимо эффективно очищать воду от ионов мышьяка. Ионы мышьяка могут находиться в водной среде в трёх и пятивалентном состоянии. Среди различных методов очистки воды от ионов мышьяка, таких как: реагентный, мембранный, ионообменный, сорбционный, в данной работе будет рассмотрен сорбционный способ очистки. С каждым годом создаются всё более новые сорбенты для очистки воды от различных химических загрязнителей [7-13]. Для эффективного использования сорбционных материалов необходимо знать их сравнительные свойства и характеристики.

Целью работы является сравнительное исследование различных известных сорбентов (углеродный сорбент Blucher GmbH (Blücher GmbH, Германия), Bayoxide E 33HC (Bayer AG, Германия), сорбент на основе вермикулитобетона модифицированного оксигидроксидом железа (ООО «НИЦ ЭИТ», Россия)) при извлечении ими ионов As (III) из модельного раствора в статических условиях. Также необходимо определить величину удельной поверхности и удельный объём пор у исследуемых сорбционных материалов, и влияние данных факторов на степень извлечения ионов As (III) из воды.

В данной работе исследовали три различных сорбента: 1. Углеродный сорбент Blucher GmbH (размер фракции 0,25-0,8 мм); 2. Bayoxide E 33HC (размер фракции 0,5-2 мм); 3. Сорбент на основе вермикулитобетона модифицированного оксигидроксидом железа (размер фракции 1,5-2,5 мм) [14].

У исследуемых образцов сорбентов величину удельной поверхности и удельный объём пор определяли, используя метод тепловой десорбции азота (БЭТ) на приборе «Сорбтометр М». Сорбционные исследования материалов по извлечению ионов As (III) из модельного раствора проводили в статических условиях с использованием магнитной мешалки. Исследуемый образец сорбента в количестве 0,6 г поместили в лабораторный стеклянный стакан и добавили туда 60 см<sup>3</sup> модельного раствора содержащего ионы As (III). Далее проводили перемешивание содержимого стакана в течении: 0,5; 1; 5; 15; 30; 60 и 150 минут. Концентрация ионов As (III) в исходном модельном растворе составляет 21,1 мг/дм<sup>3</sup>. Модельный раствор готовился на дистиллированной воде (ГОСТ 6709-72) с использованием ГСО состава раствора ионов трёхвалентного мышьяка. Определение содержания ионов As (III) в модельном растворе осуществляли с помощью метода инверсионной вольтамперометрии на приборе-анализаторе ГА-07.

В таблице 1 представлены сравнительные характеристики исследуемых сорбционных материалов по таким показателям как величина удельной поверхности и удельный объём пор.

Таблица 1

Определение величины удельной поверхности и удельного объёма пор у образцов исследуемых сорбентов

Образец	Размер гранул, мм	Удельная поверхность, м <sup>2</sup> /г	Удельный объём пор, см <sup>3</sup> /г
Blucher GmbH	0,25-0,8	1077,3	0,4616
Bayoxide E 33HC	0,5-2	247,8	0,106
Сорбент на основе вермикулитобетона	1,5-2,5	140,2	0,0608

Из таблицы видно, что самые высокие показатели по удельной поверхности и удельному объёму пор у материала Blucher GmbH. Самые низкие значения у сорбента на основе вермикулитобетона.

На рисунке 1 представлены сравнительные сорбционные характеристики образцов исследуемых сорбентов при извлечении ими из модельного раствора ионов As (III).

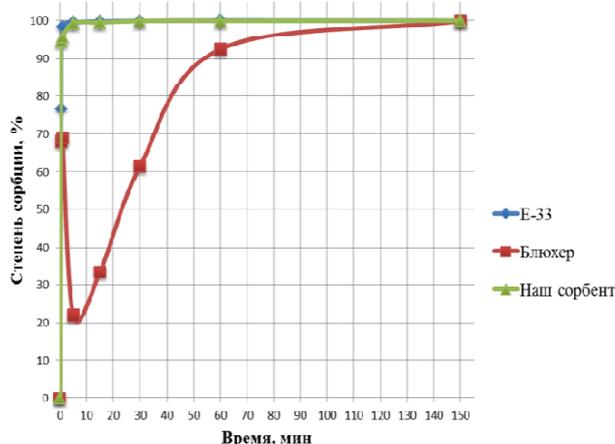


Рис. 1. Извлечение ионов As (III) из модельного раствора в процессе статической сорбции

На рисунке 1 видно, что лучшими свойствами при извлечении ионов As (III) из модельного раствора обладают сорбенты на основе вермикулитобетона и Bayoxide E 33HC. У данных материалов основная сорбция происходит в первую минуту процесса. В начале свойства чуть лучше у сорбента на основе вермикулитобетона, затем у материала Bayoxide E 33HC, а далее характеристики практически одинаковы. Сорбционный материал Blucher GmbH показывает скачок десорбции на пятой минуте процесса, а затем (при более длительном времени контакта) постепенно степень очистки раствора доходит до показателей других материалов. Это можно объяснить тем, что в начале процесса сорбции у материала задействована внешняя пористая сфера, которая поглощает ионы загрязнителя. Скорее всего, здесь задействован механизм механической адсорбции, что подтверждается наличием развитой пористой поверхности у материала. И так как ионы мышьяка химически не взаимодействуют с поверхностью материала, то будучи не связаны, они выходят обратно в модельный раствор. При более длительном времени контакта к процессу поглощения загрязняющих ионов подключается внутренняя сфера материала, и степень извлечения ионов мышьяка из раствора возрастает.

#### Выводы

1. По результатам проведенной работы определены сравнительные сорбционные характеристики исследуемых материалов при извлечении из водного раствора ионов  $As^{3+}$  и показана возможность сорбции.
2. Разница в величине удельной поверхности и удельном объеме пор материалов критически не влияет на различия в степени извлечения ионов мышьяка из раствора.

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

#### Литература

1. Гамаюрова В.С. Мышьяк в экологии и биологии. – М.: Наука, 1993. – 208 с.
2. Мартемьянов Д.В., Галанов А.И., Юрмазова Т.А., Короткова Е.И., Плотников Е.В. Сорбция ионов  $As^{3+}$ ,  $As^{5+}$  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.
3. Клячкова В.А., Апельцина И.Э. Очистка природных вод. – М.: Стройиздат, 1971. – 579 с.
4. 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. – № 8 (часть 3). – 2013 год. – С. 666–670.
5. Плотников Е.В., Мартемьянова И.В., Мартемьянов Д.В. Сравнение характеристик сорбционных материалов для извлечения мышьяка из водных растворов // Труды Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов Современное состояние и проблемы естественных наук. – Томск, 2014. – С. 266-268.
6. Мосолков А.Ю., Плотников Е.В., Мартемьянов Д.В. Использование природных минералов для очистки водных сред от  $As^{3+}$  // Труды XI Международной конференции студентов и молодых учёных Перспективы развития фундаментальных наук. – Томск, 2014. – С. 425-427.

7. 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.
8. Бухарева П.Б., Мартемьянов Д.В., Толмачёва Т.П., Мартемьянова И.В. Исследование свойств модифицированного сорбента на основе цеолита // Материалы XXI всероссийской научно-технической конференции Энергетика: Эффективность, надежность, безопасность. – Томск, 2015. – 2 Т. – С. 295-297.
9. 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, – С. 15-17.
10. 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.
11. Мартемьянова И.В., Мосолков А.Ю., Плотников Е.В., Воронова О.А., Журавков С.П., Мартемьянов Д.В., Короткова Е.И. Исследование свойств наноструктурного адсорбента // Мир науки. – 2015. – Выпуск 2. – С. 1-10.
12. Мосолков А.Ю., Мартемьянов Д.В., Мухортов Д.Н. Модифицирование пористого перлита гидроксидом железа, с целью придания ему сорбционных свойств, для извлечения ионов мышьяка из водных сред // Труды XIX Международной научно-практической конференции студентов и молодых учёных Современные техника и технологии. – Томск, 2013. – С. 104-105.
13. Мартемьянов Д.В., Мухортов Д.Н., Сапрыкин Ф.Е. Исследование свойств сорбента глауконит гранулированный // Сборник статей Международной научно-практической конференции Инновационные процессы в научной среде. – Уфа, 2015. – С. 31-33.
14. Мартемьянов Д.В., Галанов А.И., Журавков С.П., Мухортов Д.Н., Хаскельберг М.Б., Юрмазова Т.А., Яворовский Н.А. Сорбент для очистки водных сред от тяжёлых металлов и способ его получения // Описание изобретения к патенту. (№2592525) – Томск, 2016. – С. 2.

## ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД В ПРЕДЕЛАХ Г. УФЫ

*Д.С. Теплова, аспирант 2 г.о.*

*Башкирский государственный университет*

*450076, г. Уфа ул. Заки Валиди, 32 тел. +7 (347) 229-97-21*

*E-mail: d.teplova@yandex.ru*

**Аннотация:** В статье рассматривается состояние поверхностных вод водных объектов в пределах г. Уфы. Сравнение концентраций загрязняющих веществ в створах различных частей города позволяет определить особенности влияния источников на загрязнение водной среды в пределах г. Уфы.

**Abstract:** The article considers the surface waters state of water bodies within the Ufa city. Comparison of pollutants concentrations of in cross-sections different parts of the city allows to determine the peculiarities of the sources influence on the aquatic environment pollution within the city of Ufa.

Усиливающееся влияние антропогенной деятельности на водную среду проявляется не только в количественном истощении водных ресурсов, но значительном снижении их качества, что отражается на водопользовании, особенно питьевом водоснабжении. Городам с диверсифицированной промышленной отраслью и большой численностью населения необходимы значительные объемы пресной воды, в т.ч. для питьевого водоснабжения. К таким городам относится г. Уфа с населением 1,105 млн. чел (2015 г.) [5] и развитыми нефтехимической, машиностроительной и др. отраслями, являющимися достаточно энергоёмкими потребителями. В среднем городское хозяйство Уфы потребляет 300 млн. куб. м пресной воды ежегодно [1].