

проблемы, поиски, решения: труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых учёных / Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2014. – Вып. 18. – Ч. II. Технические науки. – С. 142-145.

Очистка воды от мышьяка с использованием разработанного походного фильтра

Кутугин В.А., Мартемьянов Д.В., Плотников Е.В., Мартемьянова И.В.,
Воронова О.А.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Одной из наиболее актуальных проблем стоящих перед человечеством является проблема обеспечения населения чистой питьевой водой [1-3]. Среди различных веществ, загрязняющих водные среды, мышьяк занимает особое место [4-6]. В последние годы всё чаще используются новые технологии для очистки воды от мышьяка, такие как: обратноосмотическая очистка, реагентная обработка, сорбция. Среди присутствующих на рынке водоочистных систем, особое место занимают разработки походных фильтров [7, 8]. На основании полученной информации, обоснованно создание новых видов сорбционных материалов и походных систем на их основе, для более эффективной очистки водных сред от ионов мышьяка и более детальное их исследование [9, 10]. Целью данной работы явилось исследование сорбционных свойств разработанного походного фильтра, при извлечении ионов мышьяка As^{3+} из водных сред.

Исследуемый водоочистной походный фильтр, представленный на рисунке 1, внешне представляет собой пластмассовое ведро, в которое помещено ещё одно ведро, заполненное фильтровальной загрузкой. В нижней части корпуса находится кран для слива очищенной воды, а в верхней части находится напорная ёмкость для исходной воды. В разработанном, походном фильтре, для очистки воды применялись в комбинации природные минералы (цеолит, гематит), фильтровальный материал на основе вермикулитобетона модифицированного оксигидроксидом железа и активированный уголь.



Рисунок 1. Внешний вид фильтра

Для оценки структурных характеристик сорбционных материалов использовали метод тепловой десорбции азота. По данным измерения оценивали площадь удельной поверхности ($S_{уд}$) и значения удельного объема пор (P) образцов с использованием анализатора «СОРБТОМЕТР М».

На рисунке 2 изображена схема разработанной походной, водоочистной установки. Где 1 – фильтровальный модуль с сорбционными материалами. 2 – приёмная ёмкость для очищенной воды. 3 – напорная ёмкость для подачи загрязнённой воды. 4 – крышка заливочного отверстия. 6 – герметизирующая прокладка. 7 – паз настенного крепления. 8 – сливной кран. 9 – ручка. 10 – пористый материал для механической очистки. 11 – фильтр предварительной механической очистки.

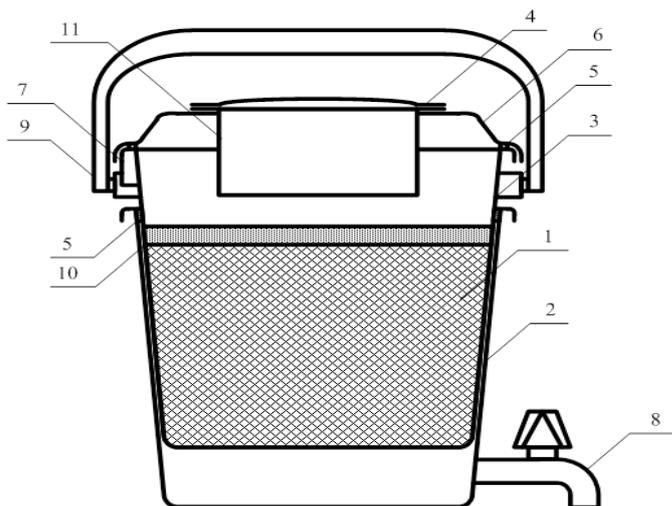


Рисунок 2. Схема разработанной походной водоочистной установки

Для проведения эксперимента в динамическом режиме, готовился модельный раствор на водопроводной воде, с содержанием As^{3+} равной 1 мг/дм^3 . Раствор с содержанием As^{3+} готовился с использованием ГСО состава растворов ионов мышьяка.

Приготовленный раствор заливали в установку через отверстие в крышке. Количество раствора не должно превышать 5 литров. Открывали кран в сборной ёмкости и отбирали выходящий фильтрат в лабораторный стакан. По мере необходимости раствор модельных загрязнений доливали в установку.

Отбор проб на содержание в отфильтрованной воде As^{3+} проводили микродозатором, после прохождения через систему фильтровальных модулей каждого 5 литра.

За результат испытания принимали среднее арифметическое значение результатов трёх параллельных определений, допустимое расхождение, между которыми не должно превышать 5%. Концентрации ионов As^{3+} в исходном модельном растворе и в фильтрах, определяли методом инверсионной вольтамперометрии [11].

В настоящей работе исследовали ряд физико-химических свойств сорбционных материалов, применяемых в разработанной походной, водоочистной установке, данные по которым приведены в таблице 1.

Таблица 1. Размер фракции, удельная поверхность и удельный объём пор сорбентов

Образец сорбента	Размер фракции, мм	$S_{уд}$, м ² /г	P , см ³ /г
Цеолит Холинский	0,1 - 1	28,35	0,011
Гематит	0,1 - 1	12,38	0,005
Сорбент (вермикулитобетон + FeOОН)	1,5 - 2,5	79,08	0,034
Активированный уголь	1 - 2,8	378,96	0,163

Из таблицы 1 видно, что наибольшую удельную поверхность и удельный объём пор имеет активированный уголь, а также сорбционный материал на основе вермикулитобетона.

В таблице 2 представлены сорбционные характеристики разработанной, походной установки, при фильтрации модельного раствора содержащего ионы As^{3+} .

Таблица 2. Динамические сорбционные характеристики походной, водоочистной установки

Пропущенный литр	Выделение железа Fe (II, III) из установки, мг/дм ³	Результаты*		
		Исходная концентрация, мг/дм ³	Конечная концентрация, мг/дм ³	Эффективность очистки установки, %
1	0,3	1,024	0,0118	98,84
5	0,2		0,0086	99,16
10	0,15		0,00013	99,98
15	0,07		0	100
20	0,03		0	100
25	0		0	100
30	0		0	100
35	0		0	100
40	0		0	100
45	0		0	100
50	0		0	100

Примечание * - в таблице представлен средний результат от трёх параллельных экспериментов по установке «ФиБРА 03»

ПДК элементов: мышьяк As^{3+} – 0,05 мг/л; Fe^{общ} – 0,3 мг/л.

Как видно из таблицы 2, в 1, 5, и 10 литрах фильтрата наблюдается малое содержание ионов As^{3+} , а в следующих пробах видна 100 процентная очистка от мышьяка. Такие данные обусловлены тем, что в 1, 5 и 10 литрах фильтрата, видно наибольшее вымывание железа из сорбционного модуля. Смыв железа происходит в начале процесса фильтрации, из-за содержания в установке железосодержащего сорбента (вермикулитобетон + FeOОН). Вместе со смываемым железом происходит проскок в фильтрат мышьяка, аккумулированного на железе. Содержание железа и мышьяка в фильтрате находится в пределах ПДК. Далее, идёт 100 %-ная очистка воды от мышьяка (результат ниже предела обнаружения по методике анализа) и не обнаружено наличия железа в отфильтрованной воде.

При написании технической инструкции на эксплуатацию данной водоочистой установки, необходимо указывать, что перед использованием фильтра надо производить слив первых литров отфильтрованной воды.

Выводы

1. Разработана походная водоочистная установка.
2. Определены удельная поверхность и удельный объём пор сорбционных материалов, используемых в исследуемом фильтре.
3. Удалось определить сорбционную способность водоочистой установки при фильтрации раствора содержащего ионы As^{3+} .
4. Сделан вывод о возможности использования разработанной установки при очистке воды от мышьяка.

Список литературы:

1. Тягунова Г. В., Ярошенко Ю. Г. Экология: учебник - М.: Интермет Инжиниринг, 2000. – 300 с.
2. Родионов А. И. Техника защиты окружающей среды: учебник для вузов / Родионов А. И., Клушин В. Н., Торочешников Н. С. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Химия, 1989. – 512 с.
3. Клячков В. А., Апельцин И. Э. Очистка природных вод. М.: Стройиздат. 1971. 579 с.
4. Путилина, В. С. Поведение мышьяка в почвах, горных породах и подземных водах. Трансформация, адсорбция / десорбция, миграция : аналит. обзор / Путилина В. С., Галицкая И. В., Юганова Т. И. – Новосибирск : ГПНТБ СО РАН, 2011. – 249 с.
5. Серова В. А. , Коган В. И., Способы очистки сточных вод и технологических растворов от мышьяка. - М.: Цветинформация, 1977 г., 32 с.
6. Пахолков В. С., Марков В.Ф. Гранулированная гидроокись железа, ее физико-химические свойства и применение для очистки термальных и природных вод от мышьяка // Химия и технология неорганических сорбентов: Межвуз. сб. науч. тр. / Перм. политехн. ин-т, Пермь, 1980, С. 26-33.
7. Martemyanov D. V., Korotkova E. I., Muhortov D. N. FiBrA installations with nanosorption FilLis cleaning materials for purification of aquatic environments from the chemical and microbiological contamination // Химия и химическая технология в XXI веке: Труды XIII Всероссийской научно-практической конференции имени профессора Л. П. Кулёва студентов и молодых учёных с международным участием - Томск, 14-17 мая 2012. - Томск: ТПУ, 2012.
8. Мосолков А. Ю., Мартемьянов Д. В., Рыков А. В. Определение сорбционных характеристик установки, для очистки воды в походных и дачных условиях, при извлечении ионов тяжёлых металлов и микробиологических загрязнений из водных сред // Химия и химическая технология в XXI веке: Труды XIII Всероссийской научно-практической конференции имени профессора Л. П. Кулёва студентов и молодых учёных с международным участием - Томск, 14-17 мая 2013. - Томск: ТПУ, 2013. - С. 275-276.
9. 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 // Современная техника и технологии: Труды XIX Международной научно-практической конференции студентов и молодых учёных - Томск, 15-19 апреля 2013. - Томск: ТПУ, 2013. – с. 104-105.
10. 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.
11. Скачков В. Б., Ластенко Н. С., Иванов Ю. А., Хустенко Л. А., Назаров Б. Ф., Заичко А. В., Иванова Е. Е., Носова Г. Н., Толмачёва Т. П. Измерение массовой концентрации химических веществ методом инверсионной вольтамперометрии: Сборник методических указаний. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2003. – С. 271.

Радиоактивные элементы в организме человека

Ле Ван Туан

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Сегодня атомная энергетика распространена в развитых странах и растет в развивающихся странах. Ожидается, что к 2050 году доля атомной энергетики достигает 19% от общего мирового