

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ СОРБЕНТОВ В УСТАНОВКЕ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ

В. В. Зарубин¹, Д.Н. Мухортов², Д.В. Мартемьянов²Научный руководитель старший научный сотрудник С. П. Журавков²¹ Лицей при Национальном исследовательском Томском политехническом университете, г. Томск, Россия² Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Ни для кого не секрет, что очистка воды в полевых и походных условиях имеет очень большое значение [4]. Сегодня существуют различные водоочистные походные фильтры, с той, или иной степенью очистки воды от различных видов загрязнений [1, 3]. Но далеко не все существующие водоочистные походные установки способны эффективно очищать воду, как от химических, так и от микробиологических загрязнений. Поэтому актуальной является задача создания походных фильтров, способных эффективно очищать воду от различных видов загрязнений.

В существующих походных фильтрах используются различные методы очистки воды, такие как: мембранная очистка, ионный обмен, сорбция. В данной работе будет рассмотрено использование сочетания сорбционных и ионообменных методов в исследуемой фильтровальной установке. Для снижения себестоимости исследуемого фильтра, в нём применялось сочетание дешёвых минеральных сорбентов (цеолит, гематит) и синтетических сорбционных и ионообменных материалов [2].

Целью данной работы является исследование сорбционных свойств разработанного походного фильтра, при извлечении из модельного раствора ионов Fe^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} и солей жёсткости, а также микробиологических загрязнений. Исследуемая походная водоочистная установка представляет собой три последовательно соединённых фильтровальных модуля Crystals, объёмом 150 см³ каждый, в который помещены фильтровальные материалы. В модуле А помещены природный цеолит Холинского месторождения и природный минерал гематит, в равных пропорциях по объёму. Модуль Б заполнен катионитом КУ-2-8 и природным минералом гётитом, модифицированным наночастицами оксигидроксида алюминия (равные пропорции по объёму). В модуле В помещены природный цеолит Холинского месторождения и активированный уголь БАУ А.

На горловину пластиковой бутылки заполненной модельным раствором, накручивают пневматический нагнетатель. Выход пневматического нагнетателя соединяют с входным штуцером системы фильтровальных модулей с помощью силиконового шланга. Закрепляют на выходном штуцере системы фильтровальных модулей силиконовый шланг, другой конец которого опускают в приёмную ёмкость для фильтрата. Создают давление пневматическим нагнетателем и прокачивают раствор через систему фильтровальных модулей.

Проводя измерения на анализаторе «СОРБОМЕТР М», оценивали площадь удельной поверхности и значения удельного объема пор исследуемых образцов сорбционных материалов, с использованием метода тепловой десорбции азота.

Модельный раствор, содержащий ионы Fe^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} и соли жёсткости, готовили на водопроводной воде, с использованием государственного стандартного образца раствора ионов меди и цинка, а также железа (2) сернокислого 7-водного. Раствор, содержащий микробиологические загрязнения, готовился на водопроводной воде обсеменённой культурой Escherichia Coli (кишечная палочка), с концентрацией $1,8 \cdot 10^7$ КОЕ/см³.

В табл. 1 приведены фракционный состав используемых фильтровальных материалов, их удельная поверхность и удельный объём пор.

Таблица 1

Фракционный состав, удельная поверхность и удельный объём пор применяемых сорбентов

Образец	Размер фракции, мм	Удельная поверхность, м ² / г	Удельный объём пор, см ³ / г
Цеолит Холинский	0,1 – 0,5	22,3	0,01
Гематит	0,1 – 0,5	12,4	0,005
Катионит КУ-2-8	0,315 – 1,25	-	-
Уголь БАУ А	1 – 3,5	731,4	0,35
Модифицированный гётит	0,1 – 0,5	27,8	0,009

Наибольшая удельная поверхность и удельный объём пор у активированного угля, а наименьшие показатели у гематита. У катионита КУ-2-8 значения не определяли, в силу содержания в нём большого количества влаги (если влагу убрать, то значения могут сильно измениться).

В табл. 2 показана эффективность извлечения микробиологических загрязнений из модельного раствора в динамических условиях. Раствор пропускался в количестве 50 дм³.

**СЕКЦИЯ 13. КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА
МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ.**

**ПОДСЕКЦИЯ 1. ПЕРЕРАБОТКА МИНЕРАЛЬНОГО И ТЕХНОГЕННОГО
СЫРЬЯ.**

263

Таблица 2

Очистка модельного раствора от культуры *Escherichia Coli*

Пропущенный объем, дм ³	Исходная концентрация микроорганизмов, КОЕ/см ³	Концентрация микроорганизмов после фильтрации, КОЕ/см ³	Эффективность материалов, %
1	1,8·10 ⁷	0	100
10		0	100
20		0	100
30		0	100
40		20	99,9998
50		3,1·10 ²	99,9982

Из табл. 2 видно, что при пропускании 30 дм³ раствора установка показывает полную очистку воды от микробиологических загрязнений. На 40 дм³ наблюдается незначительный проскок микроорганизмов в фильтрат, при ПДК 50 КОЕ/см³.

В табл. 3 представлены сорбционные характеристики исследуемой водоочистной установки при пропускании через неё модельного раствора содержащего ионы Fe²⁺, Cu²⁺, Zn²⁺ и соли жёсткости с заданными концентрациями. Модельный раствор готовился на водопроводной воде и пропусклся в количестве 50 дм³, со скоростью 3 дм³/ч.

Таблица 3

Определение сорбционных характеристик установки при извлечении из воды химических загрязнений

Пропущенный объем, дм ³	Определяе- мый компонент	Исходная концентрация, мг / дм ³ ; ммоль·экв / дм ³	Конечная концентрация, мг / дм ³ ; ммоль·экв / дм ³	Эффективность очистки установки, %
1	Fe ²⁺	0,565	1,27	0
	Cu ²⁺	0,37	0,0005	99,86
	Zn ²⁺	0,295	0,0005	99,83
	Жёсткость	6,4	0,73	88,6
10	Fe ²⁺	0,565	0,513	9,21
	Cu ²⁺	0,37	0,00071	99,8
	Zn ²⁺	0,295	0,0009	99,69
	Жёсткость	6,4	2,7	57,82
20	Fe ²⁺	0,565	0,35	38,06
	Cu ²⁺	0,37	0,0014	99,62
	Zn ²⁺	0,295	0,0027	99,08
	Жёсткость	6,4	3,4	46,87
30	Fe ²⁺	0,565	0,27	52,22
	Cu ²⁺	0,37	0,0017	99,54
	Zn ²⁺	0,295	0,0034	98,85
	Жёсткость	6,4	5,1	20,32
40	Fe ²⁺	0,565	0,22	61,07
	Cu ²⁺	0,37	0,002	99,46
	Zn ²⁺	0,295	0,0091	96,92
	Жёсткость	6,4	5,7	10,94
50	Fe ²⁺	0,565	0,23	59,3
	Cu ²⁺	0,37	0,0028	99,24
	Zn ²⁺	0,295	0,028	90,51
	Жёсткость	6,4	6,2	3,13

Из табл. 3 видно, что на первом и десятом литре в фильтрате обнаруживается железо выше пределов ПДК (ПДК – 0,3 мг / дм³), это можно объяснить тем, что идёт вымывание его из минералов гематит и гётит. Далее вымывание железа из фильтровальной установки прекращается, и фильтр показывает хорошую очистку. На основе этих данных можно сделать вывод о необходимости предварительной промывки фильтра перед

использованием. Установка показала очень хорошую очистку воды от ионов Cu^{2+} и Zn^{2+} . По солям жёсткости показана хорошая очистка с постоянным снижением до 3 % на 50 дм^3 .

По результатам проведённой работы удалось определить удельную поверхность и удельный объём пор у применяемых сорбционных материалов в водоочистной установке. Проведены испытания исследуемого фильтра по извлечению культуры *Escherichia Coli* из модельного раствора, где на основании полученных данных сделан вывод о возможности эффективного использования водоочистной установки для микробиологической очистки воды. Получены положительные результаты по извлечению ионов Fe^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} и солей жёсткости из модельного раствора. В рамках данных исследований удалось сделать вывод о возможности эффективного использования разработанной водоочистной установки от ряда химических и микробиологических загрязнений.

Литература

1. 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, 2012. – С. 275 – 276.
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. – Москва, 2013. – № 8 (Ч. 3). – С. 666 – 670.
3. 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, 2013. – С. 212 – 214.
4. Очистка природных вод / Под ред. В. А. Клячков. – М.: Стройиздат. 1971. – 579 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ХАЛЬКОПИРИТА ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ ХРОМА

В.В. Зарубин¹, А.В. Рыков², Д.В. Мартемьянов²

Научный руководитель старший научный сотрудник С. П. Журавков²

¹ Лицей при Национальном исследовательском Томском политехническом университете, г. Томск, Россия

² Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Присутствие в воде тяжёлых металлов представляет серьёзную опасность для человека [2]. Одним из самых вредных тяжёлых металлов является хром. Хром – токсичный элемент периодической системы, он может вызывать дерматиты, быть причиной онкологических и некоторых других заболеваний. В воде встречаются трехвалентные катионы хрома в составе его сульфатов, хлоридов и нитратов или шестивалентный хром в виде анионов гидрохромата (HCrO_4^-) и хромата (CrO_4^{2-}). Соединения хрома встречаются в сточных водах многих промышленных предприятий, производящих хромовые соли, ацетилен, дубильные вещества, анилин, линолеум, бумагу, краски, пестициды, пластмассы и др.

Хром в организме человека задействован во многих сферах и играет очень важную роль, однако основная его задача заключается в поддержке нормального баланса сахара в сыворотке крови. Это происходит за счет усиления процесса обмена углеводов путем облегчения транспортировки глюкозы внутрь клетки. Данное явление носит название глюколотерантный фактор. Минерал раздражает рецепторы клетки по отношению к инсулину, который легче вступает с ней во взаимодействие, при этом уменьшается его потребность для организма. Поэтому микроэлемент так жизненно важен для диабетиков, особенно со II типом болезни (инсулин-независимым), так как их способность пополнять запасы хрома с пищей очень мала. Даже, если человек не болен диабетом, но у него присутствуют проблемы с обменом веществ, то он автоматически попадает в категорию риска и его состояние расценивается как диабетоподобное. В основном переизбыток хрома в органах и тканях происходит из-за отравления на предприятиях, в технологический процесс которых входит наличие хрома и его пыли. Люди, которые работают на вредных производствах и контактируют с этим элементом, болеют раком дыхательных путей в десятки раз чаще, так как хром воздействует на хромосомы и соответственно на структуру клеток. Соединения хрома также присутствуют в шлаках и медной пыли, что приводит к астматическим болезням.

Существуют различные методы очистки воды от соединений хрома, такие как: электрокоагуляция, химическая нейтрализация, сорбция, ионный обмен [7, 8]. В рамках данной работы более подробно остановимся на сорбционном методе очистки водных сред от хрома.

В настоящее время применяются различные сорбционные материалы для очистки воды от соединений тяжёлых металлов, в том числе хрома [1, 9]. Среди них, в силу своей низкой себестоимости находят широкое распространение природные минеральные сорбенты [3-6].

Целью данной работы является исследование сорбционных свойств минерала халькопирита, при извлечении ионов Cr^{6+} из модельного раствора.