

Всероссийский конкурс учебно-исследовательских работ старшеклассников по
политехническим, естественным, математическим дисциплинам для учащихся 9-11
классов

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
Лицей № 1 г. Перми

Направление: Химия

Учебно-исследовательская работа:
**Активированный уголь и способы очистки воды от органических
соединений**

Выполнил:

ученица 202 класса

Блинова Елизавета Андреевна

Научный руководитель:

преподаватель химии, доцент

Бахирева Ольга Ивановна

Пермь 2018

Содержание

Аннотация.....	3
Введение.....	4
1. Литературный обзор	
1.1.Необходимость очистки воды от органики.....	5
1.2.Способы очистки.....	5
1.3.Структура очистителей.....	7
1.4.Разнообразие фильтров.....	9
1.5.Адсорбция соединений.....	10
1.5.Предельно допустимые коэффициенты органических соединений.....	11
1.6. Задачи исследования.....	13
2. Методика проведения эксперимента.....	14
3. Экспериментальная часть	15
3.1.Практический эксперимент о пользе активированного угля.....	15
3.2. Очистка воды в статике от метиленовой голубой.....	16
3.3.Очистка воды в динамике от метиленовой голубой в ионообменнике.....	17
Заключение.....	18
Список литературы.....	19
Приложения.....	20

Abstract

This research is devoted to the problem of water pollution. The main subject of it is the adsorption properties of the activated carbon and the ways to use this property in cleaning.

The aim of the research is:

- To study the problem of appearance of organic substances in water and the ways of deleting them from the water.
- To analyze the cost of the specific way of the water pollution with activated carbon from the organic substances
- To analyze different range of filters on the market.
- To make a chemical experiment.

To achieve the aim it was necessary to accomplish the following:

- to study different methods of water filtration;
- to make up an experiment showing optimally clean and harmless water;
- to apply the theory to practice.

During the research an experiment was conducted on the benefits of activated carbon and it was found out how theoretical carbon acts in the stomach of a man with food poisoning.

It has become obvious that the method of the ion exchange column more suitable is to use. It should be noted that this method is optimal in the production, but the best cleaner was the reverse osmosis filter.

In conclusion it should be noted that the aim set at the beginning of the study were fulfilled, namely, it was clarified how the organic compounds enter the water, which organic compounds are, what harm they cause and what the method of cleaning water is.

Введение

Вода необходима для жизни. Она участвует во всех процессах, происходящих в живой клетке. Внутриклеточная жидкость в организме обновляется каждые шесть месяцев. Поэтому здоровье человека во многом зависит от качества воды. Некачественная вода может основательно испортить нашу жизнь. Каких только вредных для здоровья примесей нет в водопроводной воде: фенол, формальдегид, соли тяжёлых металлов, нефтепродукты, хлорсодержащие соединения и др [3].

Активный уголь имеет огромное количество пор и поэтому обладает очень большой поверхностью, вследствие чего обладает высокой адсорбцией (1 г активного угля, в зависимости от технологии изготовления имеет поверхность от 400 до 1500 м²) В порах активного угля существует межмолекулярное притяжение, которое приводит к возникновению адсорбционных сил. Эти силы вызывают реакцию, подобную реакции осаждения, при которой адсорбируемые вещества могут быть удалены из водных или газовых потоков. Молекулы удаляемых загрязнителей удерживаются на поверхности активированного угля межмолекулярными силами Ван-дер-Ваальса. Таким образом, активированные угли удаляют загрязнители из очищаемых веществ. Химические реакции также могут возникать между адсорбируемыми веществами и поверхностью активированного угля. Эти процессы называются химической адсорбцией или хемосорбцией, однако в основном процесс физической адсорбции происходит при взаимодействии активированного угля и адсорбируемого вещества. Физическая адсорбция обратима, то есть адсорбируемые вещества могут быть отделены от поверхности и возвращены в их первоначальное состояние при определенных условиях. Хемосорбция не обратима [10].

Необходимость очистки воды от органики

В промышленности и в быту обязательно требуется очистка воды от органических примесей, ведь после использования воды ее свойства некоторым образом изменяются, а иногда она и вовсе становится непригодной к дальнейшему использованию. Такая вода считается сточной и ее следует очищать от органических и минеральных (карбонаты, сульфаты, фосфаты, хлориды, соли аммония) веществ.

Органические вещества, содержащиеся в воде, в аналитических исследованиях определяются показателями "Окисляемость Перманганатная", "Химическое потребление кислорода" и "Биохимическое потребление кислорода". Бывают природного и техногенного происхождения. Природные органические соединения – это гуминовые и фульвокислоты, а также их производные, в том числе их комплексы с железом.

К техногенным относят загрязнения воды, образующиеся в результате человеческой деятельности. В их число входят, например, соединения, образующиеся в результате обработки воды активным хлором; наиболее токсичные и канцерогенные из них - диоксины (полихлорпроизводные дибензодиоксина) [1].

Способы очистки

Существует два известных способа удаления органических загрязнений из воды – разрушение (окисление) до CO_2 и H_2O и извлечение.

Один из способов это разрушение, осуществляющиеся с помощью сильных окислителей, таких как хлор, озон, атомарный кислород, а также молекулярного кислорода и жесткого ультрафиолета.

Второй способ удаления органики из воды (извлечение) реализуется с помощью сорбции, коагуляции и мембранных методов. Во многих системах водоочистки и водоподготовки для удаления из воды органических соединений, а также для улучшения ее цвета и запаха используют активированный уголь. Он не только устраняет неприятный запах и цвет, но и улучшает основные показатели питьевой воды. Системы водоочистки, работа которых основана на активированном угле, в основном предназначаются для очистки воды от остатков содержащегося в ней хлора и производных от него соединений, поскольку именно они придают воде неприятный запах и привкус. Активированный уголь обладает высокой адсорбционной способностью, благодаря чему поглощает остатки хлора, растворенные газы и другие органические вещества. Своей внешней твердой поверхностью они защищают воду от попадания молекул запаха и грязи. Для получения активированного угля используется кокосовая скорлупа. [2]

Как сорбент-органопоглотитель применяются слабоосновные аниониты гелевого типа с акриловой матрицей или с пористой структурой. Если используется прочный гранулированный активный уголь (207С, например),

допускающий частые взрыхления, то возможно совмещение удаления органических веществ и механической фильтрации воды. Так как емкость угля при этом снижается в результате забивания его пор частицами взвесей, необходима предварительная очистка воды на загрузках, предназначенных только для механической фильтрации. Поскольку срок функционирования угля в большинстве случаев ограничен 1-1,5 годами, присутствие в системе фильтров, загруженных им, являются весомой статьёй эксплуатационных затрат. Поэтому следует ограничить уголь от выполнения не свойственных ему функций или функций, которые могут выполняться прочими загрузками, не имеющие сорбционных свойств или не являющихся углеродистыми сорбентами. В практике уголь используется лишь как деструктор активного хлора и сорбент для поглощения хлорорганических соединений после предварительного хлорирования и осветления воды. [1]

Существует три основных технологии использования активных углей при водоподготовке.

- Углевание — смешение воды с порошкообразным активным углем.
- Фильтрация воды через угольный фильтр[4]
- Конверсия песчаных фильтров (полная или частичная замена песка в фильтрах на гранулированный активный уголь)

Технология углевания:

Очищение воды таким способом происходит при использовании древесного угля в порошкообразном состоянии. Сухая смесь применяется в качестве суспензии, которая добавляется в воду, нуждающуюся в процедуре очищения. Удаляются элементы угля с помощью гравия или многослойных фильтров.

Фильтрация воды через угольный фильтр (настольные, кувшинные, автоматические и картриджные):

Автоматические угольные фильтры работают на кокосовом сырье, которое не требует дополнительной засыпки в процессе работы. Восстановление фильтрующей массы происходит обратным течем воды. Корпус системы сделан из пищевого пластика. Внутри расположен сорбент. Вода проходит через угольный слой, который вбирает вредные примеси и улучшает органолептические свойства воды. После вода может идти на бытовые нужды или на дальнейшую очистку. Если качество воды снизилось, то фильтр автоматически восстанавливается с помощью проточной воды.[5]

Характеристики углеродных адсорбентов

Марка АУ	Сырье	Структурные характеристики		
		СБЭТ, м ² /г	V _{микро} , м ³ /г	V _{мезо} , м ³ /г
Гранулированные				
ПФС	Фенолформальдегидная смола	1037	0,42	0,08
СКД-515	Смесь каменных углей	791	0,36	0,20
АГ-ОВ-1	Смесь каменных углей	682	0,22	0,24
АГ-3	Смесь каменных углей	540	0,27	0,06
АГ-5	Смесь каменных углей	925	0,46	0,14
Дробленые				
КАУ	Абрикосовые косточки	823	0,35	0,10
КсАУ	Кокосовая скорлупа	1512	0,62	0,11
БАУ	Древесина березы	750	0,23	0,08
КАД - йодный	Каменный уголь марки Д	657	0,29	0,09
АБГ	Бурый уголь	419	0,02	0,24

Не всякая поверхность твердого тела обладает каталитической активностью. На поверхности одних веществ может происходить лишь физическая адсорбция, а других — хемосорбция с более прочной химической связью. Так, на поверхности активированного угля водород и азот могут адсорбироваться лишь физически, а кислород и при высоких температурах водяной пар подвергаются химической адсорбции и при их десорбции выделяются не O₂ и H₂O, а продукты их хемосорбции в виде CO, CO₂ и H₂. Это свидетельствует о том, что тип и прочность промежуточной (то есть поверхностной) химической связи обуславливается химическим строением твердого тела, а также сродством последнего по отношению к молекулам реактивов [11].

Структура очистителей

Промышленный фильтр с загрузкой из активированного угля (кокосового ореха) состоит из пластикового корпуса (материал должен быть способен противостоять коррозии и быть пищевого класса). В этом корпусе находятся распределительная система труб, слой загрузки, который лежит на поддерживающем слое из кварцевого щебня или гравия и дренажная система. Вода проходит фильтр сверху вниз. Для очистки воды углем важно, чтобы:

- Промывка загрузки осуществляется вовремя;

- Поддерживается необходимая скорость фильтрации жидкости;
- Вода распределяется равномерно по загрузке.

Поэтому современные промышленные фильтры оснащены управляющим блоком. В нем задаются параметры работы: режим фильтрации и промывки, период регенерации и взрыхления. Такие фильтры применяются в нефтяной промышленности, а также для обезжелезивания и умягчения [7].

Вода с положительным ОВП(окислительно-восстановительный потенциал) окисляет клетки и ткани, со временем разрушая их. И напротив, если питьевая вода имеет отрицательный ОВП, то она обладает мощными защитными свойствами. Вода, очищенная с помощью любых фильтров и сорбционных устройств, обладает положительным ОВП. Вода же, полученная с помощью аппарата «Русская вода», имеет отрицательный потенциал: от -300 до -400 мВ на первые сутки и от -100 до -130 мВ на вторые сутки после очистки. Это значит, что она защищает организм от разрушительного действия окислителей. Значение рН воды всегда нейтральное, что соответствует оптимальной для человеческого организма среде, в которой активируются самовосстановительные процессы. Это прекрасные показатели [3].

В наше время для очистки воды от хлора, органических и хлорорганических загрязнений в отечественных фильтрах используются различные виды активированного угля. Наиболее эффективным считается так называемый кокосовый активированный уголь (вырабатывается из скорлупы кокосовых орехов). Для очистки от "российских" металлов применяются специальные ионообменные гранулированные смолы или волокна. "Живут" отечественные фильтры тоже намного дольше импортных, потому что их изготавливают из более качественных материалов. К примеру, пластмассовые детали фильтров "Барьер" производятся на предприятиях Ракетно-космической корпорации "Энергия", что гарантирует долговечность и фильтрам, и опосредованно, и их владельцам [8].

Фильтры для очистки воды от водорослей сегодня на рынке представлены в большом количестве. В качестве наполнителя фильтров используется активированный уголь, который прекрасно справляется с очисткой от водорослей, с осветлением, удалением органических примесей и остатков хлора. Из воды также удаляются механические примеси, органические и глинистые взвеси, водоросли и т.п [6].

Существует несколько видов фильтров разных форм и способов очистки:

Фильтр-кувшин. Самый простой, но не очень производительный способ сделать воду из-под крана питьевой — пропустить ее через фильтрующий кувшин. Очищение происходит в сменном картридже, через которые проходит вода. В хорошем картридже содержатся следующие фильтрующие вещества:

- полипропиленовые волокна для осаждения остатков механических примесей;
- активированный уголь с добавками для удаления микроорганизмов, соединений хлора;
- ионообменная смола для выведения солей марганца и кальция, радионуклидов, соединений железа, тяжелых металлов;
- пористый активированный уголь для осветления воды, осаждения органики.

Фильтрующая насадка на кран. Очень компактный фильтр для проточной водопроводной воды, который надевается на кран. Скорость очищения — от 200 мл/мин до 6 л/мин. Степень очистки зависит от состава фильтрующей части, но обычно мало чем отличается от фильтров-кувшинов. По способу работы есть два типа фильтров на кран — одни надеваются непосредственно перед его применением, другие имеют возможность переключения в режим «без очищения». В хорошей насадке содержатся следующие фильтрующие вещества:

- органические вещества, пестициды, тяжелые металлы, хлор и радиоактивные элементы
- от активного хлора, свинца, кадмия, фенолов, бензолов, пестицидов
- канцерогенные и органические соединения, хлор, железо, тяжёлые металлы, нитраты, пестициды и микроорганизмы

Картриджные. В картриджных фильтрах качество очистки зависит от количества ступеней очистки — отдельных фильтрующих элементов, которые «отлавливают» определенный вид загрязнений. Есть системы одноступенчатые, есть двух, трех и даже четырех ступенчатые фильтры.

Обратного осмоса. Самая передовая на сегодня технология очистки воды — обратный осмос. Тут используются многослойные мембраны, которые пропускают только молекулы воды и кислорода, не пропуская даже самые мелкие загрязнения. Вода получается практически без содержания солей, что тоже не хорошо. Именно в этом и состоит недостаток систем обратного осмоса. Чтобы его нейтрализовать в установки дооборудуются минерализаторами, которые добавляют необходимые минералы [13].

Адсорбция азот- кислород- и хлорсодержащих соединения из водных растворов активными углями

Бытовая вода содержит в себе смеси хлороформа, фенола, п-хлорфенола, диоксина, формальдегида, нитробензола, пиридина, анилина и ацетальдегида.

Фенол является одним из наиболее часто встречающихся загрязнителей источников водоснабжения. Его присутствие в поверхностных и подземных водах является следствием вымывания из угольных пластов, а также сброса стоков предприятий горнодобывающей, топливно-энергетической и коксохимической промышленности. Использование соединений хлора при водоподготовке приводит к трансформации фенолов в более токсичные хлорфенолы.

Адсорбция фенола из индивидуальных водных растворов протекает в основном за счет дисперсионного взаимодействия, т.е. компонентом заполняются доступные по размеру микропоры.

Введение электроотрицательного заместителя (например, атома хлора) в структуру молекулы фенола увеличивает извлечение компонента из водного раствора. Так, адсорбция п-хлорфенола выше адсорбции фенола в 1,5–3,5 раза в зависимости от марки активного угля

При обеззараживании воды хлорсодержащими реагентами в процессе водоподготовки при разложении легкоокисляемых органических соединений, присутствующих в водоемах, образуется ряд хлорорганических соединений, среди которых большую долю составляет хлороформ. Исследование равновесия адсорбции хлороформа из индивидуальных водных растворов позволило определить, что адсорбция компонента протекает в микропорах только за счет вандерваальсовых сил.

Другой способ обеззараживания питьевой воды – озонирование – также приводит к образованию токсичных побочных продуктов – формальдегида и ацетальдегида. Изотермы адсорбции формальдегида из водных растворов активными углями имеют классический вид, соответствующий физической адсорбции компонента. Расчеты теплоты адсорбции с использованием уравнения полимолекулярной адсорбции (БЭТ) и характеристической энергии адсорбции по уравнению Дубинина – Радускевича подтверждают предположение об адсорбции этого компонента в доступных микро- и мезопорах. Извлечение формальдегида из водных растворов исследуемыми АУ уменьшается в ряду КсАУ > АГ-ОВ-1 > АГ-3 > СКД-515 > БАУ > АБГ. Обработка АУ раствором HCl на величину адсорбции формальдегида не влияет [12].

Адсорбция азотсодержащих соединений из водных растворов активными углями. Появление в поверхностных водоемах азотсодержащих органических соединений часто является следствием сброса промышленных сточных вод.

Нитробензол присутствует в стоках производств взрывчатых веществ, анилинокрасочной и фармацевтической промышленности. Источником поступления ϵ -капролактама являются стоки его производства. Пиридин присутствует в стоках коксохимических, металлургических, фармацевтических производств. Анилин является одним из компонентов сточных вод предприятий органического синтеза, в частности анилинокрасочного, производства диафена и т.д. Использование адсорбционных методов при очистке промышленных сточных вод от азотсодержащих органических соединений возможно как на стадии доочистки общих стоков, недостаточно очищенных при использовании традиционных методов, например биологического разложения (азотсодержащие соединения плохо поддаются биодеструкции), с целью предотвращения сброса загрязнителей в водоемы, так и для очистки сточных вод конкретных стадий производства [12].

Предельно допустимые концентрации органических соединений

Для бенз(а)пирена доказаны токсичность, канцерогенность, мутагенность, тератогенность, действие на репродуктивную способность рыб. Кроме того, как и другие трудноразложимые вещества, БП способен к биоаккумуляции в пищевых цепях и, соответственно, представляет опасность для человека.

Метанол является сильным ядом, обладающим направленным действием на нервную и сердечно-сосудистую системы, зрительные нервы, сетчатку глаз. Механизм действия метанола связан с его метаболизмом по типу летального синтеза с образованием формальдегида и муравьиной кислоты, далее окисляющихся до CO_2 . Поражение зрения обусловлено снижением синтеза АТФ в сетчатке глаза. ПДКв – 3 мг/дм³

Формальдегид оказывает общетоксическое действие, вызывает поражение ЦНС, легких, печени, почек, органов зрения. Возможно кожно-резорбтивное действие. Формальдегид обладает раздражающим, аллергенным, мутагенным, сенсибилизирующим, канцерогенным действием.

Этиленгликоль очень токсичен. При попадании в желудок действует главным образом на ЦНС и почки, а также вызывает гемолиз эритроцитов (разрушение эритроцитов крови с выделением в окружающую среду гемоглобина). Токсичны и метаболиты этиленгликоля – альдегиды и щавелевая кислота, обуславливающая образование и накопление в почках оксалатов кальция. ПДКв – 1,0 мг/дм³

Кратковременное воздействие на человека высоких уровней диоксинов может привести к патологическим изменениям кожи, таким как хлоракне и очаговое потемнение, а также к изменениям функции печени. Длительное воздействие приводит к поражениям иммунной системы, формирующейся нервной системы, эндокринной системы и репродуктивных функций.

Фенол может способствовать нарушению деятельности нервной и сердечно-сосудистой системы. Кожа может быть раздражена от воздействия фенола на организм. Иногда фенол может стать причиной паралича дыхательного центра, причиной возникновения онкологических заболеваний. ПДК_в для фенола установлено 0,001 мг/дм³ [14]

Табл.2.

Предельно допустимые концентрации некоторых органических соединений

Компонент	Предельно допустимая концентрация, мкг/ дм ³
Ацетон	2200
Дихлорметан	20
1,2 Дихлорэтилен	50
Бензол	1
Толуол	24
Этилбензол	2
о-Ксилол	50
Стирол	20
Фенол	1
Формальдегид	4
Этиленгликоль	1000
Хлороформ	60
Метанол	3000

Задачи исследования

- Получение знаний о том, что такое адсорбционные свойства активированного угля и какие способы есть для применения этих свойств в очистке от органических соединений
- Рассмотрение характеристик углеродных адсорбентов разных марок
- Изучение разных методов фильтрации воды;
- Выявление наиболее рационального фильтра для использования в быту;
- Определение предельных концентраций органических соединений в бытовой воде

Методика очистки воды в динамике в ионообменнике

Ионообменную колонку заполняем поглотителем в определенном количестве, пропускаем исследуемую жидкость со скоростью 1-2 капли в секунду.

На выходе производится отбор проб определенного объема в каждой пробе. Определяется концентрация исследуемого вещества путем сравнения со стандартной шкалой.

Производятся расчеты по данным формулам:

$$A = \frac{(C_{\text{исх}} - C_{\text{пробы}}) \times V_{\text{пробы}}}{1000}$$

$$DOE = \frac{A_1 + A_2 + A_i}{m}$$

Где, А – количество поглощенной метиленовой голубой

С – концентрация раствора

ДОЕ – динамическая обменная емкость

m – количество метиленовой голубой в колонке

Методика очистки воды в статике

В пробирку набираем исследуемую жидкость, затем насыпаем поглотитель. Перемешиваем и оставляем на определенное количество времени. Отбираем пробы, меняя массу поглотителя в пробирках. Определяется концентрация исследуемого вещества путем сравнения со стандартной шкалой. Производятся расчеты по данной формуле:

$$A_i = \frac{(C_{\text{исх}} - C_{\text{пробы}}) \times V_{\text{пробы}}}{1000}$$

Экспериментальная часть

Практический эксперимент о пользе активированного угля

Убедиться в том, что уголь действительно обладает выдающимися адсорбционными свойствами, легко. Для опыта потребуется всего два компонента: раствор йода и активированный уголь. Поместить 4—6 таблеток активированного угля в прозрачный стакан, добавьте несколько капель воды и растолките уголь в порошок. Затем влить в стакан чайную ложку йода, ещё немного воды (1—2 столовые ложки) и интенсивно перемешать. В начале реакции раствор потемнеет, потому что в таблетки угля добавляют крахмал, который, взаимодействуя с йодом, даёт характерный синий цвет. (Крахмал помогает таблеткам сохранять форму, и в то же время их становится легче растолочь.) После этого стакан надо оставить на несколько часов. Рядом, для чистоты эксперимента, можно поставить стакан, в который добавлено всё то же самое, но без угля. Через некоторое время в первом стакане уголь осядет на дно, а раствор станет прозрачным — это значит, что весь йод адсорбировался на угле. Иногда оболочка активированного угля покрыта крахмалом, а взаимодействие с йодом является качественной реакцией, поэтому окрашивание будет синим. Раствор во втором стакане останется окрашенным йодом в коричневато-желтоватый цвет. Примерно так же активированный уголь действует в желудке человека, помогая справиться с пищевым отравлением.[9] См. Приложение 2

Из опыта можно сделать вывод, что через сутки испарения из стакана без активированного угля преувеличивают испарения из стакана с активированным углем, более того стакан без угля практически выжиг лист бумаги.

Очистка воды в статике от метиленовой голубой

Уголь марки БАУ-МФ помещаем в стакан с водой и кипятим для максимального удаления воздуха в порах. В пробирку набираем метиленовой голубой, затем насыпаем уголь. Перемешиваем и оставляем на 10 мин. Отбираем 3 пробы, меняя массу угля в пробирки. При наличии следовых количеств метиленовой голубой наблюдается голубая окраска. См. Приложение 1.1

Табл. 3

Результаты расчетов, проведенных в эксперименте 1.

№ пробы	V пробы, мл	m, г	C исходной, мг/л	C пробы, мг/л	A, мг
1	15	1	1000	4	49,8
2	15	2	1000	2	49,9
3	15	0,5	1000	50	47,5

$$Ai = \frac{(C_{исх} - C_{пробы}) \times V_{пробы}}{1000}$$

Очистка воды в динамике от метиленовой голубой в ионообменнике

Уголь марки БАУ-МФ взвешиваем на аналитических весах массой 7г, помещаем в стакан с водой и кипятим для максимального удаления воздуха в порах, переносим уголь в колонку. Через ионообменную колонку заполненную углем марки БАУ-МФ в количестве 7г пропускаем метиленовую голубую скоростью 1-2 капли в секунду. Отбираем 5 проб по 50 мл раствора в каждой пробе. При наличии следовых количеств метиленовой голубой наблюдается голубая окраска. См. Приложение 1.2

Табл. 4.

Результаты расчетов, проведенных в эксперименте 2

№ пробы	V пробы, мл	C исходной, мг/л	C пробы, мг/л	A, мг	ДОЕ, мг/г
1	50	1000	0	50	28,5571
2	50	1000	0	50	
3	50	1000	0	50	
4	50	1000	0	50	
5	50	1000	2	49,9	

A – количество поглощенной метиленовой голубой

C – концентрация раствора

ДОЕ – динамическая обменная емкость

m – количество метиленовой голубой в колонке

$$Ai = \frac{(C_{исх} - C_{пробы}) \times V_{пробы}}{1000}$$
$$DOE = \frac{A1 + A2 + Ai}{m}$$

Заключение

В ходе практического эксперимента стало известно, что ионообменная колонка метод наиболее приемлем для использования, но следует отметить, что данный метод оптимален на производстве, а в домашних условиях можно очистить воду даже обычными таблетками активированного угля. Для быта наилучшим очистителем стал фильтр обратного осмоса.

Во время исследования был проведен эксперимент о пользе активированного угля и выяснено, как активированный уголь действует в желудке человека при пищевом отравлении.

В заключение следует отметить, что цели, поставленные в начале исследования, были выполнены, а именно было выяснено: каким образом и какие органические соединения попадают в воду, какой вред организму наносят исследуемые соединения и каким способом можно очистить воду от загрязнителей.

Список литературы

- 1) <http://water2you.ru/articles/tekhnologii-ochistki-vody/udalenie-organicheskikh-zagryazneniy-iz-vody/>
- 2) <http://www.bwt.ru/useful-info/1253/>
- 3) ж. Наука и Жизнь, Новая технология очистки воды, Кандидат медицинских наук В. Барабанов, кандидат технических наук А. Горшков. №3, 2008
- 4) <http://www.sorbent.su/production/abscarbons/usetable.php>
- 5) <http://vse-o-vode.ru/filter/ugolnye-filtry-dlya-ochistki-vody/>
- 6) <http://www.bwt.ru/useful-info/1611/>
- 7) <http://ochistivodu.ru/tekhnologii-ochistki/ochistka-vody-uglem>
- 8) ж. Наука и Жизнь, Хороший фильтр –отечественный, В.Коростелев №3, 2001
- 9) ж. Наука и жизнь, Почему активированный уголь лечит? Елена Субботина, Максим Бороноев №8, 2013
- 10) <http://chemsystem.ru/catalog/386>
- 11) С.А. Ахметов Физико-химическая технология глубокой переработки нефти и газа, издательство УГНТУ, 1997, 304 стр.
- 12) Использование активных углей в процессах водоподготовки и водоотведения. Краснова Т.А ж.Техника и технология пищевых производств 2012
- 13) <http://stroychik.ru/vodosnabzhenie/filtry-dlya-ochistki-vody>
- 14) Логинова Е.В., Лопух П.С. Гидроэкология: курс лекций. – Минск: БГУ, 2011. – 300 с.

Приложения

Приложение 1.1



Приложение 1.2



Приложение 2

