**Всероссийский конкурс ЮИОС**

**“Открытие 2030”**

**Секция «Человек и его здоровье»**

**Изучение свойств адсорбционных материалов, применяемых для очистки воды в домашних условиях**

Выполнил: Земнухов А.Д.

 учащийся 10 класса МБОУ «Гимназии №71 («Радуга»)

Научный руководитель:

Голенда М.В.. учитель химии

МБОУ «Гимназия №71 («Радуга»)

Салищева О.В. к.х.н,

доцент кафедры общей

 неорганической химии

КемГУ

г. Кемерово, 2020 год

|  |  |
| --- | --- |
| Введение | 3 |
| Основная часть | 4-10 |
| Экспериментальная часть | 11-14 |
| Выводы и рекомендации | 16-17 |
| Список литературы  | 18 |

 **Содержание**

**Введение**

Мы проживаем в промышленном регионе. У нас остро стоит проблема очистки питьевой воды от органических соединений и ионов тяжёлых металлов в связи с их пагубным влиянием на здоровье человека.

**Цель исследования:** Изучение свойств адсорбционных материалов, подбор адсорбентов для улучшения качества питьевой воды, составление рекомендаций по выбору фильтрующих материалов.

**Задачи исследования:**

1. Изучить литературу о видах, свойствах и применении различных адсорбентов, используемых для очистки воды.
2. Изучить виды фильтрующих устройств, используемых для фильтрации воды в домашних условиях.
3. Исследовать зависимость величины адсорбции от времени контакта растворов с адсорбентом.
4. Исследовать адсорбцию ионов железа Fe³⁺разными адсорбентами.
5. Сравнить адсорбционную способность различных материалов, используемых для очистки воды.
6. Дать рекомендации по использованию фильтров для очистки воды в домашних условиях.

**Основная часть**

Качество питьевой воды, подаваемой системами водоснабжения, должно соответствовать требованиям данных Санитарных правил. Питьевая вода должна быть безопасна по эпидемическим и радиационным показателям, безопасна по химическому составу и иметь требуемые органолептические свойства. В обязательном порядке контролируются: микробиологические, паразитологические, органолептические, радиологические показатели воды, содержание химических неорганических и органических веществ. Вот некоторые из них:

* Запах и привкус при температуре 20°С и при нагревании до 60°С - не более 2 баллов.
* Цветность по шкале - не более 20.
* Мутность по шкале - должна быть не более 1,5 мг/л.
* Общая жесткость воды - должна быть не более 7 моль/л.
* Содержание (не более): свинца- 0,03 мг/л, мышьяка- 0,05 мг/л, фтора- 1,5 мг/л, меди- 1 мг/л, цинка- 5 мг/л.
* Общее микробное число - число образующих колонии бактерий в 1 см3 - не более 50.
* рН воды от 6 до 9.
* и др.[2]

Одними из наиболее вредных для биосферы Земли загрязнений, имеющих самые разнообразные вредные последствия, как для здоровья людей, так и для жизнедеятельности живых организмов, являются загрязнения тяжелым и металлами. По своей природе многие тяжелые металлы являются катализаторами химических реакций.Тяжелые металлы воздействуют на организм следующим образом. Их вред начинается на клеточном уровне. Любая клетка организма содержит целый набор веществ, которые мирно сосуществуют и вступают только в нужные физиологии реакции. Когда в такой стройный порядок вещей вмешивается тяжелый металл, этого достаточно, чтобы нарушить гомеостаз этой клетки, впоследствии могут вызывать у человека патологические явления, такие как:

− ослабление иммунной системы;

− аллергические реакции;

− болезни ЛОР-органов, легких, сердечно-сосудистой системы;

− онкозаболевания.

Среди опасных для здоровья веществ тяжелые металлы и их соединения занимают особое место, так как являются постоянными спутниками в жизни человека.[3]

Характерными загрязняющими веществами рек Кузбасса являются нефтепродукты, фенолы, соединения азота, железа, цинка, марганца, меди, взвешенные вещества. [5]

**Адсорбция**–процесс поглощения газов, паров, веществ из раствора.

Адсорбцией называется самопроизвольное изменение концентрации вещества в поверхностном слое, по сравнению с его концентрацией в объеме фазы.

Адсорбция происходит на границе раздела фаз, принято более плотную фазу (фазу, определяющую форму поверхности) называть **адсорбентом**. Адсорбент может быть твердым и жидким.

**Десорбцией** называется обратный процесс перехода вещества из поверхностного слоя в объем фазы.[3]

**Активированный уголь** — это адсорбент - вещество с высоко развитой пористой структурой, которое получают из различных углеродсодержащих материалов органического происхождения, таких как древесный уголь, каменноугольный кокс, нефтяной кокс, скорлупа кокоса, грецкого ореха, косточки абрикоса, маслины и других плодовых культур.

Для производства активированного угля используют печи различного типа и конструкции.

Основные свойства активных углей и прежде всего пористая структура определяются видом исходного углеродсодержащего сырья и способом его переработки. Сначала углеродсодержащее сырье измельчают до размера частиц 3-5 см, затем подвергают карбонизации - обжигу при высокой температуре в инертной атмосфере без доступа воздуха для удаления летучих веществ. На стадии карбонизации формируется каркас будущего активного угля - первичная пористость и прочность.

 Активированный уголь хорошо адсорбирует органические вещества, например: растворители, красители, нефть и т. д.

**Перлит** -это натуральный материал вулканического происхождения — горная порода. Когда лава выходит на поверхность, участки, где она соприкасается с землей, быстро охлаждаются, образуется обсидиан. Проникающие в обсидиан подземные воды превращают его в перлит.

* В тяжелых почвах перлит препятствует слеживанию
* В легких песчаных почвах перлит поможет влаге задерживаться дольше за счет своей способности впитывать воду и постепенно отдавать ее в окружающую среду.
* У добавки нейтральный показатель pH, а значит с ее помощью можно снизить избыточную кислотность или щелочную реакцию грунта.

**Цеолитами** называют группу водных алюмосиликатов – солеообразных соединений, которые в своём составе имеют кремний и алюминий.

Цеолиты имеют рыхлую, но при этом достаточно прочную структуру, которая и определяет их уникальные свойства как адсорбентов, катализаторов.

Благодаря своим уникальным свойствам цеолиты используют во многих сферах деятельности человека:

1. Для бытового и промышленного очищения воды;
2. Освежитель воздуха..[6]

***Адсорбцию делят на:***

**1. Молекулярную адсорбцию** - адсорбция из растворов неэлектролитов или слабых электролитов. В этом случае растворенное вещество адсорбируется в виде молекул.

Экспериментально адсорбцию растворенных веществ на твердом адсорбенте изучают, измеряя концентрацию раствора до контакта с адсорбентом (С0) и после наступления адсорбционного равновесия (С):

**,** моль/г

где ***а*** – величина адсорбции, показывает количество адсорбированного вещества, приходящееся на 1 г адсорбента;

**С0**и **С** - молярная концентрация растворенного вещества, соответственно до адсорбции и после установления адсорбционного равновесия, моль/дм3;

***m*** - масса адсорбента, г;

***V*** - объем раствора, из которого идет адсорбция, дм3.

Факторы, влияющие на молекулярную адсорбцию

1.Концентрация вещества.

2.Природа растворителя.

3.Природа растворенного вещества.

4.Природа адсорбента.

5.Температура

6.Время адсорбции.

**2. Ионная адсорбция -** это адсорбция из растворов сильных электролитов. В этом случае растворенное вещество адсорбируется в виде ионов.

Чем более полярным является адсорбент, тем лучше он адсорбирует ионы из водных растворов. На активных центрах, несущих положительный заряд, адсорбируются анионы, на отрицательных - катионы.

Факторы, влияющие на ионную адсорбцию

1. Химическая природа адсорбента. Чем более полярным является адсорбент, тем лучше он адсорбирует ионы из водных растворов.

2. Химическая природа ионов. На адсорбцию ионов большое влияние оказывает величина радиуса иона. Чем больше кристаллический радиус иона при одинаковом заряде, тем лучше он адсорбируется, т.к. с увеличением кристаллического радиуса иона возрастает его **поляризуемость**, а следовательно способность притягиваться к полярной поверхности - адсорбироваться на ней.

3. На адсорбцию ионов большое влияние оказывает величина радиуса иона. Чем больше кристаллический радиус иона при одинаковом заряде, тем лучше он адсорбируется.

4. От заряда иона - чем больше заряд, тем сильнее ион притягивается противоположно заряженной поверхностью твердого тела, тем сильнее адсорбция. [4]

***Виды фильтров:***

**Фильтры-кувшины**

Количество воды, очищенное фильтром варьируется от 150 до 400

литров.

Преимущества фильтра-кувшина:

* Компактность;
* Уровень фильтрации. Для своих размеров они прекрасно справляются с задачей;
* Невысокая стоимость.

**Фрагменты картриджа, способные очищать воду**

* Хлорка удаляется благодаря слою активированного угляc небольшим количеством волокна. Активированный уголь дезинфицирует жидкость от бактерий, улучшает органолептические (запах и вкус) свойства воды.
* Прослойка ионообменной смолы позволяет выводить лишние минералы из воды, делая ее мягкой, при этом сохраняя необходимый уровень важных микроэлементов.

**Фильтры предварительной очистки**

Такие фильтры необходимы для нормального функционирования стиральной и посудомоечной машин, сантехники, водонагревателей.

Они состоят из:металлической сетки, фильтрующей крупицы диаметром 30-50 микрон.

Основные задачи фильтра предварительной очистки:

* Освобождает воду от крупных грубых частиц, не способных растворяться;
* Накапливает на сетке мусор и загрязнения, которые время от времени можно удалять, промывая ее;
* Предохраняет бытовую технику от повреждений путем очистки используемой ею воды.

**Магистральные фильтры**

Это фильтры, которые устанавливаются прямо в водопроводной трубе.

**Виды:**

* Одноступенчатые чистят воду от песка, мелкого мусора осадочного типа и ржавчины;
* Двухступенчатые в дополнение к свойствам одноступенчатых фильтров также удаляют хлор, неприятный запах и органические примеси;
* Трехступенчатые модели способны также смягчать воду, удаляя из нее лишнее железо.

**Многоступенчатая система очистки состоит из:**

* **Предварительная очистка** (из воды удаляется хлор, грубые примеси, которые могут в дальнейшем повредить мембрану для более тонкой очистки, предочистка производится в трех колбах).
* **Мембранная фильтрация** (представляет собой очистку сквозь материал из синтетического волокна)
* Автоматическое накопление воды в баке по мере её накопления (емкостью 4-12 литров)
* **Поступление.**Специальный кран, предусмотренный системой, устанавливаемый в мойку.

**Преимуществамногоступенчатой системы очистки:**

* Они не вызывают сложностей в эксплуатации;
* Все элементы системы могут заменять друг друга;
* Экономят пространство за счет эргономичностью установки;
* Длительный ресурс элементов (в проточных фильтрах – шесть месяцев, в системе обратного осмоса – год);
* Экономия стоимости чистой воды. .[5]

**Экспериментальная часть**

**Объекты исследования:**

1. активированный уголь;
2. цеолит;
3. перлит;
4. адсорбционные материалы фильтров «Барьер» и «Аквафор».

**Приборы и оборудование, необходимые для проведения опыта:**

1. аналитические и технические весы;
2. фотометр фотоэлектрический КФК-3-01;
3. конические колбы объёмом 50 см3;
4. прозрачная кювета объёмом 20 см3;
5. пробирки объемом 20 см3;
6. фильтровальная бумага;
7. раствор хлорида железа(III) FeCl₃.

**Порядок выполнения работы**

1. **Определение оптимальной длины волны фотометра для измерения оптической плотности**

В кювету набираем 20 см³ приготовленного заранее раствора хлорида железа(III). Ставим в фотометр и, настраивая длину волны, измеряем результаты оптической плотности. Определяем максимальное значение светопоглощения, и длину волны при нём, которую мы будем использовать при дальнейших расчетах. В нашем случае она составила 365 нм.

1. **Определение зависимость величины адсорбции от времени контакта растворов с адсорбентом**

Готовим 5 исходных растворов: добавляем в 6 колб раствор хлорида железа(III) объём 0,5мл и разбавляем его дистиллированной водой до 50 мл. Измеряем оптическую плотность модельного раствора на фотометре, полученные результаты записываем. В качестве адсорбента берем активированный уголь, добавляем его в каждую колбу по 5 навесок массой 1,77 гр. Оставляем растворы на 5, 10, 15, 20, 30 минут. После необходимого промежутка времени пропускаем их через фильтровальную бумагу. Определяем полученную оптическую плотность каждого раствора. Высчитываем конечную концентрацию по формуле $С=\frac{C₀\* А(после)}{А(до)}$ при, С₀= 0,001гр/см³и адсорбцию по формуле$a=\frac{\left(C^{0}- C\right)\*V}{m}\*M(Fe)$. Полученные результаты представлены на графике.

1. **Изучение адсорбционных способностей различных адсорбционных материалов**

Для каждого из адсорбентов готовим по 3 исходных растворов: добавляем в 3 колбы раствор хлорида железа(III) объём 0,5мл, 1мл, 2мл и разбавляем их дистиллированной водой до 50 мл. Измеряем оптическую плотность модельных растворов на фотометре, полученные результаты записываем. В качестве адсорбентов берем: активированный уголь, перлит, цеолит, адсорбционные материалы, входящие в состав картриджей фильтров «Барьер» и «Аквафор». Нужно отметить, что картридж фильтра «Барьер», был с истекшим сроком службы. В каждую из групп растворов добавляем различные адсорбенты. По истечении 20 минут пропускаем растворы через фильтрационную бумагу. Затем измеряем их оптическую плотность на фотометре, показания записываем. Зная начальную концентрацию растворов рассчитываем конечную концентрацию по формуле$ С=\frac{C₀\* А(после)}{А(до)}$ и адсорбцию по формуле$a=\frac{\left(C^{0}- C\right)\*V}{m}\*M(Fe)$. Полученные результаты были представлены в таблицах.

**Обработка экспериментальных данных**

Цеолит (m=1 гр)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| А (до) | 0,197 | 0,316 | 0,383 |
| А (после) | 0,112 | 0,144 | 0,214 |
| С (до) | 0,001 гр/см3 | 0,002 гр/см3 | 0,003 гр/см3 |
| С (после) | 0,568 ∙ 10⁻³гр/см3 | 0,911 ∙ 10⁻³гр/см3 | 1,676 ∙ 10⁻³гр/см3 |
| а(адсорбция) | 1,9 ∙ 10⁻³гр/гр | 3,1 ∙ 10⁻³ гр/гр | 3,71 ∙ 10⁻³ гр/гр |

Перлит (m=1 гр)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| А (до) | 0,143 | 0,368 | 0,428 |
| А (после) | 0,043 | 0,251 | 0,297 |
| С (до) | 0,001 гр/см3 | 0,002 гр/см3 | 0,003 гр/см3 |
| С (после) | 0,3 ∙ 10⁻³гр/см3 | 1,3 ∙ 10⁻³гр/см3 | 2,1 ∙ 10⁻³гр/см3 |
| а(адсорбция) | 1,2 ∙ 10⁻³гр/гр | 1,92 ∙10⁻³ гр/гр | 2,52 ∙ 10⁻³ гр/гр |

Активированный уголь (m=1,77 гр)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| А (до) | 0,228 | 0,433 | 0,383 |
| А (после) | 0,022 | 0,033 | 0,214 |
| С (до) | 0,001 гр/см3 | 0,002 гр/см3 | 0,003 гр/см3 |
| С (после) | 0,096 ∙ 10⁻³гр/см3 | 0,112 ∙ 10⁻³гр/см3 | 0,152 ∙ 10⁻³гр/см3 |
| а(адсорбция) | 1,4 ∙ 10⁻³гр/гр | 2,9 ∙ 10⁻³ гр/гр | 4,51 ∙ 10⁻³ гр/гр |

Аквафор (m=1,77гр)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| А (до) | 0,113 | 0,204 | 0,378 |
| А (после) | 0,043 | 0,052 | 0,085 |
| С (до) | 0,001 гр/см3 | 0,002 гр/см3 | 0,003 гр/см3 |
| С (после) | 0,381∙ 10⁻³гр/см3 | 0,491 ∙ 10⁻³ гр/см3 | 0,675∙ 10⁻³ гр/см3 |
| а(адсорбция) | 0,98 ∙ 10⁻³гр/гр | 2,3 ∙ 10⁻³ гр/гр | 3,1 ∙ 10⁻³ гр/гр |

Барьер (старый картридж, m=1 гр)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| А (до) | 0,197 | 0,316 | 0,383 |
| А (после) | 0,308 | 0,419 | 0,5133 |
| С (до) | 0,001гр/см3 | 0,002 гр/см3 | 0,003 гр/см3 |
| С (после) | 1,56 ∙ 10⁻³гр/см3 | 2,65 ∙ 10⁻³гр/см3 | 4,01 ∙ 10⁻³гр/см3 |

****

**Заключение**

1. Изучены виды фильтрующих устройств, используемых для очистки воды в домашних условиях;
2. Из литературных источников и полученных экспериментальных данных следует, что для улучшения качества питьевой воды перед её употреблением рекомендуется очищать от различных примесей (в том числе ионов тяжёлых металлов);
3. Определено оптимальное время контакта исследуемых адсорбентов с водой;
4. Спектрофотометрическими методами определена величина адсорбции ионов железа (3+) из водного раствора на адсорбентах: активированном угле, перлите, цеолите, сорбирующем материале картриджей Аквафор и Барьер;
5. В ходе проделанной работы установлено, что различные адсорбенты поглощают ионы железа (3+) по-разному. Сделан вывод, что из исследуемых образцов активированный уголь справляется с поставленной задачей лучше всего;
6. При исследовании фильтрующего материала Барьер с истёкшим сроком службы было выявлено, что вместо процесса адсорбции происходит десорбция ионов железа (3+).Это негативно сказывается на качестве воды.

**Рекомендации**

1.В состав картриджей для очистки воды в домашних условиях должны входить разные сорбирующие материалы;

2.В зависимости от состава воды в регионе проживания необходимо подбирать соответствующие фильтры;

3.Необходимо соблюдать рекомендованные сроки использования картриджей, менять ихвовремя;

4. Контакт адсорбента с очищаемой водой должен быть достаточно длительным. Если это невозможно, то фильтрующий слой должен быть как можно больше.

**Список литературы**

1. Гельфман М.И. Коллоидная химия: Учебник / М.И.Гельфман, О.В.Ковалевич, В.П.Юстратов. - 6-е изд., стер.- СПб.:Лань, 2017 – 336 с. - (Учебники для вузов.Специальная литература).

2. И. Кокарев, Р. Р. Айсин. Определение жесткости воды, прозрачности, щелочности и pH в Ревдинском пруду и родниковой воды.Тезисы к НПК Уральского государственного аграрного университета, 2016 г.

3. https://www.forens-med.ru

4. Практикум по коллоидной химии [текст]: учебное пособие для студ.

технолог.спец. вузов по программам курса «Коллоидная химия» / под. ред.

М.И.Гельфман. - СПб.:Лань, 2005.- 256 с.:ил. - (Учебники для вузов.

Специальная литература).

5. Герасимова Н.Н. Анализ загрязнения поверхностных вод Кемеровской области на примере реки Томи. Текст научной статьи. 2012

6. https://biokit.ru