22 Российская научная конференция "Открытие"

Секция химии

**Изучение процессов очистки воды с помощью ионитов**

выполнила Старшинова Мария Алексеевна,

 10"Ф" класс, лицей №86,

 руководители: Тимрот Сергей Дмитриевич,

 кандидат технических наук, доцент ЯГТУ,

 Волкова Лариса Вячеславовна, учитель биологии лицея №86

Ярославль 2019

Содержание:

Введение ……………………………………………………………….…..3

Литературный обзор……………………………………………………….4

Экспериментальная часть…………………………………………………8

Источники информации…………………………….……………………11

**Введение**

 Вероятно, каждый сталкивался в рекламе, статьях из интернета просто в обычной жизни с накипью, желтыми разводами на ткани после стирки, информации о вреде хлора и опасности тяжелых металлов и т.д. Сейчас речь идет о содержании в воде разных ионов и их влиянии на ее качество. Естественно, что необходимо оценить способ устранения этих веществ и улучшения качества воды.

**Цель**: Оценить эффективность очистки воды при помощи ионитов .

**Задачи:**

1. Взять пробы воды
2. Оценить способность ионита очищать от ионов жесткости
3. Оценить способность ионита очищать от ионов железа
4. Оценить способность ионита очищать от хлорид-аниона
5. Оценить способность ионита очищать от ионов тяжелых металлов
6. Сделать вывод о эффективности использования ионита

**Литературный обзор.**

Жесткость

**Жесткость воды** - определенное свойство воды, которое связывают с растворенными в ней соединениями магния и кальция, то есть наличием в воде катионов этих элементов ( Ca2+ и Mg2+). Жесткость воды во многом определяет пригодность воды для использования, как промышленных, так и в бытовых целях. Возникновением накипи мы «благодарны» именно жесткой воде.

Выделяют 3 типа жесткости воды:

временная – карбонатная жесткость, обусловлена присутствием на ряду с кальцием, магнием и железом гидрокарбонатных анионов;

постоянная – некарбонатная жесткость, характеризуется присутствием сульфатных, нитратных и хлоридных анионов, соли кальция и магния которых прекрасно растворяются в воде;

общая жесткость определяется как суммарная величина наличия солей магния и кальция в воде, то есть суммой карбонатной и некарбонатной жесткости.

Принято классифицировать жесткость воды следующим образом:

мягкая вода – жесткость 3,0 мг-экв/дм3 и более

средняя жесткость – от 3,0 до 6,0 мг-экв/ дм3

жесткая вода – свыше 6,0 мг-экв/ дм3. [3]

Жесткость можно измерить с помощью индикатора - кислотного раствора хрома темно-синего. Хром темно-синий имеет две формы:

 1) свободная (имеет синий цвет)

2)связанная с металлом (имеет винно-красный цвет)При добавлении в жесткую воду хром темно-синий взаимодействует с ионами металлов и переходит во 2 форму.[1]

2.3Трилон В

Полное название- этилендиамин тетрауксусной кислоты динатриевая соль.

Его особенность в том, что он связывает ионы металлов и образует с ними более прочный комплекс, чем хром темно-синий, значит индикатор перейдет в из 2 в 1 форму. Условно это будет выглядеть так:

InM + трилон В =In + M[трилон В]

Железо.

Железо - один из семи металлов, известных человечеству с глубокой древности. Главными источниками соединений железа в природных водах являются процессы химического выветривания и растворения горных пород. Значительные количества железа поступают с подземным стоком и со сточными водами предприятий. В питьевой воде железо может присутствовать также вследствие применения на муниципальных станциях очистки воды железосодержащих коагулянтов, либо из-за коррозии водопроводных труб.

Влияние на качество воды.

Содержащая железо вода сперва прозрачна и чиста на вид. Однако даже при непродолжительном контакте с кислородом воздуха железо окисляется, придавая воде желтовато-бурую окраску. Уже при концентрациях железа выше 0.3 мг/л такая вода способна вызвать появление ржавых потеков на сантехнике и пятен на белье при стирке. При содержании железа выше 1 мг/л вода становится мутной, окрашивается в желто-бурый цвет, у нее ощущается характерный металлический привкус. Все это делает такую воду практически неприемлемой как для технического, так и для питьевого применения. По органолептическим признакам предел содержания железа в воде практически повсеместно установлен на уровне 0.3 мг/л, но по показаниям вредности для здоровья такой параметр не установлен .[2]

**Тяжёлые металлы**  — [химические элементы](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B2) со свойствами [металлов](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%BB%D1%8B) и значительным [атомным весом](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%82%D0%BD%D0%BE%D1%81%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%B0%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%BC%D0%B0%D1%81%D1%81%D0%B0) либо плотностью. Используемым критерием может быть атомный вес свыше 50, и тогда в список попадают все металлы, начиная с [ванадия](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%B9), независимо от плотности. Другим часто используемым критерием является [плотность](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C), примерно равная или большая плотности [железа](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%96%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%B7%D0%BE) (8 г/см3).Термин тяжёлые металлы чаще всего рассматривается с медицинской и природоохранной точек зрения и при включении в эту категорию учитываются не только химические и физические свойства элемента, но и его биологическая активность и токсичность, а также объём использования в хозяйственной деятельности. Многие тяжёлые металлы, такие как [медь](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D0%B4%D1%8C), [цинк](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A6%D0%B8%D0%BD%D0%BA), [молибден](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D0%B1%D0%B4%D0%B5%D0%BD), участвуют в биологических процессах и в определенных количествах являются необходимыми для функционирования растений, животных и человека [микроэлементами](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B8%D0%BA%D1%80%D0%BE%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82). С другой стороны, тяжёлые металлы и их соединения могут оказывать вредное воздействие на организм человека, способны накапливаться в тканях, вызывая ряд заболеваний. [2]

**Дитизон** — дифенилтиокарбазон, 2-фенилгидразид фенилазотиомуравьиной кислоты, сокращённое обозначение H2Dz, общая формула C6H5N=N-C(S)-NHNHC6H5, чёрные, пурпурно-чёрные или сине-чёрные кристаллы; не растворимы в воде, очень мало растворимы в этаноле, диэтиловом эфире, растворим в [хлороформе](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D0%BB%D0%BE%D1%80%D0%BE%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC).

Применяется как реагент для экстракционно-фотометрического определения и концентрирования в виде однозамещённых дитизонатов катионов металлов Ag, Au, Bi, Cu, Fe, Hg, Mn, Mо, а также катионов металлоорганических соединений вида — RHg+, R2Sn2+ , R3Sn+, R2Pb2+ , R3Pb+, R2Tl+ и др. В большинстве случаев образование однозамещённых дитизонатов в растворах сопровождается изменением цвета.[2]

***Иониты***

Иониты — твердые нерастворимые вещества, способные обменивать свои ионы на ионы из окружающего их раствора. Обычно это синтетические органические смолы, имеющие кислотные или щелочные группы. Иониты разделяются на катиониты, поглощающие катионы, аниониты, поглощающие анионы и амфотерные иониты, обладающие обоими этими свойствами. Широко применяются иониты для опреснения вод, в аналитической химии

для разделения веществ методом хроматографии, в химической технологии. Иониты распространены в природе, в частности, в почве содержатся катиониты, которые предохраняют катионы необходимых растениям

элементов (например, калия) от вымывания водой и обменивают их на ионы водорода выделяемой растениями кислоты, таким образом способствуя питанию растений. В зависимости от природы матрицы различают неорганические и органические иониты.

***Классификация ионитов***

По заряду обмениваемых ионов иониты делятся на следующие типы:

Катиониты. Являясь кислотами, они поглощают положительные ионы и обменивают их на другие положительные ионы. Для регенерации катионита нужно подвергнуть его действию раствора кислоты. В свою очередь, подразделяются на следующие подтипы:

Сильнокислотные. Содержат сильно диссоциированные кислотные группы, например, сульфокислотные. Могут обменивать ионы в средах с кислой, нейтральной и щелочной реакцией.

Слабокислотные. Содержат слабодиссоциированные кислотные группы, например, карбоксильные. Обменивают ионы только в средах с нейтральной и щелочной реакцией.

Аниониты. Являясь основаниями, поглощают отрицательные ионы и обменивают их на другие отрицательные ионы. Для регенерации анионита его подвергают действию щёлочи. Подразделяются на следующие подтипы:

Сильноосновные. Могут обменивать ионы в средах с кислой, нейтральной и щелочной реакцией.

Слабоосновные. Могут обменивать ионы только в средах с кислой и нейтральной реакцией.

Среднеосновные. Содержат и группы, характерные для сильноосновных анионитов, и группы, характерные для слабоосновных анионитов.[2]

**Методики**

Порядок измерения жесткости:

1)В склянку налейте 10 мл воды.

2)Добавьте в склянку пипеткой 6-7 капель буфера аммиачного и 4-5 раствора индикатора хрома темно-синего.

3)Герметично закройте склянку и встряхните, для перемешивания.

4)Постепенно титруйте раствором трилона В, до перехода цвета в точке эквивалентности из винно-красного в синий периодически встряхивая склянку. [1]

Порядок измерения содержания хлорид аниона в воде.

* Налейте в склянку 10 мл исследуемой воды.
* Добавьте в склянку пипеткой 3 капли хромата калия.
* Герметично закройте склянку пробкой и встряхните, чтобы перемешать.
* Постепенно титруйте содержимое склянки раствором нитрата серебра при перемешивании до появления неисчезающей бурой окраски.
* Рассчитайте массовую концентрацию хлорид-аниона(Схл, мг/л) [1]

Порядок измерения содержания железа в воде.

* Налейте в склянку 10 мл исследуемой воды.
* Добавьте в склянку пипеткой 4 мл роданида калия(20%).
* Добавьте в склянку несколько кристаллов персульфата аммония.
* Добавьте в склянку пипеткой 2 мл концентрированной соляной кислоты.
* Доведите до 100 мл дистиллированной водой
* Измерьте оптическую плотность спектрофотометром.
* Содержание железа находят по уравнению [1]

Порядок измерения жесткости:

1)В склянку налейте 10 мл воды.

2)Добавьте в склянку пипеткой 6-7 капель буфера аммиачного и 4-5 раствора индикатора хрома темно-синего.

3)Герметично закройте склянку и встряхните, для перемешивания.

4)Постепенно титруйте раствором трилона В, до перехода цвета в точке эквивалентности из винно-красного в синий периодически встряхивая склянку. [1]

Порядок измерения содержания тяжелых металлов в воде:

1. 5 мл дитизона перенесите в делительную воронку
2. Добавьте 10 мл исследуемой воды
3. Встряхните в течении одной минуты и дайте жидкости расслоиться
4. Полученный в результате цвет нижнего слоя сравните со спектром[1]

**Практическая часть**

1 опыт «Определение жесткости»

Приборы и материалы: проба воды, буфер аммиачный, кислотный раствор хрома темно-синего, трилон В,бюретка, склянка.

Берем пробу воды, действуем по порядку и получаем Ж=10,5 мг \*э/дм3

2 опыт «Умягчение воды»

|  |  |
| --- | --- |
| Начальная жесткость | 10,5 мг \*э/дм3 |
| Жесткость после использования ионита не регенерированного | 8 мг \*э/дм3 |
| Полезность | 23% |
| Начальная жесткость | 10,5 мг \*э/дм3 |
| Жесткость после использования ионита | 0,25 мг \*э/дм3 |
| Полезность | 97% |

Приборы и материалы: Проба воды из опыта 1, буфер аммиачный, кислотный раствор хрома темно-синего, трилон В, бюретки, склянки, ионит(50г), соляная кислота

Опыт 3 «кинетика действия ионита»

Приборы и материалы: Проба воды из под крана в Политехническом институте , буфер аммиачный, кислотный раствор хрома темно-синего, трилон В, бюретки, склянки, ионит(1г).

|  |  |
| --- | --- |
| Объем | Жесткость(мг\*экв/л) |
| Изначальная | 1 |
| 10 | 0,5 |
| 20 | 0,25  |
| 30 | 0,75 |
| 40 | 1  |

Опыт 4. Построение калибровочной кривой содержания железа.

Приборы и материалы: Пробы воды, с известным содержанием железа, роданид калия(20%), кристаллы персульфата аммония , концентрированная соляная кислота, магнитная мешалка, спектрофотометр , склянки, лед

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Номер пробы | Оптическая плотность(D) | Содержание железа(C) |
|  1 | 0,848 | 30мг/л |
|  2 | 0,555 | 20мг/л |
|  3 | 0,36 | 10мг/л |
|  4 | 0,238 | 5мг/л |

С=21D при плотности

C=27,7D при плотности

C=36D при плотности

C=35,4D при плотности

Опыт 5.Построение графика действия ионита на содержание железа в воде

Цель: построить графиг действия ионита на содержание железа в воде.

Приборы и материалы: Пробы воды, с известным содержанием железа, роданид калия(20%), кристаллы персульфата аммония , концентрированная соляная кислота, магнитная мешалка, спектрофотометр, склянки, проба воды(Углическая область ,д. Осево).

|  |  |
| --- | --- |
| Объем пропущенной воды(мл) | Содержание железа (мг\*экв/л) |
| Изначальная | 3,759 |
| 10 | 1,345 |
| 20 | 0,9454 |
| 30 | 1,1554 |
| 40 | 1,6806 |

Опыт 6.Умягчение воды(t=40C)с помощью ионита.

Приборы и материалы: Проба воды из под крана в Политехническом институте , буфер аммиачный, кислотный раствор хрома темно-синего, трилон В, бюретки, склянки, ионит(1г),лед.

|  |  |
| --- | --- |
| 0бъем пропущенной воды(мл) | Жесткость(мг\*экв/л) |
| Изначальная | 1 |
| 10 | 0,5 |
| 20 | 0,25 |
| 30 | 0 |
| 40 | 0,75 |
| 50 | 1 |

Опыт 7.Очистка воды от хлорид-аниона с помощью анионита.

Приборы и материалы: Анионит, бюретки, склянки, магнитная мешалка, проба воды, нитрат железа, хромат калия.

|  |  |
| --- | --- |
| Начальное содержание хлорид-аниона  | 267( мг\*экв/л) |
| Содержание хлорид-аниона после использования анионита  | 89 (мг\*экв/л) |
| Полезность (%) | 67 |

Опыт 8.Построение кинетики действия анионита.

Приборы и материалы: Анионит ,бюретки, склянки ,магнитная мешалка, проба воды ,нитрат железа ,хромат калия.

|  |  |
| --- | --- |
| Объем пропущенной воды(мл) | Содержание хлорид-аниона(мг\*экв/л) |
| Начальное  | 267 |
| 10 | 89 |
| 20  | 124,6 |
| 30 | 142,7 |
| 40 | 178 |
| 50 | 231,4 |
| 60 | 267 |

Опыт 9. Анализ воды на содержание тяжелых металлов

Приборы и материалы: раствор дитизона ,пробы воды делительная воронка, пипетка.

|  |  |
| --- | --- |
| Проба воды |  Содержание Сu2+ (мкг) |
| Вода Углическая | 10 |
| Вода Улеймская | 5 |
| Вода Святой источник | 1 |
| Дистиллированная  | 0 |
| Бидистиллированная | 0 |

Опыт 10. Очистка воды от ионов тяжелых металлов.

Приборы и материалы: раствор дитизона, проба воды, делительная воронка ионит, бюретка, колбы, пипетка.

|  |  |
| --- | --- |
| Начальное содержание | 10мкг |
| Содержание после применения ионита | 0мкг |
| Эффективность | 100% |

**Вывод**: Установлено, что пропуская воду через иониты можно добиться снижения жесткости воды , содержания ионов железа, хлоридов и тяжелых металлов.

**Источники информации**

1 «Практикум по экологии» Алексеев С.В. (дата доступа 12.09.2018)

 2 Интернет ресурс: http\\wikipediya.com (дата доступа 13.10.2018)

3 Интернет ресурс :http://aquaproject.su/infocenter/zhestkost-vody.html(дата доступа 19.10.2018)