

Муниципальное общеобразовательное учреждение средняя
общеобразовательная школа
с. Красное Знамя Аркадакского района Саратовской области

Исследовательский проект по ДООП

«Химия вокруг нас»

Тема:

**«Определение жёсткости
воды и способы её
устранения»**

Выполнила:
ученица 8 класса
Лапина З.

Руководитель:
педагог
дополнительного
образования
Ульянова Н.В.

«2024 год»

Оглавление	1
Введение	2
1. Теоритическая часть (обзор литературы)	2 - 8
2. Практическая часть (основная часть)	8 -9
Заключение	10
Источники информации	10

Введение

Вода – одно из наиболее важных и распространенных химических соединений на нашей планете. Она покрывает 80% поверхности Земли и содержится во многих ее объектах: входит в состав горных пород и минералов, присутствует в почве и атмосфере, содержится во всех живых организмах. Вода входит в состав организма человека, всех растений и животных. Она играет исключительно важную роль в процессах обмена веществ, составляющих основу жизни. Вода является уникальным веществом, определяющим возможность существования и саму жизнь всех существ на Земле. Вода — ценнейший природный ресурс. Огромное значение вода имеет в промышленном и сельскохозяйственном производствах. Общеизвестна необходимость ее для бытовых потребностей.

Здоровье человека и качество воды, которую он потребляет для обеспечения своей жизнедеятельности, связаны напрямую. Огромное количество исследований, проведенных учёными разных стран, доказывает, что существует прямая связь между качеством питьевой воды и продолжительностью жизни людей. По данным ВОЗ (Всемирная организация здравоохранения) почти 90% всех болезней человечества вызвано применением для различных бытовых нужд и питья именно некачественной воды. Поэтому повышение качества воды является актуальной проблемой современности. Качество воды характеризуется ее температурой, содержанием в ней взвешенных веществ, ее цветностью, запахом, привкусом, жесткостью, содержанием отдельных химических элементов и соединений, активной реакцией и другими показателями.

Одной из характеристик воды, является ее жесткость.

Проблема исследования: для улучшения качества воды необходимо снизить ее жесткость.

Цель исследования: выявить эффективные методы снижения жесткости воды в быту.

Гипотеза: если исследовать методы снижения жесткости воды, то можно выявить наиболее эффективные из них.

Задачи:

- углубить теоретические знания о предмете исследования-жесткости воды;
- исследовать экспериментальным путем жесткость местной воды, провести опыты, снижающие жесткость воды;
- сравнить результаты опытов, выбрать наиболее эффективные и экономичные методы снижения жесткости воды.

Предмет исследования – жесткость местной воды.

Методы исследования: анализ литературы, химический эксперимент, наблюдение.

1. Теоретическая часть (обзор литературы)

1.1. Что такое жесткость воды.

Жесткость воды – совокупность химических и физических свойств воды, связанных с содержанием в ней растворённых солей щёлочноземельных металлов, главным образом, кальция и магния. Жесткость воды – один из критериев качества воды.

1.2 Виды жесткости воды

Общая жесткость – суммарная концентрация ионов магния, кальция. Сумма карбонатной (временной) и некарбонатной (постоянной) жесткости.

Карбонатная жесткость – определена присутствием в воде гидрокарбонатов и карбонатов кальция и магния. Этот тип жесткости воды почти, что целиком устраняется при кипячении воды, и поэтому получил название временной жесткостью. При повышении температуры воды гидрокарбонаты распадаются, в результате образуется угольная кислота и выпадает в осадок карбонат кальция и гидроксид магния.

Некарбонатная жесткость. Обусловлена присутствием кальциевых и магниевых солей сильных кислот (серной, азотной, соляной) и при кипячении не устраняется (постоянная жесткость).

По уровню жесткости воду делят на 4 типа:

Мягкая вода (менее 2 миллиэквивалентов на литр);

Нормальная вода (от 2 до 4 миллиэквивалентов на литр);

Жесткая вода (от 4 до 6 миллиэквивалентов на литр);

Очень жесткая вода (6 и более миллиэквивалентов на литр).

1.3 Единицы измерения жесткости воды

В мире используется несколько единиц измерения жесткости. В РФ принята в качестве единицы жесткости воды - моль на кубический метр (моль/м³).

1.4 Вред, наносимый жесткостью водой.

В ходе выполнения работы выяснялся вопрос вреда, которые может быть нанесен использованием жесткой воды. Рассмотрим несколько аспектов.

1.4.1 Вред жесткой воды для здоровья человека

1. Высокая жесткость способствует **росту мочевых камней** и развитию мочекаменной болезни. Это связано с накоплением солей, которые просто не успевают выводиться из организма.

2. При умывании жесткая вода **сушит кожу**. Это происходит из-за появления «мыльных шлаков» образованных из мыла, которое не способно мылиться и растворяться в жесткой воде. Эти мыльные шлаки закупоривают поры, не давая им свободно дышать, вследствие чего могут развиваться кожные воспаления, не давать покоя зуд и жжение кожи.

3. Образование тонкой корки на волосах разрушает естественную жировую пленку. Происходит это так же, как и на коже рук – «*мыльные шлаки*» не вымываются и постепенной накапливаются. Это может вызвать **зуд кожи головы**, перхоть и даже выпадение волос.

4. **Замедляется процесс приготовления пищи**, из-за многочисленных солей плохо разваривается мясо. Это приводит к плохому усвоению белка и может вызвать заболевания желудочно-кишечного тракта.

1.4.2 Вред жесткой воды для коммуникаций

1. Соли жесткости так же, как и на бытовых приборах, выпадают в осадок или кристаллизуются, образуя на поверхности коммуникационных путей и крупных приборов и установок накипь. Накипь истончает стенки коммуникаций, впоследствии полностью разрушая их.

2. Обилие выпадающих в осадок или накипь солей жесткости, приводит к частым выходом из строя крупных водонагревательных установок, типа бойлеров.

3. В системах оборотного водоснабжения, образующиеся накипные отложения, водные камни и шлам из солей уменьшают проходимость труб, при этом падает теплоотдача. Падает напор воды, уменьшается количество воды в радиаторах, закупориваются входы и выходы воды из домов, что может привести к полному закупориванию коммуникационных сетей. Все это увеличивает энергозатраты.

1.4.3 Вред жесткой воды для техники и предметов быта

1. Мыльные средства из-за наличия большого количества солей в воде крайне плохо пенятся и отмывают загрязнения. Поэтому количество порошков, моющих средств для мытья посуды требуется гораздо больше.

2. Кроме плохого вспенивания мыльных средств, из-за контакта жесткой воды с ними образуются разводы и твердый налет на сантехнике и поверхности посуды, так как выпадает солевой осадок. Такой налет тяжело отмывается с посуды, а так же негативно влияет на сантехнику, постепенно разрушая ее поверхности

3. В процессе нагревания воды в электроприборах соли не просто выпадают в осадок, а кристаллизуются и выпадают в виде накипи. Именно накипь является основной причиной быстрой поломки водонагревательных приборов.

4. Жесткая вода оставляет пятна, разводы и грязные налеты на свежестиранных вещах, цвет тускнеет. От них избавиться очень сложно и это, опять же, требует повышенных затрат моющих средств. Ткань, постиранная в жесткой воде, становится грубой и неэластичной, потому что соли забивают в ней все свободное пространство. Уменьшается прочность одежды и белья.

1.5 Природа происхождения жесткости воды

Вода, проходя через атмосферу в виде снега или дождя, впитывает оксид углерода (CO_2), достигает землю в виде слабокислотного раствора $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{CO}_3$, называемого угольной кислотой. Вода, выпадающая на землю, обычно обессолена и имеет малую жесткость. По мере прохождения воды через почву, содержащую известняк, гипс, она взаимодействует с ними и получают соли, которые потом распадаются на ионы кальция (Ca^{2+}) и магния (Mg^{2+}).

Жесткость воды не зависит ни от состояния водопровода, ни от коммунальных хозяйств, т.е. все дело в особенностях определенной географической территории.

1.6 Классификация местных вод

В томе IV (альбом 1) документа «Схема территориального планирования Аркадакского муниципального района Саратовской области» можно определить химического состава подземных вод поселений Краснознаменского МО.

Можно выделить три зоны по химическому типу минерализации подземных вод:

1. Гидрокарбонатный ($\text{HCO} > 50\%$ – экв. Cl , $\text{SO} < 25\%$ – экв.); до 1 г/л
2. Гидрокарбонатный ($\text{HCO} > 50\%$ – экв. Cl , $\text{SO} < 25\%$ – экв.); 1 – 3 г/л
3. Сульфатно- гидрокарбонатный ($\text{HCO} > \text{SO} > 20\%$ – экв. $> \text{Cl}$); до 1 г/л

Здоровье населения – важнейший показатель благополучия жителей Аркадакского муниципального района. Проблема качества питьевой воды – предмет особого внимания общественности, администрации муниципального района. Необходимость решения этой проблемы обусловлена ухудшением санитарно-гигиенических показателей воды, что потенциально несет угрозу ухудшению здоровья населения, способствует обострению социальной напряженности.

1.7 Методы определения жесткости воды

1. Самым простым и быстрым способом проверки, по мнению хозяек, является обычный чай. Достаточно заварить листовой чай, дать ему время настояться и спустя несколько минут посмотреть на его оттенок. Если вода жесткая, он будет мутным и темным. В мягкой воде чай приобретает персиковый цвет.

2. Моющие средства тоже могут помочь узнать жесткость воды. Если мыло моментально пенится, то содержание солей в воде минимально. А вот если пенообразование затягивается, значит, стоит задуматься о качестве воды.

3. Мыло станет помощником в определении степени жесткости, если его покрошить в воду. Нерастворенные частицы будут свидетельствовать об избыточном содержании кальция и магния.

Можно измерить жесткость воды в домашних условиях. Для этого нам понадобится хозяйственное 72 % мыло и дистиллированная вода. Находим у мыла поперечный разрез и с него собираем стружку. Нам понадобится всего 1 грамм. Подогреваем дистиллированную воду (около десяти мл) и добавляем в нее мыльную стружку. После этого наполняем любой удобный сосуд 0,5 л обычной воды. Берем шприц и добавляем по 1 мл мыльной воды в сосуд с чистой водой, не забывая каждый раз их размешивать. Прекратить данную манипуляцию нужно после появления устойчивых мыльных пузырей. Определите, сколько мл мыльного раствора было потрачено. Полученные данные умножьте на 2. Результат будет равняться степени жесткости.

4. Обратите внимание, как часто образуется накипь на чайнике. Чем чаще это происходит, тем больше в составе воды солей, а также кальция и магния, которые способствуют образованию налета.

5. Еще одним подтверждением жесткости воды служит образование белых следов от брызгов воды на стекло.

6. Определить жесткость воды можно с помощью марганцовки. Контактная с солями жесткости, марганцовка приобретает желтый оттенок. Если желтого оттенка нет - вода не жесткая.

7. По интенсивности образования накипи в чайнике можно сделать определённые выводы: чем больше налета, тем жестче вода.

1.8 Методы снижения жесткости воды

Термический метод - кипячение

Термический метод умягчения воды или кипячение - один из наиболее простых и распространенных способов снижения её жесткости. При кипячении жесткой воды гидрокарбонат кальция, который чаще всего является причиной повышенной жесткости, под действием температуры, распадается, образуя углекислый газ и осадок из карбоната кальция. С помощью этого способа умягчения можно значительно снизить содержание в воде солей жесткости.

Таким методом умягчения (кипячением) можно также уменьшить частично и жесткость, вызванную сульфатом кальция CaSO_4 , так как его способность растворяться в воде снижается до 0,65 г/л при температуре кипения - 100°C .

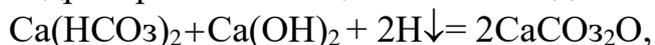
Недостатком его можно считать то, что устранить полностью кипячением жесткость воды не удастся, в связи с тем, что CaCO_3 хотя и частично (13 мг/л при температуре 13°C), но, всё же, может растворяться. К тому же, при кипячении образуется осадок, который будет необходимо удалять.

Реагентные методы

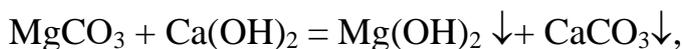
Реагентные методы умягчения воды - применение для снижения её жесткости веществ, способных связывать имеющиеся в жесткой воде ионы Ca^{+2} и Mg^{+2} и превращать их в нерастворимые соединения, которые выпадают в осадок. В качестве таких веществ (реагентов) для умягчения воды, в зависимости от её состава, может применяться известь, кальцинированная сода, едкий натр, синтетические реагенты или даже обычная пищевая сода. В зависимости от используемых реагентов методы водоумягчения классифицируют на известковый, известково-содовый, щелочной, фосфатный и бариевый.

Умягчение с помощью извести. Такой способ наиболее целесообразно применять для умягчения воды с высоким содержанием карбонатных соединений и небольшой некарбонатной жесткостью. При этом методе смягчения в воду вместе с известью добавляют ещё и реагенты-коагулянты.

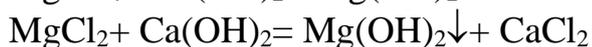
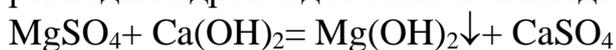
При введении в воду гашёной извести в виде известкового молока гидрокарбонат кальция соли осаждаются в виде карбонатов:



Дальнейшее введение в воду извести приводит к гидролизу магниевых солей и образованию малорастворимого гидроксида магния, который при $pH \geq 10,2 \dots 10,3$ выпадает в осадок:

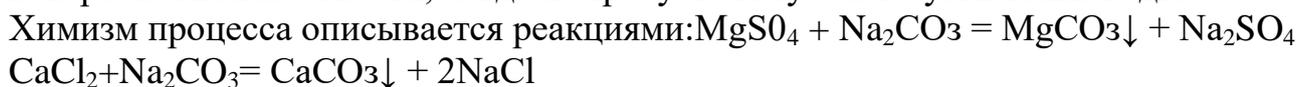


Известкованием устраняют из воды и некарбонатную магниевую жесткость при условии, что pH воды будет не ниже 10,2 (при других значениях pH воды гидроксид магния не выпадает в осадок):



Приведенные уравнения показывают, что магниевая жесткость устраняется, но значение общей жесткости остается неизменным, так как магниевая жесткость заменяется кальциевой, некарбонатной. Поэтому данный способ можно применять только для умягчения воды с большим значением карбонатной жесткости.

Известково-содовый метод (известь+сода). Этот способ применяют только при относительно неглубоком умягчении - до 1,4-1,8 мг-экв/л. Этот метод используют для одновременного понижения карбонатной и некарбонатной жесткости, когда не требуется глубокого умягчения воды.

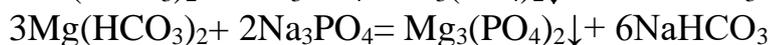
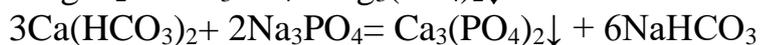
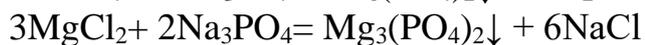
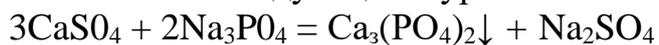


После добавления в воду реагентов происходит мгновенное образование коллоидных соединений $CaCO_3$ и $Mg(OH)_2$, однако их переход от коллоидного состояния в грубодисперсное, т.е. в то состояние, при котором они выпадают в осадок, занимает длительное время. Поэтому часто известково-содовый способ сочетают с термическим. Например, такое сочетание используют при умягчении воды, которая используется для питания котлов низкого давления, для подпитки теплотрассы и т.д.

Глубина умягчения воды при известково-содовом методе соответственно равна: без подогрева воды жесткость понижается до 1-2мэкв/л; при подогреве воды до 80...90°C жесткость понижается до 0,2-0,4мэкв/л.

Фосфатный метод.

Данный метод умягчения воды является наиболее эффективным реагентным методом. Химизм процесса умягчения воды фосфатом натрия описывается следующими уравнениями реакций:

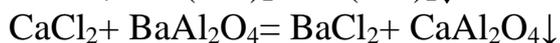


Как видно из приведенных уравнений реакций, сущность метода заключается в образовании кальциевых и магниевых солей фосфорной кислоты, которые обладают малой растворимостью в воде и поэтому достаточно полно выпадают в осадок.

Фосфатное умягчение обычно осуществляют при подогреве воды до 105-150⁰С, достигая уменьшения жесткости до 0,02-0,03мэкв/л. Из-за высокой стоимости фосфата натрия фосфатный метод обычно используют для доумягчения воды, предварительно умягченной известью и содой.

Бариевый метод

Умягчение воды основано на введении в нее гидроксида бария или алюмината бария и образовании практически нерастворимых соединений кальция и магния, а также сульфата бария. Химизм процесса описывается следующими уравнениями реакций:



(Аналогичные уравнения реакций можно записать и для солей магния).

Бариевый метод умягчения воды очень дорогой, а бариевые соли ядовиты, поэтому его целесообразно применять при частичном обессоливании воды за счет извлечения сульфатов.

Ионообменный метод

Метод ионного обмена, который используют для смягчения жесткой воды основан на том, что вода фильтруется через специальные материалы, в которых происходит обмен ионов, входящих в их состав (чаще всего – натрия), на ионы жесткости (чаще всего – кальция или магния). В качестве ионообменных материалов используют специальные мелкозернистые смолы, которые не подвергаются залипанию оксидом железа. В процессе ионного обмена, при умягчении воды, запас необходимых ионов в таких смолах постоянно снижается и для восстановления их способности к ионному обмену проводят их регенерацию или замену. Преимуществом метода ионного обмена можно считать возможность обеспечить достаточно большую производительность и высокий уровень умягчения. Для этого на сегодняшний день имеется большой выбор фильтров.

2. Основная часть

2.1 Качественный анализ воды

2.1.1 Изъятие проб воды для исследования

Для исследования брались пробы воды из разных источников: водопроводная, снеговая, родниковая. Набор проб воды осуществлялся по всем правилам, предъявляемых данному процессу. Были взяты пробы воды:

1. Водопроводная вода с. Красное Знамя
2. Снеговая вода с. Красное Знамя
3. Родниковая вода с. Красное Знамя

2.1.2 Определение жесткости воды

В ходе работы мной были получены результаты анализа воды.

Результаты анализа жесткости воды

Водопроводная вода с. Красное Знамя 9 мг-экв/л

Снеговая вода с. Красное Знамя 8 мг-экв/л

Родниковая вода с. Красное Знамя 6 мг-экв/л

2.2. Снижение жесткости воды

Опыт №1

Метод кипячения

Вода трех источников кипятилась 15 минут. Затем проводился анализ жесткости воды.

1. Родниковая вода с. Красное Знамя с 6,0 понизилась до 4,1 мг-экв/л
2. Водопроводная вода с. Красное Знамя с 9 понизилась до 6,2 мг-экв/л
3. Снеговая вода с. Красное Знамя с 8 понизилась до 5,25 мг-экв/л

Вывод: кипячение воды уменьшает жесткость воды более чем 33%.

Опыт № 2

Содовый метод

В образцы воды, нагретые до 80 градусов, добавлялась сода Na_2CO_3 .

Во все трех стаканах появилась взвесь белого цвета, которая плохо отстаивалась. Растворы фильтровались через бумажный фильтр. Фильтрация вначале проходила быстро, затем процесс замедлялся.

Результаты:

1. Родниковая вода с 6,0 понизилась до 3,6 мг-экв/л
2. Водопроводная вода с 9 понизилась до 6,4 мг-экв/л
3. Снеговая вода с 8 понизилась до 4,8 мг-экв/л

Вывод: содовый метод снизил жесткость воды более чем на 40%. Степень снижения жесткости воды выше, чем при кипячении, но незначительно.

Опыт № 3

Бариевый метод

В образцы воды добавлялся гидроксид бария. Мгновенно выпадал белый осадок. Отстаивались растворы достаточно быстро. Фильтровались хорошо.

Результаты:

1. Родниковая вода с 6,0 понизилась до 5,7 мг-экв/л
2. Водопроводная вода с 9 понизилась до 8,5 мг-экв/л
3. Снеговая вода с 8 понизилась до 7,6 мг-экв/л

Выводы: появление большого количества осадка, но малая степень уменьшения жесткости воды свидетельствуют скорее о том, что во всех образцах присутствуют сульфат-ионы, которые вызвали появление осадка сульфата бария. Снижение жесткости воды незначительное, порядка 5%.

Опыт №4

Фосфатный способ

Нагрели воду образцов до кипения. В образцы воды добавлялся ортофосфат натрия. Наблюдалась коагуляция. Раствор быстро отстоялся. На дне стаканов образовался коагулянт. Фильтровались растворы долго.

Результаты:

1. Родниковая вода с 6,0 понизилась до 0,9 мг-экв/л
2. Водопроводная вода с 9 понизилась до 1,5 мг-экв/л
3. Снеговая вода с 8 понизилась до 0,2 мг-экв/л

Вывод: фосфатный метод очень эффективный метод, жесткость воды не уменьшается, а фактически устраняется. Снижение жесткости воды от 85% до 97%

2.3 Результаты исследования

Одной из характеристик качества воды является ее жесткость. Она определяется наличием ионов кальция и магния в воде. Жесткость воды с. Красное Знамя колеблется от 3,6 до 9 мг-экв/моль.

Такие колебания зависят от типа источника, его местонахождения, используемых средств снижения жесткости воды. Для снижения жесткости воды используют различные методы: термические, реагентные, ионообменные, мембранные. В ходе работы были использованы методы, применение которых возможно в быту. Это методы – кипячение, содовый, фосфатный, бариевый. Среднее снижение жесткости воды нашей местности возможно при кипячении, содовом методе (от 33 до 60%).

Заключение

В результате проведенных исследований сделаны следующие выводы:

1. Вода источников водоснабжения с. Красное является нормальной и жесткой.

Жесткость колеблется от 3,6 до 9 мг-экв/л.

1. Снижать жесткость воды, используемой в быту, необходимо и вполне возможно. Для этого существуют различные методы.
2. Самыми эффективными методами снижения жесткости воды нашей местности оказался фосфатный метод.
3. Результатами своих исследований считаю необходимым поделиться с одноклассниками, учащимися школы, учителями.

Источники информации

1. Васильев В.П. Аналитическая химия – М.: Дрофа, 2002
2. Голубева Р.М, Мансуров Г.Н. Открой для себя мир химии – М.: Дрофа, 2004
3. Дж. Кемпбел Современная общая химия – М.: Мир, 1985.
4. Зайцев О.С. Исследовательский практикум по общей химии. – Издательство Московского университета, 1994. .
5. Фролов В.И. Практикум по общей и неорганической химии – М.: Дрофа, 2002.
6. Графическое приложение Аркадакского МО к тому №1 (Гидрогеологическое районирование)