

Муниципальное казённое общеобразовательное учреждение основная
общеобразовательная школа с.Николаево Фалёнского района Кировской области

Определение жесткости воды различных источников методом титрования

Кочкин Александр Алексеевич
9 класс
Руководитель:
Докучаева Е. А.
учитель биологии

2015 г

Содержание

Введение	- 3
1. Обзор литературы.....	- 4
1.1 . Вода. Химический состав воды	– 4
1.2 . Виды жесткости воды	– 5-6
1.3 . Влияние жесткости воды на бытовые приборы	- 6-7
1.4 . Влияние жесткости воды на организм человека	– 7-9
1.5 . Методы устранения жесткости воды	– 9-10
2. Экспериментальная база	– 11-13
3. Выводы и рекомендации	– 14
Библиографический список	- 15
Приложения	

Введение

Жизнь людей без воды невозможно представить. Мы её пьём, а также применяем в других целях: стирка белья, приготовление пищи, промышленное производство и другие потребности. Каждый день кипятим воду, чтобы попить чай. Я заметил, что в чайнике образуется накипь. У меня возникло желание узнать об этом факте как можно больше информации: влияние накипи на бытовые приборы, организм человека, способы её устранения.

В данном учебном году я начал изучать химию, поэтому мне легче проводить химические эксперименты.

Цель: изучение жесткости различных образцов воды.

Задачи:

1. Изучить литературу по данному вопросу.
2. Освоить метод химического анализа - титрование.
3. Определить жёсткость воды из разных источников несколькими методиками.
4. Сделать выводы, предложить рекомендации.

Гипотеза: родниковая вода имеет меньшее значение жесткости по сравнению с водопроводной водой.

Объект исследования: вода из различных источников.

Предмет исследования: жесткость воды.

Экологические риски – жесткая вода может отрицательно влиять на организм человека.

Актуальность работы заключается в том, что: каждый человек должен знать о том, является ли вода, которую он используют жесткой или нет. Жесткость воды влияет на здоровье человека. Излишне жесткая вода может быть причиной некоторых заболеваний, например: камней в почках, желчном пузыре, шелушение и сухость и др. кроме того, жесткость воды нужно учитывать при эксплуатации бытовых приборов (чайник, утюг, водонагреватель, отпариватель и т.д), систем отопления, так как она может быть причиной их поломки.

Практическая значимость работы заключается в том, что: зная жесткость воды, можно продлить время эксплуатации бытовых приборов, систем отопления, применяя различные смягчители, а также следить за своим здоровьем.

Методы исследования:

1. Анализ литературы.
2. Химический эксперимент – титрование.
3. Наблюдение.
4. Сравнение.

1. Обзор литературы

1.1 Вода. Химический состав воды.

Вода - одно из самых распространенных веществ в природе. Гидросфера занимает 71% поверхности Земли. Воды принадлежит важнейшая роль в геологической истории планеты. Без воды невозможно существование живых организмов. Около 65% человеческого тела составляет вода. Она – обязательный компонент практически всех технологических процессов как промышленных, так и сельскохозяйственных. Вода особо необходима в производстве продуктов питания, в медицине, в химическом анализе. А какую красоту она нам подарила! Водопады, гейзеры, океаны, моря, реки - за это все мы должны благодарить воду. От воды зависит климат нашей планеты. Дождь, снег, град – все это вода. С древних времен она привлекает внимание людей. До конца XVIII в. воду считали самостоятельным элементом, и только А. Лавуазье в 1783 г, осуществив синтез воды из кислорода и водорода, показал, что она – сложное вещество.

Природная вода не бывает совершенно чистой. Наиболее чистой является дождевая вода, но и она содержит незначительные количества различных примесей, которые захватывает из воздуха. Количество примесей в пресных водах обычно лежит в пределах от 0,01 до 0,1% (масс.). Морская вода содержит 3,5% (масс.) растворенных веществ, главную массу которых составляет хлорид натрия (поваренная соль).

Вода содержит в себе большое количество химических веществ:

1. **Карбонаты и гидрокарбонаты** представляют собой компоненты, определяющие природную щелочность воды. Их содержание в воде обусловлено процессами растворения атмосферного CO_2 , взаимодействия воды с находящимися в прилегающих грунтах известняками и, конечно, протекающими в воде жизненными процессами дыхания всех водных организмов.
2. **Хлориды** присутствуют практически во всех пресных поверхностных и грунтовых водах. Высокие концентрации хлоридов в воде оказывают по отношению к металлам, пагубно влияют на рост растений, вызывают засоление почв.
3. **Сульфаты** - распространенные компоненты природных вод. Их присутствие в воде обусловлено растворением в воде некоторых минералов - природных сульфатов (гипс), а также переносом с дождями содержащихся в воздухе сульфатов.
4. **Фтор** в виде фторидов может содержаться в природных и грунтовых водах, что обусловлено его присутствием в составе некоторых почвообразующих (материнских) пород и минералов. Этот элемент может добавляться в питьевую воду в целях профилактики заболеваний кариесом. Однако избыточное количество фтора оказывает вредное воздействие на человека, вызывает разрушение зубной эмали. Кроме того, избыток фтора в организме осаждают кальций, что приводит к нарушениям кальциевого и фосфорного обмена. По этим причинам определение фтора в питьевой воде, также грунтовых водах и водоемах хозяйственно-питьевого назначения, является очень важным.
5. **Нитраты** являются солями азотной кислоты и обычно присутствуют в воде. Их повышенное содержание в воде может служить индикатором загрязнения рек в результате распространения фекальных, либо химических загрязнений. Богатые нитратными водами сточные каналы ухудшают качество воды в реках, стимулируя массовое развитие водной растительности рек.[1]

1.2 Виды жесткости воды

Важнейшим свойством природных вод является их жесткость. Жёсткость природных вод более всего обусловлена содержанием в них растворимых солей кальция и магния.

Если в воде находятся ионы металлов, образующие с мылом нерастворимые соли жирных кислот, то в такой воде затрудняется образование пены при стирке белья или мытье рук, вследствие чего возникает ощущение жёсткости. Отсюда и возникло понятие "жёсткой" воды.

Разумеется, жёсткость воды могут вызывать не только ионы Ca^{2+} и Mg^{2+} , но и катионы других металлов, однако в естественных водах из катионов, образующих нерастворимые мыла, в значительных количествах присутствуют только катионы кальция и магния. Эти ионы входят в состав гидрокарбонатов $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$, сульфатов (CaSO_4 и MgSO_4) и хлоридов (CaCl_2 и MgCl_2). Содержание других растворимых солей кальция и магния в природных водах обычно очень мало.

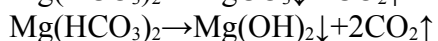
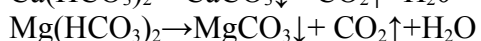
Жёсткость, придаваемая воде гидрокарбонатами кальция и магния, называется **карбонатной**. Данный тип жесткости почти полностью устраняется при кипячении воды и поэтому называется **временной жесткостью**.

Жёсткость, обусловленная хлоридами и сульфатами этих металлов, называется **постоянной жёсткостью**, она кипячением не устраняется..

Суммарная жёсткость воды носит название общей жесткости. Жесткость воды (степень жёсткости) принято выражать в ммлэквивалентах ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} в 1 л воды (мэкв/л). 1 мэкв/л соответствует содержанию в 1 л воды 20,04 мг кальция или 12,16 мг магния. В зависимости от содержания ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} природные воды делятся на следующие группы:

Величина общей жесткости (мэкв/л)	Группа воды
До 2	мягкая
2...6	средней жесткости
6...10	жесткая
более 10	очень жесткая

Карбонатная жесткость, обусловленная присутствием ионов HCO_3^- в воде, может быть устранено кипячением – и тогда в воде происходят следующие процессы:



Но при этом важно помнить о великом значении кальция и магния для растений и животных. Недостаток этих элементов в рационе задерживает рост, угнетает развитие корневой системы растений, листья покрываются коричневыми пятнами, а иногда отмирают. У животных недостаток кальция вызывает рахит, ослабление сердечной деятельности.

Кровь, обедненная кальцием, плохо сворачивается на воздухе. Поэтому соли кальция применяют в ветеринарии: хлорид и карбонат кальция дают животным при рахите, инфекционных заболеваниях; известковой водой лечат кожные заболевания; фосфаты кальция и магния вводят в рацион молодняка.

Ионы кальция (Ca^{2+}) и магния (Mg^{2+}), а также других щелочноземельных металлов, обуславливающих жесткость, присутствуют во всех минерализованных водах. Их источником являются природные залежи известняков, гипса и доломитов. Ионы кальция и магния поступают в воду в результате взаимодействия растворенного диоксида углерода с минералами и при других процессах растворения и химического выветривания горных пород. Источником этих ионов могут служить также микробиологические

процессы, протекающие в почвах на площади водосбора, в донных отложениях, а также сточные воды различных предприятий.

В целом, жесткость поверхностных вод, как правило, меньше жесткости вод подземных. Жесткость поверхностных вод подвержена заметным сезонным колебаниям, достигая обычно наибольшего значения в конце зимы и наименьшего в период половодья, когда обильно разбавляется мягкой дождевой и талой водой. Морская и океанская вода имеют очень высокую жесткость (десятки и сотни мг-экв/дм³). [4]

1.3 Влияние жесткости на бытовые приборы

Жесткая вода несет проблемы. Оседая на стенках трубопровода, накипь вызывает коррозию и закупоривает его, снижая теплопроводность. 60% электроэнергии уходит на то, чтобы нагреть отложившуюся накипь. Теплопроводность извести в 20 раз меньше, чем стали. В результате образования известкового налета потери электроэнергии в системе центрального отопления могут составлять до 60%, а денежные затраты увеличиться до 30%. Чем толще слой накипи, тем выше затраты на электроэнергию. Слой накипи толщиной 1мм увеличивает сумму счетов за электроэнергию на 10%. Бытовая техника служит на четверть меньше срока. Средний срок службы посудомоечной машины составляет 12 лет, но из-за образования накипи он сокращается до 9 лет. Постоянная жесткость воды не устраняется кипячением или добавлением соды и извести и вызывается наличием сульфатов кальция и магния в основном.

Присутствие в воде значительного количества солей Ca и Mg делает воду непригодной для многих технических целей. Так при продолжительном питании паровых котлов жесткой водой их стенки постепенно покрываются плотной коркой накипи; такая накипь уже при толщине слоя в 1 мм сильно понижает передачу теплоты стенками котла и, следовательно, ведет к увеличению расхода топлива. Кроме того она может служить причиной образования вздутий и трещин как в кипяtilьных трубах, так и на стенках самого котла. Жесткую воду нельзя использовать при крашении тканей. Из-за образования накипи бытовые приборы и установки ломаются на 30% чаще обычного.

В промышленности жесткая вода приносит особенно большой вред. При работе паровых котлов в жесткой воде, содержащей $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ или CaSO_4 , на внутренней поверхности стенок котла образуется слой накипи, уменьшающий их теплопроводность и тем самым понижающий коэффициент полезного действия установки. Замедленная теплопередача через стенки котла приводит к их перегреву и вследствие этого к ускоренной коррозии (окислению кислородом воздуха). В результате прочность стенок котла постепенно понижается, что может привести к его взрыву.

Образование осадка (накипи) при использовании воды, обладающей временной жесткостью, связано с выпадением в осадок малорастворимых карбонатов - CaCO_3 и MgCO_3 . Если в воде присутствует сульфат кальция, то он выпадает в осадок из-за резкого понижения его растворимости при нагревании. Особенно прочная, но вместе с тем пористая, малотеплопроводная накипь образуется при одновременном содержании в воде гидрокарбонатов и сульфата кальция.

Соли магния (MgCl_2 и MgSO_4) и CaCl_2 , содержащиеся в воде, не приводят к образованию в котлах накипи, так как они хорошо растворимы в воде, но вызывают коррозию стенок и металлической арматуры. Эти соли как электролиты способствуют протеканию электрохимических процессов на поверхности стали и тем самым ускоряет процесс её коррозии под действием воды и кислорода. Кроме того, MgCl_2 и MgSO_4 как соли слабого основания и сильных кислот гидролизуются, повышая концентрацию.

В строительной практике жесткость воды должна учитываться, если гидротехническое сооружение или фундаментальные части зданий подвергаются действию грунтовых вод. Из солей, придающих воде жесткость, вредное действие на бетон оказывают MgCl_2 , MgSO_4 , CaSO_4 . Первая соль вызывает так называемую

магнезиальную коррозию бетона, вторая - сульфатно-магнезиальную, третья — сульфатную коррозию бетона. На стальные строительные конструкции, находящиеся в воде, вредное действие оказывают все соли, обуславливающие постоянную жёсткость. Причины ускорения коррозии стали те же, что и для паровых котлов.

Вместе с тем, в зависимости от pH и щелочности, вода с жесткостью выше 4 мг-экв/л может вызвать в распределительной системе отложение шлаков и накипи (карбоната кальция), особенно при нагревании. Именно поэтому нормами котлонадзора вводятся очень жесткие требования к величине жесткости воды, используемой для питания котлов (0.05—0.1 мг-экв/л). Кроме того, при взаимодействии солей жесткости с моющими веществами (мыло, стиральные порошки, шампуни) происходит образование «мыльных шлаков» в виде пены. Это приводит не только к значительному перерасходу моющих средств. Такая пена после высыхания остается в виде налета на сантехнике, белье, человеческой коже, на волосах. Главным отрицательным воздействием этих шлаков на человека является то, что они разрушают естественную жировую пленку, которой всегда покрыта нормальная кожа и забивают ее поры.

Вместе с тем, необходимо упомянуть и о другой стороне медали. Мягкая вода с жесткостью менее 2 мг-экв/л имеет низкую буферную емкость (щелочность) и может, в зависимости от уровня pH и ряда других факторов, оказывать повышенное коррозионное воздействие на водопроводные трубы. Поэтому, в ряде применений (особенно в теплотехнике) иногда приходится проводить специальную обработку воды с целью достижения оптимального соотношения между жесткостью воды и ее коррозионной активностью. [6]

1.4 Влияние жесткости на организм человека.

Высокая жесткость придаёт воде горьковатый вкус и оказывает отрицательное действие на органы пищеварения.

В жесткой воде хуже развариваются продукты, в результате этого снижается усвояемость белков. Это связано с тем, что соли жесткости вступают в реакцию с животными белками.

Повышенная жесткость воды негативно сказывается на здоровье человека при умывании. Соли жесткости взаимодействуют с моющими веществами и образуют нерастворимые шлаки. Эти шлаки высыхают и остаются в виде микроскопической корки на кожном и волосяном покрове человека. Разрушается естественная жировая пленка кожного и волосяного покрова человека, забиваются поры, появляется сухость, шелушение, перхоть.

Признак повышенной жесткости воды – скрип чисто вымытой кожи и волос. Чувство повышенной мылкости, признак того, что защитная пленка на коже невредима, и жесткость воды небольшая. При большой жесткости необходимо пользоваться лосьонами, увлажняющими кремами, чтобы создать искусственную защитную пленку для кожи и волос. Поэтому косметологи советуют умываться дождевой или талой водой.

С точки зрения применения воды для питьевых нужд, ее приемлемость по степени жесткости может существенно варьироваться в зависимости от местных условий. Порог вкуса для иона кальция лежит (в пересчете на мг-эквивалент) в диапазоне 2-6 мг-экв/л, в зависимости от соответствующего аниона, а порог вкуса для магния и того ниже. В некоторых случаях для потребителей приемлема вода с жесткостью выше 10 мг-экв/л.

Всемирная Организация Здравоохранения (ВОЗ) не предлагает какой-либо рекомендуемой величины жесткости по показаниям влияния на здоровье. В материалах ВОЗ говорится о том, что хотя ряд исследований и выявил статистически обратную зависимость между жесткостью питьевой воды и сердечнососудистыми заболеваниями, имеющиеся данные не достаточны для вывода о причинном характере этой связи.

Аналогичным образом, однозначно не доказано, что мягкая вода оказывает отрицательный эффект на баланс минеральных веществ в организме человека.

В жёсткой воде плохо развариваются продукты питания, так как катионы Ca^{2+} и Mg^{2+} с белками пищи образуют нерастворимые соединения. В такой воде плохо завариваются чай, кофе.

Постоянное употребление жёсткой воды может привести к расслаблению желудка и отложению солей в организме человека. В результате этого образуются камни в почках (мочекаменная болезнь).

Мягкая вода (дистиллированная вода), т.е. вода, с ничтожно малыми примесями инородных веществ и минеральных солей, используется в основном для медицинских или исследовательских целей в различных лечебно-оздоровительных программах и процедурах для вывода из организма шлаков. [3]

Частое употребление мягкой воды может привести к тому, что из организма начнут вымываться и полезные микроэлементы: кальций, магний, калий. Прежде всего, это опасно для костей, крепость которых зависит от наличия кальция и микроэлементов, обеспечивающих нормальную работу нашего организма. Например, в регионах, где вода отличается мягкостью, т.е. пониженным содержанием минеральных примесей, ученые отмечают рост числа сердечно-сосудистых заболеваний. Там же где вода более жесткая, ситуация с заболеваниями сердца обстоит гораздо лучше – подобные случаи регистрируются нечасто. Кроме того, жесткость воды оказывает влияние и на уровень заболеваний кариесом – чем больше минеральных веществ, тем реже обращения к стоматологам.

Также установлено, что в связи с низким уровнем минерализации мягкая вода обладает неудовлетворительными органолептическими свойствами и оказывает неблагоприятное воздействие на водно-солевой обмен и функциональное состояние гипофиз-адреналиновой системы, регулирующей основные обменные процессы в организме.

Широкая доступность фильтров для улучшения свойств воды приводит к изменению баланса поступления в организм ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} . Агрессивная телевизионная реклама призывает утолять жажду минеральной водой и заботиться о стиральных машинах с помощью «Калгона». Как может отразиться на здоровье человека изменение количества поступающих с пищей ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} ?

Здоровье населения находится в прямой зависимости от состава природных вод в источниках, из которых осуществляется регулярное водоснабжение данной территории. Природные воды должны содержать достаточное количество микроэлементов, участвующих в обменных процессах человека. Так недостаток Ca^{2+} и Mg^{2+} влечет за собой увеличение числа смертельных исходов при сердечно-сосудистых заболеваниях, увеличение тяжести рахита, остеомаляцию, нарушение функционального состояния сердечной мышцы и процессов свертывания крови, а недостаток Mg^{2+} внезапную смерть младенцев, увеличение тяжести течения и числа неблагоприятных исходов КВЗ, нейромускулярные и психиатрические симптомы, тахикардию и фибрилляцию сердечной мышцы, гипомagneзимию. Но в то же время, избыток Ca^{2+} ведет к мочекаменной болезни, нарушению состояния водно-солевого обмена, раннему обызвествлению костей у детей, замедлению роста скелета, а избыток Mg^{2+} к возможности развития синдромов дыхательных параличей и сердечной блокады, желудочно-кишечного тракта. Повышенная жесткость воды негативно сказывается на здоровье человека при умывании. Соли жесткости взаимодействуют с моющими веществами и образуют нерастворимые шлаки, разрушающие естественную жировую пленку кожного и волосяного покрова человека, забивающие поры. Высокая жесткость ухудшает органолептические свойства воды, придавая ей горьковатый вкус и оказывая отрицательное действие на органы пищеварения.

Однако не доказано, что и мягкая вода оказывает отрицательный эффект на баланс минеральных веществ в организме человека. [2]

1.5 Методы устранения жесткости воды.

Существует несколько способов устранения жесткости воды.

Бытовые:

1. Кипячение и вымораживание.
2. Фильтрация.
3. Добавление умягчителей.

Промышленные:

1. Добавление кальцинированной соды Na_2CO_3 .
2. Добавление гашеной извести $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Кипячение и вымораживание.

Кипячение снижает общую жесткость на 30-40%. При нагревании жесткой воды образуется накипь - нерастворимые соединения кальция, магния и оксид железа(III).

Вымораживание снижает общую жесткость на 70-80%.

Фильтрация.

Фильтрация снижает общую жесткость до 80%. Внутри картриджа фильтра содержится смесь из активированного угля и катионообменники. Уголь адсорбирует вредные органические вещества и хлориды. Катионообменники снижают общую жесткость.

Добавление умягчителей.

Снижение общей жесткости достигает 100%. Умягчители предназначены для снижения общей жесткости воды в стиральных машинах. Воду нельзя использовать для приготовления пищи, нельзя пить.

Добавление Na_2CO_3 или $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Кроме кипячения, устранить временную жесткость можно гашеной известью $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

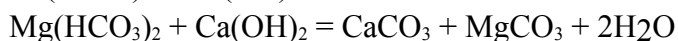
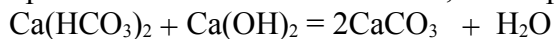
Постоянную жесткость устраняют, обрабатывая воду раствором соды Na_2CO_3 .

Применяемые на практике методы устранения жесткости природной воды условно можно разделить на химические и физические. В первом случае уменьшение жесткости связано с добавлением к воде различных химических веществ (реагентные методы).

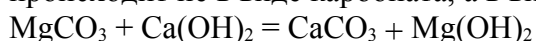
Физические методы понижения жесткости воды основаны на использовании различного рода воздействия на воду (магнитное «электрическое поле, ультразвук и др.) и потому могут считаться безреагентными.

В самом общем виде химические методы устранения жесткости воды основаны на химических реакциях, в результате которых катионы кальция и магния, придающие жесткость воде, переводятся в нерастворимые соединения (осадок). Таких методов несколько.

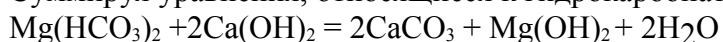
Если вода обладает только **временной жесткостью**, то для её устранения применяют известковый способ, т.е. обрабатывают воду известью $\text{Ca}(\text{OH})_2$:



Так как $\text{PP}(\text{MgCO}_3)$ больше, чем $\text{PP}(\text{Mg}(\text{OH})_2)$, то окончательное удаление Mg^{2+} происходит не в виде карбоната, а в виде гидроксида:



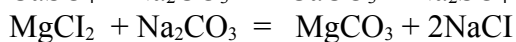
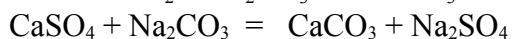
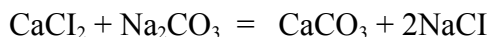
Суммируя уравнения, относящиеся к гидрокарбонату магния, получим:



Таким образом, при взаимодействии извести с гидрокарбонатами кальция и магния образуются осадки CaCO_3 и $\text{Mg}(\text{OH})_2$.

При этом способе недопустим избыток извести, который может привести к повышению жесткости. Поэтому количество вводимой извести должно точно соответствовать результатам анализа воды на жесткость.

Для устранения как временной, так и постоянной жёсткости воды нередко применяют известково-содовый способ устранения жёсткости. Известь осаждает гидрокарбонаты кальция и магния, как указано выше, а сода - хлориды и сульфаты по реакциям:



MgCO_3 также переосаждается в виде $\text{Mg}(\text{OH})_2$

Кроме указанных способов, основанных на добавлении к воде растворимых реактивов, широкое распространение получили способы устранения жёсткости, основанные на прохождении (фильтрации) воды через слой специальных веществ - ионообменных смол (ионитов).

Иониты представляют собой твёрдые электролиты, у которых один ион является поливалентным и нерастворимым, а ионы противоположного знака могут обмениваться на ионы, находящиеся в водном растворе. При этом, если обмениваются катионы, иониты называются катионитами, при обмене анионов - анионитами, а сам метод носит название метода ионного обмена. Этот метод может быть использован как для умягчения воды, так и для её обессоливания (деионизации).

Ионообменные свойства смолам придают имеющиеся в них активные группы. Для катионитов такими группами являются - SO_3H , - SiOON , - COON , - OH ; для анионитов - NH_2 , - NH_2OH и другие. К ионитам относятся также и некоторые сложные неорганические соединения, в частности алюмосиликаты натрия (пермутиты).

Использование ионитов позволяет практически полностью удалить из воды растворенные в ней соли, являющиеся электролитами. Вода, прошедшая через такие ионообменники, близка к дистиллированной, но обходится в несколько раз дешевле воды, полученной перегонкой. [5]

Вывод: жесткость воды может быть временной и постоянной. Жесткая вода одинаково вредна как организму человека, так и бытовым приборам. Смягчить жесткую воду для употребления в домашних условиях можно с помощью различных фильтров для воды или кипячением, а также в ионообменниках.

2. Экспериментальная база.

Для определения жесткости воды были применены следующие методики исследования:

1. Определение жесткости воды методом титрования с помощью соляной кислоты (Приложение 1).
2. Определение жесткости воды методом титрования спиртово-мыльным раствором (Приложение 2).
3. Определение жесткости воды методом титрования мыльным раствором (Приложение 3)

Для эксперимента использовалась вода следующих источников:

1. водопроводная вода с.Николаево Фаленского района Кировской области (Приложение 4),
2. профильтрованная водопроводная вода с.Николаево Фаленского района Кировской области (Приложение 5),
3. родниковая вода д.Демаки Фаленского района Кировской области (Приложение 6),
4. родниковая вода д. Веселки Фаленского района Кировской области (Приложение 7),
5. водопроводная вода п. Фаленки – ул. Береговая (Приложение 8),
6. профильтрованная водопроводная вода п. Фаленки – ул. Береговая,
7. водопроводная вода п. Фаленки – ул. Коммунистическая (Приложение 8),
8. профильтрованная водопроводная вода п. Фаленки – ул. Коммунистическая,
9. бутилизированная вода «Живой дар» - вода минеральная питьевая – успенский собор Трифонова мужского монастыря (вода разливается из освященного источника) (Приложение 9)
10. бутилизированная минеральная вода п. Нижнеивкино – № 2К (Приложение 10)

Все опыты проведены в трех повторностях. Использовался метод титрования (Приложение 11)

Получены следующие результаты.

2.1 Определение временной жесткости воды с помощью соляной кислоты.

Для определения временной жёсткости воды с помощью данной методики взяли 0,1Н раствор соляной кислоты, раствор метилового оранжевого. Данная методика основана на изменении цвета индикатора от желтого до оранжево-розового (Приложение 12). Определяли объём израсходованной соляной кислоты на титрование. Результаты заносились в таблицу (Приложение 13).

Выполнен расчёт значения жесткости для каждой пробы воды по нижеприведенной формуле:

$$Ж_{врем} = \frac{C_n(HCl) \cdot V_{сред}(HCl)}{V(H_2O)} \cdot 1000$$

Временная жесткость

№ титрования	Значение жесткости воды, мэкв/л
I. Водопроводная вода с.Николаево.	6,07
II. Профильтрованная водопроводная вода с.Николаево	6,0
III. Родниковая вода д.Демаки	3,3
IV. Родниковая вода д. Веселки	10,26
V. Водопроводная вода п. Фаленки – ул. Береговая	15,36
VI. Профильтрованная водопроводная вода п. Фаленки – ул. Береговая	14,53
VII. Водопроводная вода п. Фаленки – ул. Коммунистическая	4,76
VIII. Профильтрованная водопроводная вода п. Фаленки -ул. Коммунистическая	3,7
IX. Бутилизированная вода «Живой дар»	9,13
X. Бутилизированная минеральная вода п. Нижнеивкино - №2К	10,7

Анализ таблицы показывает, что самое низкое значение временной жесткости имеет проба № III - родниковая вода д. Демаки, также небольшое значение временной жесткости имеет проба № VIII - водопроводная профильтрованная вода п. Фаленки на ул. Коммунистической. Самое высокое значение временной жесткости имеет проба № V - водопроводная вода п. Фаленки на ул. Береговой. Профильтрованная вода имеет значение

жесткости ниже, в сравнении с водопроводной. Следовательно, фильтр, пусть незначительно, но снижает жесткость воды.

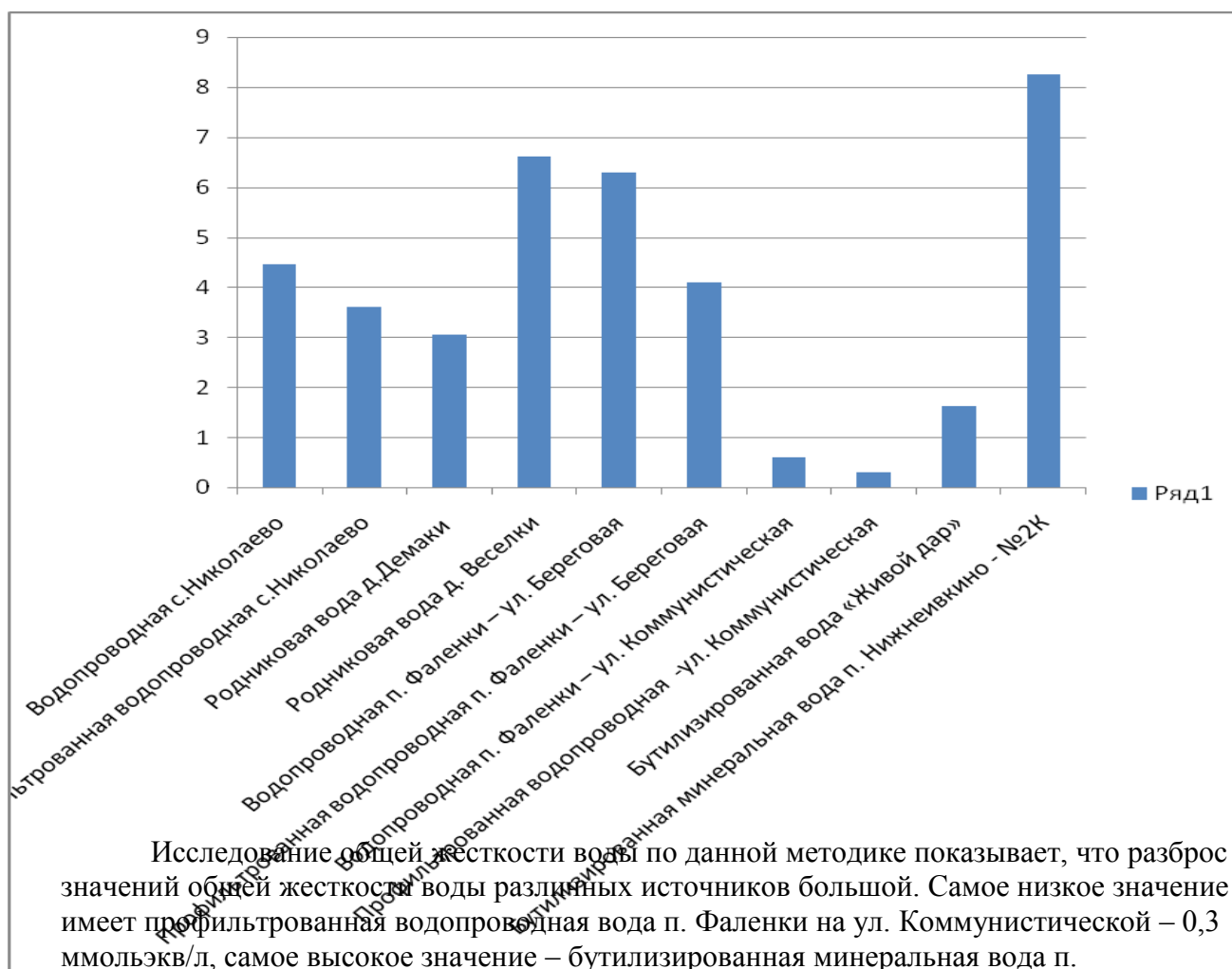
2.2 Определение общей жесткости воды спиртово-мыльным раствором.

Для выполнения данного опыта был приготовлен эталонный раствор (Приложение 14). В заранее заготовленную таблицу заносились результаты титрования (Приложение 15).

На основании полученных данных построен график (калибровочная кривая), откладывая на оси абсцисс жесткость эталонных образцов титруемого раствора, на оси ординат – объем затраченного спиртово-мыльного раствора (Приложение 16).

Каждый образец воды титровали 3 раза, находили среднее значение объема мыльного раствора. Жесткость исследуемого раствора находили по графику на основании объема спиртово-мыльного раствора, затраченного на титрование. Результаты заносились в таблицу (Приложение 17)

Определение общей жесткости воды



Исследование общей жесткости воды по данной методике показывает, что разброс значений общей жесткости воды различных источников большой. Самое низкое значение имеет профильтрованная водопроводная вода п. Фаленки на ул. Коммунистической – 0,3 ммольэкв/л, самое высокое значение – бутилизированная минеральная вода п.

Нижнеивкино - №2К – 8,25 ммольэкв/л. Не вся родниковая вода может иметь низкое значение жесткости.

2.3 Определение жесткости с помощью мыла.

Данная методика основана на титровании пробы воды мыльным раствором (Приложение 18). Титрование проводилось одноразовым стерильным шприцем, объемом 10 мл, который был приобретен на ФАП с. Николаево. Результаты заносились в таблицу

(Приложение 19). Выводы о жесткости воды проводились по времени оседания пены – в жесткой воде пена оседает быстрее с образованием мыльных хлопьев.

Проба воды	Среднее время оседания пены, мин
I. Водопроводная вода с. Николаево.	2
II. Профильтрованная водопроводная вода с. Николаево	2,5
III. Родниковая вода д. Демаки	3,5
IV. Родниковая вода д. Веселки	1,5
V. Водопроводная вода п. Фаленки – ул. Береговая	1,5
VI. Профильтрованная водопроводная вода п. Фаленки – ул. Береговая	2,5
VII. Водопроводная вода п. Фаленки – ул. Коммунистическая	10,0
VIII. Профильтрованная водопроводная вода п. Фаленки - ул. Коммунистическая	12,0
IX. Бутилизированная вода «Живой дар»	6,33
X. Бутилизированная минеральная вода п. Нижнеивкино - №2К	Мыльной пены нет, образуются хлопья мыла

Среднее время оседания пены больше у пробы № VIII. Значит эта вода имеет низкое значение жесткости, проба № X не образует мыльной пены, следовательно вода жесткая.

Выводы:

1. Изучив литературу по данному вопросу, узнали, что жесткость воды может быть временной и постоянной. Жесткая вода одинаково вредна как организму человека, так и бытовым приборам. Смягчить жесткую воду для употребления в домашних условиях можно с помощью различных фильтров для воды или кипячением. В бытовые приборы можно добавлять смягчители или использовать специальные приборы для смягчения воды.
2. Для изучения жесткости использовано три методики. Исследовано 10 проб воды. Результаты каждой из них получились одинаковые – проба № VIII – имеет самое низкое значение жесткости, проба № X – самое высокое значение жесткости.

3. Гипотеза - родниковая вода имеет меньшее значение жесткости по сравнению с водопроводной водой – не подтвердилась. Не вся родниковая вода может иметь низкое значение жесткости, так как вода, будучи прекрасным растворителем, растворяет самые различные соли, проходя через водопроницаемые слои.
4. В ходе проведения эксперимента был отработан метод химического анализа – титрование.

Рекомендации: если при кипячении воды в чайнике остается накипь, значит вода жесткая. Такая вода вредна для организма человека. Поэтому воду следует смягчать. Для этого можно использовать различные фильтры и кипячение. Но при кипячении накипь остается на бытовом приборе. Его необходимо периодически очищать.

Чайник – от накипи прекрасно помогает лимонная кислота. Один пакетик лимонной кислоты высыпать в чайник, долить воды до необходимой метки, вскипятить и оставить на 10-15 минут. Вся накипь удаляется хорошо, но при условии, что её, накипи, было не большое количество. Если же накипи много, то процедуру нужно повторить несколько раз. Затем промыть чайник обычной водой. Лимонная кислота не оставляет никакого запаха, в отличие от уксусной кислоты, хорошо вымывается. Проводя такую процедуру один раз в неделю, чайник будет всегда оставаться чистым, без накипи и, значит, в наш организм не попадут лишние соли (Приложение 20).

Водонагреватель, системы отопления – их защитить, а уж тем более очистить, от накипи очень сложно. Специалисты предлагают применять Магнитный Преобразователь Воды MWS (бытовой и производственный), а также прибор Аквацит [8] (Приложение 21). Магнитный Преобразователь Воды подходит и для систем отопления.

Утюг – в утюг не зальешь воду с кальцинированной содой, на белье могут остаться разводы. Но почистить утюг от накипи можно с помощью лимонной кислоты – 25 г лимонной кислоты развести в стакане теплой воды и залить в резервуар утюга, поставить регулятор температуры на максимум и нажатием на кнопку подачи пара провести очистку. После процедуры надо таким же способом очистить резервуар уже от лимонной кислоты. Для этого минимум два раза залейте и «выгоните» из резервуара чистую воду. Если сильно забились отверстия для выпуска пара, то раствор лимонной кислоты вводят в них с помощью шприца [9].

Отпариватели – в этих новомодных приборов должна быть встроена защита от накипи. Если этого нет, то необходимо использовать дистиллированную воду [9].

Библиографический список:

1. Вода известная и неизвестная. Синюков В.В. - М: Знание, 1987г.
2. Жесткая вода и ее влияние на организм человека. — [электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://lib2.znate.ru/docs/index-347029.html> .
3. Химия защищает природу. Очкин А.В., Фадеев Г.Н. - М: Просвещение, 1984г.
4. «Основы химического анализа», В.И. Астафуров. – М: Просвещение, 1997
5. <https://www.google.ru/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=5&ved=0CDgQFjAE&url=https%3A%2F%2Fwww.novsu.ru%2Ffile%2F985135&ei=2SHnVP2vG8X5yQP3sYKADA&usg=AFQjCNFQNrIoUTmP3YV0gp>

T2vEzPlZ9tnw&sig2=6ZZ_6UjfZiOKw2yjQJnFBg&bvm=bv.86475890,d.bGQ&cad=rjt

6. Аналитическая химия промышленных сточных вод. Лурье Ю. Ю., В. А. Гладков. - М., 1984.
7. Экология родного края. Под редакцией Т.Я.Ашихминой., - Киров, 1996 г.
8. http://www.magwater.ru/zhurnal-o-zhivoj-vode/zhestkaya_voda_kak_zawititsya_ot_nakipi/
9. <http://shkolazhizni.ru/archive/0/n-56169/>
10. <http://www.aqualover.ru/hydrochemistry/general-hardness-measuring-by-the-help-of-soup.html>

Приложение 1.

Вода, содержащая гидрокарбонаты кальция и магния имеет щелочную реакцию, определение карбонатной жёсткости производится непосредственным титрованием воды соляной кислотой в присутствии индикатора – метилового оранжевого.

Для анализа в коническую колбу отмерить с помощью мерного цилиндра 100 мл исследуемой воды. Добавить 2-3 капли индикатора метилового оранжевого.

В приготовленную заранее бюретку налить 0,1Н раствор соляной кислоты. Установить уровень на нулевое деление и по каплям приливать соляную кислоту в воду до изменения окраски раствора от жёлтой до оранжево-розовой. Определить объём израсходованной на титрование кислоты.

Титрование повторить ещё два раза, каждый раз доливая в бюретку кислоту до нулевого деления.

Результаты титрования записать в таблицу.

№ титрования	Объем H ₂ O V(H ₂ O), мл	Объем раствора HCl V (HCl), мл	Средний объем раствора HCl V _{сред} (HCl), мл	Нормальность раствора HCl Сн(HCl), моль/л
1	100			
2	100			
3	100			

Оформление результатов опыта

Рассчитать временную жесткость воды (*Ж_{врем}* в мэкв/л) по формуле:

$$Ж_{врем} = \frac{С_n(HCl) \cdot V_{сред}(HCl)}{V(H_2O)} \cdot 1000 [5]$$

Приложение 2.

Общая жёсткость воды обусловлена, главным образом, присутствием растворённых соединений кальция и магния в воде. Она варьирует в широких пределах в зависимости от типа пород и почв, слагающих бассейн водосбора, а также от сезона года. Величина общей жёсткости в источниках централизованного водоснабжения допускается до 7 ммоль экв/л, в отдельных случаях по согласованию с органами санитарно-эпидемиологической службы – до 10 ммоль экв/л.

При жёсткости до 4 ммоль экв/л вода считается мягкой; 4 – 8 ммоль экв/л – средней жесткости; 8-12 ммоль экв/л – жесткой; более 12 ммоль экв/л – очень жесткой.

Спиртово-мыльный метод.

Сущность этого метода заключается в том, что растворенные в воде соли кальция и магния переводятся с содержащимися в мыле стеаратом, олеатом пальмитатом натрия в малорастворимые кальциевые и магниевые соли. Окончание реакции определяют по появлению устойчивой пены, образуемой избытком мыльного раствора при титровании.

Порядок и техника проведения работы.

1. Подготовить спиртово-мыльный раствор. Для этого 3г детского мыла (в стружках) растворяют в 200 мл 96% спирта – ректификата, отстаивают двое суток при температуре +16°C и фильтруют через бумажный фильтр средней плотности.
2. Для подготовки эталонного раствора солей кальция и магния необходимо отвесить 3,85 г кристаллического хлорида кальция, который растворить дистиллированной водой в мерной колбе на 500 мл, и 1,08 г сульфата магния растворить в колбе объемом на 300 мл.

В мерную колбу на 1 л влить 375 мл раствора хлорида кальция и весь раствор сульфата магния, перемешать их и долить дистиллированной водой до метки. В полученном таким образом растворе будет содержаться 26,25 ммоль экв/л ионов кальция и 8,75 ммоль экв/л ионов магния.

3. Подготовить таблицу для записи данных опыта.

Объем эталонного раствора, мл	Жесткость, 17оль экв/л	Объем спиртово-мыльного раствора, затраченный на титрование, мл
1	0,35	
2	0,70	
4	1,40	
5	1,75	
10	3,50	
20	7,00	

4. Подготовить данные, составить таблицу и калибровочную кривую для данного образца спиртово-мыльного раствора и эталонного раствора солей кальция и магния
 - 4.1. В чистую мерную колбу емкостью 100 мл налить 1 мл эталонного раствора и долить дистиллированной водой до метки.
 - 4.2. Полученный раствор перелить в склянку с притертой пробкой и осторожно титровать из бюретки спиртово-мыльным раствором, встряхивая содержимое склянки после прибавления каждых 2-3 капель спиртово-мыльного раствора. Титрование прекращают тогда, когда после 8-кратного встряхивания склянки в ней образуется устойчивая пена, не исчезающая в течение 3 минут. Отметить объем израсходованного спиртово-мыльного раствора, затраченного на титрование, и записать в таблицу;
 - 4.3. Отмерить в мерные колбы на 100 мл последовательно 2,4,5,10 и 20 мл эталонного раствора, довести объем каждого раствора до 100 мл и титровать также как и первую пробу.

- 4.4. На основании данных эксперимента начертить эталонный график (калибровочную кривую), откладывая на оси абсцисс жесткость эталонных образцов титруемого раствора, на оси ординат – объем затраченного спиртового-мыльного раствора.
5. Для определения жесткости исследуемого раствора находят по эталонному графику на основании объема спиртового-мыльного раствора, затраченного на титрование. Проводят не менее 3-ех титрований, из них берут среднее значение жесткости.
6. Если общая жесткость раствора окажется выше, чем отражено на графике, то определение следует повторить с разбавлением жесткой воды дистиллированной водой с соблюдением кратности разбавления, чтобы можно было ее учесть при вычислении жесткости. [7]

Приложение 3.

К “домашним” способам определения общей жесткости можно отнести способ определения общей жесткости с помощью мыла.

Метод достаточно прост и удобен для домашних условий.

Суть метода — в титровании (измерении количества реагента, который полностью реагирует с анализируемым веществом) пробы воды мыльным раствором.

Метод базируется на том, что 10 мг окиси кальция в 1 л воды нейтрализуется 0,1 г чистого мыла. Применяется 60-72%-ное хозяйственное мыло. Его крошат с торца бруска поперек.

Анализ проводится так: берется 1 гр. сухого размельченного мыла и растворяется в 10 мл подогретой дистиллированной воды. Затем в колбу наливают 0,5 л воды, жесткость которой надо определить. Далее в нее шприцом, порциями по 1 мл вливают приготовленный раствор мыла, каждый раз взбалтывая воду в колбе: сначала по поверхности воды пойдут сизые хлопья и быстро исчезающие пузырьки. По мере доливания раствора мыла, в момент, когда вся окись кальция и магния свяжется мылом, на поверхности воды появятся устойчивые мыльные пузыри с характерным радужным переливом не исчезающие в течение 3 минут, добавление раствора нужно прекратить.

Если пена исчезает раньше или образуются сразу мыльные хлопья, значит вода жесткая. [8]

Водопроводная вода



Профильтрованная вода



Родниковая вода д. Демаки

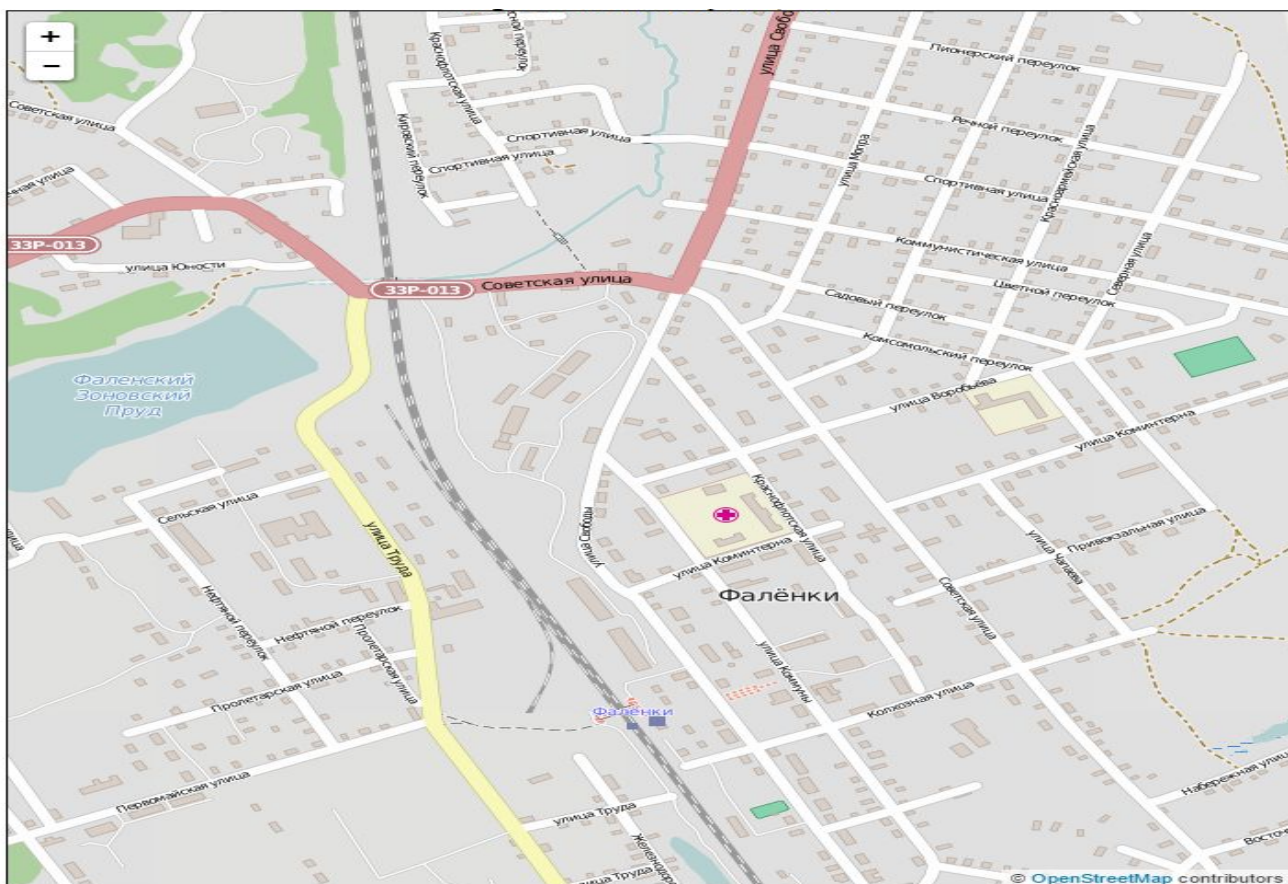


Родниковая вода д.Веселки



Приложение 8

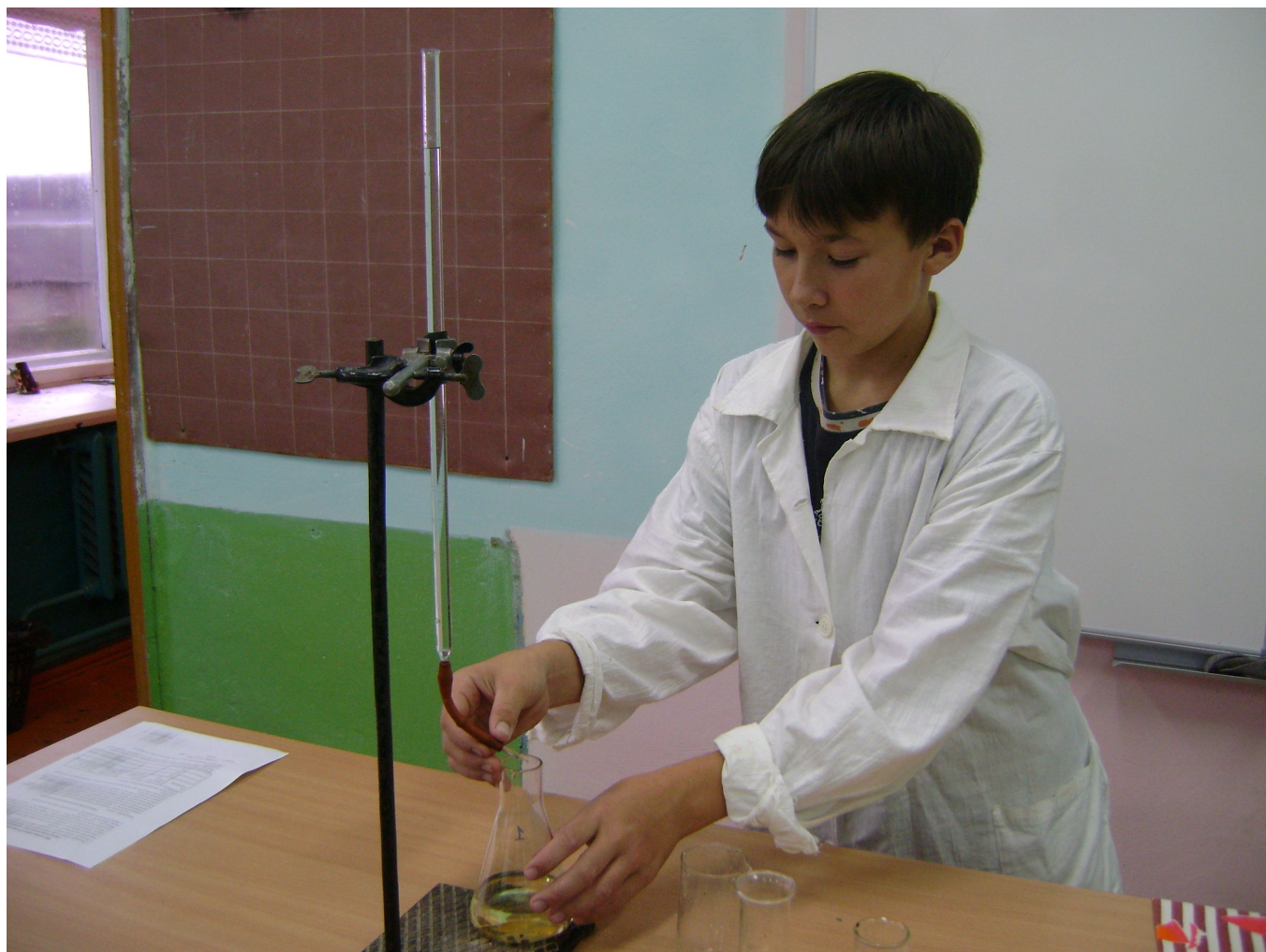
Водопроводная вода п.Фаленки ул. Береговая и ул. Коммунистическая







Метод титрования



Титрование 0,1Н раствором соляной кислоты



Титрование водопроводной воды



Титрование профильтрованной водопроводной воды



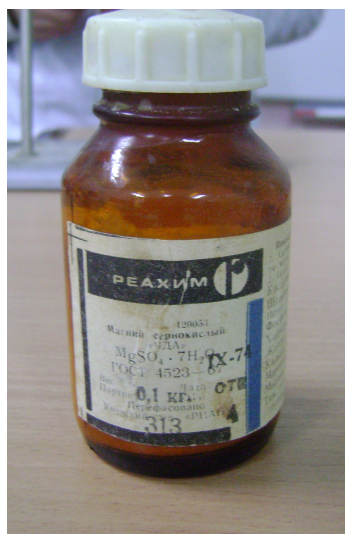
Титрование родниковой воды

Определение временной жесткости воды с помощью соляной кислоты.

№ титрования	Объем H ₂ O V(H ₂ O), мл	Объем раствора HCl V (HCl), мл	Средний объем раствора HCl V _{сред} (HCl),мл	Нормаль- ность раствора HCl Сн(HCl), моль/л	Значение жест- кости воды, мэкв/л
I.Водопроводная вода с.Николаево		6,1			
Повторность 1	100		6,07	0,1	6,07
Повторность 2	100	6,0		0,1	
Повторность 3	100	6,1		0,1	
II.Профильтро- ванная водопроводная вода с.Николаево	100	5,8	6,0	0,1	6,0
Повторность 1					
Повторность 2	100	6,3		0,1	
Повторность 3	100	5,9		0,1	
III.Родниковая вода д.Демаки			3,3		3,3
Повторность 1	100	3,7		0,1	
Повторность 2	100	3,1		0,1	
Повторность 3	100	3,2		0,1	
IV. Родниковая вода д. Веселки			10,26		10,26
Повторность 1	100	10,1		0,1	
Повторность 2	100	10,3		0,1	
Повторность 3	100	10,4		0,1	
V. Водопроводная вода п. Фаленки – ул. Береговая			15,36		15,36
Повторность 1	100	15,4		0,1	
Повторность 2	100	15,3		0,1	
Повторность 3	100	15,4		0,1	
VI. Профильтрованная водопроводная вода п. Фаленки – ул. Береговая			14,53	0,1	14,53
Повторность 1	100	14,3			
Повторность 2	100	14,5		0,1	
Повторность 3	100	14,8		0,1	
VII. Водопроводная вода п. Фаленки – ул. Коммунистическая			4,76		
Повторность 1	100	4,9		0,1	

Повторность 2	100	4,6		0,1	
Повторность 3	100	4,8		0,1	
VIII. Профильтрованная водопроводная вода п. Фаленки -ул. Коммунистическая			3,7		3,7
Повторность 1	100	3,7		0,1	
Повторность 2	100	3,8		0,1	
Повторность 3	100	3,6		0,1	
IX. Бутилизованная вода «Живой дар»			9,13		9,13
Повторность 1	100	9,1		0,1	
Повторность 2	100	9,1		0,1	
Повторность 3	100	9,2		0,1	
X. Бутилизованная минеральная вода п. Нижнеивкино - №2К			10,7		10,7
Повторность 1	100	10,7		0,1	
Повторность 2	100	10,8		0,1	
Повторность 3	100	10,6		0,1	

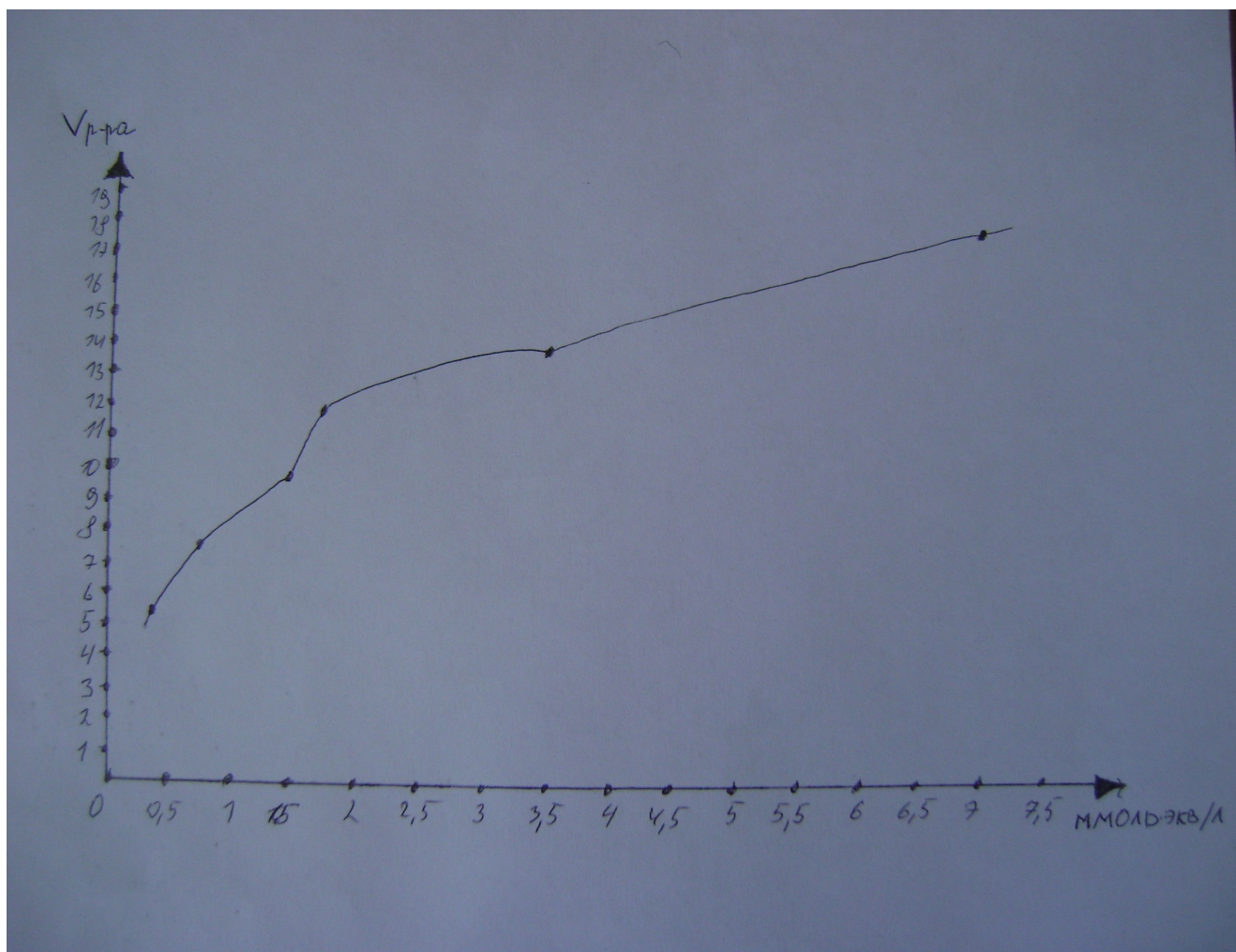
Приготовление эталонного раствора



Результаты титрования эталонного раствора

Объем эталонного раствора, мл	Жесткость, 31ммоль экв/л	Объем спиртово-мыльного раствора, затраченный на титрование, мл
1	0,35	5.4
2	0,70	7.3
4	1,40	9.4
5	1,75	11.8
10	3,50	13.4
20	7,00	17.8

Калибровочная кривая



Результаты титрования спиртово-мыльным раствором проб воды

№ титрования	Объем спиртово-мыльного раствора, мл	Среднее значение объёма спиртово-мыльного раствора, мл	Значение жёсткости, 33ммоль экв/л
I. Водопроводная вода			
Повторность 1	14,6	14,6	4,45
Повторность 2	14,5		
Повторность 3	14,7		
II. Профильтрованная водопроводная вода			
Повторность 1	13,7	13,6	3,6
Повторность 2	13,6		
Повторность 3	13,5		
III. Родниковая вода д. Демаки			
Повторность 1	13,1	13,1	3,05
Повторность 2	13,0		
Повторность 3	13,2		
IV. Родниковая вода д. Веселки			
Повторность 1	17,4	17,3	6,62
Повторность 2	17,2		
Повторность 3	17,2		
V. Водопроводная вода п. Фаленки – ул. Береговая			
Повторность 1	17,0	17,0	6,3
Повторность 2	16,9		
Повторность 3	17,1		
VI. Профильтрованная водопроводная вода п. Фаленки – ул. Береговая			
Повторность 1	14,1	14,1	4,1
Повторность 2	14,1		
Повторность 3	14,1		
VII. Водопроводная вода п. Фаленки – ул. Коммунистическая			
Повторность 1	7,2	7,16	0,6
Повторность 2	7,1		
Повторность 3	7,2		
VIII. Профильтрованная водопроводная вода п.			

Фаленки -ул. Коммунистическая			
Повторность 1	5,5	5,53	0,3
Повторность 2	5,5		
Повторность 3	5,6		
IX. Бутилизированная вода «Живой дар»			
Повторность 1	11,1	11,16	1,62
Повторность 2	11,2		
Повторность 3	11,2		
X. Бутилизированная минеральная вода п. Нижеивкино - №2К			
Повторность 1	19,2	19,23	8,25
Повторность 2	19,3		
Повторность 3	19,2		

Приложение 18

Определение жесткости с помощью мыльного раствора



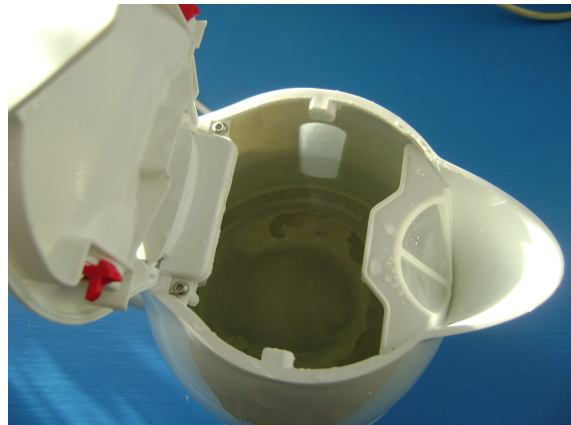
Результаты определения жесткости воды мыльным раствором

Проба воды	Объем мыльного раствора, мл	Средний объём мыльного раствора, мл	Время оседания пены, мин	Среднее время оседания пены, мин
I. Водопроводная вода с. Николаево Повторность 1 Повторность 2 Повторность 3	2,5 2,6 2,5	2,5	2 2 2	2
II. Профильтрованная вода с. Николаево Повторность 1 Повторность 2 Повторность 3	2,3 2,4 2,4	2,4	2,5 2,5 2,5	2,5
III. Родниковая вода д. Демаки Повторность 1 Повторность 2 Повторность 3	2,0 2,1 2,0	2,03	3,5 3,5 3,5	3,5
IV. Родниковая вода д. Веселки Повторность 1 Повторность 2 Повторность 3	3,0 3,0 3,0	3,0	1,5 1,5 1,5	1,5
V. Водопроводная вода п. Фаленки – ул. Береговая Повторность 1 Повторность 2 Повторность 3	3,0 3,0 3,0	3,0	1,5 1,5 1,5	1,5
VI. Профильтрованная водопроводная вода п. Фаленки – ул. Береговая Повторность 1 Повторность 2 Повторность 3	2,4 2,4 2,4	2,4	2,5 2,5 2,5	2,5
VII. Водопроводная вода п. Фаленки – ул. Коммунистическая Повторность 1 Повторность 2 Повторность 3	1,0 1,0 1,0	1,0	10,0 10,0 10,0	10,0
VIII. Профильтрованная водопроводная вода п. Фаленки -ул.				

Коммунистическая	0,5	0,5	12,0	12,0
Повторность 1	0,5		12,0	
Повторность 2	0,5		12,0	
Повторность 3				
IX. Бутилизированная вода «Живой дар»				
Повторность 1	2,0	2,0	6,2	6,33
Повторность 2	2,0		6,3	
Повторность 3	2,0		6,5	
X. Бутилизированная минеральная вода п. Нижеивкино - №2К				
Повторность 1	5,5	5,5	Мыльной пены нет, образуются хлопья мыла	Мыльной пены нет, образуются хлопья мыла
Повторность 2	5,5			
Повторность 3	5,5			

Приложение 20

Удаление накипи в электрическом чайнике с помощью лимонной кислоты





Прибор для смягчения воды «Акващит»



Магнитный Преобразователь Воды MWS (бытовой и производственный)