

**Исследование жесткости воды родника хутора Дударевского
Шолоховского района, водопроводной воды МБОУ Верхнебыковской
ООШ и воды из колодца х.Быковского**

ХИМИЯ

Рашевская К.С.

*9 класс, МБОУ Верхнебыковская ООШ, Ростовская обл., Верхнедонской район,
хутор Быковский*

*Научный руководитель: Михина Н.М., учитель химии, МБОУ Верхнебыковская
ООШ, Ростовская обл., Верхнедонской район, хутор Быковский*

Актуальность и значимость работы для учащегося заключается в том, что при использовании бытовой техники (водонагревателя и электрического чайника) он обратил внимание на тот факт, что тэны водонагревателя пришли в негодность через два года эксплуатации (причина: образование на нагревательном элементе большого количества накипи), а водонагревательный элемент электрического чайника, купленного одновременно с водонагревателем, практически не содержат накипи. Вода в водонагреватель поступает из домашнего колодца, а в чайник – из родника х. Дударевского Шолоховского района. Решили провести исследование и выяснить причину этого.

Цели и задачи исследования: исследовать жесткость воды родника хутора Дударевского Шолоховского района, воды из колодца х.Быковского, сравнить с жесткостью водопроводной и дистиллированной воды; выявить факторы, влияющие на образование накипи; расширить и углубить знания о способах умягчения воды.

Ожидаемые результаты: активизация познавательной деятельности учащихся, повышение мотивации учащихся к изучению химии, исследовательской деятельности; развитие практических умений.

Введение

Внимание, которое уделяется изучению природы воды, непрерывно растет. Наряду с хорошо известными аномалиями воды, такими как тепловое расширение, вязкость и теплопроводность, в последние годы обнаружен целый ряд новых и неожиданных свойств воды. Выявилась способность паров воды растворять при 400⁰С практически нерастворимые при нормальных условиях соединения: CaCO₃, Al₂O₃ и др., а также ряд других особенных свойств воды.

Вода – единственное вещество на нашей планете, которое может находиться сразу в трех состояниях: твердом (лед), жидком (вода) и газообразном (пар). Вода является одним из основных компонентов живого организма. Если живая клетка высыхает, то ее работа прекращается, так как она постоянно всю свою жизнь требует приток чистой и свежей воды, необходимой для ее жизнедеятельности.

Одно из важнейших свойств воды – способность растворять вещества, поскольку она – универсальный растворитель. Благодаря этому её состав не исчерпывается формулой H₂O. В воде содержатся почти все элементы Периодической системы, а также газы, основания, кислоты, соли и органические вещества

Различные примеси, находящиеся в воде, оказывают существенное влияние на состояние здоровья человека. Так, избыток в питьевой воде фторидов ухудшает память, разрушает зубную эмаль и вызывает остеопороз, избыток железа приводит к выпадению волос, ухудшению состояния кожи, формулы крови. Повышенная жесткость воды характерна для тех районов, в которых имеются залежи гипса. Гипс довольно хорошо растворим в воде (около 2 г/л), что соответствует жесткости воды порядка 23 единиц (при оптимальной жесткости питьевой воды около 3 единиц). У человека от такой воды заиливаются суставы, накапливается «песок» в почках и мочевом пузыре.

Актуальность темы исследования: различные примеси, находящиеся в воде, оказывают существенное влияние на организм человека; повышенная жесткость воды характерна для известняково-гипсовых областей, то есть для

Верхнедонского района Ростовской области. У человека от жесткой воды заиливаются суставы, накапливается «песок» в почках и мочевом пузыре. От жесткой воды ломается бытовая техника.

Исходя из этого, мы ставим следующую цель в своей работе.

Цель научного проекта: исследовать жесткость воды родника хутора Дударевского Шолоховского района, воды из колодца х.Быковского, водопроводной (из водопровода МБОУ Верхнебыковской ООШ); изучить способы устранения жесткости воды; применять эти знания в практической жизни

Гипотеза: если жесткость воды превышает норму, то для бытовой техники нужно применять умягчители воды

Задачи:

- Изучить литературу по теме: «Жесткость воды».
- Научиться определять жесткость воды в домашних условиях.
- Определить жесткость воды родника хутора Дударевского Шолоховского района, воды из колодца х.Быковского, водопроводной (из водопровода МБОУ Верхнебыковской ООШ)
- Сформулировать некоторые выводы о зависимости появления накипи от жесткости воды.

Методы исследования:

- изучение теоретического материала по теме: «Жесткость воды»;
- практическое определение общей жесткости воды.

Физические свойства воды.

Вода – оксид водорода – одно из наиболее распространенных и важных веществ. Поверхность Земли, занятая водой, в 2,5 раза больше поверхности суши. Чистой воды в природе нет, - она всегда содержит примеси. Получают

чистую воду методом перегонки. Перегнанная вода называется дистиллированной. Состав воды (по массе): 11,19% водорода и 88,81% кислорода.

Молекула воды имеет угловую форму: атомы водорода по отношению к кислороду образуют угол, равный $104,5^{\circ}$. Поэтому молекула воды – диполь: та часть молекулы, где находится водород, заряжена положительно, а часть, где находится кислород – отрицательно. Благодаря полярности молекул воды электролиты в ней диссоциируют на ионы.

Вода в природе.

Ввиду широкой распространенности кальция и магния, соли их почти всегда содержатся в природной воде. Их источником являются природные залежи известняков, гипса и доломитов. Из природных солей кальция только гипс несколько растворим в воде, однако, если вода содержит диоксид углерода, то карбонат кальция может переходить в раствор в виде гидрокарбоната кальция $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, а карбонат магния в виде гидрокарбоната магния $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$, то есть ионы кальция и магния поступают в воду в результате взаимодействия растворённого 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.

Природная вода, содержащая в растворе большое количество солей кальция или магния, называется жесткой водой в противоположность мягкой воде, содержащей мало солей кальция или магния или совсем не содержащей их.

Во всех рассмотренных нами научных источниках, понятие жёсткости воды обычно связано с катионами кальция (Ca^{2+}) и магния (Mg^{2+}).

У жесткой воды есть не только «минусы», но и «плюсы». Мягкая вода хоть и не оставляет осадка, зато приводит к коррозии труб центрального

водоснабжения, к тому же увеличивает токсичность воды, так как в ней лучше растворяются металлы. В мягкой воде содержится мало солей, необходимых для организма, что значительно снижает ее физиологическую полноценность. Мягкая вода негативно влияет на баланс солей и минералов в организме, что может послужить причиной отложения солей или вымывания их из организма. Соли Ca^{2+} и Mg^{2+} полезны для человека. Кальций уплотняет не только костную систему организма, но и клеточную оболочку, тем самым нормализуя кровяное давление. Магний полезен для нервной системы и помогает организму справляться со стрессами.

Жесткость воды.

Различают *временную* и *постоянную* жёсткость воды.

Временная жёсткость воды обусловлена наличием в воде гидрокарбонатов, например, гидрокарбоната кальция $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ и магния $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$.

При кипячении воды гидрокарбонаты разлагаются с образованием осадка $\text{CaCO}_3 \downarrow$ и $\text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow$, и жёсткость воды снижается. Поэтому карбонатную жёсткость называют временной.

Остальная часть жёсткости, сохранившаяся после кипячения воды, называется *постоянной жёсткостью (или некарбонатной)*. Она обусловлена присутствием в ней сульфатов, хлоридов и других растворимых соединений кальция и магния, которые хорошо растворимы и так просто не удаляются. Также различают и *общую жёсткость воды*. Она определяется суммарной концентрацией ионов кальция и магния. Представляет собой сумму карбонатной (временной) и некарбонатной (постоянной) жёсткости.

Жёсткость воды измеряется в миллиграмм- эквивалент на литр (мг-экв/л), или, что тоже самое – миллиэквивалентов ионов кальция и магния, содержащихся в 1 л воды. Один миллиэквивалент жесткости отвечает содержанию 20,04 мг/л Ca^{2+} или 12,16 мг/л Mg^{2+} .

Значение жесткости воды

Жёсткость - это особые свойства воды, во многом определяющие её потребительские качества и потому имеющие важное хозяйственное значение.

Для тушения пожаров, полива огорода, уборки улиц и тротуаров жёсткость воды не имеет принципиального значения. Но в ряде случаев жёсткость воды может создать проблемы. При принятии ванны, мытье посуды, стирке, мытье машины жёсткая вода гораздо менее эффективна, чем мягкая.

Присутствие в воде значительного количества солей кальция или магния делает воду непригодной для многих технических целей. Так, при продолжительном питании паровых котлов жесткой водой их стенки постепенно покрываются плотной коркой накипи. Такая корка 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.

Жёсткая вода мало пригодна для стирки. Накипь на нагревателях стиральных машин выводит их из строя, она ухудшает ещё и моющие свойства мыла. При стирке тканей жёсткой водой образующиеся нерастворимые соединения осаждаются на поверхности нитей и постепенно разрушают волокна.

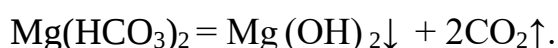
Жесткой водой нельзя пользоваться при проведении многих технологических процессов, например при крашении.

Жёсткая вода образует накипь, которая является причиной 90% отказов водонагревательного оборудования. Тонкий слой накипи на греющей поверхности вовсе не безобиден, так как продолжительность нагревания через слой накипи, обладающей малой теплопроводностью, постепенно возрастает, дно прогорает все быстрее и быстрее – ведь металл охлаждается с каждым разом все медленнее и медленнее, долго находится в прогретом состоянии. В конце концов, может случиться так, что дно сосуда не выдержит и начнёт протекать. Этот факт очень опасен в промышленности, где существуют паровые котлы.

Приведенные выше примеры указывают на необходимость удаления из воды, применяемой хоть для технических целей, хоть для питьевой воды, солей кальция и магния. Удаление этих солей, называемое водоумягчением, входит в систему водоподготовки – обработки природной воды, используемой для питания паровых котлов и для различных технологических процессов.

Методы устранения жесткости воды

Для водоумягчения применяют методы осаждения и ионного обмена. Путем осаждения катионы Ca^{2+} и Mg^{2+} переводят в малорастворимые соединения, выпадающие в осадок. Это достигается либо кипячением воды, либо химическим путем – введением в воду соответствующих реагентов. При кипячении устраняется только карбонатная жесткость:



При химическом методе осаждения чаще всего в качестве осадителя пользуются известью или содой. При этом в осадок (также в виде $\text{CaCO}_3 \downarrow$ и $\text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow$) переводятся все соли кальция и магния.

Для устранения жесткости методом ионного обмена или катионирования воду пропускают через слой катионита. При этом катионы Ca^{2+} и Mg^{2+} , находящиеся в воде, обмениваются на катионы Na^+ , содержащиеся в применяемом катионите.

Исследовательская часть. Определение жесткости воды.

Нами проведено исследование пресной воды родника хутора Дударевского Шолоховского района, воды из колодца х.Быковского, водопроводной (из водопровода МБОУ Верхнебыковской ООШ)

Отбор воды на анализ

При отборе пробы воды для химического анализа мы использовали пластиковую тару объемом 1,5 литра из-под простой питьевой воды. Не следует использовать бутылки из-под сладких ароматизированных напитков. Перед тем, как набрать воду, ее необходимо предварительно пролить в течение 5-10

минут. Это необходимо делать для того, чтобы избежать попадание в образец застоявшейся воды.

Бутылку и пробку перед пробоотбором несколько раз тщательно промывают изнутри той водой, которую будут брать на анализ. При этом моющие средства использовать нельзя. Набирать воду желательно тонкой струйкой и по стенке бутылки. Такой способ отбора позволяет уменьшить насыщение воды кислородом воздуха и, как следствие, предотвращает протекание химических реакций.

Воду рекомендуется налить в бутылку под «горлышко» и плотно завернуть пробку. Наличие воздуха под пробкой может привести к искажению результатов анализа. Если невозможно отправить в лабораторию пробу сразу после отбора, то её следует хранить в холодильнике не более 24 часов (максимум 48 часов).

Определение общей жесткости воды

Определения общей жесткости с помощью обычного хозяйственного мыла

Этот способ описал в своей книге И. Шереметьев. Основан этот метод на том, что хозяйственное мыло, как и любое другое трудно размылить в жесткой воде. И только когда мыло свяжет избыток солей кальция и магния — появляется мыльная пена.

Ход определения.

Для определения жесткости воды нужно взвесить один грамм хозяйственного мыла, измельчить его и аккуратно, чтобы не образовалась пена растворить в небольшом количестве горячей дистиллированной воды. Далее мыльный раствор наливаем в цилиндрический стакан и доливаем дистиллированной воды до уровня 6 сантиметров, если мыло 60% или до уровня 7 сантиметров если мыло 72%. Процент содержания мыла указан на бруске. Теперь в каждом сантиметре уровня мыльного раствора содержится количество мыла способное связать соли жесткости, количество которых соответствует 1°dН в 1 литре воды. Далее в литровую банку наливаем пол-литра исследуемой воды. И непрерывно помешивая, понемногу прибавляем

наш мыльный раствор из стакана в банку с исследуемой водой. Поначалу на поверхности будут только серые хлопья. Затем появятся разноцветные мыльные пузыри. Появление устойчивой белой мыльной пены говорит о том, что все соли жесткости в исследуемой воде связаны. Теперь смотрим на наш стакан и определяем, сколько сантиметров раствора нам пришлось вылить из стакана в исследуемую воду. Каждый сантиметр связал в половине литра воды количество солей соответствующее 2°dH . Таким образом, если вам пришлось до появления пены вылить в воду 4 сантиметра мыльного раствора, то жесткость исследуемой воды равна 8°dH .

Если вылили в воду весь мыльный раствор, а пена так и не появилась, это означает, что жесткость исследуемой воды больше 12°dH . В таком случае исследуемую воду разбавляем дистиллированной водой в два раза. И проводим анализ снова. Теперь полученный результат жесткости нужно будет умножить на два. Полученное значение будет соответствовать жесткости исследуемой воды.

Таблица показателей жесткости воды:

Очень мягкая вода	от 0 до 4°dH
Мягкая вода	от 5 до 8°dH
Вода средней жесткости	от 9 до 12°dH
Довольно жесткая вода	от 13 до 18°dH
Жесткая вода	от 19 до 30°dH
Очень жесткая вода	более 30°dH

Заключение.

В результате проведенных исследований жесткости воды родника х. Дударевского Шолоховского района, водопроводной воды (из водопровода МБОУ Верхнебыковской ООШ), воды из колодца х.Быковского, можно сделать выводы:

Вода из родника х. Дударевского очень мягкая, поэтому на нагревательном элементе электрического чайника накипи практически нет.

Вода из водопровода обладает средней жесткостью.

Вода из колодца х. Быковского обладает средней жёсткостью, поэтому водонагревательный элемент пришёл в негодность за достаточно небольшой срок эксплуатации.

1. Санитарным нормам по жесткости соответствуют все образцы воды, взятые для анализа. Нам было интересно узнать, почему так по-разному ведет себя бытовая техника (в частности, водонагреватель и электрический чайник), и мы ответили на поставленный вопрос.
2. Жесткость воды оказывает влияние на здоровье людей, причем можно найти в этом влиянии и плюсы и минусы.
3. А на бытовую технику жесткость воды оказывает сильное влияние.

Сравнительно безобидная на стенках чайника накипь может стать причиной преждевременного выхода из строя сантехники и бытовой техники

На бытовом же уровне жёсткость проявляет себя значительным (на 30-50%) перерасходом моющих средств при стирке белья и умывании, а также ухудшением потребительских свойств воды.

4. С точки зрения применения воды для питьевых нужд, её приемлемость по степени жёсткости может существенно варьироваться в зависимости от местных условий.

Таким образом, гипотеза, поставленная нами, была подтверждена.

Литература:

[1]Глинка Н.Л. Общая химия. Ленинград., «Химия», 1992; [2]И.А. Кислицын, П.В. Мельников, М.И. Дегтев. Химия воды. Методическое пособие для студентов. Пермь, 2011; [3]СанПиН 2.1.4.1074-01 «Гигиенические требования и нормативы качества питьевой воды» Минздрав России, М., 2002

Интернет-ресурсы:

www.vashdom.ru; www.falkone-web.ru; www.aqua-club.ru.