Жесткость Воды

Введение

В пещерах спелеологи встречаются с красивейшими известковыми образованиями – свешивающимися со сводов сталактитами и растущими вверх сталагмитами. С точки зрения химии, возникновение этих удивительных творений природы – это жесткость подземных вод.

Насколько «жестка» жесткая вода?

Жёсткость воды – это ее свойство, связанное с содержанием растворимых в ней соединений кальция и магния, это параметр, показывающий содержание катионов кальция, магния в воде. Накипь на стенках нагревательных котлов, отложения солей на бытовой технике, и т.д. - все это показатели жесткой воды. Жесткая вода мало пригодна для стирки. Накипь на нагревателях стиральных машин выводит их из строя, катионы Ca^{2+} и Mg^{2+} реагируют с жирными кислотами мыла, образуя малорастворимые соли, которые создают пленки и осадки, в итоге снижая качество стирки. В настоящее время известна взаимосвязь жесткости воды и образования камней в почках. Жесткость питьевой воды по действующим стандартам должна быть не выше 7 мг-экв/л. Существует два типа жесткости: временная и постоянная. При большом содержании ионов магния, вода горьковата на вкус и оказывает послабляющее действие на кишечник. Различают карбонатную и некарбонатную жесткость. Карбонатная жесткость вызвана присутствием растворенных гидрокарбонатов кальция $Ca(HCO_3)_2$ и магния $Mg(HCO_3)_2$. При кипячении гидрокарбонаты разрушаются с образованием осадков малорастворимых карбонатов $CaCO_3$, жесткость уменьшается, поэтому карбонатную жесткость называют временной. При кипячении ионы Mg^{2+} и Ca^{2+} осаждаются в виде карбонатов. Жесткость, сохраняющаяся после кипячения воды, называется постоянной или некарбонатной. Она обусловлена растворенными в воде кальциевыми и магниевыми солями сильных кислот (сульфатами и хлоридами).

Жесткость воды

Общая жесткость воды

Карбонатная (временная)

Некарбонатная (постоянная)

$Ca(HCO_3)_2$
Mg(HCO3)2

$MgSO_4$, $CaSO_4$, $MgCl_2$, $CaCl_2$

Влияние жесткости воды на здоровье человека

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. 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. Высокая жесткость ухудшает органолептические свойства воды, придавая ей горьковатый вкус и оказывая отрицательное действие на органы пищеварения. Кроме того, при взаимодействии солей жесткости с моющими веществами происходит образование "мыльных шлаков" в виде пены, она после высыхания остается в виде налета на сантехнике, белье, человеческой коже, на волосах.

gamewallpapers.com

Химия жесткости воды

Осадок и накипь (соли жесткости) образуются в результате взаимодействия катионов с анионами. Ниже в таблице приведены основные анионы и катиониты металлов, с которыми они ассоциируются и вызывают жесткость. Железо, марганец и стронций оказывают на жесткость не большое влияние по сравнению с кальцием и магнием. Растворимость Алюминия и трехвалентного Железа маленькая при уровне pH природной воды, поэтому их влияние на жесткость воды также небольшое.

Катионы	Анионы
Магний (Mg^{2+})	Сульфат (SO_4^{2-})
Кальций (Ca^{2+})	Гидрокарбонат (HCO_3^-)
Железо (Fe^{2+})	Нитрат (NO_3^-)
Стронций (Sr^{2+})	Хлорид (Cl^-)
Марганец (Mn^{2+})	Силикат (SiO_3^{2-})

Возникновение Жесткости

Ионы кальция и магния, а также прочих щелочноземельных металлов, определяющих жесткость, присутствуют во всех минерализованных водах. Их образуют месторождения известняков и гипса. Ионы кальция и магния попадают в воду при процессах растворения и химического выветривания горных пород. Ионы образуются при микробиологических процессах, протекающих в земле, где сбрасывается вода в донных отложениях. Как правило, в маломинерализованных водах преобладает жесткость, обусловленная ионами. При повышении минерализации воды содержание ионов кальция стремительно уменьшается. Количество же ионов магния в высокоминерализованных водах может доходить до нескольких граммов, а в соленых озерах - десятков граммов на один литр воды. Обычно жесткость подземных вод выше жесткости поверхностных вод. Жесткость поверхностных вод колеблется в зависимости от сезона, 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.

Умягчение воды

Умягчение воды – процесс снижения жесткости воды, т.е. уменьшение концентрации ионов кальция и магния. Жесткая вода негативно сказывается на здоровье человека, на работе сантехнического и котельного оборудования. Поэтому, чтобы не испортить оборудование, требуется умягчение воды. При повышенной жесткости воды в котлах и бойлерах умягчение воды обязательно. Применяются несколько методов умягчения воды, которые выбираются, опираясь на факторы:

Глубина умягчения воды

Качество исходной воды

Экономические соображения

Методы умягчения воды:

Реагентное умягчение воды, при этом способе очистки воды ионы Ca+2 и Mg+2 связываются различными веществами в нерастворимые соединения.

Электромагнитное воздействие на воду. Данный метод очистки воды не снижает ее жесткость, а предотвращает выпадение накипи, карбонатных отложений. Данный метод используется, где умягчение воды не является самоцелью.

Подробнее о химии жесткости воды.

Чтобы избавиться от временной жесткости необходимо просто вскипятить воду. При кипячении воды, гидрокарбонатные анионы вступают в реакцию с катионами и образуют с ними очень мало растворимые карбонатные соли, которые выпадают в осадок.

Ca2 + 2HCO3- = CaCO3v + H2O + CO2^

С постоянной жесткостью бороться труднее. Один из вариантов: вымораживание льда. Необходимо просто постепенно замораживать воду. Когда останется примерно 10 % жидкости от первоначального количества, необходимо слить не замершую воду, а лед превратить обратно в воду. Все соли, которые образую жесткость, остаются в не замершей воде.

Еде один способ – испарение воды с последующие ее конденсацией. Так как соли относятся к нелетучим соединениям, они остаются, а вода испаряется.

Но такие методы, как замораживание и перегонка пригодны только для смягчения небольшого количества воды. С последствием жесткости воды - накипью, с точки зрения химии можно бороться очень просто. Нужно на соль слабой кислоты воздействовать кислотой более сильной.

Устранение карбонатной жесткости

Кипячение

$Ca(HCO_3)_2 \rightarrow CaCO_3 \downarrow + H_2O + CO_2\uparrow$;

$Mg(HCO_3)_2 \rightarrow MgCO_3 \downarrow + H_2O + CO_2\uparrow$.

Действие известкового молока или соды:

$Ca(HCO_3)_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow 2CaCO_3 \downarrow + 2H_2O$;

$Mg(HCO_3)_2 + Na_2CO_3 \rightarrow MgCO_3 \downarrow + 2NaHCO_3$

Устранение некарбонатной (постоянной) жесткости

Действие раствора соды Na_2CO_3:

$CaSO_4 + Na_2CO_3 \rightarrow CaCO_3 \downarrow + Na_2SO_4$;

$MgCl_2 + Na_2CO_3 \rightarrow MgCO_3 \downarrow + 2NaCl$;

О содержании железа в питьевой воде

Высокое содержание железа в воде вызывает отложение осадка в трубах и их зарастание, а также ухудшает вкус питьевой воды (присутствует привкус ржавчины), а также после "железной" воды остаются желтые разводы на сантехнике и пятна на одежде. Железо практически всегда встречается в поверхностных и подземных скважинных водах. Также вследствие коррозии труб ржавчина попадает в питьевую воду.

Соединения железа в воде присутствуют в растворенной и нерастворенной форме.

1. Для удаления ржавчины используют так называемые "механические" фильтры. Фильтрующие элементы представлены в виде промывающейся сетки из нержавеющей стали, также используются кварцевый песок, керамическая крошка.

2. Растворенное железо бывает в трехвалентной и в двухвалентной формах. Трехвалентная форма - это желтый раствор, двухвалентная - бесцветный раствор. В присутствии кислорода в воде двухвалентное железо очень быстро переходит в трехвалентную форму и образует малорастворимый гидроксид железа .

$$4Fe^{2+} + O_2 + 2H_2O = 4Fe(OH)_3$$

При аэрировании происходит окисление двухвалентного железа в трехвалентную форму по следующей суммарной реакции:

$$4Fe^{2+} + O_2 + 10H_2O = 4Fe(OH)_3 + 8H^+$$

Также вместо кислорода воздуха для перевода Fe^{2+} в Fe^{3+} можно использовать и другие окислители, например, перманганат калия. Этими способами производят очистку воды от марганца (Mn^{2+}), который часто сопутствует двухвалентному железу:

$$3Fe(HCO_3)_3 + KMnO_3 + 2H_2O = 3Fe(OH)_3 + MnO_2 + 5CO_2 + KHCO_3$$

В случае двухвалентного марганца происходит такая реакция окисления:

$$3Mn^{2+} + 2MnO_4^- + 2H_2O = 5MnO_2 + 4H^+$$

Результаты ученического исследования

Исследование жесткости воды в Новом Осколе

№ п/п	Исследуемая вода	Жесткость воды	Тип воды
1	Снеговая вода	0,8	Очень мягкая
2	Водопроводная вода	5,6	Средней жесткости
3	Вода из колонки	7,1	Средней жесткости
4	Вода из колодца (ул. Покровская)	11,64	Очень жесткая
5	Бутилированная вода	6	Средней жесткости
6	Вода с добавлением молока	9,6	Жесткая