

	МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И МОЛОДЕЖНОЙ ПОЛИТИКИ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ
	Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение «Кстовский нефтяной техникум имени Бориса Ивановича Корнилова »
ОП-04-18	Система менеджмента качества образовательного учреждения
	Технический отчет

Проектная работа по дисциплине химии.
 По теме : "Устранение жёсткости воды на промышленных предприятиях".

Выполнил:
 Студент группы 2018-ТНГ-74Д
 Малков Денис

СОДЕРЖАНИЕ

- * 1.1. Физические свойства воды.
- * 1.2. Вода в природе.
- * 1.3. Жёсткость воды, её виды, причины возникновения жёсткости воды.
- * 1.4. Признаки жесткости воды.
- * 1.5. Количественное определение жёсткости воды.
- * 1.6. Влияние жёсткости воды на организм человека, бытовую и промышленную технику.
- * 1.7. Способы устранения жёсткости воды.



1.1. Физические свойства воды

«Вода, у тебя нет ни вкуса,
ни цвета, ни запаха,
тобой наслаждаются,
не ведая, что ты такое.
Нельзя сказать, что ты необходима для
жизни:
ты - сама жизнь...»
Антуан де Сент-Экзюпери

Вода - уникальнейшее вещество, основа всех живых организмов на планете.

Молекула воды, как мы знаем, состоит из одного атома кислорода и двух атомов водорода. Ее формула записывается так: H_2O . Данное вещество может иметь три состояния: твердое - в виде льда, газообразное - в виде пара, и жидкое - как субстанция без цвета, вкуса и запаха. Кстати, это единственное вещество на планете, которое может существовать во всех трех состояниях одновременно в естественных условиях. Например: на полюсах Земли - лед, в океанах - вода, а испарения под солнечными лучами - это пар.

Плотность воды составляет примерно 1 г/см^3 . Кипение воды наступает при повышении температуры до 100°C , а при падении температуры до 0°C жидкость превращается в лед.

У воды есть много очень интересных свойств. Она обладает самой большой на Земле удельной теплоёмкостью - $4200 \text{ Дж/кг}\cdot^\circ\text{C}$. За счет этого вода стабилизирует температуру воздуха на всей нашей планете. Вода - это самое подвижное вещество после воздуха. Электропроводность воды очень мала, а теплопроводность высока и составляет примерно $0,58 \text{ Вт/м}\cdot\text{K}$ (Ватт на метр Кельвин). Мы ежедневно используем это свойство воды, сами того не замечая. Например, наливая холодную воду в тару и остужая в ней напитки или продукты. Холодная вода забирает тепло у бутылки, контейнера, взамен отдавая холод, возможна и обратная реакция. Для многих организмов она служит средой обитания. Кроме того, практически каждое живое существо в той или иной мере состоит именно из воды. Например, содержание ее в организме человека составляет от 70 до 90 процентов.

Физические свойства воды



1.2. Вода в природе

Вода покрывает 3/4 части всей поверхности Земли, также в больших количествах находится в атмосфере и в земной коре.

Водную оболочку земли называют гидросферой. Большую ее часть составляет соленая вода морей и океанов, а меньше - пресная вода озер, рек, ледников, грунтовые воды и водяной пар. В атмосфере нашей планеты вода находится в виде капель малого размера, в облаках и тумане, а также в виде пара. При конденсации выводится из атмосферы в виде атмосферных осадков (дождь, снег, град, роса).

Вода в природе



Облака



Горные ледники



Айсберги



Океаны



Озера



Реки

1.3. Жёсткость воды, её виды, причины возникновения жёсткости воды

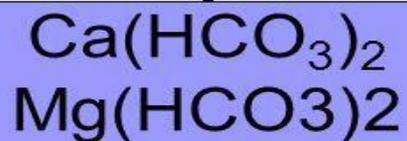


Жесткость воды

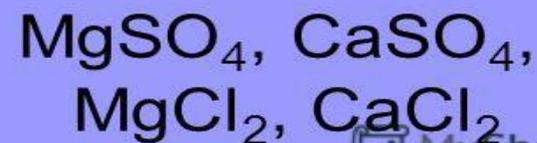
Общая жесткость
воды



Карбонатная
(временная)



Некарбонатная
(постоянная)



В целом **жесткость воды** - это совокупность химических и физических свойств воды, связанных с содержанием в ней растворённых солей щёлочноземельных металлов, главным образом, кальция и магния (так называемых «солей жёсткости»)

Виды жесткости воды

Общая жесткость. Определяется суммарной концентрацией ионов кальция и магния, выраженная в моль/л или моль/кг. Представляет собой сумму карбонатной (временной) и некарбонатной (постоянной) жесткости.

Карбонатная жесткость. Она обусловлена наличием в воде гидрокарбонатов (при pH > 8,3, слабо щелочная среда) кальция и магния. Данный тип жесткости почти полностью устраняется при кипячении воды и поэтому называется ещё временной жесткостью.

При кипячении воды происходит следующий процесс:



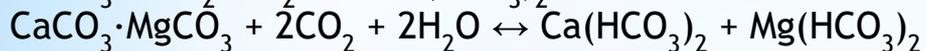
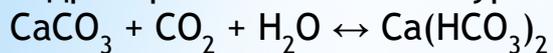
Некарбонатная жесткость. Обусловлена присутствием кальциевых и магниевых солей сильных кислот (серной, азотной, соляной) и при кипячении не устраняется (постоянная жесткость).

Различают воду мягкую (общая жёсткость до 2 моль/л), средней жёсткости (2 - 10 моль/л) и жёсткую (больше 10 моль/л).

Тип воды	Жёсткость воды	
	<i>мг-экв/л</i>	<i>моль/л</i>
Мягкая	менее 4 <i>мг-экв/л</i>	до 2 <i>моль/л</i>
Жёсткая	4 – 8 <i>мг-экв/л</i>	2 – 10 <i>моль/л</i>
очень жёсткая	выше 12 <i>мг-экв/л</i>	больше 10 <i>моль/л</i>
Вода морей, океанов, подземные воды	выше 65 <i>мг-экв/л</i>	80-100 <i>моль/л</i>

Откуда берётся жесткость воды?

Вода, проходя через круговорот воды в природе, из мягкой превращается в жёсткую. Это происходит за счет того, что попадая в почву, вода растворяет в себе породы гипса $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, известняка CaCO_3 , доломитов $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$. Нерастворимые карбонаты в природных условиях взаимодействуют с растворённым в воде углекислым газом и образуют растворимые гидрокарбонаты согласно уравнениям реакций:



Источником ионов кальция и магния также являются и другие процессы растворения, химического выветривания горных пород, микробиологические процессы, протекающие в почвах на площади водосбора, в донных отложениях, а также сточные воды различных предприятий. Таким образом, в воде появляются катионы кальция, магния, которые вступают в реакцию с анионами и тем самым влияют на жесткость воды.

Жесткость поверхностных вод 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/л)

1.4. Признаки жесткости воды

Характерными признаками жесткости воды являются:

1. Одежда после стирки в такой воде теряет форму, ткань становится более грубой,
2. Мыло и порошки плохо пенятся,
3. После кипячение такой воды на стенках кастрюль появляется налёт,
4. Портятся вкусовые качества еды приготовленной в жёсткой воде.



1.5. Количественное определение жёсткости воды

Жёсткость воды обычно определяют титрованием воды раствором натриевой соли этилендиаминтетрауксусной кислоты ($\text{Na}_2\text{ЭДТА}$, комплексон III, трилон Б). Если раствор (например, природная вода) содержит одновременно катионы кальция и магния, то $\text{Na}_2\text{ЭДТА}$ реагирует сначала с Ca^{2+} так как последний образует с ним более прочный комплекс, а потом с Mg^{2+} . Благодаря этому, применяя в качестве индикатора эриохром чёрный Т ($\text{NaC}_{20}\text{H}_{12}\text{O}_7\text{N}_3$), можно определить общую жёсткость воды. Применяя индикатор мурексид (пурпурат аммония), можно определить кальциевую жёсткость воды. Магниевую жёсткость можно определить по разности между общей и кальциевой жёсткостью воды: $J_{\text{Mg}} = J_{\text{об}} - J_{\text{Ca}}$.

Для численного выражения жёсткости воды указывают концентрацию в ней катионов кальция и магния. Единой международной единицы измерения не существует. В разных странах приняты свои внесистемные единицы. Чаще всего жёсткость воды измеряют в градусах:

немецкие градусы: $1^\circ = 1 \text{ мг CaO в } 100 \text{ мл воды}$;

французские градусы: $1^\circ = 1 \text{ г CaCO}_3 \text{ в } 100 \text{ л воды}$;

английские градусы: $1^\circ = 1 \text{ г CaCO}_3 \text{ в } 70 \text{ л воды}$;

американские градусы: $1^\circ = 1 \text{ г CaCO}_3 \text{ в } 1000 \text{ л воды}$;

В России до середины XX в. для измерения жёсткости воды пользовались немецким градусом. В 1951 г. была установлена новая единица измерения, выраженная в миллиграмм-эквивалентах на литр воды. 1 мг-экв/л жёсткости соответствует содержанию 20,04 мг/л Ca^{2+} или 12,16 мг/л Mg^{2+} .

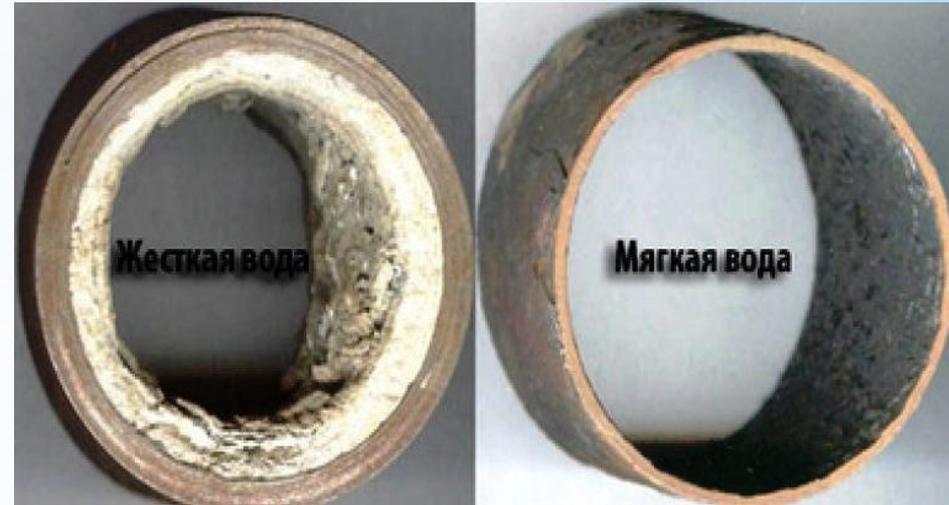
Наименование единиц	мг- экв/л	Немецкие градусы			
1 мг-экв/л					
1 немецкий градус					
1 французский градус					
1 английский градус					
1 американский градус					

1.6. Влияние жёсткости воды на организм человека, бытовую и промышленную технику.

Влияние жесткой воды на организм.



Жесткая вода нарушает всасывание жиров, вызывает дерматиты, диспепсические явления. У населения наблюдается задержка воды в организме, секреторная функция желудка понижена, АД повышается.



Влияние на человека

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

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.

Образование тонкой корке 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.

Влияние сильно жесткой воды на здоровье животных не отличается от воздействия на человеческий организм. Существует высокий риск развития мочекаменной болезни. У питомцев, питающихся сухими кормами, этот риск возрастает в несколько раз. Возможно появление проблем с шерстью и кожей, как у собак, так и у кошек при их регулярном купании.

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

Влияние на бытовую и промышленную технику

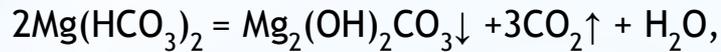
Наиболее часто из-за высокой жесткости воды страдают стиральные машины, бойлеры, трубопроводы, нагревательные устройства и посудомоечная техника, вода в которые поступает не через специальные картриджи типа [NewLine BlueFilters](#). В среднем последствия превышения данной характеристики проявляются через 2 года после начала эксплуатации бытовых устройств, в 90% случаев причиной ремонта техники является именно жесткая вода.

Наиболее распространенным влиянием, которое оказывает такая жидкость на оборудование, является кристаллизация соли и образование накипи. В нагревательных приборах на внутренних частях формируется нерастворимый слой, который представляет собой мощный теплоизолятор. Вследствие этого увеличиваются затраты на нагрев и сокращается срок службы элементов. Кроме того, жесткая вода приводит к перегреву ТЭН посудомоечной машины, что влечет за собой выход из строя остальных узлов устройства.

1.7. Способы устранения жёсткости воды.

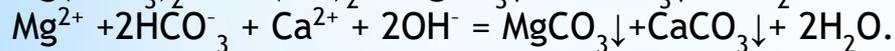
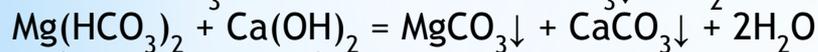
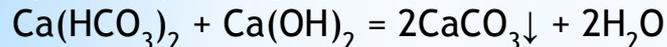


1) Для избавления от временной жёсткости необходимо просто вскипятить воду. При кипячении воды гидрокарбонаты разлагаются с образованием осадка среднего или основного карбоната: $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 = \text{CaCO}_3\downarrow + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$,

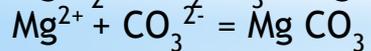
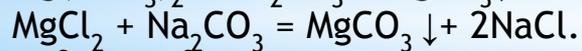
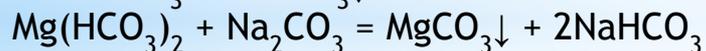
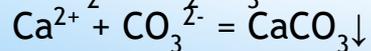
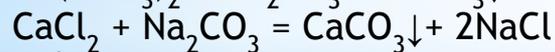
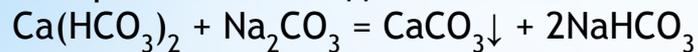


и жёсткость воды снижается. Поэтому гидрокарбонатную жёсткость называют временной.

2) Умягчить жёсткую воду можно и обработкой воды различными химическими веществами. Так, временную (карбонатную) жёсткость можно устранить добавлением гашеной извести:



При одновременном добавлении извести и соды можно избавиться от карбонатной и некарбонатной жёсткости (известково-содовый способ). Карбонатная жёсткость при этом устраняется известью, а некарбонатная - содой:



3) Вообще, с постоянной жёсткостью бороться труднее. Кипячение воды в данном случае не приводит к снижению её жёсткости.

Для борьбы с постоянной жёсткостью воды используют такой метод, как вымораживание льда. Необходимо просто постепенно замораживать воду. Когда останется примерно 10 % жидкости от первоначального количества, необходимо слить не замершую воду, а лёд превратить обратно в воду. Все соли, которые образуют жёсткость, остаются в не замершей воде.

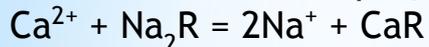
4) Ещё один способ борьбы с постоянной жёсткостью - перегонка, т.е. испарение воды с последующей её конденсацией. Так как соли относятся к нелетучим соединениям, то они остаются, а вода испаряется, затем конденсируется, получается дистиллированная вода.

5) Также известны методы обработки воды (магнитное и электромагнитное воздействие, добавление полифосфатов или других “антинакипинов”), позволяющие на время “связать” соли жёсткости, не давая им в течение какого-то времени выпасть в виде накипи.

6) Но такие методы, как замораживание и перегонка, пригодны только для смягчения небольшого количества воды. Промышленность имеет дело с тоннами. Поэтому для устранения жёсткости в данном случае принимается современный метод устранения - **катионный**. Этот способ основан на применении специальных реагентов - *катионитов*, которые загружаются в фильтры и при пропускании через них воды, заменяют катионы кальция и магния на катион натрия. **Катиониты** - синтетические ионообменные смолы и алюмосиликаты.

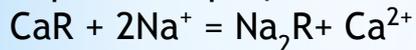
Их состав условно можно выразить общей формулой Na_2R . Если пропускать воду через катиониты, то ионы Na^+ будут обмениваться на ионы Ca^{2+} и Mg^{2+} .

Схематически эти процессы можно выразить уравнением:



Таким образом, ионы кальция и магния переходят из раствора в катионит, а ионы натрия - из катионита в раствор, жёсткость при этом устраняется.

Катиониты обычно регенерируют - выдерживают в растворе NaCl , при участии которого происходит обратный процесс:



Регенерированный катионит снова может быть использован для умягчения новых порций жесткой воды.

7) С последствием жёсткости воды - накипью, с точки зрения химии, можно бороться очень просто. Нужно на соль слабой кислоты воздействовать кислотой более сильной: $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3 + 4\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{MgCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{CO}_2\uparrow$

Более сильная кислота и занимает место угольной, которая, будучи неустойчивой, разлагается на воду и углекислый газ. В состав накипи могут входить и силикаты, и сульфаты, и фосфаты. Но если разрушить карбонатный “скелет”, то и эти соединения не удержатся на поверхности.

8) Эффективным способом борьбы с высокой жёсткостью считается применение автоматических фильтров-умягчителей. В основе их работы лежит ионообменный процесс, при котором растворенные в воде “жёсткие” соли заменяются на “мягкие”, которые не образуют твердых отложений.

Спасибо за внимание!

The background features a vibrant blue color palette. A horizontal wavy line, resembling a water surface, divides the image. Below this line, numerous bubbles of varying sizes are scattered throughout, creating a sense of depth and movement. The overall aesthetic is clean and refreshing.