

Жёсткость воды

Химия жёсткости

- Жёсткостью называют свойство воды, обусловленное наличием в ней растворимых солей кальция и магния.
- Понятие жёсткости воды принято связывать с катионами кальция (Ca^{2+}) и в меньшей степени магния (Mg^{2+}). В действительности, все двухвалентные катионы в той или иной степени влияют на жесткость. Они взаимодействуют с анионами, образуя соединения (соли жёсткости) способные выпадать в осадок.

В данной таблице приведены основные катионы металлов, вызывающие жёсткость, и главные анионы, с которыми они ассоциируются

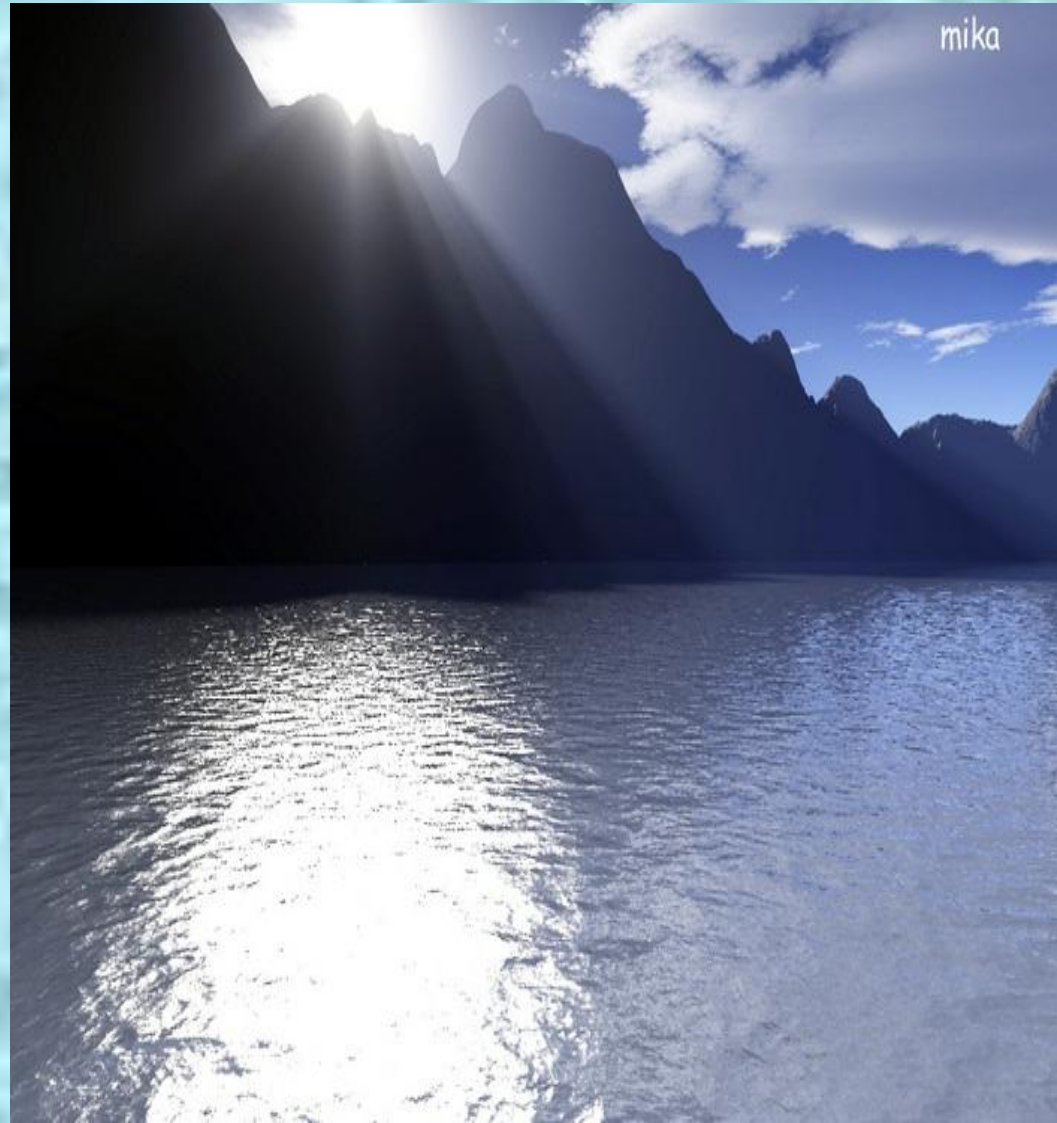
Катионы	Анионы
Кальций (Ca^{2+})	Гидрокарбонат (HCO_3^-)
Магний (Mg^{2+})	Сульфат (SO_4^{2-})
Стронций (Sr^{2+})	Хлорид (Cl^-)
Железо (Fe^{2+})	Нитрат (NO_3^-)
Марганец (Mn^{2+})	Силикат (SiO_3^{2-})

Виды жёсткости

- **Общая жёсткость.** Определяется суммарной концентрацией ионов кальция и магния. Представляет собой сумму карбонатной (временной) и некарбонатной (постоянной) жёсткости.
- **Карбонатная жёсткость.** Обусловлена наличием в воде гидрокарбонатов и карбонатов (при $\text{pH} > 8.3$) кальция и магния. Данный тип жёсткости почти полностью устраняется при кипячении воды и поэтому называется временной жёсткостью. При нагреве воды гидрокарбонаты распадаются с образованием угольной кислоты и выпадением в осадок карбоната кальция и гидроксида магния.
- **Некарбонатная жёсткость.** Обусловлена присутствием кальциевых и магниевых солей сильных кислот (серной, азотной, соляной) и при кипячении не устраняется (постоянная жёсткость).

Происхождение жёсткости

- Ионы кальция (Ca^{2+}) и магния (Mg^{2+}), а также других щелочноземельных металлов, обуславливающих жёсткость, 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.



- Жёсткость воды колеблется в широких пределах и существует множество типов классификаций воды по степени ее жёсткости. Ниже в таблице приведены целых четыре примера классификации. Две классификации из российских источников - из справочника "Гидрохимические показатели состояния окружающей среды" и учебника для вузов "Водоподготовка" /[9](#) Жёсткость воды колеблется в широких пределах и существует множество типов классификаций воды по степени ее жёсткости. Ниже в таблице приведены целых четыре примера классификации. Две классификации из российских источников - из справочника "Гидрохимические показатели состояния

Таблица наглядно иллюстрирует гораздо более "жёсткий" подход к проблеме жёсткости у них. Тому есть причины, о которых - ниже.

Жесткость воды в мг-экв.	Справочник по гидрохимии /10/	Водоподготовка /9/	Германия DIN 19643	USEPA
0 - 1.5	Мягкая (0 - 4 мг-экв.)	Очень мягкая (0 - 1.5 мг-экв.)	Мягкая (0 - 1.6 мг-экв.)	Мягкая (0 - 1.5 мг-экв.)
1.5 - 1.6		Мягкая (1.5 - 3.0 мг-экв.)		Умеренно жесткая (1.5 - 3 мг-экв.)
1.6 - 2.4			Средней жесткости (1.6 -2.4 мг-экв.)	
2.4 - 3.0			Достаточно жесткая (2.4 - 3.6 мг-экв.)	
3.0 - 3.6		Умеренно жесткая (3 - 6 мг-экв.)	Жесткая (3.6 - 6 мг-экв.)	Жесткая (3 - 6 мг-экв.)
3.6 - 4.0				
4.0 - 6.0	Средней жесткости (4 - 8 мг-экв.)	Жесткая (6 - 9 мг-экв.)	Очень жесткая (> 6 мг-экв.)	Очень жесткая (> 6 мг-экв.)
6.0 - 8.0				
8.0 - 9.0	Жесткая (8 - 12 мг-экв.)			
9.0 - 12.0				
Свыше 12.0	Очень жесткая (> 12 мг-экв.)			

- Жёсткость поверхностных вод, как правило, меньше жёсткости вод подземных. Жёсткость 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 жёсткость (десятки и сотни мг-экв/дм³).



Влияние жёсткости на качество воды

- С точки зрения применения воды для питьевых нужд, ее приемлемость по степени жёсткости 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 жёсткостью выше 10 мг-экв/л. Высокая жёсткость ухудшает органолептические свойства воды, придавая ей горьковатый вкус и оказывая отрицательное действие на органы пищеварения.



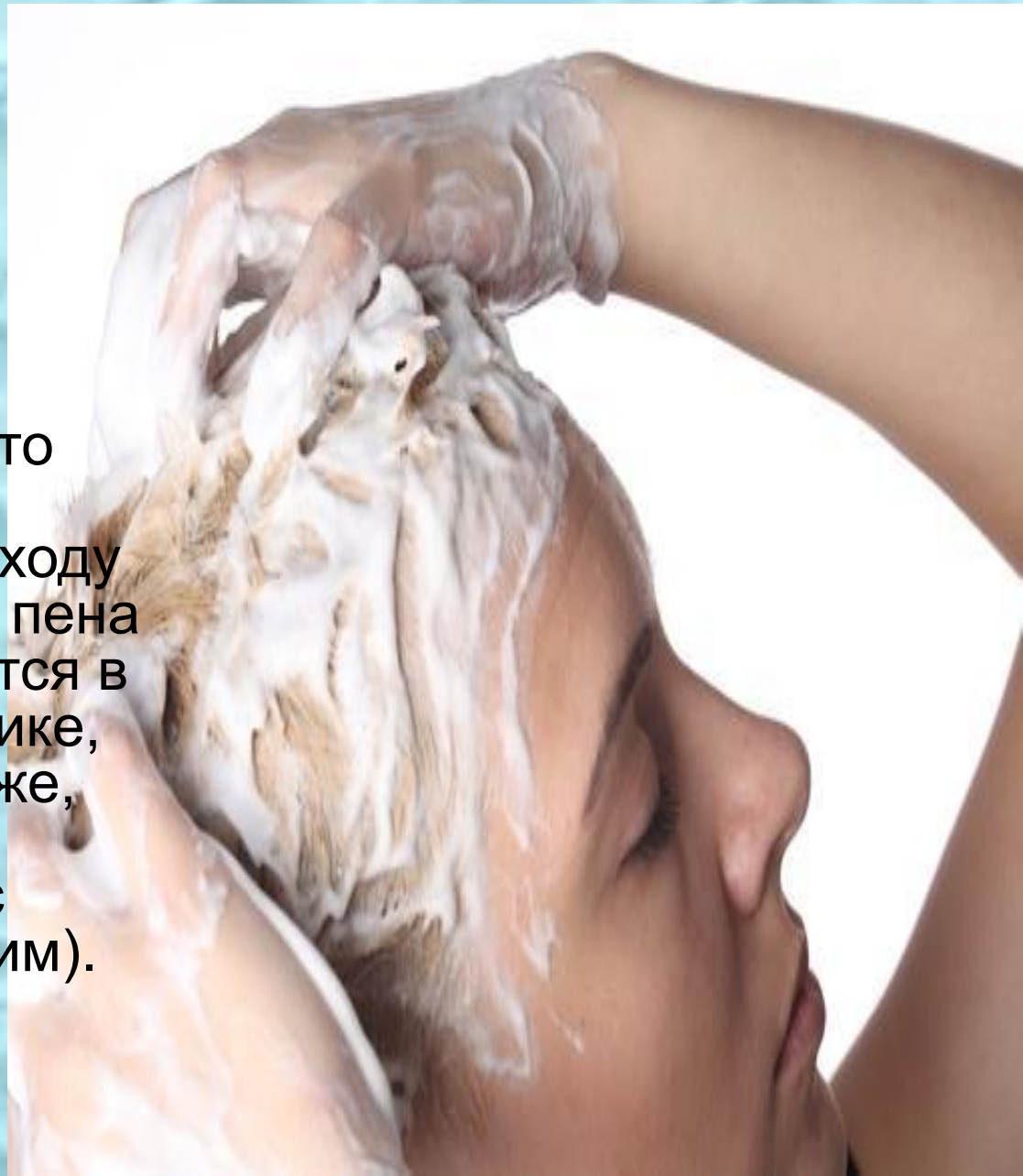
- Всемирная Организация Здравоохранения не предлагает какой-либо рекомендуемой величины жёсткости по показаниям влияния на здоровье. В материалах ВОЗ говорится о том, что хотя ряд исследований и выявил статистически обратную зависимость между жёсткостью питьевой воды и сердечно-сосудистыми заболеваниями, 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.



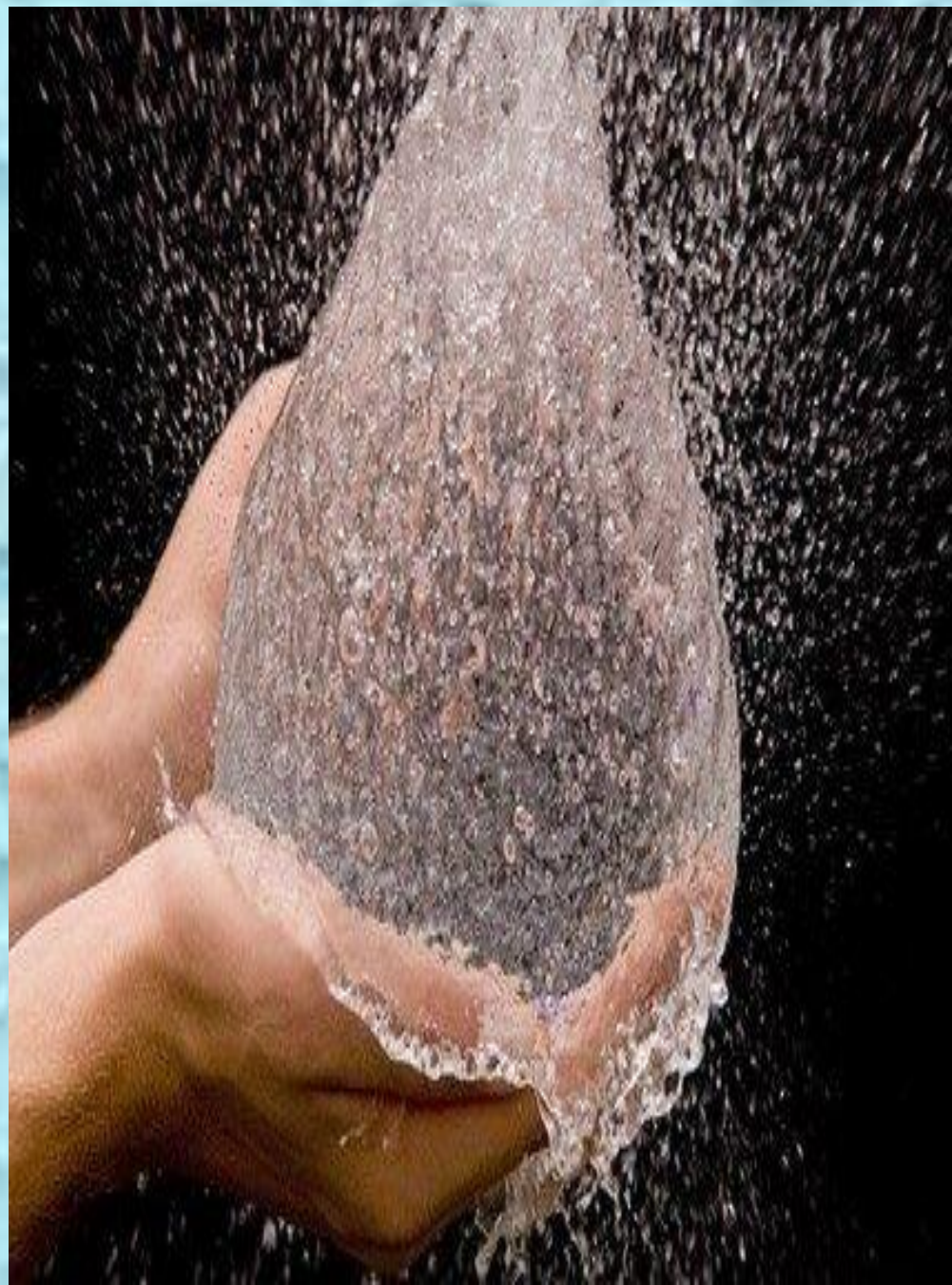
- Вместе с тем, в зависимости от pH и щелочности, вода с жёсткостью выше 4 мг-экв/л может вызвать в распределительной системе отложение шлаков и накипи (карбоната кальция), особенно при нагревании. Именно поэтому нормами Котлонадзора вводятся очень жёсткие требования к величине жёсткости воды, используемой для питания котлов (0.05-0.1 мг-экв/л).



- Кроме того, при взаимодействии солей жёсткости 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 (неприятное чувство "жёстких" волос хорошо известное многим).



- Главным отрицательным воздействием этих шлаков на человека является то, что они разрушают естественную жировую пленку, которой всегда покрыта нормальная кожа и забивают ее поры. Признаком такого негативного воздействия является характерный "скрип" чисто вымытой кожи или волос. Оказывается, что вызывающее у некоторых раздражение чувство "мылкости" после пользования мягкой водой является признаком того, что защитная жировая пленка на коже цела и невредима. Именно она и скользит. В противном случае, приходится тратить на лосьоны, умягчающие и увлажняющие кремы и прочие хитрости для восстановления той защиты кожи, которой нас и так снабдила матушка Природа.



- Вместе с тем, необходимо упомянуть и о другой стороне медали. Мягкая вода с жёсткостью менее 2 мг-экв/л имеет низкую буферную ёмкость (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 жёсткостью воды и ее коррозионной активностью.

