

# • Западно Казахстанский медицинский университет

## • им. Марата Оспанова

- Самостоятельная работа обучающегося
- Факультет: Общественное здравоохранение
- Кафедра:
- Дисциплина: Оценка влияния факторов внешней среды на организм человека
- Тема. Природные воды по содержанию ионов. Жесткость воды.
- Группа: 418

Выполнила: Бисенбаева А.А

Проверила: Ракишева В.А

Актобе 2017г



# План

- Актуальность
- Введение
- Природные воды по содержанию ионов.  
Жесткость воды.
- Заключение
- Литература



# Актуальность

- Вода с большим содержанием солей называется *жёсткой*, с малым содержанием — *мягкой*. Термин «жёсткая» по отношению к воде исторически сложился из-за свойств тканей после их стирки с использованием мыла на основе жирных кислот — ткань, постиранная в жёсткой воде, более жёсткая на ощупь. Этот феномен объясняется, с одной стороны, тканью кальциевых и магниевых солей жирных кислот, образующихся в процессе стирки на макроуровне. С другой стороны, волокна ткани обладают ионообменными свойствами, и, как следствие, свойством сорбировать многовалентные катионы — на молекулярном уровне. Различают *временную (карбонатную) жёсткость*, обусловленную гидрокарбонатами кальция и магния  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ;  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ , и *постоянную (некарбонатную) жёсткость*, вызванную присутствием других солей, не выделяющихся при кипячении воды: в основном, *сульфатов* и *хлоридов* Ca и Mg ( $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{MgCl}_2$ ).

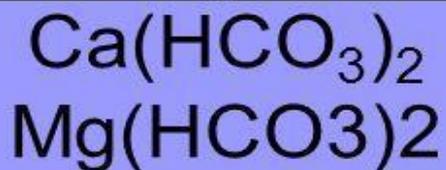


# Жесткость воды

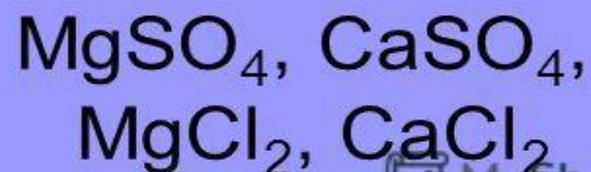
Общая жесткость  
ВОДЫ



Карбонатная  
(временная)



Некарбонатная  
(постоянная)



# Введение

- Жёсткая вода при умывании сушит кожу, в ней плохо образуется пена при использовании мыла. Использование жёсткой воды вызывает появление осадка (накипи) на стенках котлов, в трубах и т. п. В то же время, использование слишком мягкой воды может приводить к коррозии труб, так как, в этом случае отсутствует кислотно-щелочная буферность, которую обеспечивает гидрокарбонатная (временная) жёсткость. Потребление жёсткой или мягкой воды обычно не является опасным для здоровья, есть данные о том, что высокая жёсткость способствует образованию мочевых камней, а низкая — незначительно увеличивает риск сердечно-сосудистых заболеваний. Вкус природной питьевой воды, например, воды родников, обусловлен именно присутствием солей жёсткости.
- Жёсткость природных вод может варьироваться в довольно широких пределах и в течение года непостоянна. Увеличивается жёсткость из-за испарения воды, уменьшается в сезон дождей, а также в период таяния снега и льда.

# Единицы измерения

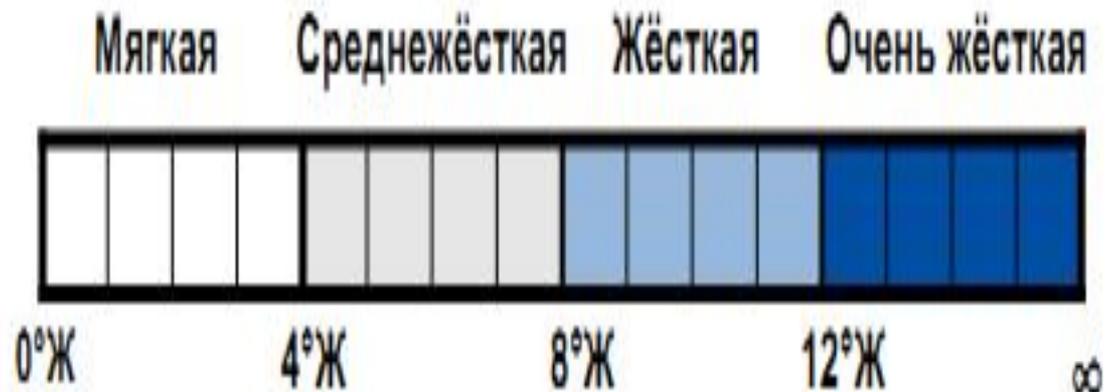
- Для численного выражения жёсткости воды указывают концентрацию в ней катионов кальция и магния. Рекомендованная единица СИ для измерения концентрации — моль на кубический метр (моль/м<sup>3</sup>), однако, на практике для измерения жёсткости используются градусы жёсткости и миллиграмм-эквиваленты на литр (мг-экв/л).
- В СССР до 1952 года использовали градусы жёсткости, совпадавшие с немецкими. В России для измерения жёсткости иногда использовалась нормальная концентрация ионов кальция и магния, выраженная в миллиграмм-эквивалентах на литр (мг-экв/л). Один мг-экв/л соответствует содержанию в литре воды 20,04 миллиграмм Ca<sup>2+</sup> или 12,16 миллиграмм Mg<sup>2+</sup> (атомная масса делённая на валентность).
- С 1 января 2014 года в России введен межгосударственный стандарт ГОСТ 31865-2012 «Вода. Единица жесткости»<sup>[1]</sup>. По новому ГОСТу жесткость выражается в градусах жесткости (°Ж). 1 °Ж соответствует концентрации щелочноземельного элемента, численно равной 1/2 его миллимоля на литр (1 °Ж = 1 мг-экв/л).
- Иногда указывают концентрацию, отнесённую к единице массы, а не объёма, особенно, если температура воды может изменяться или если вода может содержать пар, что приводит к существенным изменениям плотности.

Группа воды	Жесткость, ммоль/л
Очень мягкая	До 1,5
Мягкая	Более 1,5 до 4,0
Средней жесткости	Более 4 до 8
Жесткая	Более 8 до 12
Очень жесткая	Более 12

- "Жёсткая" вода - исторически: ткань, постиранная с использованием мыла на основе жирных кислот в жёсткой воде - более жёсткая на ощупь. Этот факт объясняется, с одной стороны, отложением на ткани кальциевых и магниевых солей жирных кислот, образующихся в процессе стирки. С другой стороны, волокна ткани обладают ионообменными свойствами, и, как следствие, свойством сорбировать многовалентные катионы — на молекулярном уровне. **временная (карбонатная) жёсткость**, - обусловлена гидрокарбонатами кальция и магния  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ;  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ ,
- **постоянная (некарбонатная) жёсткость** - вызванную присутствием других солей, не выделяющихся при кипячении воды: в основном, сульфатов и хлоридов Ca и Mg ( $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{MgCl}_2$ ).

# Степени жёсткости воды

Жёсткость воды колеблется в широких пределах.



# Нормативные требования

- **Рекомендации всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) для питьевой воды:**
  - кальций – 20-80 мг/л; магний – 10-30 мг/л. Для жесткости какой-либо рекомендуемой величины не предлагается. Московская питьевая вода по данным показателям соответствует рекомендациям ВОЗ.
- **Российские нормативные документы (СанПиН 2.1.4.1074-01 и ГН 2.1.5.1315-03) для питьевой воды регламентируют:**
  - кальций – норматив не установлен; магний – не более 50 мг/л; жесткость - не более 7°Ж.
- **Норматив физиологической полноценности бутилированной воды (СанПиН 2.1.4.1116-02):**
  - кальций – 25-130 мг/л; магний – 5-65 мг/л; жесткость – 1,5-7°Ж.
- **По содержанию кальция и магния бутилированная вода высшей категории официально ничем не лучше воды из-под крана**

# Методы устранения жесткости воды

- **Термоумягчение.** Основан на кипячении воды, в результате термически нестойкие гидрокарбонаты кальция и магния разлагаются с образованием накипи:
  - $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ .
  - Кипячение устраняет только временную (карбонатную) жёсткость. Находит применение в быту.
- **Реагентное умягчение.** Метод основан на добавлении в воду кальцинированной соды  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  или гашёной извести  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . При этом соли кальция и магния переходят в нерастворимые соединения и, как следствие, выпадают в осадок. Например, добавление гашёной извести приводит к переводу солей кальция в нерастворимый карбонат:
  - $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow 2\text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$
- Лучшим реагентом для устранения общей жесткости воды является ортофосфат натрия  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ , входящий в состав большинства препаратов бытового и промышленного назначения:
  - $3\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + 2\text{Na}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \downarrow + 6\text{NaHCO}_3$
  - $3\text{MgSO}_4 + 2\text{Na}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2 \downarrow + 3\text{Na}_2\text{SO}_4$
- Ортофосфаты кальция и магния очень плохо растворимы в воде, поэтому легко отделяются механическим фильтрованием. Этот метод оправдан при относительно больших расходах воды, поскольку связан с решением ряда специфических проблем: фильтрации осадка, точной дозировки реагента.

- **Катионирование.** Метод основан на использовании ионообменной гранулированной загрузки (чаще всего ионообменные смолы). Такая загрузка при контакте с водой поглощает катионы солей жёсткости (кальций и магний, железо и марганец). Взамен, в зависимости от ионной формы, отдаёт ионы натрия или водорода. Эти методы соответственно называются Na-катионирование и H-катионирование.
  - При правильно подобранной ионообменной загрузке жёсткость воды снижается при одноступенчатом натрий-катионировании до 0,05-0,1 °Ж, при двухступенчатом — до 0,01 °Ж.
  - В промышленности с помощью ионообменных фильтров заменяют ионы кальция и магния на ионы натрия и калия, получая мягкую воду.
- **Обратный осмос.** Метод основан на прохождении воды через полупроницаемые мембраны (как правило, полиамидные). Вместе с солями жёсткости удаляется и большинство других солей. Эффективность очистки может достигать 99,9 %.
  - Различают нанофильтрацию (условный диаметр отверстий мембраны равен единицам нанометров) и пикофильтрацию (условный диаметр отверстий мембраны равен единицам пикометров).
  - В качестве недостатков данного метода следует отметить:
    - - необходимость предварительной подготовки воды, подаваемой на обратноосмотическую мембрану;
    - - относительно высокая стоимость 1 л получаемой воды (дорогое оборудование, дорогие мембраны);
    - - низкую минерализацию получаемой воды (особенно при пикофильтрации). Вода становится практически дистиллированной.

- **электродиализ.** Основан на удалении из воды солей под действием электрического поля. Удаление ионов растворенных веществ происходит за счёт специальных мембран. Так же как и при использовании технологии обратного осмоса, происходит удаление и других солей, помимо ионов жёсткости.
- **Дистиляция:** Полностью очистить воду от солей жёсткости можно *дистиляцией*.

# Заключение

- Природное содержание хлоридов и сульфатов в воде поверхностных водоемов незначительно и в большинстве случаев колеблется в пределах нескольких десятков миллиграммов на литр. Природное содержание хлоридов в воде в зависимости от условий формирования водоема может быть разным: от десятков до сотен (в условиях солончаковых почв) миллиграммов на литр. В проточных водоемах содержание хлоридов обычно невелико - до 20-30 мг/л. Незагрязненные грунтовые воды в местностях с не солончаковой почвой обычно содержат до 30-50 мг/л хлоридов. В водах, фильтрующихся через солончаковую почву или осадочные породы, может содержаться сотни и даже тысячи миллиграммов хлоридов в 1 л, хотя вода может быть безукоризненной в эпидемиологическом отношении. Поэтому, используя хлориды как показатель эпидемиологической безопасности, необходимо учитывать местные условия формирования качества воды.

# Литература

- 2. Демина Т. А. Экология, природопользование, охрана окружающей среды: Пособие для учащихся старших классов общеобразовательных учреждений. – М.: Аспект Пресс, 1998 г.
- 3. Кормилицын В.И. Основы экологии – М.: ИНТЕРСТИЛЬ, 1997 г.
- 4. Снакин В.В. Экология и охрана природа: Словарь-справочник. - М.: АКАДЕМІА, 2000 г.

*Спасибо за внимание!*

