



# Жёсткость воды

Презентацию выполнили ученицы  
11 класса Химико-Биологического  
профиля  
Белькова Эльвира и Кузнецова Алена

**Цель-** определить жёсткость водопроводной воды в городе Усолье-Сибирское и целебного источника курорта Аршана.

---

## Задачи:

- Определить жёсткость воды с помощью комплексно-метрического метода титрования;
- Решить задачу для определения степени жёсткости;
- Оформить работу.

**Жесткость воды** - это совокупность свойств, обусловленных содержанием в воде растворённых солей щёлочноземельных металлов, а именно катионов кальция ( $\text{Ca}^{2+}$ ) и магния ( $\text{Mg}^{2+}$ )

Определяется формулой: 
$$Ж = \frac{V_1 * N * 1000}{V_2}$$

\* "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.

# Виды жёсткости воды

- **Временная (карбонатная)**- наличие в воде гидрокарбонатов кальция  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  и гидрокарбонатов магния  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ ;
- **Постоянная (некарбонатная)**- наличие в воде:
  - сульфатов кальция  $\text{CaSO}_4$  и сульфатов магния  $\text{MgSO}_4$ ,
  - хлоридов кальция и магния  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,
  - И других солей.

# Жёсткая и мягкая вода

## Минусы

- 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.

## Плюсы

- Магний необходим человеческому организму, он содержится в каждой клетке тела человека и постоянно вводится в организм с пищей и с водой, также необходимы для питания растений, так как магний входит в состав хлорофилла;
- Кальций, поступающий в организм, обладает благоприятной для человека способностью уплотнять клеточные и межклеточные коллоиды, а также влиять на процессы образования клеточной оболочки;
- Известна положительная роль кальция в процессе свертывания крови.

# Характеристика воды по степени жёсткости

Хар-ка воды по жёсткости	Ж(общ), ммоль экв/л
Очень мягкая	Не более 1.5
Мягкая	1.5 - 4.0
Средняя	4.0 – 8.0
Жёсткая	8.0 – 12.0
Очень жёсткая	Свыше 12.0

# Методы устранения жесткости воды (часть 1)

## Термоумягчение

- Основан на кипячении воды (кипячение устраняет только временную (карбонатную) жёсткость), в результате термически нестойкие гидрокарбонаты кальция и магния разлагаются с образованием накипи.

## 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;
- Ортофосфат натрия  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ , входящий в состав большинства препаратов бытового и промышленного назначения;
- Ортофосфаты кальция и магния очень плохо растворимы в воде, поэтому легко отделяются механическим фильтрованием.

## Катионирование

- Метод основан на использовании ионообменной гранулированной загрузки (чаще всего ионообменные смолы).

# Методы устранения жесткости воды (часть 2)

## Обратный осмос

- Метод основан на прохождении воды через полупроницаемые мембраны (как правило, полиамидные). Вместе с солями жёсткости удаляется и большинство других солей.
- **Различают:**
  - нанофильтрацию (условный диаметр отверстий мембраны равен единицам нанометров);
  - пикофильтрацию (условный диаметр отверстий мембраны равен единицам пикометров).

## 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

- Перегонка, испарение жидкости с последующим охлаждением и конденсацией паров.



# Экспериментальная часть

Ход работы

# Оборудование

- Бюретка;
- 2 мерных цилиндра;
- Воронка;
- Штатив;
- Колба для титрования;
- Капельница в которой находится индикатор;
- Пипетка;
- Коническая колба;



# Реактивы

- Вода;
- Буферный аммиачный р-р;
- Хром тёмно-синий;
- Трилон Б (0,1н)



# Титрование (из источника и водопроводной воды)

## Этап 1

- Промыла бюретку рабочим раствором, довела до мениска.

## Этап 2

- В мерную колбу налила холодную воду и отмерила 100 мл.

## Этап 3

- Отмерила в мерной колбе трилон Б 5 мл. и влила в воду.

## Этап 4

- Добавила в получившийся р-р добавила хром тёмно-синий по появления светлорозового цвета.

## Этап 5

- Колбу с р-ром светлорозового цвета поднесла под бюретку и потихоньку добавляла буферный аммиачный р-р до образования голубого цвета.

## Этап 6

- Измерила объём ушедший на обесцвечивание.

## Этап 7

- Повторила титрование ещё несколько раз для более точного измерения жесткости.

# Данные и наблюдения

С помощью формулы

$$Ж = \frac{V(\text{тр.Б}) * N(\text{тр.Б}) * 1000}{V(\text{пробы})}$$
 я определила

жесткость воды (а для точности сделала несколько проб из источника и водопроводной воды):

$$V(\text{ср. вод.}) = \frac{2,3 + 1,8 + 2}{3} = 2,03 \text{ мл.};$$

$$Ж(\text{вод}) = \frac{2,3 * 0,1 * 1000}{100} = 2,03 \text{ ммоль экв/л}$$

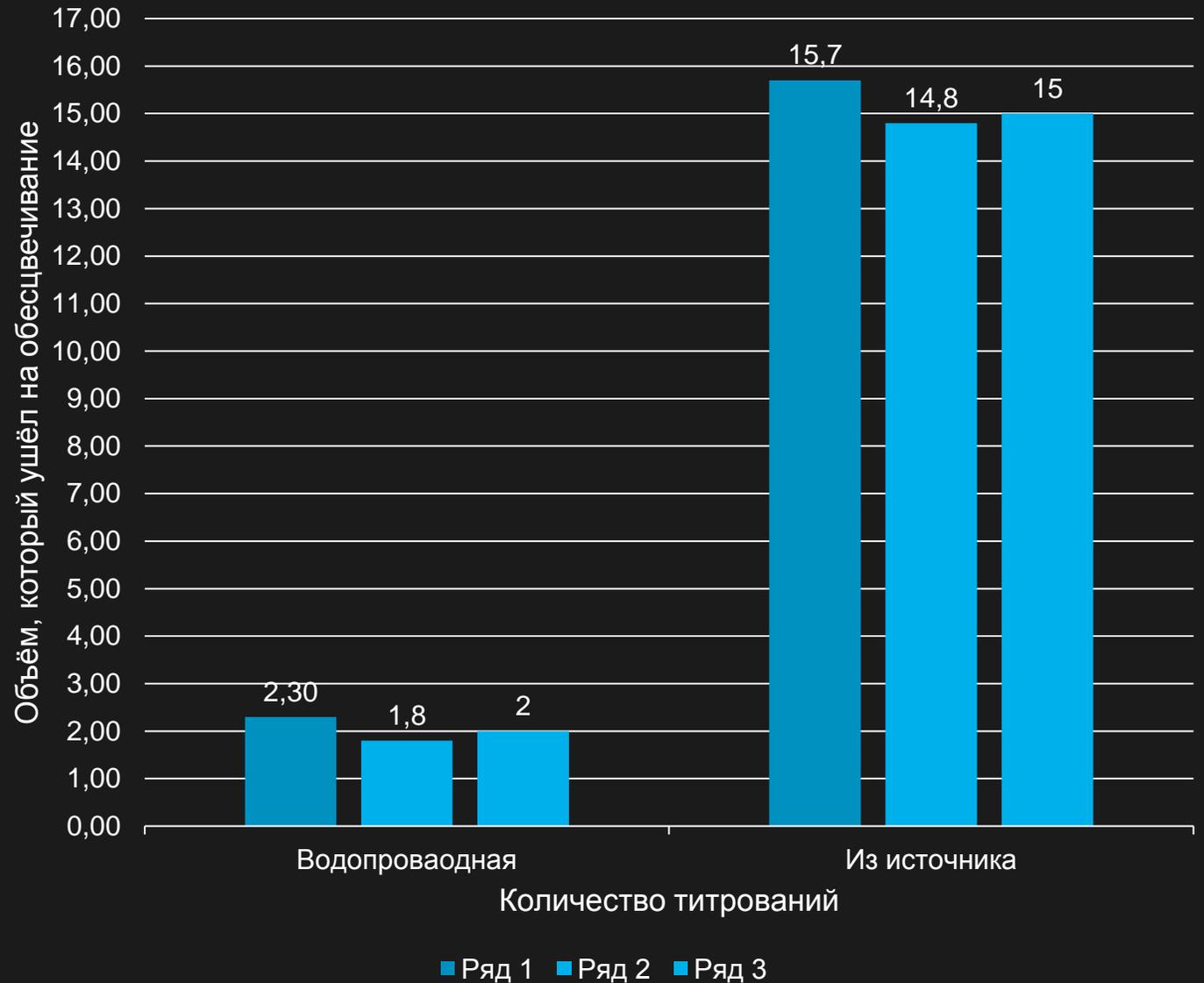
→ вода мягкая (см. таб. слайд 6).

$$V(\text{ср. ист.}) = \frac{15,7 + 14,8 + 15}{3} = 15,17 \text{ мл.};$$

$$Ж(\text{ист.}) = \frac{15,17 * 0,1 * 1000}{100} = 15,17 \text{ ммоль экв/л}$$

→ вода очень жесткая (см. таб. слайд 6).

## Вода по степени жесткости



# Заключение

- Оформила и решила задачу по определению жёсткости воды;
- Определила жёсткость воды с помощью комплексно-метрического метода титрования: в городе Усолье-Сибирское по показателям степени жёсткости вода мягкая; вода источника Аршана очень жёсткая;
- Жёсткая вода неблагоприятно воздействует не только на техническое и промышленное оборудование, но и на такие вещи как ткань, посуда, а также и на кожу человека и продукты питания;
- Мягкая вода также не очень хороша, из-за коррозии страдают не только трубы и т.п., но и человек, поэтому надо следить за величиной рН, увеличению карбонатной (временной) жесткости воды в системе или добавлению в воду ингибиторов коррозии, то есть веществ, замедляющих протекание химических реакций или прекращающих их, а также веществ, тормозящих биологические процессы, происходящие в трубопроводах при коррозии материала труб;
- Питьевая вода - это прежде всего здоровье человека. От болезней, связанных с водой, страдает почти половина человечества. Основные физико-химические свойства воды влияют на все жизненные процессы, в которых вода принимает участие.

# СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- [http://p6cdn4static.sharpschool.com/UserFiles/Servers/Server\\_147930/Image/CT/Mrs.%20D/Science-Students.jpg](http://p6cdn4static.sharpschool.com/UserFiles/Servers/Server_147930/Image/CT/Mrs.%20D/Science-Students.jpg)
- [http://spravochnik-bratsk.ru/bz/digest/banbas-hursh\\_water.shtml.htm](http://spravochnik-bratsk.ru/bz/digest/banbas-hursh_water.shtml.htm)
- [https://ru.wikipedia.org/wiki/Жёсткость\\_воды](https://ru.wikipedia.org/wiki/Жёсткость_воды)
- <https://www.dpva.ru/Guide/GuideTricks/WaterHardness/WaterHardnessOwv/>
- Репетитор по химии под редакцией А.С. Егорова