

КАКИЕ ЗАГАДКИ ТАИТ В СЕБЕ РЕКА КАМА?

Голубцова С.С., Письмерова А.И.

г.Пермь, МБОУ «Гимназия № 17», 9 «Б» класс

Руководители: Трясцына Т.В., г.Пермь, МБОУ «Гимназия № 17», учитель химии
Антонов Д.И., студент V курса ПГНИУ

Вода является одним из самых распространенных и наиболее изученных химических веществ. Она играет исключительную роль в обеспечении жизни на Земле.

Водные ресурсы распределены по поверхности Земли достаточно неравномерно. Дефицит чистой пресной воды – одна из основных проблем, с которыми столкнулось человечество в XXI веке.

Кама – источник питьевой и технической воды для населения и разнообразных водопользователей Пермского края. Но можно ли ее на самом деле использовать в питьевых целях?

Гипотеза: Мы предположили, что вода в реке Кама не пригодна для питья и не соответствует нормам СанПиНа

Целью работы является: Исследование воды в реке Кама

В соответствии с целью были поставлены следующие **задачи**:

1. Изучение научной литературы содержащей сведения о воде;
2. Определить рН воды;
3. Выявить органолептические показатели воды;
4. Определить общесанитарные показатели воды;
5. Изучить правила отбора и консервации проб;
6. Сравнить полученные результаты с нормами СанПиНа;
7. Найти способы очистки и умягчения воды.

1.1 Применение воды.

Говоря о воде нельзя не упомянуть о ее роли. Круговорот воды в природе является необходимым условием существования биосферы. Но не менее важную роль играет вода и в деятельности человека.

Вода используется во многих промышленности:

В пищевой

Практически все пищевые производства связаны с потреблением воды из конкретного источника. Вода является уникальным пищевым продуктом.

Охлаждающая вода

Эта вода предназначена для отвода тепла, не использованного для производства

электрической энергии от оборудования энергоблока АС.

Химическая промышленность

Использование воды в химической промышленности чрезвычайно разнообразно. В ряде производств она является сырьем, непосредственно участвующим в основных химических реакциях, например в производстве водорода различными способами. В некоторых производствах вода не потребляется, а образуется вследствие основных реакций, например при сухой перегонке дерева, торфа и других видов топлива.

Сельское хозяйство

Сельскохозяйственное водоснабжение по своему назначению условно разделено на пять основных групп: системы полива сельскохозяйственных угодий (полей); системы водоснабжения пастбищ; системы водоснабжения животноводческих комплексов и птицеферм; системы водоснабжения населенных пунктов; системы водоснабжения ремонтно-технических станций.

Так же вода применяется в жизни растений и животных, в быту, в системах отопления, для получения органических веществ, для получения электричества.

1.2. Основные показатели качества воды

Существуют органолептические и общесанитарные показатели качества воды. К органолептическим показателям относятся: запах, вкус, цветность, прозрачность и т.д. К общесанитарным показателям воды относятся: общая жесткость, кислотность, щелочность, содержание хлорид-ионов, содержание сухого остатка и т.д. (таблица 1)

1.3. Отбор, консервация и хранение проб

Отбор пробы воды является наиболее важной частью ее анализа и во многом обуславливает правильность получаемых результатов и применимость их в практике. Ошибки, возникающие вследствие неправильного отбора пробы, в дальнейшем исправить нельзя.

Любой лабораторный анализ начинается с правильно организованного отбора пробы. Если же речь идет о пробах воды: питьевой, природной или сточной, то возникает про-

блема сосуда, в который будет отобрана проба. Чтобы максимально сохранить неизменным состав пробы, не привнести лишних загрязнений и не «потерять» ничего из богатого состава пробы, необходимо правильно выбрать материал пробоотборной посуды и тщательно удалить со стенок посуды все возможные загрязнения.

Для отбора и хранения проб воды применяют стеклянные или пластмассовые прозрачные бутылки емкостью 1,5 л. Для расширенного анализа воды следует отобрать 3 л. Место для отбора проб воды выбирается в зависимости от характера водоисточника и целей анализа. Из открытого водоема проба отбирается на той глубине и месте, которые намечены для забора воды; при существующем водозаборе – из водоприемной трубы. Бутылки заполняют до верха и закрывают крышкой во избежание попадания воздуха. Отобранная проба воды должна сопровождаться записью или этикеткой на бутылки, где следует указать: заявитель, адрес заявителя, наименование пробы (городская вода, скважина), место отбора, дата и время отбора, дополнительные сведения.

Если время, необходимое для доставки пробы воды превышает 5 часов, то должны быть приняты меры против нагревания или замерзания пробы. Анализ воды желательнее проводить в день отбора проб. Если это невозможно, то пробы воды рекомендуется хранить в холодильнике не более 48 часов.

Консервация проб воды преследует цель сохранения компонентов, определяемых в воде, и ее свойств в том состоянии, в котором они находились в момент взятия пробы. Консервация необходима в тех случаях, когда определяемый компонент подвергается изменениям и когда определение нельзя провести сразу же на месте отбора пробы или в тот же день в лаборатории. Существуют определенные правила консервирования проб воды для определения отдельных компонентов: (таблица 2)

Изучив свойства воды, ее применения и правила отбора проб, мы перешли к практической части.

2.1. Определение pH воды

Определить pH воды можно двумя способами:

1. С помощью универсальной индикаторной бумаги. У нас получился результат наиболее схожий с $pH = 7$ (рис. 1);

2. С помощью pH-метра мы увидели, что $pH=7,66$. Этот способ более точный (рис. 2).

2.2. Определение органолептических показателей воды

2.2.1. Определение цветности воды

Для определения цветности воды существуют два способа.

1 способ. Определение цветности визуальным определением:

При визуальном определении мы заметили, что вода имеет слабо желтый оттенок (рис. 3).

2 способ. Визуальное определение с искусственными стандартами:

Предварительно приготовив шкалу цветности (рис.4), мы получили, что наша цветность оказалась равна 80° (рис. 5).

2.2.2 Определение запаха

Запах по характеру распределяют на две группы: естественного и искусственного происхождения. Запах отобранной нами пробы был естественного происхождения, землистый. Интенсивность заметная. Характер проявления: запах легко замечается и вызывает неодобрительный отзыв о воде. Оценка в баллах: 3.

2.3. Определение общесанитарных показателей воды

2.3.1. Определение сухого остатка

Сухой остаток характеризует общее содержание растворенных в воде неорганических и частично органических в воде веществ.

Мы высушили химические стаканы в сушильном шкафу до постоянной массы (рис.6). После чего поместили в них профильтрованную исследуемую воду (рис.7) объемом 100 мл и выпарили ее, не допуская кипения (рис.8). После чего высушили стаканы до постоянной массы.

Расчет сухого остатка:

$$X = (m_2 m_1 - m_1 m_2) \cdot 1000 / V = (74,4369 - 74,3895) \cdot 1000 / 0,1 = 474 \text{ [мг/л]}$$

2.3.2. Определение кислотности

Кислотностью называется содержание в воде веществ, вступающих в реакцию с сильными щелочами, т.е. с гидроксид-ионами.

1) Определение свободной кислотности (рис.9).

К 25 мл пробы мы добавили метилового оранжевого. Проба сразу же имела желтый окрас, это говорит о том, что: $m = V_1(\text{NaOH}) \cdot C(\text{NaOH}) \cdot 1000 / V = 0 \cdot 0,1 \cdot 0,971 \cdot 1000 / 25 = 0$. Следовательно, свободная кислотность равна 0 мг/л

2) Определение общей кислотности (рис.10)

К 25 мл пробы мы добавили раствор фенолфталеина. При титровании на белом фоне раствором гидроксида натрия до появления розовой окраски у нас получилось, что: $p = V_2(\text{NaOH}) \cdot C(\text{NaOH}) \cdot 1000 / V = 0,1 \cdot 0,1 \cdot 0,971 \cdot 1000 / 25,0 = 0,3884$ мг/л.

2.3.3. Определение щелочности

Щелочностью называют содержание в воде веществ, вступающих в реакцию с сильными кислотами, т.е. с ионами водорода.

1) Определение свободной щелочности

При добавлении фенолфталеина к пробе, она осталась бесцветной. Отсюда следует, что свободная щелочность равна нулю.

2) Определение общей щелочности (рис.11)

К 25 мл пробы мы добавили метилового оранжевого. После добавления индикатора у пробы появился желтый окрас. При титровании на белом фоне раствором соляной кислоты до появления оранжевой окраски у нас получилось, что: $p = V_1(\text{HCl}) \cdot C(\text{HCl}) \cdot 1000 / V = 0,5 \cdot 0,1000 \cdot 1000 / 25,0 = 2$ мг/л.

2.3.4. Определение хлорид ионов

Определение хлоридов основано на образовании малорастворимого осадка хлорида серебра при титровании пробы воды раствором нитрата серебра.

Мы поместили в коническую колбу 100 мл анализируемой воды. Затем добавили

1 мл раствора 2% хромата калия и при непрерывном перемешивании медленно титровали 0,05 моль/л раствора нитрата серебра до образования красновато-оранжевого осадка. (рис. 12)

Расчет концентрации хлорид-ионов по формуле: $C(\text{Cl}) = C(\text{AgNO}_3) \cdot V(\text{AgNO}_3) \times 35,54 \cdot 1000 / V$ [мг/л] = $0,0500 \cdot 0,985 \cdot 1 \times 35,54 \cdot 1000 / 25 = 70,0$ [мг/л]

2.3.5 Определение общей жесткости

Общая жесткость воды показывает концентрацию в ней катионов двухвалентных щелочноземельных металлов, прежде всего кальция и магния. Общую жесткость определяют в питьевых, подземных и поверхностных водах, а в особых случаях также и в сточных водах.

Мы к 25 мл пробы воды, доведенной до 100 мл, прилили 5 мл буферного раствора и прибавили немного сухой смеси индикатора. Затем перемешали жидкость и титровали 0,05 мл/л раствором ЭДТА до перехода красной окраски в фиолетовую (рис.13). Потом по каплям при тщательном перемешивании титровали до появления синей окраски исследуемого раствора (рис. 14).

Расчет общей жесткости: $J = V(\text{ЭДТА}) \cdot C(\text{ЭДТА}) \cdot 2 \cdot 1000 / V$ [мг-экв/л] = $1,8 \cdot 0,025 \cdot 2 \cdot 1000 \cdot 0,985 / 25 = 3,55$ [мг-экв/л]

3.1. Сравнение полученных результатов с нормами СанПиНа

Показатель	ед.изм.	СанПиН 2.1.4.1074–01	Полученное значение
pH	ед.	6,0-9,0	7,66
Цветность	Градусы	Не более 20	80
Запах	Баллы	Не более 2	3
Сухой остаток	мг/л	Не более 1000	474
Жесткость общая	мг-экв/л	Не более 7,0	3,55
Щелочность	мг/л	Не более 7	2
Кислотность	Мг-экв/л	-	0,3884
Хлориды (Cl)	Мг/л	Не более 350	70,0138

По таблице видно, что с нормами СанПиНа не совпали только органолептические показатели качества воды. Это может свидетельствовать о техногенном загрязнении воды.

4.1. Умягчение и очистка воды

Мы проводили умягчение воды с помощью карбоната натрия. Количество карбоната натрия берется в избытке против эквивалентного по жесткости на 1 ммоль/л. Поэтому количество реагента, необходимого для умягчения 100 мл воды, рассчитывается таким образом: $n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = (3,55 + 1) / 10 = 0,455$ [ммоль]

К 100 мл исследуемой воды прилили рассчитанный объем раствора карбоната натрия, нагрели на электроплитке с асбестированной сеткой до 40-50 °С. Затем раствор охладили и отфильтровали. Фильтр предварительно трижды промыли дистиллированной водой над раковиной. Пробу отфильтровали в коническую колбу. Фильтр промыли один раз дистиллированной водой и присоедините эту воду к фильтрату. Затем определили общую жесткость. Она равна 0,91 мг-экв/л. Жесткость снизилась на 74,4%

Помимо ионообменной обработки могут использоваться методы дистилляции, обратный осмос, электродиализ.

Одним из общедоступных методов очистки воды является вымораживание. Чтобы проверить этот способ, мы налили в кастрюлю отобранную нами воду, недолив до края 1 см. Затем поставили кастрюлю в морозильную камеру, до того момента пока вода не замерзла наполовину. Мы пробили ледяную корку и слили незамерзшую воду, оставшийся лед растопили и заметили, что органолептические показатели изменились. Цветность уменьшилась, а запах исчез.

Выводы

1. Сравнив полученные результаты с нормами СанПиНа, мы увидели, что вода не соответствует нормам только по цвету и запаху. Это может свидетельствовать о техногенном загрязнении;

2. Убедились на опыте, что с помощью карбоната натрия можно умягчить воду на 74,4%;

3. Экспериментальным путем мы выявили, что замораживание является эффективным методом очистки воды.

Приложение

Таблица 1

Показатель	Источники или влияющие факторы	Цель определения	Методы определения
Запах	Наличие летучих пахнущих веществ, попадающих в воду естественным путем или со сточными водами.	Устранение запахов	Органолептические
Цветность	Наличие гуминовых веществ и комплексных соединений железа	Повышенная цветность воды может свидетельствовать о возможной ее техногенной загрязненности.	Визуальное определение; визуальное определение с искусственными стандартами
Водородный показатель	Соотношение концентраций гидрокарбонат-анионов и свободного CO ₂	pH-один из важнейших показателей качества воды	Индикаторная бумага, pH-метр.
Щелочность	В обычных природных водах щелочность зависит, как правило, только от гидрокарбонатов щелочноземельных металлов.	По щелочности можно судить о важнейших гидрохимических и геохимических процессах	Реакции с водородными ионами в присутствии фенолфталеина или метилового оранжевого в качестве индикаторов
Хлориды	Поступают в воду в результате взаимодействия атмосферных осадков с почвами, особенно засоленными, а также при вулканических выбросах	Соленые воды очень коррозионно активны по отношению к металлам, пагубно влияют на рост растений, вызывают засоление почв.	Титрование
Жесткость	Присутствием растворимых и малорастворимых солей-минералов	Пагубно сказывается на трубопроводах при использовании воды в тепловых сетях, приводя к образованию накипи, вредна для организма человека	Титрование
Кислотность	Зависит от содержания свободного растворенного диоксида углерода. Часть кислотности также могут создавать гуминовые и другие слабые органические кислоты.	По кислотности можно судить о важнейших гидрохимических и геохимических процессах	Титрование

Таблица 2

Определяемый компонент	Правила консервирования
Вкус	Не консервируют. Максимальное время хранения пробы 2 часа. Отбирать только в стеклянные бутылки
Запах	Не консервируют. Максимальное время хранения пробы 2 часа. Отбирать только в стеклянные бутылки
Жесткость	Не консервируют. Максимальное время хранения пробы 2 сут.
Кислотность, щелочность	Не консервируют.
Хлориды	Не консервируют. Максимальное время хранения пробы 7 сут.

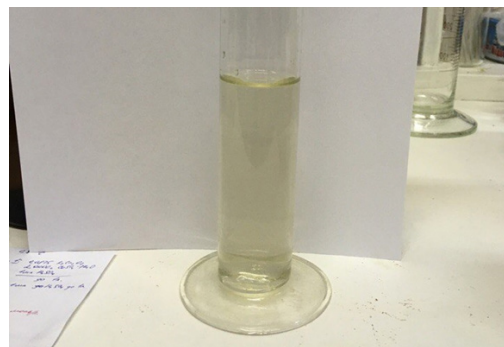


Рисунок 3

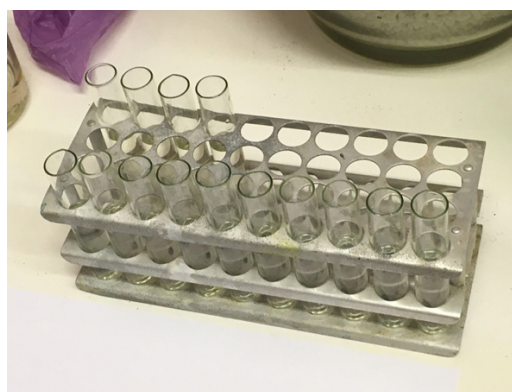


Рисунок 4



Рисунок 1



Рисунок 5



Рисунок 2



Рисунок 6

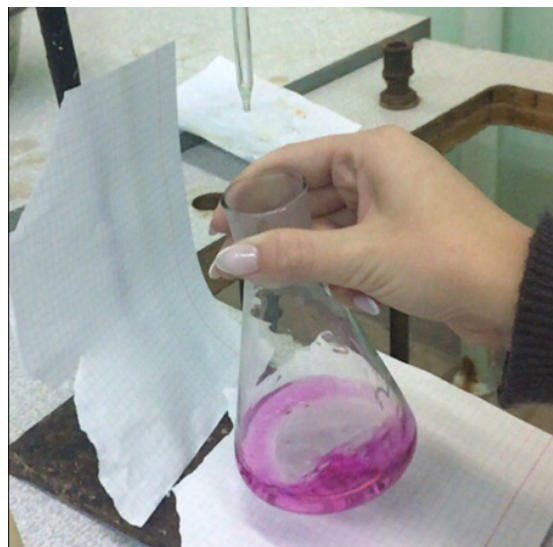
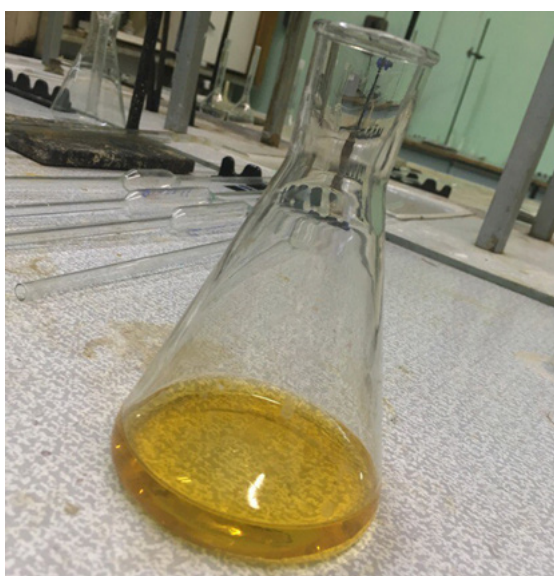
*Рисунок 7**Рисунок 10**Рисунок 8**Рисунок 11**Рисунок 9**Рисунок 12*



Рисунок 13

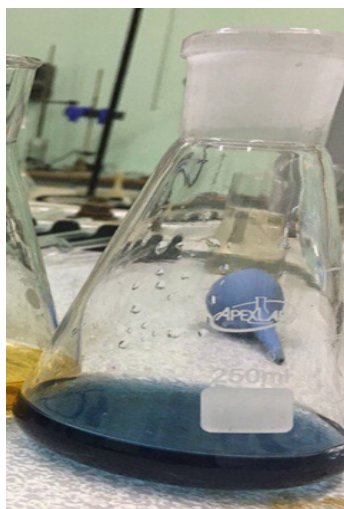


Рисунок 14

Заключение

*Много ли пользы от дома,
если у вас нет сносной планеты,
на которой можно его поставить?*

(Генри Дэвид Торо)

Вода в Каме оказалась чище, чем мы ожидали. Но все равно без очистки она не пригодна для питья.

Благодаря данной работе мы познакомились с новым разделом химии – аналитической химией, опробовали титриметрический метод, выявили недостатки реки Кама.

Так же данная работа может быть использована на уроках или внеклассных мероприятиях по естественнонаучному циклу предметов для того, чтобы подрастающее поколение понимало всю важность нависшей экологической проблемы. Мы должны заботиться о чистоте водных ресурсов. Ведь вода является источником жизни на Земле.

Список литературы

1. Болдина З.Н., Ласточкина К.О., Новиков Ю.В. Методы определения вредных веществ в воде водоемов. Медицина, Москва, 1981 г.
2. Лурье Ю.Ю. Унифицированные методы анализа вод. М.: Химия, 1973.
3. Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод. М.: Химия, 1984.
4. «Руководство по химическому анализу вод суши» под ред. А.Д. Семенова
5. <http://www.anchem.ru/literature/books/muraviev/014.asp>
6. <http://chem21.info>