

МОНИТОРИНГ ИЗМЕНЕНИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

Автор: Сырова Амина, 11 класс, МБОУ СОШ № 50,

г. Слюдянка, Иркутская обл.

Руководитель: *Репина Наталья Геннадьевна*

Научный консультант: *Снопков Сергей Викторович*

Одними из показателей качества питьевой воды являются её физико-химические свойства. Одними из важнейших показателей качества воды являются её кислотность, окислительно-восстановительные свойства и минерализация. Путем измерений этих параметров можно контролировать качества воды и рекомендовать использование её в качестве питьевой. При этом насколько долго вода сохраняет свои первоначальные свойства и какие факторы влияют на это практически не известно.

Целью исследовательской работы было изучение изменения во времени физико-химических свойств проб питьевой воды. Актуальность исследования заключается в том, что санитарно-гигиенические нормы физико-химических свойств воды и рекомендации по её употреблению широко представлены в источниках информации, а вот данные о том, как изменяются свойства воды после того, как происходит её забор из водоисточника практически отсутствуют. Для достижения цели исследования были поставлены следующие задачи:

- 1) поиск информации о физико-химических свойствах воды и методах их измерения;
- 2) мониторинг изменения свойств воды во времени;
- 3) выявление основных закономерностей изменения качества воды и факторов, оказывающих влияние на этот процесс.

Для решения задач, автором был проведен поиск информации в Интернете, энциклопедиях и научной литературе; измерение физико-химических параметров питьевой воды на нескольких; обработка полученных данных и построение графических иллюстраций с помощью программы Excel Microsoft Office. Исследования проводились в течение октября-декабря 2020 гг.

1. Измерение физико-химических свойств воды

Для изучения характера изменения физико-химических показателей воды автором были проведены эксперименты на 3-х пробах колодезной воды, отобранных в разное время и с разным значениями показателей качества. С помощью электрохимических приборов «HANNA Combo» и «HANNA ORP» измерялись значения pH, Eh и TDS. Дополнительно измерялась температура воды (t) и атмосферное давление (P).

Вода отбиралась из колодца, расположенного в 200-х м от берега озера Байкал в п.Култук. Выбор водоисточника определялся, тем, что он является одной из станций мониторинговых наблюдений за физико-химическими свойствами воды Института Земной коры СО РАН. В результате многолетних наблюдений накоплены обширные данные о свойствах воды данного водоисточника. Физико-химические параметры воды, отбираемой из данного колодца, в течении года изменяются в большом диапазоне: pH – от 6,5 до 7,8, Eh – от +40 до +200 мВ, TDS – от 100 до 500 ppm.

Объем пробы составлял – 0,5 л, и хранился в пластиковой цилиндрической емкости, с диаметром дна – 15 см. Пробы имели различные начальные значения pH и Eh. TDS для всех проб было одинаковая. Эксперименты проводились при разном характере изменения атмосферного давления: проба 1 – плавное увеличение от 722 до 733 мм.рт.ст.; проба 2 и 3 – колебания давления от 724 до 736 мм.рт.ст. Измерения имели следующую продолжительность: проба 1 – 2160 мин.; проба 2 - - 7220 мин.; проба 3 – 4780 мин. Измерения проводились с неравномерными интервалами: вначале через 5-20 мин., затем по возможности от 30 мин. до нескольких часов.

2. Результаты измерения физико-химических свойств воды

1) Самым стабильным показателем, медленно меняющимся во времени оказалась **TDS**. В течении первых 1000-2000 мин. показатель не изменялся, сохраняя начальное значение (140 ppm), затем начинал плавно возрастать: до 190 ppm (за 7220 мин.) и до 250 ppm (за 4780 мин.), для проб 2 и 3 соответственно. Таким образом, за время эксперимента (за 5000 – 7000 мин.) **TDS** увеличилась на 36 – 79 % от начального значения. Предположительно это произошло за счет попадания веществ (например, пыли) и испарения воды.

2) Значения **pH** в течении первых 1000-1500 мин. плавно возрастали на всех пробах до уровня 7,6 – 7,68, вне зависимости от начального значения pH пробы. Затем значения, в среднем сохранялись на одном уровне, но их разброс увеличивался.

3) Изменение **Eh** имеет более сложный характер. В течении первых 500 мин. происходил плавный рост значений, затем до отметки времени 1000 – 1500 мин. Eh уменьшался и становился стабильными в течении следующих 1000 – 1200 мин. Причем диапазон изменения Eh (в отличие от pH) для каждой из проб был свой: проба 1 – начальное – 80 мВ, максимум повышения – 110 мВ (+30), стабильное состояние 63 мВ (- 47); проба 2 – начальное – 50 мВ, максимум повышения – 57 мВ (+7), стабильное состояние 45 мВ (- 12); проба 3 – начальное – 72 мВ, максимум повышения – 92 мВ (+ 20), стабильное состояние 60 мВ (- 32). Далее значения Eh становились нестабильными и изменялись в диапазоне 15 – 20 мВ.

4) Сравнение характера изменения физико-химических свойств воды с атмосферным давлением (P) и температурой жидкости (T) выявили определенные закономерности:

- TDS (в том диапазоне, в котором проводились измерения) не зависит от P и T;
- pH обратно пропорционально T (коэффициент корреляции параметров - 0,75) (Рис. 1); для стабильного интервала пробы 2 взаимосвязь параметров описывается регрессионным уравнением: $\text{pH} = -0,052T + 8,4$; от атмосферного давления pH зависит слабо - коэффициент корреляции параметров = 0,03;

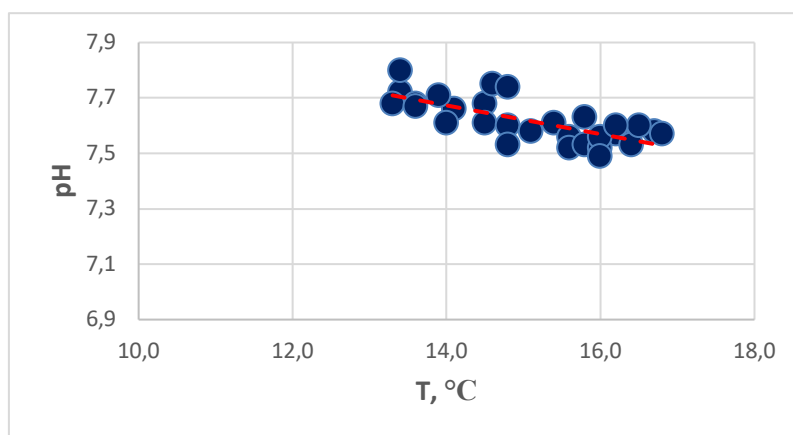


Рис. 1. Зависимость изменения pH от температуры воды. (Построена по данным измерения пробы 2 для участка стабилизации pH)

- Eh обратно пропорционально P (коэффициент корреляции параметров - 0,8) (Рис. 2); для стабильного интервала пробы 2 взаимосвязь параметров описывается регрессионным уравнением: $Eh = -8,26P + 6059$; от температуры воды Eh зависит слабо - коэффициент корреляции параметров = 0,06;

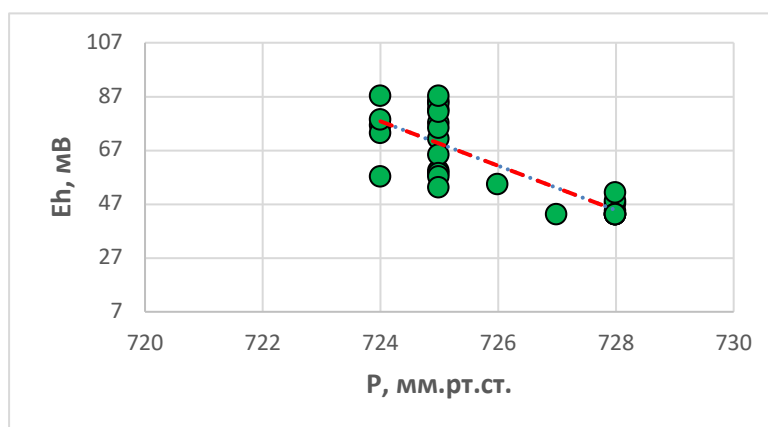


Рис. 4. Зависимость изменения Eh воды от атмосферного давления. (Построена по данным измерения пробы 2 для участка стабилизации Eh)

5) Сравнение характера изменения параметров pH, Eh, TDS по трем пробам позволили выявить, что после отбора воды наблюдается 5 стадий изменения её физико-химических свойств:

- Стадия I - продолжительность 50-80 мин.; характеризуется скачкообразными разнонаправленными изменениями Eh и pH; TDS не меняется; зависимость Eh и pH от P и T либо выражена слабо, либо не выражена совсем. Предположительно, стадия I – это быстрый процесс дегазации воды, в ходе которой происходит неравномерное улетучивание газов.
- Стадия II - продолжительность 300-350 мин. (с 80 до 400 мин.); характеризуется возрастанием pH (от 0,13 до 0,32) и Eh (от 2 до 12 мВ); TDS не меняется; зависимость Eh и pH от P и T либо выражена слабо, либо не выражена совсем. В это время происходит повышение окислительных свойств и снижение кислотности воды. Возможно, это связано с тем, что происходит дегазация углекислого газа и, соответственно уменьшение углекислоты; а дегазация сероводорода и метана обгоняет улетучивание кислорода.
- Стадия III - продолжительность 400-800 мин. (с 400 до 800-1500 мин.); pH продолжает расти (от 0,22 до 0,36 ед.); Eh снижается (от 6 до 13 мВ); TDS продолжает оставаться стабильной; зависимость Eh и pH от P и T либо выражена слабо, либо не выражена совсем. В это время происходит повышение восстановительных свойств и продолжается снижение кислотности воды. Это связано с продолжающейся дегазацией углекислого газа и кислорода.
- Стадия IV - продолжительность 800-1200 мин. (с 800-1500 до 1900-2200 мин.); значения pH и Eh стабилизируются (либо слабо меняются), причем pH по всем трем пробам устанавливается на одном уровне (7,55-7,6), а Eh – на разных уровнях (от 44 до 70 мВ); TDS продолжает оставаться стабильной; Eh изменяется обратно пропорционально P; pH изменяется обратно пропорционально T. На этой стадии происходит стабилизация физико-химических параметров воды, вследствие улетучивания основного объема газов.
- Стадия V – начинается с отметки времени 1800-2500 мин.; при сохранении среднего уровня значения pH и Eh начинают «скакать» (7.4-7.84 для pH и 20 – 40 мВ для Eh), причем чем дальше по времени, тем сильнее разброс; начинает плавно возрастать TDS – со 140 до 200-250 ppm; зависимость параметров от P и T чем дальше по времени, тем становятся менее выраженными. Нарушение стабильности физико-химических параметров воды возможно происходит за счет роста химических реакций вследствие попадания загрязняющих веществ и деятельности микроорганизмов. Значительное (на 40-80%) возрастание TDS на этой стадии требует дальнейшего исследования и объяснения.

Выводы

В ходе проведенного исследования было установлено, что:

1. в характере изменения физико-химических свойств воды, отобранной из водоисточника, наблюдаются определенные закономерности, связанные, в первую очередь, с дегазацией жидкости;

2. физико-химические показатели последовательно проходят три стадии улетучивания газов – быстрее (в течении 6-7 часов) воду покидают водородосодержащие газы (сероводород и метан), медленнее (в течение 12-13 часов) улетучиваются кислород и углекислый газ; затем происходит стабилизация pH и Eh, которая сохраняется следующих 6-7 часов, далее в воде начинают усиливаться различные химические процессы, за счет загрязнения воды микрочастицами и деятельности микроорганизмов;

3. значения показателей качества воды зависят от её температуры и атмосферного давления, особенно явно это проявляется на стадии стабилизации физико-химических свойств воды; pH изменяется обратно пропорционально изменению температуры, а Eh – обратно пропорционально изменению атмосферного давления;

4. газовый состав и физико-химические свойства воды в открытой емкости сохраняют свои значения не более 60-80 мин. после отбора воды из водоисточника; затем в течении 11-12 часов происходит дегазация воды, после чего вода продолжает сохранять свои свойства еще 6-7 часов, а уже после 18-20 часов (после отбора воды) свойства воды начинают заметно меняться, из-за её загрязнения и деятельности микроорганизмов.

Таким образом, в ходе проведенного исследования был проведен мониторинг изменения качества проб воды, отобранных из водоисточника и хранимых в открытой цилиндрической пластиковой емкости, и выявлены закономерности изменения свойств воды. Данное исследование необходимо продолжить, так как вопросов возникло больше чем ответов.

Список источников информации

1. Кононов В.М. и др. Основы инженерной геологии, гидрогеологии и инженерной геологии – М: «Высшая школа», 1978. – 187 с. Стр. 100-103.
2. Что такое pH воды и почему важно его знать? [Электронный ресурс]. - URL: <https://biokit.ru/video-instructions/chto-takoe-ph-vody/> (дата обращения 22.11.2020).
3. Справочник гидрогеолога. – М.: ГНТИ литературы по геологии и охране недр, 1962. – 616. Стр. 170-179.