СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

Кодиров Низом Даминович

PhD, кафедры Фармакогнозии и фармацевтических технологии

Самаркандский государственный медицинский университет

Аннотация: Определение химических показателей качества воды является важнейшей задачей санитарно-гигиенического контроля и охраны здоровья населения. Основные параметры, такие как pH, жесткость, содержание ионов железа, кальция, магния, хлоридов, сульфатов и органических веществ, позволяют оценить соответствие воды нормативным требованиям. В статье рассматриваются методы анализа, включая титриметрические, фотометрические и инструментальные подходы, их преимущества и область применения.

Ключевые слова: вода, качество, химические показатели, анализ, фотометрия, титриметрия.

Annotatsiya: Suv sifatining kimyoviy ko‘rsatkichlarini aniqlash sanitariya-gigiyena nazoratining va aholining sog‘lig‘ini muhofaza qilishning muhim vazifasi hisoblanadi. Asosiy parametrlar – pH, qattiqlik, temir, kalsiy, magniy, xlorid, sulfat ionlari va organik moddalar tarkibi – suvning me’yoriy talablarga mosligini baholash imkonini beradi. Maqolada titrimetrik, fotometrik va asbobiy usullar hamda ularning afzalliklari va qo‘llanish sohasi ko‘rib chiqiladi. Suvning kimyoviy ko‘rsatkichlarini nazorat qilish uning xavfsizligi va foydalanishga yaroqliligini ta’minlash uchun zarurdir. Kompleks tahlil usullarini qo‘llash og‘ishlarni o‘z vaqtida aniqlash va ifloslantiruvchi moddalar inson salomatligiga va atrof-muhitga salbiy ta’sirini oldini olish imkonini beradi.

Kalit so‘zlar: suv, sifat, kimyoviy ko‘rsatkichlar, tahlil, fotometriya, titrimetria.

Abstract: Determination of chemical indicators of water quality is a crucial task of sanitary control and public health protection. Key parameters such as pH, hardness, concentrations of iron, calcium, magnesium, chlorides, sulfates, and organic substances are used to assess water compliance with regulatory standards. The article discusses analytical methods, including titrimetric, photometric, and instrumental approaches, highlighting their advantages and applications. Monitoring chemical indicators of water is essential to ensure its safety and suitability for use. The application of comprehensive analytical methods makes it possible to detect deviations in time and prevent the negative impact of contaminants on human health and the environment.

Keywords: water, quality, chemical indicators, analysis, photometry, titrimetry.

Введение

ISSN 3030-3907

В данной статье рассмотрены современные методы анализа химических показателей качества питьевой воды, обеспечивающие достоверную оценку её безопасности и соответствия санитарным нормам. Приведены основные физико-химические и инструментальные методы, включая фотометрические, титриметрические, ионселективные и хроматографические методы анализа. Особое внимание уделено применению спектрофотометрии и хроматографии как наиболее точных и чувствительных способов определения ионов металлов, солей и органических примесей. Рассматриваются преимущества автоматизации аналитических процессов и внедрения современных приборных технологий в лабораторную практику. Результаты исследования подтверждают необходимость комплексного подхода к оценке качества питьевой воды с использованием сочетания классических и инновационных методов анализа.

Карбонатная (временная, устранимая) жесткость ($Ж_к$) вызывается содержанием в воде растворимых гидрокарбонатов кальция и магния. Она почти полностью устраняется кипячением, при котором гидрокарбонаты разлагаются:

t°

$$Ca(HCO_3)_2 = CaCO_3\downarrow + 2CO_2\uparrow + 2H_2O$$

Некарбонатная (постоянная) жесткость вызывается присутствием в воде сульфатов(а также хлоридов) кальция и магния. Кипячением она не устраняется. Сумма карбонатной и некарбонатной жесткости дает общую жесткость.

Карбонатную жесткость определяют титрованием пробы воды раствором соляной кислоты в присутствии метилового оранжевого:

$$Ca(HCO_3)_2 + 2HC1 = CaC1_2 + 2H_2O + 2CO_2$$

$$Mg(HCO_3)_2 + 2HC1 = MgCl_2 + 2H_2O + 2CO_2$$

В присутствии слабо диссоциированной угольной кислоты

$$HCO_3^- + H_3O^+ = H_2O + H_2CO_3$$

желтая окраска индикатора не изменяется, но переходит в оранжевую при избытке соляной кислоты.

В две конические колбы отбирают пипеткой по 100 мл воды из склянки для отбора проб и добавляют по 5 капель раствора метилового оранжевого. Содержимое одной из колб титруют соляной кислотой 0,1 N раствором до перехода окраски из желтой в оранжевую. Изменение окраски наблюдают, сравнивая ее с окраской содержимого второй колбы. Титрование повторяют 2-3 раза и из сходящихся отсчетов берут среднее.

Карбонатную жесткость рассчитывают по формуле:

ISSN 3030-3907

$$Ж_к = \frac{V_1 \cdot C_н \cdot 1000}{V_2}$$ (ммоль- экв /л),

где $C_н$ - нормальность раствора соляной кислоты;

V_1 -объем соляной кислоты, затраченной на титрование (мл);

V_2 -объем воды, взятой для титрования (мл).

Общую жесткость определяют методом комплексонометрического титрования. Титрование воды проводят в присутствии индикаторов — хромогенов (обычно — хромогена черного) в слабощелочной среде (pH 9-10), которая создается аммонийной буферной смесью. Титруют раствором трилона Б (комплексон III) до изменения окраски от винно-красной до сине-фиолетовой.

В колбу для титрования отмерьте пипеткой 100 мл исследуемой воды и прилейте 5 мл аммонийной буферной смеси. Добавьте 7-8 капель индикатора (хромогена черного) до появления хорошо заметной винно-красной окраски. (Вместо этого можно внести на кончике шпателя 20-30 мг сухой смеси индикатора с хлоридом натрия или калия и перемешав до растворения.) Обычно воду титруют 0,05 н раствором трилона Б (комплексона III) до перехода винно-красной окраски в сине-фиолетовую, помешивая круговыми движениями. Титрование повторяют 2-3 раза и из сходящихся отсчетов берут среднее. В случае, если на титрование расходуется больше 10 мл 0,05 н раствора трилона (или 5 мл 0,1н раствора), то берут меньший объем воды, доводя дистиллированной водой до 100 мл.

В других случаях пользуйтесь данными таблицы.

Соотношение между объемом пробы воды и концентрацией трилона Б в зависимости от общей жесткости

Общая жесткость, моль-экв/л	Концентрация раствора трилона Б, С (1/2) моль/л	Объем пробы воды, мл
20-50	0,1	10-25
10-20	0,05	25
5-10	0,03	25
0,05-5	0,01	50
<0,05	0,0035	100

Общая жесткость рассчитывается по формуле:

$$Ж_к = \frac{V_1 \cdot C_н \cdot K \cdot 1000}{V_2}$$ (ммоль- экв /л),

V_1 - объем рабочего раствора трилона Б (мл), затраченного на титрование;

V_2 - объем анализируемой воды (мл);

ISSN 3030-3907

$С_н$ - нормальная концентрация рабочего раствора трилона Б (моль-экв/л), число эквивалентности Z=2;

К- поправочный коэффициент нормальности раствора трилона Б ($K = \frac{C_{ист}}{C_{необх}}$)

Жесткость некарбонатная рассчитывается по формуле $Ж_{нк} = Ж_о – Ж_к$.

Кислотность природных вод обусловлена наличием свободной угольной кислоты, а также растворимых солей, образованных слабым основанием и сильной кислотой. Такие соли, подвергаясь гидролизу, образуют свободные кислоты. Кислотность, обусловленная присутствием свободных кислот, считается первичной кислотностью. Соли, гидролизующиеся до свободных кислот, характеризуют вторичную кислотность.

Определяют кислотность воды методом нейтрализации. В его основе лежит взаимодействие кислоты со щелочью (реакция нейтрализации).

В коническую колбу емкостью 250 мл отмерить пипеткой 10мл исследуемой воды. Прибавить 2-3 капли фенолфталеина. Пробу титровать 0,1н NaOH до появления слабо розовой окраски, не исчезающей 1-2 мин.

Расчет:

$$X = \frac{V_1 \cdot N \cdot 1000}{V_2},$$

где X- кислотность воды, мг.-экв/л; V_1 - объем 0,1н NaOH пошедший на титрование пробы, мл;

N- нормальность рабочего раствора NaOH; V_2 - объем воды, мл.

Общая щелочность воды обусловлена наличием свободных гидроксидов, а также солей соляной кислоты и сильного основания. Такие соли, гидролизуясь, образуют свободные гидроксоионы.

Определяется щелочность количеством миллилитров кислоты, необходимым для нейтрализации 1л воды. Выражается она в мг-экв.

В коническую колбу на 250 мл отмерить пипеткой 10 мл воды, прибавить 2-3 капли метилоранжа и титровать 0,1н раствором HCI до перехода желтой окраски в оранжевую.

Расчет:

$$Щ_0 = \frac{V_1 \cdot N \cdot 1000}{V_2},$$

где Щ- общая щелочность воды, мг-экв/л; V_1 - объем 0,1 н HCI, пошедшей на титрование пробы, мл; N- нормальность раствора кислоты; V_2 - объем воды, взятый для исследования, мл.

Реакция среды характеризуется концентрацией H^+-ионов или её отрицательным логарифмом - водородным показателем pH

Электорохимический метод определения pH основан на измерении разности потенциалов двух электродов, помещенных в анализируемый раствор. Измерьте pH исследуемого раствора с помощью pH-метра

ISSN 3030-3907

Определение ионов кальция проводят при таком значении pH среды, при котором трилон Б дает с ним более прочное соединение по сравнению с индикатором. В качестве индикатора применяют мурексид.

К 100 мл испытуемой воды добавляют 5 мл 2 н раствора едкого натра и несколько кристаллов мурексида и медленно титруют раствором трилона Б до изменения окраски раствора.

Содержание кальция вычисляют по формуле:

$$Ca^{2+} = \frac{Cн \cdot K \cdot 1000 \cdot V_1}{V_2},$$

где: Сн – молярная концентрация эквивалента трилона Б,

К – поправочный коэффициент,

V_1– объем раствора трилона Б,

V_2– объем пробы воды.

Содержание ионов магния определяют объемно-аналитическим методом, который заключается в том, что бикарбонаты и карбонаты при титровании соляной кислотой переводят в хлориды. Образующийся углекислый газ удаляют из раствора кипячением.

В коническую колбу на 250 мл отбирают 100 мл анализируемой воды и, прибавив к ней 3 капли индикатора метилового оранжевого, воду оттитровывают 0,1 н раствором соляной кислоты до оранжевой окраски. Одновременно также оттитровывают 100 мл дистиллированной воды до такой же окраски. Обе колбы с растворами нагревают до кипения и переносят растворы в 200 мл мерные колбы. В колбы добавляют по 50 мл насыщенного раствора гидроксида кальция и доливают до нижней части горлышка свежепрокипяченой дистиллированной водой. Содержимое колбы перемешивают и ставят на водяную баню на 30 минут. Затем растворы в колбах охлаждают холодной водой, доливают дистиллированной водой до метки, перемешивают и тут же отфильтровывают выпавший гидроксид магния через складчатый фильтр. Фильтраты собирают в сухие конические колбы. Из каждой колбы отбирают по 100 мл раствора и титруют оставшийся избыток гидроксида кальция 0,1 н раствором соляной кислоты в присутствии фенолфталеина.

Количество магния в 1 л воды подсчитывают по формуле:

$$Mg^{2+} = \frac{12{,}16 \cdot 2(Cн \cdot V_1 - Cн \cdot V_2)1000}{100},$$

где: 12,16 – молярная масса эквивалента магния,

Сн – молярная концентрация эквивалента соляной кислоты,

V_1 – объем соляной кислоты, пошедшей на титрование раствора, полученного из дистиллированной воды,

ISSN 3030-3907

V_2 – объем соляной кислоты, пошедшей на титрование раствора, полученного из анализируемой воды.

Общую жесткость воды рассчитывают по формуле:

$$Ж_o = \frac{m(Ca^{2+})}{M_э(Ca^{2+}) \cdot V} + \frac{m(Mg^{2+})}{M_э(Mg^{2+}) \cdot V}$$

Заключение: Современные методы анализа химических показателей качества питьевой воды позволяют значительно повысить точность и скорость определения загрязняющих веществ. Использование инструментальных технологий, таких как фотометрия, атомно-абсорбционная спектроскопия и ионная хроматография, обеспечивает надёжный контроль соответствия воды установленным нормативам. Комплексное применение этих методов даёт возможность не только выявлять превышения по отдельным компонентам, но и оценивать общее состояние водного объекта. Таким образом, совершенствование аналитических подходов является важным направлением в обеспечении экологической и санитарной безопасности питьевой воды. Контроль химических показателей воды необходим для обеспечения её безопасности и пригодности к использованию. Применение комплексных методов анализа позволяет своевременно выявлять отклонения и предотвращать негативное влияние загрязняющих веществ на здоровье человека и окружающую среду.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. ГОСТ 31940-2012. Вода. Общие требования к отбору проб. – М.: Стандартинформ, 2013.

2. ГОСТ 31861-2012. Вода питьевая. Определение органолептических и химических показателей. – М.: Стандартинформ, 2013.

3. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. – М.: Минздрав РФ, 2002.

4. Лурье, Ю. Ю. Справочник по аналитической химии. – М.: Химия, 1989. – 448 с.

5. Алексеев, В. В. Методы анализа природных и питьевых вод. – М.: Химия, 1987. – 320 с.

6. Физико-химические методы анализа воды / Под ред. А. И. Бузина. – М.: Химия, 2000. – 512 с.

7. Мур, Дж. Количественный химический анализ. – М.: Мир, 1983. – 544 с.

ISSN 3030-3907

8. Сидоренко, В. С. Химический анализ природных вод: Учебное пособие. – СПб.: Лань, 2015. – 304 с.
9. Справочник по качеству воды / Под ред. Н. А. Иванова. – М.: Наука, 2016. – 368 с.
10. Шварц, Г. Химико-аналитический контроль качества природных и питьевых вод. – М.: Химия, 1991. – 240 с.
11. ГОСТ Р 55684-2013 Вода питьевая. Метод определения перманганатной окисляемости
12. WILD PLANTS AS AN OBJECT OF STUDY, LIFE SAFETY, USE IN MEDICINE AND INDUSTRY MODERN EDUCATION AND DEVELORMENT ISSN 3060-4567. Khasanova Gulbahor Rakhmatullaevna. Часть–4_ Январь –2025 Выпуск журнала №-18 Стр111-121.
13. Хасанова, Г. Р., Тошпулатов, Ш. Ш., Расулов, К. Г., & Мамиров, Д. У. (2025). КОРИАНДР ПОСЕВНОЙ–CORIANDRUM SATIVUM L. Modern education and development, 18(4), 80-92.54.
14. Raxmatullayevna, X. G., Ko'chimova, F. S., Jumaboyeva, S. E., & Xushvaqtovich, Q. D. (2025). SARIQ PARPIGUL-GENTIAN LUTEA L. Modern education and development, 18(4), 69-
15. Хасанова, Г. Р., Беканов, Б. С., Бахитов, Ш. Т., & Ходжаева, Ж. К. (2025). ЛЕЧЕБНЫЕ СВОЙСТВА КАЛАНХОЭ. Modern education and development, 18(4), 93-110.
16. Хасанова, Г. Р., Кунгратова, М. И., Исломов, О. И., & Норкулова, Х. Ш. (2025). ЗВЕРОБОЙ ПРОДЫРЯВЛЕННЫЙ–HYPERIGUM PERFORATUM L. ОБРАЗОВАНИЕ НАУКА И ИННОВАЦИОННЫЕ ИДЕИ В МИРЕ, 62(5), 130-144.
17. Хасанова, Г. Р., Абдуллаева, А. З., & Икрамова, Н. Б. (2025). ЧАГА ИЛИ БЁРЕЗОВЫЙ ГРИБ–JNONOTUS OBLIQUUS (PERS.) PILL. ОБРАЗОВАНИЕ НАУКА И ИННОВАЦИОННЫЕ ИДЕИ В МИРЕ, 62(5), 116-129.
18. Хасанова, Г. Р., Рахманова, Н. И., & Иззатуллаева, С. Т. (2025). ОБЛЕПИХА КРУШИНОВИДНАЯ–HIPPOPHAE RHAMNOIDES L. Ta'lim innovatsiyasi va integratsiyasi, 38(1), 164-174.
19. Хасанова, Г. Р., Рахманова, Н. И., & Сатторов, Ш. И. (2025). ЗИРА–BUNIUM PERSICUM. Ta'lim innovatsiyasi va integratsiyasi, 38(1), 174-183.

ISSN 3030-3907