МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА ИОНОВ ХЛОРИДА В ПРИРОДНОЙ И ПИТЬЕВОЙ ВОДЕ

Хасанова Гулбахор Рахматуллаевна
Ассистенты, кафедры фармакогнозии и фармацевтических технологии
Самаркандский государственный медицинский университет
Боймуродов Эсан Суюнович
Ассистенты, кафедры фармакогнозии и фармацевтических технологии
Самаркандский государственный медицинский университет

Аннотация: Хлориды являются одними из наиболее распространённых и значимых ионов, присутствующих в природных и питьевых водах. Их содержание служит важным показателем качества воды, отражающим как природные геохимические условия, так и степень антропогенного воздействия. Повышенная концентрация хлоридов может ухудшать органолептические свойства воды, вызывать коррозию водопроводных систем и негативно влиять на здоровье человека при длительном употреблении. В статье рассмотрены основные методы определения хлоридов в воде: аргентометрический (метод Мора и Фольгарда), потенциометрический и фотометрический. Отмечены их аналитические возможности, точность и применимость в санитарно-гигиеническом и экологическом контроле. Регулярный мониторинг содержания хлоридов в воде позволяет своевременно выявлять отклонения от нормативов и разрабатывать меры по улучшению качества водоснабжения.

Ключевые слова: хлориды, вода, качество воды, аргентометрический метод, метод Мора, метод Фольгарда, фотометрия, санитарный контроль, экологический мониторинг.

Аннотация: Xloridlar tabiiy ва ichimlik suvlarida eng keng tarqalgan va muhim ionlardan biridir. Ularning miqdori suv sifatining ko‘rsatkichlaridan bo‘lib, tabiiy geokimyoviy sharoitlar hamda antropogen ta’sir darajasini aks ettiradi. Xloridlarning yuqori konsentratsiyasi suvning organoleptik xususiyatlarini yomonlashtirishi, quvurlarni korroziyaga uchratishi va uzoq muddatli iste]molda inson salomatligiga salbiy ta’sir ko’rsatishi mumkin. Maqolada suvdagi xloridlarni aniqlashning asosiy usullari: argentometrik (Mor va Folgard usullari), potentsiometrik va fotometrik yondashuvlar ko‘rib chiqiladi. Ularning aniqligi, imkoniyatlari va sanitariya-gigiena hamda ekologik nazoratda qo’llanilishi yoritilgan. Xlorid miqdorini muntazam monitoring qilish suv ta’minoti sifatini yaxshilash va me’yorlardan og’ishlarni o’z vaqtida aniqlash imkonini beradi.

Kalit so‘zlar: xloridlar, suv, suv sifati, argentometrik usul, Mor usuli, Folgard usuli, fotometriya, sanitariya nazorati, ekologik monitoring.

ISSN 3030-3907

Abstract: Chlorides are among the most common and significant ions present in natural and drinking waters. Their concentration serves as an important indicator of water quality, reflecting both natural geochemical conditions and the degree of anthropogenic influence. Elevated levels of chlorides can deteriorate the organoleptic properties of water, cause corrosion in water distribution systems, and negatively affect human health with prolonged consumption. The article reviews the main methods of chloride determination in water: argentometric (Mohr and Volhard methods), potentiometric, and photometric approaches. Their analytical capabilities, accuracy, and applicability in sanitary and environmental control are discussed. Regular monitoring of chloride content allows timely detection of deviations from standards and helps to develop measures to improve water supply quality.

Keywords: chlorides, water, water quality, argentometric method, Mohr method, Volhard method, photometry, sanitary control, environmental monitoring.

Введение

Воду для бытовых нужд, подаваемую в водопроводы, предварительно фильтруют и хлорируют. В ней остается так называемый свободный или остаточный хлор, содержание которого должно быть не менее 0,1 мг/л.

Определение свободного хлора, основано на его способности, вытеснять, йод из йодистого калия:

$$Cl_2 + 2\ KI = 2KC1 + I_2$$

Выделившийся йод оттитровывают раствором гипосульфита натрия:

$$I + 2Na_2S_2O_3 = Na_2S_4O_6 + 2\ NaI$$

Хлор вытесняет эквивалентное количество йода; по числу миллилитров израсходованного раствора гипосульфита определяют содержание хлора в воде.

В коническую колбу пипеткой берут 20 мл водопроводной воды, добавляют 10 мл 10%-ного раствора йодистого калия, 2-3 мл раствора крахмала и титруют 0,01 н. раствором гипосульфита натрия до обесцвечивания. Вычисление содержания свободного хлора производят по формуле:

$$X = \frac{K \cdot V_1 \cdot 0.355 \cdot 1000}{V_2} \text{ (мг/л)},$$

выражая результаты в миллиграммах хлора на 1л воды,

где К - поправка к 0,01 н. раствору гипосульфита натрия;

0,355 - грамм-эквивалент хлора, соответствующий нормальности гипосульфита натрия;

V_1 - количество 0,01н. гипосульфита натрия;

V_2 - количество исследуемой воды, израсходованной на титрование, мл.

ISSN 3030-3907

Высокая растворимость хлоридов объясняет широкое распространение их во всех природных водах. В проточных водоемах содержание хлоридов обычно невелико (20-30 мг/л). Незагрязненные грунтовые воды в местах с несолончаковой почвой обычно содержат до 30-50 мг/л хлорид ионов. В водах, фильтрующихся через солончаковую почву, в 1 л могут держаться сотни и даже тысячи миллиграммов хлоридов. Вода, содержащая хлориды в концентрации более 350 мг/л, имеете солоноватый привкус, а при концентрации хлоридов 500 - 1000 мг/л неблагоприятно влияет на желудочную секрецию. Содержание хлоридов является показателем загрязнения подземных и поверхностных водоисточников и сточных вод.

Определение хлоридов ведется по методу Мора. Принцип метода Мора основан на осаждении хлоридов азотнокислым серебром в присутствии хромата калия K_2CrO_4. При наличии в растворе хлоридов $AgNO_3$ вступает с ними в реакцию, а затем образует хромат серебра оранжево-красного цвета.

$$NaCl + AgNO_3 = AgCl\downarrow + NaNO_3$$

$$2AgNO_3 + K_2CrO_4 = Ag_2CrO_4 + 2KNO_3$$

В начале устанавливают титр $AgNO_3$. Для этого в коническую колбу на 200 мл вносят 10 мл раствора NaCl и 90 мл дистиллированной воды, прибавляют 5 капель K_2CrO_4 Содержимое колбы титруют раствором $AgNO_3$ до перехода лимонно-желтой окраски мутного раствора в оранжево-красную, не исчезающую в течение 15-20 сек.

Поправочный коэффициент к титру $AgNO_3$ рассчитывают по результатам трех титрований:

$$K = \frac{30}{П_1 + П_2 + П_3},$$

где $П_1$, $П_2$, $П_3$ - количество миллилитров $AgNO_3$, пошедшее на каждое из трех титрований.

При определении хлоридов менее 250 мг/л берут 100 мл фильтрованной испытуемой воды. При большем содержании хлоридов берут 10-50 мл.

Испытуемую воду берут в две конические колбы, доводят до 100 мл дистиллированной водой, прибавляют 5 капель раствора K_2CrO_4. Раствор в одной колбе титруют из бюретки $AgNO_3$, постоянно встряхивая коническую колбу.

В конечной точке титрования появляется красное окрашивание. Вторая колба используется для контроля (цветной свидетель). Расчет концентрации хлорид-ионов. Содержание хлорид-ионов в воде рассчитывается по формуле:

$$X = \frac{П \cdot K \cdot 0{,}355 \cdot 1000}{V},$$

ISSN 3030-3907

где: X - содержание хлорид-ионов, мг/л;
П - количество мл раствора $AgNO_3$ пошедшее на титрование;
К - поправочный коэффициент к титру;

0,355 - эквивалентное количество хлора, соответствующее 0,01 н раствору $AgNO_3$.

Определение хлоридов в воде представляет собой важный этап санитарно-гигиенического и экологического контроля. Хлорид-ионы поступают в воду как из природных источников (выщелачивание минералов, морские аэрозоли), так и в результате антропогенной деятельности (сточные воды, промышленные выбросы, использование противогололёдных реагентов). Анализ показал, что оптимальными методами количественного определения хлоридов являются аргентометрические методы (Мора и Фольгарда), обладающие высокой точностью и воспроизводимостью. Вместе с тем, современные фотометрические и потенциометрические подходы расширяют возможности экспресс-анализа и применимы для полевых исследований. Регулярный контроль за содержанием хлоридов необходим для предотвращения коррозионных процессов в инженерных системах, сохранения органолептических свойств питьевой воды и обеспечения санитарно-эпидемиологической безопасности. Таким образом, совершенствование методов анализа и внедрение современных технологий контроля хлоридов в воде является важным условием устойчивого водоснабжения и охраны здоровья населения.

Заключение: Проведённый анализ показал, что определение количества ионов хлорида в природной и питьевой воде имеет важное санитарно-гигиеническое и экологическое значение. Содержание хлоридов служит показателем степени минерализации и возможного загрязнения водных источников. Среди существующих методов наиболее распространёнными являются титриметрический (аргентометрический) и фотометрический, обеспечивающие высокую точность и воспроизводимость результатов. Выбор метода зависит от требуемой чувствительности, состава воды и лабораторных условий. Регулярный контроль содержания хлоридов позволяет оценивать качество питьевой воды и предотвращать негативное влияние на здоровье человека и окружающую среду.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. ГОСТ 31861-2012. Вода. Методы определения органолептических и химических показателей. – М.: Стандартинформ, 2013.
2. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. – М.: Минздрав РФ, 2002.

ISSN 3030-3907

3. Лурье, Ю. Ю. Справочник по аналитической химии. – М.: Химия, 1989. – 448 с.
4. Алексеев, В. В. Методы анализа природных и питьевых вод. – М.: Химия, 1987. – 320 с.
5. Сидоренко, В. С. Химический анализ природных вод: Учебное пособие. – СПб.: Лань, 2015. – 304 с.
6. Пискунов, В. И., Иванов, С. М. Контроль качества воды: практикум. – М.: Академия, 2010. – 256 с.
7. Шварц, Г. Химико-аналитический контроль качества природных и питьевых вод. – М.: Химия, 1991. – 240 с.
8. Clesceri, L. S., Greenberg, A. E., Eaton, A. D. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. – 22nd ed. – Washington: APHA, AWWA, WEF, 2012.
9. ГОСТ 4245-72 Вода питьевая. Методы определения содержания хлоридов.
10. World Health Organization. Guidelines for Drinking-water Quality. – 4th ed. – Geneva: WHO Press, 2017.
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.

ISSN 3030-3907

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