**Лабораторна робота**

**Визначення та оцінка якості питної води у домашніх умовах**

*Мета роботи:* **ознайомитися** **з принципами нормування якості води; провести органолептичний аналіз та дати оцінку якості питної води з різних джерел.**

**Теоретичне обгрунтування**

Оцінка якості питної води проводиться на підставі міжнародного стандарту якості питної води або прийнятого у СРСР ДСТ 2874-82 “Вода питна”, який поширюється, у першу чергу, на водопровідну воду при централізованій системі водопостачання.

**Вимоги до якості питної води**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Показники | Стандарти | |
| СРСР | міжнародний |
| Запах і смак при +20°С | не більш як 2 бали | не викликає заперечень |
| Забарвленість за шкалою | 20° | 5 – 50° |
| Мутність за шкалою | не більш як 1.5 мг/л | 2.0 мг/л |
| Загальна твердість | не більш як 7 мг·екв/л | 2 – 10 мг·екв/л |
| Сухий залишок | 1000 мг/л | 300 – 1500 мг/л |
| Хлориди (Cl-) | 350 мг/л | 200 – 600 мг/л |
| Сульфати (SO42-) | 500 мг/л | 200 – 400 мг/л |
| Залізо (Fe) | 0.3 мг/л | 0.1 – 1.0 мг/л |
| Мідь (Cu) | 1.0 мг/л | 0.05 – 1.5 мг/л |
| Цинк (Zn) | 5.0 мг/л | 5.0 – 15.0 мг/л |
| Свинець (Pb) | 0.03 мг/л | 0.1 мг/л |
| Миш’як (As) | 0.05 мг/л | 0.05 мг/л |
| Фтор (F-) | 0.7 – 1.5 мг/л | 0.8 – 1.7 мг/л |
| Нітрати (NO3-) | 10.0 мг/л | не нормуються |
| Ртуть (Hg) | 0.005 мг/л | 0.001 мг/л |
| Цианіди (CN-) | 0.1 мг/л | 0.05 мг/л |
| Загальна кількість бактерій | не більш як 100 у 1 мл | не нормуються |
| Кількість кишечних паличок | не більш як 3 у 1 мл | менш як 10 – 30 у 1 мл |
| Активна реакція (рН) | 6.0 – 9.0 | 7.0 – 9.2 |

Вода джерел місцевого водопостачання, яка вживається населенням без обробки, повинна задовільняти загальним вимогам, що висуваються до питної води, згідно таких орієнтовних нормативів:

|  |  |
| --- | --- |
| Показник | Нормативи |
| Прозорість | не менш як 30 см |
| Забарвленість за шкалою | не більш як 40° |
| Запах і смак | до 2 – 3 балів |
| Загальна твердість | до 14 мг·екв/л |
| Вміст фтору | до 1.5 мг/л |
| Вміст нітратів | до 10 мг/л (по азоту) |
| Вміст нітритів | 0.002 мг/л |
| Вміст амонійних солей | 0.1 мг/л |
| Окислюваність | до 4 мг/л |
| Загальна кількість бактерій | 300 – 400 у 1 мл |
| Кількість кишечних паличок | не більш як 10 у 1 л |

Загальні вимоги до питної води такі:

1) вода повинна володіти хорошими органолептичними властивостями, тобто, бути прозорою, безбарвною, без смаку та запаху, мати освіжаючу температуру і не містити помітних домішок:

|  |  |
| --- | --- |
| Показники | Вимоги та нормативи |
| Плаваючі домішки (речовини) | На поверхні водойми не повинні спостерігатися плаваючі плівки, плями мінеральних масел та скупчення інших домішок |
| Запахи, смак | Вода не повинна набувати запахи та смак інтенсивністю більш як два бали, які виявляються безпосередньо або при наступному хлоруванні |
| Забарвлення | Не повинна виявлятися у стовпчику висотою 20 см |
| Реакція | Не повинна виходити за межі рН = 6.5 – 8.5 |
| Мінеральний склад | Не повинен перевищувати за сухим залишком 1000 мг/л, в тому числі хлоридів 350 мг/л і сульфатів 600 мг/л |
| Біохімічна потреба у кисні | Повна потреба води при 20° С не повинна перевищувати 3 мг/л |
| Бактеріальний склад | Вода не повинна містити збудників кишечних захворювань.  Кількість бактерій групи кишечних паличок (колі-індекс) не більш як 10000 у 1 л води |
| Токсичні хімічні | Не повинні міститися у воді в концентраціях, що перевищують ГДК |

2) вода повинна мати нешкідливий хімічний склад, тобто, не містити шкідливих (хімічних, канцерогенних та радіоактивних) речовин в концентраціях, небезпечних для здоров’я, а також речовин, що обмежують водоспоживання у побуті;

3) вода повинна бути безпечною у епідеміологічному відношенні, тобто, не містити патогенних бактерій, вірусів, найпростіших та яєць гельмінтів.

**Принцип методу**

Визначення органолептичних властивостей води

*Запах води* визначається при кімнатній температурі та при нагріванні до 60°С. Якісно запах характеризують як ‘хлорний”, “землистий”, “болотний”, “нафтовий”, “ароматичний”, “невизначений” та інш. Кількісно запах оцінюється за п’ятибальною системою. При визначенні запаху води руки та одяг спостерігача не повинні мати сторонніх запахів (парфумів та інш.), повітря у приміщенні має бути чистим.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Бал | Інтенсивність запаху або смаку | Характеристика інтенсивності |
| 0 | Немає | Відсутність відчуття запаху або смаку |
| 1 | Дуже слабка | Запах або смак, який не піддається виявленню, але визначається у лабораторії досвідченим аналітиком |
| 2 | Слабка | Запах або смак, який не привертає уваги споживача, і який можна виявити, якщо звернути на нього увагу |
| 3 | Помітна | Запах або смак, що легко виявляється і який дає привід несхвально відноситись до води |
| 4 | Відчутна | Запах або смак, що привертає до себе увагу і робить воду неприємною для пиття |
| 5 | Дуже сильна | Запах або смак настільки сильний, що робить воду непридатною для пиття |

*Смак води* визначається тільки при впевненості у її безпечності (відсутні отруйні речовини та бактеріальне забруднення). Смак характеризують як “солонуватий”, “гіркий”, “кислий”, “солодкий”. Присмак може бути “рибний”, “ металічний”, “невизначений” та інш. Інтенсивність присмаку також оцінюють у балах.

*Прозорість води* визначають, як правило, по друкованому шрифту Снеллена. Висота стовпа води, через який вдається розрізнити літери, у сантиметрах вказує на ступінь її прозорості. Питна вода повинна мати прозорість не нижче за 30 см.

*Забарвлення води* визначають якісно, характеризуючи досліджувану воду як “безбарвна”, “слабко-жовта”, “бурувата” та інш.

**Хід роботи:**

Визначити органолептичні властивості води

1. *Визначення запаху.* Колбу ємністю 150 – 250 мл заповнити на 2/3 досліджуваною водою. Закрити скляним корком, інтенсивно струсити, швидко відкрити і визначити запах.

2. *Визначення смаку.* Ротову порожнину сполоснути 10 мл досліджуваної води, не ковтаючи її, і визначити смак.

3. *Визначення прозорості.* Досліджувану воду збовтати і налити у безбарвний циліндр, розділений по висоті на сантиметри і обладнаний внизу тубусом з зажимом. Під циліндр на відстані 4 см від його дна помістити шрифт Снеллена і спробувати розрізнити літери через стовп води. Якщо шрифт прочитати не вдається, воду повільно випускати через тубус у чашку Петрі до тих пір, доки літери не стануть чітко видними. Висота стовпа води у сантиметрах вказує на ступінь її прозорості. Питна вода повинна мати прозорість не нижче за 30 см.

4. *Визначення забарвленості.* Налити у безбарвний циліндр не менш як 40 мл профільтрованої досліджуваної води і порівняти із забарвленням рівного об’єму дистильованої води. Циліндри з пробами розглядати над білим листком паперу.

7. Результати дослідження оформити у вигляді таблиці:

|  |  |
| --- | --- |
| Досліджений показник | Результат дослідження показника |
| Запах, бали |  |
| Смак, бали |  |
| Забарвленість |  |
| Прозорість, см |  |

8. Порівняти отримані результати з вимогами ДСТ і зробити висновок щодо придатності дослідженої води як питної.

**Список літератури**

1. Гурова А.И, Горлова О.Е.. Практикум по общей гигиене. – М., Изд-во Ун-та дружбы народов. – 1991. – с. 39-45.

2. Большаков А.М. Руководство к лабораторным занятиям по общей гигиене. – М., “Медицина”. – 1987.

3. Пивоваров Ю.П. Руководство к лабораторным занятиям по гигиене. – М., “Медицина”. – 1983.

**Лабораторна робота**

**Методи очищення та знезаражування води у домашніх умовах**

***Мета роботи:*** ознайомитися з коагуляційним методом очищення питної води та методом знезаражування питної води хлоруванням.

**Теоретичне обгрунтування**

Очищення питної води методом коагуляції

Особливістю коагуляційного очищення води є необхідність застосування коагулянтів, що не викликають вторинного забруднення води. До основних методів коагуляційного очищення належать: коагуляція електролітами; гетерокоагуляція, в тому числі взаємна коагуляція колоїдів; а також коагуляція під дією фізичних чи хімічних факторів (перемішування, нагрівання, заморожування і т.д.).

На даному етапі основним процесом коагуляції, що використовується при очищенні питної води, є гетерокоагуляція. *Гетерокоагуляція* – це взаємодія колоїдних та дрібнодисперсних частинок з агрегатами, що утворюються при уведенні коагулянтів (солей алюмінію, заліза і т.д.) у воду.

При введенні у воду солей алюмінію або заліза відбувається їх гідроліз, в результаті якого утворюються малорозчинні у воді сполуки, що випадають в осад. Брутто-стехіометричне рівняння такого гідролізу записують досить просто, наприклад:

Al2(SO4)3 + 6H2O ↔ 2Al(OH)3 + 3H2SO4  або

FeCl3 + 3H2O ↔ Fe(OH)3 + 3HCl

Насправді реакції гідролізу, що розглядаються, на практиці протікають значно складніше. За сучасними уявленнями, при введенні у воду неорганічних коагулянтів (солей алюмінію, заліза і т.п.) відбувається зниження агрегативної стійкості системи під дією електроліту (доданої солі), сорбція іонів на поверхні частинок і утворення в результаті хімічної реакції нової малорозчинної сполуки, концентрація якої у воді значно вища за її розчинність і яка випадає у осад.

Знезаражування води

Для знезаражування води на водогонах використовуються різні фізичні та хімічні методи: ультрафіолетове та гама-випромінювання, струм високої частоти, хлорування, озонування, сріблення води та інш.

Найпоширенішим способом залишається обробка води сполуками хлору: газоподібним хлором Cl2, хлорним вапном Ca(OCl)2 · CaO · H2O, гіпохлоритом кальцію Ca(OCl)2, хлорамінами (RNHCl2 i RNH2Cl). В усіх випадках при контакті цих сполук з водою виділяється хлорноватиста кислота HOCl, яка частково дисоціює у воді з виділенням гіпохлорит-іону OCl-. HOCl і OCl- зумовлюють бактерицидну дію хлору та його сполук та розглядаються як “активний хлор”. Антимікробний ефект активного хлору пов’язаний з його окислювальною дією на речовини, що входять до складу бактеріальної клітини, перш за все на ферменти, які регулюють окислювально-відновні процеси. Після цього відбувається деструкція протоплазми бактеріальної клітини.

*Вибір дози хлору для нормального хлорування.* При знезаражуванні води нормальними дозами хлору велике значення має правильний вибір дози активного хлору. Для цього беруть таку кількість хлорного вапна, яка здатна забезпечувати хороший бактерицидний ефект та наявність у воді 0.3-0.5 мг/л залишкового хлору після 30-хвилинного контакту води з хлором влітку та 1-2 годин взимку.

Хлорування води за цим методом найбільш прийнятне при централізованому водопостачанні, оскільки невеликі кількості залишкового хлору не змінюють органолептичних властивостей води (смак і запах) і не вимагають подальшого дехлорування.

Кількість міліграмів активного хлору, який поглинається органічними речовинами в 1 л води, називають хлоропоглинанням води, яке разом із залишковим хлором складає хлорпотребу води.

Хлорування води підвищеними дозами (перехлорування)

Знезаражування води підвищеними дозами хлору використовується зазвичай в польових умовах, особливо при незадовільних органолептичних властивостях води або несприятливому санітарно-топографічному оточенні джерела води, а також при наявності випадків інфекційних захворювань в районі.

Доза активного хлору для перехлорування вибирається так, щоби напевне перевищити хлоропоглинання води та забезпечити надлишкову кількість залишкового хлору. Це дозволяє скоротити час контакту хлору з водою до 10 – 15 хв. влітку і до 30 хв. взимку.

Для перехлорування порівняно чистої води обирають дози активного хлору близько 5 – 10 мг/л, для забрудненіших вод з великою забарвленістю використовуються дози в 10 – 20 мг/л, при сильній забрудненості та незадовільному санітарно-епідеміологчному стані використовуються дози 20 – 30 мг/л і вище.

Знезаражування води підвищеними дозами хлору зазвичай проводиться за допомогою хлорного вапна, необхідну кількість якого вираховують, виходячи із наміченої дози активного хлору та процентного вмісту активного хлору у хлорному вапні.

Оскільки вміст залишкового хлору при цьому способі хлорування може значно перевищувати допустимі дози, і вода набуває неприємного смаку і запаху, проводиться вилучення надлишку хлору, тобто дехлорування води. Для дехлорування зазвичай використовується 0.01 н. розчин тіосульфату натрію або фільтрування води через активоване вугілля.

**Принцип методу**

*Визначення вмісту активного хлору в хлорному вапні.* Принцип визначення активного хлору базується на здатності хлору витісняти йод з розчинів йодиду калію.

Йод, що виділився, титрують тіосульфатом натрію в присутності крохмалю до зникнення забарвлення розчину. Реакція протікає за рівняннями:

Ca(OCl)2 + 4KI + 4HCl = CaCl2 + 4KCl + 2H2O + 2I2;

I2 + 2Na2S2O3 = Na2S4O6 + 2NaI.

**Хід роботи**

I. Визначення дози коагулянту

1. Попередньо слід визначитт бікарбонатну твердість води. Для цього у колбу налити 100 мл досліджуваної води, 3 краплі розчину метилового оранжевого і титрувати 0.1 н. розчином соляної кислоти до появи слабко-рожевого забарвлення. Кількість мілілітрів HCl, що пішла на титрування, помножити на 2.8, щоби отримати величину бікарбонатної твердості в градусах. Якщо твердість води вища за 4°, слід приступити до вибору необхідної дози коагулянту.

2. В 3 колби налити по 200 мл досліджуваної води. В першу колбу внести 2 мл, в другу – 3 мл, в третю – 4 мл 1% розчину Al2(SO4)3. Вміст колб перемішати скляною паличкою і спостерігати за характером пластівцеутворення протягом 10 хв. Обирається найменша доза коагулянту, яка забезпечує швидке утворення та осадження пластівців. Якщо процес відбувається надто швидко (менш як 5 хв.) і великі пластівці не встигають утворюватися, слід провести повторне дослідження з меншою кількістю сульфату алюмінію. При відсутності помітної коагуляції в усіх колбах дослід повторити з більшими дозами.

3. При бікарбонатній твердості води, меншій за 4°, перед пробною коагуляцією у воду додати 1% розчин карбонату натрію у кількості, що складає половину дози коагулянту (1.0, 1.5 і 2.0 мл).

*Приклад розрахунку необхідної дози коагулянту:* якщо коагуляція найкраще пройшла у другій колбі, куди на 200 мл води було внесено 3 мл 1% розчину сульфату алюмінію, то коагуляція 1 л води буде потребувати 3 мл · 5 = 15 мл 1% розчину. Оскільки 1 мл 1% розчину містить 0.01 г речовини, це відповідає 0.15 г сульфату алюмінію на 1 л води (0.01 г · 15 мл = 0.15 г).

II. Знезаражування води

1. Відважити 1 г сухого хлорного вапна, розтерти у ступці, додаючи дистильовану воду до утворення кашиці, яку перенести у циліндр, розвести дистильованою водою і добре перемішати.

2. Отриманому 1% розчину хлорного вапна дати відстоятись і взяти 5 мл просвітленого розчину в колбу на 250 мл. Туди ж прилити 1 мл HCl (1 : 3), 5 мл 1% розчину KI, 100 мл дистильованої води і титрувати 0.01 н. розчином тіосульфату натрію, доки інтенсивність забарвлення не зменшиться до слабо-жовтого кольору. Після цього додати 1 мл 1% розчину крохмалю і закінчити титрування посинілого розчину до повного його знебарвлення. Відзначити загальний об’єм тіосульфату, що пішов на титрування.

3. Вираховування відсотку активного хлору провести з урахуванням того, що 1 мл 0.01 н. розчину тіосульфату відповідає 0.355 мг активного хлору.

*Приклад розрахунку:*Якщо на титрування 5 мл 1% розчину хлорного вапна пішло 34.2 мл тіосульфату, то 5 мл вказаного розчину містить 0.355 мг · 34.2 = 12.4 мг активного хлору. 1 мл 1% розчину хлорного вапна містить 12.4 мг : 5 = 2.428 мг, або 0.0024 г активного хлору. Оскільки у 1 мл 1% хлорного вапна міститься 0.01 г сухої речовини, то процент активного хлору в сухому хлорному вапні розраховують із пропорції: 0.01 г сухого вапна – 0.0024 г активного хлору; 100 г сухого вапна – Х активного хлору, отже: Х = (100 · 0.0024)/0.01 = 24%.

4. Необхідна доза хлорного вапна встановлюється шляхом дослідного хлорування води і подальшого контрольного визначення в ній залишкового хлору. Дослідне хлорування проводиться таким чином: у три колби налити по 200 мл води, яка потребує знезараження. Туди ж піпеткою, 1 мл якої містить 20 крапель розчину, вносять 1% розчин хлорного вапна: в першу колбу – 2 краплі, у другу – 4 краплі і у третю – 6 крапель. Вміст колб ретельно перемішати і залишити у спокої на 30 хв. для контакту хлору з водою.

5. Через 30 хв. приступити до визначення залишкового хлору. В кожну із трьох колб внести по 5 мл 5% розчину KI, 1 мл HCl (1 : 3) і 1 мл 1% розчину крохмалю. Вміст колб перемішати і стежити за появою синього забарвлення, яке свідчить про наявність залишкового хлору. По кількості хлорного вапна, внесеного у колбу, де з’явилося найменш інтенсивне забарвлення, приблизно розрахувати необхідну для нормального хлорування дозу хлорного вапна в мілілітрах 1% розчину або в грамах сухої речовини.

6. Для точного визначення хлоропоглинання та хлоропотреби води визначити кількість залишкового хлору шляхом титрування 0.01 н. розчином тіосульфату натрію, який додати по краплях у ту колбу, де забарвлення найменш інтенсивне, до повного знебарвлення рідини. Вторинне посиніння рідини, яке може настати через 2-3 хв. після кінця титрування, не береться до уваги. По результатам титрування провести розрахунок залишкового хлору і визначити хлоропоглинання води.

*Приклад розрахунку:* Припустимо, що у 1-ій колбі, куди було внесено 2 краплі 1% розчину хлорного вапна, забарвлення не відбулося, отже, там немає залишкового хлору, а у решті колб синє забарвлення з’явилося. Отже, хлорного вапна, внесеного у 2-у колбу (4 краплі), виявилося достатньо, щоби знезаразити воду, причому деяка кількість вільного хлору залишилась.

Знаючи вміст активного хлору у 1% розчині хлорного вапна, розраховують кількість активного хлору, внесену у цю колбу: у наведеному вище прикладі 1 мл 1% розчину хлорного вапна містить 2.428 мг, отже, у 4 краплях – (2.428 · 4)/20 = 0.48 мг активного хлору, а на 1 л це складе 0.48 мг · 5 = 2.4 мг.

Залишковий хлор розраховується по кількості мілілітрів тіосульфату, що пішов на титрування забарвленої води. Припустимо, що на титрування води у 2-ій колбі пішло 0.1 мл 0.01 н. розчину тіосульфату. Отже, на 1 л піде 0.1 мл · 5 = 0.5 мл. Оскільки 1 мл 0.01 н. розчину тіосульфату відповідає 0.355 мг хлору, кількість залишкового хлору у 1 л досліджуваної води буде 0.355 мл · 0.5 = 0.18 мг.

Кількість активного хлору, поглинутого 1 л води, дорівнює 2.4 – 0.18 = 2.22 мг, що і відповідає хлоропоглинанню води. Хлоропотреба води дорівнює 2.22 мг + (0.3 – 0.5) = 2.52 – 2.72 мг/л.

III. Перехлорування води

7. В лабораторних умовах перехлорування невеликих об’ємів води проводиться 1% розчином хлорного вапна. Необхідну для перехлорування кількість мілілітрів 1% розчину хлорного вапна вираховують з урахуванням вмісту активного хлору у хлорному вапні. Якщо 1 мл 1% розчину містить 2.4 мг активного хлору, то 10.0 мг активного хлору міститься у Х мл розчину: Х = (10 · 1)/2.4 = 4.2 мл 1% розчину хлорного вапна на 1 л води.

8. Після внесення потрібної кількості 1% розчину хлорного вапна в пробу води (1 л) її добре перемішують і через 10 хв. проводять пробне дехлорування тіосульфатом натрію. Для цього з загального об’єму перехлорованої води (1 л) відлити 100 мл у колбу, туди ж прилити 5 мл 5% розчину KI, 1 мл HCl (1 : 3), 1 мл 1% розчину крохмалю і титрувати 0.01 н. розчином тіосульфату до знебарвлення. Кількість тіосульфату, що пішов на титрування, є необхідною для дехлорування 100 мл даної води. Виходячи із цієї величини, розрахувати об’єм тіосульфату, необхідний для дехлорування решти об’єму води, яка була піддана перехлоруванню (900 мл), і влити його у цю воду. Ефект проведеного дехлорування перевірити органолептично за наявністю або відсутністю запаху хлору.

9. Результати досліджень оформити у вигляді таблиці.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № дос-ліду | Бікарбо-натна твердість води, ° | Розрахо-вана доза коагу-лянту, мл | Вміст активного хлору, % | Хлоро-поглинан-ня води, мг | Кількість залишко-вого хлору, мг | Хлоро-потреба води, мг | Розрахована доза хлору для перехло-рування, мл |
| 1. |  |  |  |  |  |  |  |
| 2. |  |  |  |  |  |  |  |
| 3. |  |  |  |  |  |  |  |

10. Проаналізувати отримані дані і зробити висновок щодо кількості коагулянту, необхідного для очищення 1 м3 досліджуваної води, та маси хлорного вапна, необхідного для хлорування та перехлорування 1 м3 досліджуваної води.

**Список літератури**

1. А.И Гурова, О.Е. Горлова. Практикум по общей гигиене. – М., Изд-во Ун-та дружбы народов. – 1991. – с. 54-59.