

## МЕТОДИ ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ НА ПРИКЛАДІ КОЛОДЯЗІВ МІСТА ВІННИЦІ

<sup>1</sup> Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*Встановлено основні вимоги щодо якості питної води. Визначено методи покращення якості питної води. Досліджено якість питної води на прикладі колодязів міста Вінниці. Встановлено, що дослідження не задовольняють норми якості питної води, зокрема за розташуванням.*

**Ключові слова:** питна вода, якість води, вимоги, методи покращення.

### *Abstract*

*Basic requirements for the quality of drinking water have been established. Methods of improving the quality of drinking water have been determined. The quality of drinking water was studied using the example of wells in the city of Vinnytsia. It was established that the studies do not meet the drinking water quality standards, in particular by location.*

**Keywords:** drinking water, water quality, requirements, improvement methods.

### Вступ

Вода є одним з найважливіших елементів навколишнього середовища. Вода для людини має фізіологічне, санітарно-гігієнічне, виробниче та епідеміологічне значення. Вживання недоброякісної води може призводити до порушення санітарного режиму підприємств, випуску неякісної продукції, а також бути причиною виникнення інфекційних захворювань, харчових отруєнь, гельмінтозів та ін. Фізіологічне значення води для людини полягає в тому, що вона входить до складу всіх біологічних тканин. Фізіологічна потреба людини в питній воді складає близько 2,5-3 л на добу. У звичайних умовах кількість випитої рідини становить 1-1,5 л / добу, додатково з продуктами харчування надходить 1-1,2 л води, а також в результаті окислення харчових речовин в організмі утворюється до 0,5 л води. Організм людини погано переносить зневоднення: втрата 10% води призводить до порушення обміну речовин, а втрата 20-22% призводить до смерті. Вода є основним показником санітарного благополуччя населення. Велика кількість води необхідна людині для задоволення господарсько-питних потреб: для холодного і гарячого водопостачання, пиття, приготування їжі, миття посуду, вологого прибирання, прання, каналізації, поливання вулиць і т.д.

### Результати дослідження

До основних гігієнічних вимог до питної води належать:

- бездоганні органолептичні та фізичні якості;
- оптимальний хімічний склад;
- неспроможність погіршення біологічної цінності їжі;
- оптимальна жорсткість;
- вміст радіоактивних та токсичних хімічних речовин не повинен перевищувати ГДК та ГДР (гранично допустимий рівень);
- відсутність патогенних мікроорганізмів.

Стандартизація якості питної води є одним із найважливіших профілактичних заходів. Показники якості питної води повинні відповідати ДСТУ "Питна вода" 2874-82. Даний стандарт застосовують для води, яка призначена для споживання населенням в питних і побутових цілях, для використання в процесах переробки продовольчої сировини та виробництва харчових продуктів, їх зберіганні і торгівлі, а також для виробництва продукції, що вимагає застосування води питної якості. При водопоста-

чанні до уваги завжди беруть якісні показники води, до яких належать: жорсткість, солемісткість, забрудненість газами і механічними домішками, прозорість та реакція. Жорсткість води визначається наявністю в ній солей кальцію і магнію. За цим показником природні води поділені на 5 класів: дуже м'які, м'які, пом'якшені, жорсткі і дуже жорсткі. Солемісткість води визначається наявністю інших солей. Максимально припустима концентрація розчинених у воді солей регламентується стандартом. Якщо вода жорстка або забруднена домішками, то на внутрішніх поверхнях труб і котлів осідає накип, який призводить до зменшення теплопровідності і передчасного виходу з ладу апаратури і навіть цілих систем. Розчинені у воді гази (вуглекислий газ, кисень, сірчаний газ) спричиняють корозію труб. Реакція води (кислотність/лужність) визначається показником рН, який також регламентується стандартом. Реакція природних вод близька до нейтральної. Прозорість води визначається товщиною шару води, через який можна візуально або за допомогою фотоелемента розпізнати зображення хреста або певного шрифту. Питна вода повинна мати високі органолептичні властивості (бути прозорою, безбарвною, незабарвленою, без присмаків і запаху, мати освіжаючу температуру і не містити видимих домішок), нешкідлива за хімічним складом, бути безпечною в епідемічному й радіаційному відношенні.

Основними видами покращення якості питної води є:

- очистка
- знезараження
- дезактивація
- знешкодження

Очистка - це комплекс технічних засобів, що спрямовані на покращення органолептичних, фізико-хімічних властивостей води, а також її підігрів або охолодження.

Методи:

- освітлення (відстоювання, коагуляція, фільтрація, флокуляція)
- знебарвлення (відстоювання та фільтрація)
- дезодорація (фільтрація через активованій вугіль, аерування, обробка окислювачами)
- пом'якшення (фізичний, хімічний та іоннообмінний способи)
- опріснення (дистиляція, іоннообмінний спосіб, електроліз, гіперфільтрація, випаровування під вакуумом, діаліз, екстракція, виморожування)

- спеціальні методи очистки (знезалізнювання, фторування, дефторування)

Знезараження - це комплекс технічних заходів, що спрямовані на покращення мікробного складу води та знищення патогенних мікробів.

Методи:

- хімічні або реагентні методи (використання препаратів хлору, перекисних сполук, препаратів срібла)
- фізичні або безреагентні методи (використання УФ-випромінювання, швидких електронів, високочастотного струму, імпульсного струму низької напруги, ультразвуку та кип'ятіння)

Хлорування - обробка води хлором або його сполуками - є найбільш поширеним методом знезараження. Гігієнічна цінність методу полягає в ефективності його бактерицидної дії, економічності, доступності здійснення для різних обсягів води.

Доза хлору, взята для хлорування, вважається оптимальною, якщо кількість залишкового хлору, що визначається у воді після 30-хвилинного контакту її з хлором, дорівнює 0,3-0,5 мг / л або після годинного контакту - 0,8-1,2 мг / л. Для знезараження води використовують також гіпохлорид (натрієві та кальцієві солі хлорноватистої кислоти) і хлорне вапно. Для знезараження води зазначеними сполуками активним початком також є НОС1 і ОС1-.

Недоліком хлорування є вміст у знезараженій воді залишків реагенту, який погіршує запах і смак води.

Головні методи хлорування:

- хлорування нормальними дозами хлору
- перехлорування
- подвійне хлорування
- хлорування з преамонізацією

Подвійне хлорування передбачає подачу хлору на водопровідні станції двічі: перший раз перед відстійниками, а другий - як зазвичай, після фільтрів. Це покращує коагуляцію і знебарвлення води, пригнічує ріст мікрофлори в очисних спорудах, збільшує надійність знезараження.

Хлорування з преамонізацією передбачає введення у воду розчину аміаку, а через 0,5-2 хвилини - хлору. При цьому у воді утворюються хлораміни - монохлорамін ( $\text{NH}_2\text{Cl}$ ) і діхлораміни ( $\text{NHCl}_2$ ), які також мають бактерицидну дію. Цей метод застосовується для знезараження води, що містить феноли, з метою попередження утворення хлорфенолів. Навіть у незначних концентраціях хлорфеноли надають воді аптечний запах і присмак. Хлораміни ж, маючи більш слабким окислювальним потенціалом, не утворюють з фенолами хлорфенолів. Швидкість знезараження води хлорамінами менше, ніж при використанні хлору, тому тривалість дезинфекцій води повинна бути не менше 2 год, а залишковий хлор дорівнює 0,8-1,2 мг / л.

Перехлорування передбачає додавання до води великих доз хлору (10-20 мг / л і більше). Це дозволяє скоротити час контакту води з хлором до 15-20 хв і отримати надійне знезараження від усіх видів мікроорганізмів: бактерій, вірусів, рикетсій Бернета, цист, дизентерійної амеби, туберкульозу і навіть спор сибірської виразки. По завершенні процесу знезараження у воді залишається великий надлишок хлору і виникає необхідність дехлорування. З цією метою у воду додають гіпосульфїт натрію або фільтрують воду через шар активованого вугілля.

Перехлорування застосовується переважно в експедиціях і військових умовах.

Озонування як метод знезараження води, з гігієнічної точки зору, має суттєві переваги перед іншими методами завдяки високій окисній здатності та вираженій бактерицидній дії реагенту. Озон покращує органолептичні властивості води; усуває кольоровість і сторонні запахи, які під час хлорування не видаляються, зокрема, запахи нафти і нафтопродуктів; інактивує деякі пестициди і канцерогенні вуглеводні. Надмірно озон не накопичується у воді, тому що швидко розпадається з утворенням молекулярного кисню. Доза озону, необхідна для знезараження води, дорівнює 0,8-4 мг / л залежно від якості води, її температури, ступеня мінералізації, вмісту гумінових речовин. Тривалість контакту з водою від 3 до 10 хв.

Отже, перший етап очищення води відкритого вододжерела - це освітлення і знебарвлення. У природі це досягається шляхом тривалого відстоювання. Але природний відстій протікає повільно і ефективність знебарвлення при цьому невелика. Тому на водопровідних станціях часто застосовують хімічну обробку коагулянтами, прискорює осадження зважених часток. Процес освітлення і знебарвлення, як правило, завершують фільтруванням води через шар зернистого матеріалу (наприклад, пісок або подрібнений антрацит). Застосовують два види фільтрування - повільне і швидке.

Повільне фільтрування води проводять через спеціальні фільтри, що представляють собою цегляний або бетонний резервуар, на дні якого влаштовують дренаж із залізобетонних плиток або дренажних труб з отворами. Через дренаж профільтована вода відводиться з фільтра. Поверх дренажу завантажують підтримуючий шар щебеню, гальки і гравію по крупності, що поступово зменшується до гори, що не дає можливості дрібним часткам просуватися в отвори дренажу. Товщина підтримуючого шару - 0,7 м. На підтримуючий шар завантажують фільтруючий шар (1 м) з діаметром зерен 0,25-0,5 мм. Повільний фільтр добре очищає воду тільки після дозрівання, яке полягає в наступному: у верхньому шарі піску відбуваються біологічні процеси - розмноження мікроорганізмів, гідробіонтів, джгутикових, потім їх загибель, мінералізація органічних речовин і утворення біологічної плівки з дуже дрібними порами, здатними затримувати навіть найдрібніші частинки, яйця гельмінтів і до 99% бактерій. Швидкість фільтрації становить 0,1-0,3 м / ч.

Перевага фізичних методів знезараження перед хімічними полягає в тому, що вони не змінюють хімічного складу води, не погіршують її органолептичних властивостей. Але через їх високу вартість і необхідність ретельної попередньої підготовки води у водопровідних конструкціях застосовується тільки ультрафіолетове опромінення, а при місцевому водопостачанні - кип'ятіння.

Ультрафіолетові промені мають бактерицидну дію. Це було встановлено ще наприкінці минулого століття А.Н. Маклановим. Максимально ефективна ділянка УФ-частини оптичного спектру в діапазоні хвиль від 200 до 275 нм. Максимум бактерицидної дії припадає на промені з довжиною хвилі 260 нм. Механізм бактерицидної дії УФ-опромінення в даний час пояснюють розривом зв'язків у ензимних системах бактеріальної клітини, що викликають порушення мікроструктури і метаболізму клітини, що призводить до її загибелі. Динаміка відмирання мікрофлори залежить від дози і вихідного вмісту мікроорганізмів. На ефективність знезараження впливають ступінь каламутності, кольоровості води та її сольовий склад. Необхідною передумовою для надійного знезараження води УФ-променями є її попереднє освітлення і знебарвлення.

Переваги ультрафіолетового опромінення в тому, що УФ-промені не змінюють органолептичних властивостей води і мають більш широкий спектр антимікробної дії: знищують віруси, спори бацил і яйця гельмінтів.

Ультразвук застосовують для знезараження побутових стічних вод, тому він ефективний щодо всіх видів мікроорганізмів, у тому числі і суперечка бацил. Його ефективність не залежить від каламутності і його застосування не призводить до піноутворення, яке часто має місце при знезараженні побутових стоків.

Гамма-випромінювання дуже ефективний метод. Ефект миттєвий. Знищення всіх видів мікроорганізмів, проте в практиці водопроводів поки не знаходить застосування.

Кип'ятіння є простим і надійним методом. Вегетативні мікроорганізми гинуть при нагріванні до 80 ° С вже через 20-40 с, тому в момент закипання вода вже фактично знезаражена. А при 3-5-хвилинному кип'ятінні є повна гарантія безпеки, навіть при сильному забрудненні. При кип'ятінні руйнується ботулінічний токсин і при 30-хвилинному кип'ятінні гинуть спори бацил.

Деактивація - це комплекс технічних заходів, що забезпечують доведення кількості радіоактивних речовин у питній воді до гранично-допустимої концентрації та гранично-допустимого рівня.

Для проведення аналізу якості питної води з колонок м. Вінниці нами були отримані результати фізико-хімічного та санітарно-мікробіологічного досліджень проб води, яке проводилось Вінницьким обласним лабораторним центром МОЗ України.

Таблиця 1 – Результат фізико-хімічного дослідження води з колонки №1

Місце відбору проби	м. Вінниця, вул. Стрілецька 48
Найменування вододжерела	Вулична водорозбірна колонка загального користування
Забарвлення	15°
Запах	2 бали при t=20°
Загальна жорсткість	7 мкмоль/дм <sup>3</sup>
Перманганатна окислюваність	3 мг/дм <sup>3</sup>
Амоній	0.2 мг/дм <sup>3</sup>
Нітрити	0.3 мг/дм <sup>3</sup>
Нітрати	20 мг/дм <sup>3</sup>
Хлориди	80 мг/дм <sup>3</sup>
Залишковий хлор	0.25 мг/дм <sup>3</sup>
pH	6.7
Сухий залишок	1000 мг/дм <sup>3</sup>
Загальне мікробне число (ЗМЧ)	100 при t=37°

### Висновки

Ми спостерігаємо, що показники якості води знаходяться в межах норми, але місце розташування колонки не задовольняє потреби, так як вона знаходиться біля трамвайних шляхів. Отже, рекомендувати цю воду для споживання неможливо. Пропонуємо перестановку колонки.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Показники якості питної води, КП «Вінницяоблводоканал». URL: <https://vinvk.com.ua/2015-07-21-08-02-13/pokazniki-yakosti-pitnoji-vodi> (дата звернення: 20.03.2023).
2. Гігієнічні вимоги до води. URL: [https://lnu.edu.ua/life-safety/wp-content/uploads/2020/03/SG\\_SR-2\\_2020.pdf](https://lnu.edu.ua/life-safety/wp-content/uploads/2020/03/SG_SR-2_2020.pdf) (дата звернення: 20.03.2023).
3. Методи поліпшення якості води. URL: <https://studfile.net/preview/7281010/page:5/> (дата звернення: 20.03.2023).

*Антонова Аліна Олегівна* — студент групи ТЗД-22б, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [aliant1999@gmail.com](mailto:aliant1999@gmail.com).

**Палій Вікторія Сергіївна** — студент групи ЕКО-22б, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: vikapaliy@gmail.com.

**Рогатюк Марина Андріївна** — студент групи ЕКО-22б, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: marinarogatuk293@gmail.com.

**Кватернюк Сергій Михайлович** — д.т.н., професор, професор кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: serg.kvaternuk@gmail.com.

**Antonova Alina Olehivna** — student of TZD-22b group, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail : aliant1999@gmail.com.

**Paliy Viktoriya Serhiivna** — student of ECO-22b group, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail : vikapaliy@gmail.com.

**Rohatyuk Maryna Andriivna** — student of ECO-22b group, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail : marinarogatuk293@gmail.com.

**Kvaterniuk Serhii M.** — D.Sc., Professor, Professor of Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: serg.kvaternuk@gmail.com.