

## ПРОБЛЕМИ ПЕРВИННОГО ТА ВТОРИННОГО ЗАБРУДНЕННЯ ПИТНОЇ ВОДИ У ПІВНІЧНОМУ ПРИЧОРНОМОР'І

*У статті досліджується проблема питного водопостачання в регіоні Північне Причорномор'я. Виявлено, що рівень екологічної безпеки систем питного водозабезпечення є незадовільним. Наведено причини погіршення її якості. Серед основних причин – первинне і вторинне забруднення. Вирішення цієї проблеми потребує значних капіталовкладень на модернізацію систем очистки і транспортування води.*

**Ключові слова:** екологічна безпека, водопостачання, забруднення, Північне Причорномор'я.

*В статье исследуется проблема питьевого водоснабжения в регионе Северное Причерноморье. Выявлено, что уровень экологической безопасности систем питьевого водоснабжения является неудовлетворительным. Приведены причины ухудшения ее качества. Среди основных – первичное и вторичное загрязнение. Решение этой проблемы требует значительных капиталовложений на модернизацию систем очистки воды.*

**Ключевые слова:** экологическая безопасность, водоснабжение, загрязнение, Северное Причерноморье.

*The paper explores the problem of drinking water supply of Northern Black Sea region. It was revealed that the level of ecological safety of drinking water supply is unsatisfactory. It was indicated reasons for the deterioration of its quality. The reason for this is the primary and secondary pollution. Solving this problem requires significant investment in upgrading the treatment and transportation of water.*

**Key words:** environmental safety, water supply, pollution, Northern Black Sea region.

**Актуальність.** Вода є основою життя на нашій планеті, вона відграє важливу роль у формуванні й розвитку всіх живих організмів, у тому числі й людини. Для нормального функціонування людський організм потребує 2,5-3,0 л води на добу [1]. Не говоримо про якість, говоримо лише про кількість. Якщо говорити про якість, то якісна питна вода – рідкість. Принаймні для звичайного споживача, який щодня відкриваючи кран на кухні, наповнюючи склянку і випиваючи цю рідину, навіть не усвідомлює як ризикує. Вода є основним компонентом людського організму, вона виконує надзвичайно важливу роль безпосередньо в організмі, та в середовищі, де знаходиться організм. Дуже важливо забезпечувати постачання якісної питної води. Вода повинна відповідати чинним стандартам якості, та безпосередньо бути не просто придатною для споживання, а високоякісною.

Сьогодні ми спостерігаємо ситуацію, яка вражає своїми масштабами. Проблема нестачі якісної питної води є однією з найактуальніших проблем сьогодення, її вирішення є основною задачею на глобальному рівні. Цим займаються Всесвітня Організація Здоров'я, Організація Об'єднаних Націй, і ще багато

інших організацій на регіональному й локальному рівнях. Сьогодні нестачу питної води спостерігаємо навіть в тих районах, де випадають рясні атмосферні опади і наявні значні запаси прісної води. Фахівці Всесвітньої Організації Здоров'я проголосили десять фактів нестачі питної води. Виявляється, що кожна третя людина на кожному континенті відчуває нестачу питної води; 1,2 млрд людей живе в таких районах, де фізично води не вистачає [2]. Очевидним є той факт, що якісна питна вода стає дефіцитом. Це спричинено багатьма факторами, які ми спробуємо визначити.

Проблема, щовиникла і розвивається в загрозовому масштабі, спричиняє виникнення небезпечних ситуацій, як в Україні, так і у всьому світі. Це призводить до порушення стану екологічної безпеки. В Україні щорічно реєструються спалахи інфекційних хвороб, що стали наслідком вживання неякісної питної води.

**Аналіз останніх публікацій і досліджень** свідчить про те, що проблема нестачі питної води є проблемою глобального рівня. Спостерігаємо її загострення в окремих регіонах, державах, континентах. Це те, що стосується всіх людей разом, і

кожного – окремо. Проблеми первинного і вторинного забруднення питної води потребують раціонального вирішення.

«У 260 населених пунктах України питна вода за окремими фізико-хімічними показниками (загальний солевміст, жорсткість, концентрація заліза, нітратів, аміаку, перманганатна окисність та ін.) не відповідає вимогам ДержСанПіН «Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання», – характеризує складність ситуації Насонкіна Н. Г. [3]. Автор підкреслює, що особливо складна ситуація з питним водопостачанням в східних та південних областях України.

Аналізуючи стан систем водопостачання, які є джерелами питної води для такого регіону, як Північне Причорномор'я, в першу чергу, необхідно визначити основні причини погіршення якості води на етапі входу в очисні споруди комунальних підприємств, при подачі очищеної і підготовленої води в трубопроводи, а також безпосередньо при потраплянні її до споживача.

Основною причиною погіршення якості води в джерелах водопостачання є забруднення водного середовища. До основних джерел забруднення водного середовища відносимо[4]:

- 1) стічні води промислових підприємств;
- 2) побутові стоки комунальних господарств;
- 3) стічні води сільського господарства;
- 4) води шахт, нафтопромислових підприємств, рудників;

5) відходи виробництв при видобутку корисних копалин;

6) відходи деревини деревообробної промисловості;

7) скиди водного і залізничного транспорту тощо.

Основними джерелами забруднення водного середовища є промислові підприємства, об'єкти житлово-комунального та сільського господарства, що скидають стічні води недостатньо очищені, а подекуди і взагалі без очищення, а також дощові стоки з забруднених територій.

Забруднення водного середовища безпосередньо є наслідком впливу антропогенних факторів.

Поняттям антропогенний фактор займається багато вчених по всьому світі. Так, наприклад, український вчений-еколог О. О. Лаптев, розглядає антропогенні фактори «як породжені соціальним обміном речовин і енергії тіла, речовини, процеси і явища, які впливають на природу одночасно з природними факторами» [5]. До антропогенних факторів відносять всі види створюваних технікою і безпосередньо людиною впливів, які пригнічують природу: забруднення; технічні перетворення й руйнування природних систем, ландшафтів; вичерпання природних ресурсів; глобальні кліматичні впливи; естетичні зміни.

Антропогенні фактори, що спричиняють погіршення якості води є наслідками впливу джерел забруднення. Якість води погіршується, як в поверхневих так і в підземних водах. В таблиці 1 наведено приклади забруднюючих речовин, що виникають внаслідок дії антропогенних факторів.

Таблиця 1

Типи антропогенних факторів

Типи антропогенних факторів	Забруднюючі речовини
Фізичні	Нерозчинні домішки, глина, пісок, намул, пил, тощо
Хімічні	Важкі метали, кислоти, луги, мінеральні солі, нафта і нафтопродукти, СПАР, миючі засоби, канцерогени, мінеральні добрива, пестициди
Біологічні	Мікроорганізми (віруси, бактерії), гельмінти, спори грибів
Радіоактивні	Радіонукліди
Теплові	Підігріті води ТЕС та АЕС

Визначаючи основні джерела забруднення в Північному Причорномор'ї, слід в першу чергу звернути увагу на господарський комплекс.

Відомий український географ Гілецький Й. Р. [6] зазначає, що у регіоні понад половина продукції виробляється промисловістю, причому переважають обробні галузі. Провідними міжгалузевими комплексами є агропромисловий, машинобудівний, хіміко-технологічний, будівельний, транспортний та рекреаційний. Окремі підприємства інших галузей відіграють переважно обслуговуючу роль.

До паливно-енергетичного комплексу входять підприємства, що здійснюють видобуток і доставку місцевим споживачам газу, два нафтопереробні заводи (Одеса, Херсон), які працюють на привізній нафті. Електроенергію виробляють Каховська ГЕС, малопотужні гідроелектростанції на Південному Бузі, теплові електростанції, що розміщені у великих містах, Південноукраїнська АЕС.

Металургійний комплекс спеціалізується в основному на видобутку і збагаченні руд Керченського залізорудного басейну, Кривого Рогу та Миколаївського глиноземного заводу, що переробляє імпортні боксити. Потужний машинобудівний комплекс району працює переважно на привізному металі з Придніпров'я і Донбасу. Спеціалізується на суднобудуванні (Миколаїв, Херсон), верстатобудуванні (Одеса), виробництві сільськогосподарської техніки (Одеса, Херсон, Сімферополь), електротехнічному (Нова Каховка) та радіоелектронному (Сімферополь) машинобудуванні, а також: устаткування для харчової промисловості, шляхового будівництва тощо. Суднобудування регіону має міжнародне значення.

Хіміко-технологічний комплекс базується на ропі солоних озер Сиваша, а також довізних нафті, аміаку, апатитах. Найбільші підприємства комплексу розміщені в Красноперекопську, Саках, Одесі, Сімферополі та Миколаєві.

На відміну від хіміко-технологічного, будівельний комплекс має переважно міжрайонне значення і працює переважно на місцевій сировині. Спеціалізується як на видобутку будівельної сировини, так і на виробництві залізобетонних конструкцій, цементу (Вільшани, Бахчисарай, Одеса). Херсонський (Цюрупинськ) та Ізмаїльський целюлозні заводи, що входять до лісовиробничого комплексу, працюють на задоволення внутрішньорайонних потреб, переробляючи довізну сировину та очерет плавнів Дніпра та Дунаю.

Агропромисловий комплекс займає провідне місце у Північному Причорномор'ї. У сільськогосподарському виробництві рослинництву і тваринництву належить майже однакова частка продукції. Рослинництво спеціалізується, передусім, на вирощуванні зернових (озимої пшениці, кукурудзи на зерно, ячменю, рису), а також соняшнику, в північних районах Одеської і Миколаївської областей – цукрового буряка, ефіроолійних культур. Основними галузями тваринництва є м'ясо-молочне скотарство, тонкорунне вівчарство, свинарство та птахівництво.

Потужна харчова промисловість переробляє сільськогосподарську сировину, а також рибні ресурси морів. Найбільша частка продукції належить м'ясній, молочній, борошномельній, олійно-жировій, рибній та плодо-овочеконсервній галузям промисловості. Міжнародне визнання має продукція виноробних підприємств Криму, Одеси, Херсона.

Комплекс легкої промисловості спеціалізується на випуску бавовняних (Херсон) та вовняних (Одеса, Татарбунари) тканин, а також трикотажних, швейних, хутрових виробів, взуття.

Підприємства легкої промисловості є в більшості великих і середніх міст. У транспортному міжгалузевому комплексі району найбільше значення, в тому числі міжнародне, має морський транспорт. Добре розвинуті і всі інші види транспорту. Найважливіші морські порти Іллічівськ, Одеса, Южний, Рені, Миколаїв, Очаків, Херсон, а річкові: Херсон, Ізмаїл та ін. До морських портів підходять міжнародні залізничні та автомобільні магістралі, трубопроводи.

Кожне діюче підприємство в регіоні впливає на навколишнє середовище, а особливо на гідросферу, адже вода використовується на всіх етапах виробництва. Наслідками роботи підприємств є виникнення різного роду забруднень [7].

Фізичне забруднення – це збільшення у вмісті води нерозчинних домішок (піску, глини, мулу) у результаті змиву дощовими водами ґрунтів з полів, гірничорудного пилу, який розноситься вітром та ін.

Хімічне забруднення – це потрапляння до води різних хімічних речовин, відходів виробництв: нафтохімічних, целюлозно-паперових, а також комунально-побутових стоків, відходів тваринницьких ферм та ін.

Біологічне забруднення – це потрапляння у водойми разом з стічними водами різних хвороботворних мікроорганізмів (бактерій, вірусів), спорів грибів, яєць, хробаків та ін.

Основними джерелами біологічних забруднень є комунально-побутові стічні води підприємств:

цукрових заводів, м'ясо- і деревообробної промисловості та ін.

Теплове забруднення складають стоки підігрітої води від теплоелектростанцій і атомних станцій. Підігріті води глибоко впливають на гідро біонтів. Якщо вода нагріта до 26-30 °С – це пригнічує мешканців водойми, якщо до 30 °С – це може призвести до загибелі одних, розмноження інших та порушення балансу.

Забруднення водного середовища призводять до пригнічення здатності водойм до самоочищення, як наслідок, маємо високо забруднені води, які необхідно очищувати зі значними економічними затратами.

Необхідно зазначити, що технічний стан систем водопостачання є найважливішим чинником забезпечення населення якісною питною водою. Саме від налагодженості роботи системи очистки, вчасного транспортування по водопровідній мережі, яка не викликати вторинного забруднення, залежить якість питної води та стан здоров'я населення, яке її споживатиме.

Області Північного Причорномор'я фахівці відносять до числа таких, що мають найбільш зношену водопровідну систему, через що спостерігаємо високий рівень вторинного забруднення питної води. Комунальні мережі м. Севастополь та АР Крим є одним з найбільш зношених, відповідно 59,6 % та 47,6 % від загальної мережі [8]. Важливою проблемою водопровідних систем є погіршення технічного стану, що призводить до зниження ефективності та підвищення втрат води, спостерігається збільшення кількості випадків проривів на трасах водопостачання та значних витоків. Втрати води у розподільчих мережах в середньому коливаються в межах 30-50 % від загального обсягу, що подається в мережу. Найбільші витрати в південному регіоні зафіксовані у м. Севастополь, АР Крим – 45,3 %, Миколаївській області – 39,6 %, а найменші у Херсонській області – 9,4 % [8].

Показник втрат води у міських мережах є надто високим і знаходиться в межах 0,4-3,0 м<sup>3</sup>/км/год, в порівнянні з показниками у Західній Європі, які становлять 0,1-0,4 м<sup>3</sup>/км/год [8].

Причиною виникнення небезпеки зараження питної води, що подається в розподільчу систему, можуть стати збої у графіку подачі, епізодичність режиму водопостачання. В такій ситуації у порожній трубі утворюється від'ємний тиск. Якщо водопровідна труба розташована, з порушенням експлуатаційних вимог, в одному горизонті, то можливе засмоктування у неї нечистот і зараження питної води. Тому дуже важливим є забезпечення безперебійного водопостачання для забезпечення безпеки водо споживачів і запобігання виникненню епідеміологічних ситуацій.

Іншою важливою проблемою є підвищення часу перебування води у водопровідних мережах, так званий застій води. Це також може викликати зараження води і виникнення ризиків для здоров'я населення, яке споживатиме цю воду.

Така зміна зазначених параметрів роботи мережі позначається на властивостях води в ній: змінюється

гідравлічний режим роботи мережі, зменшується кількість розчиненого у воді кисню, змінюються склад та концентрація домішок, посилюються біохімічні процеси на внутрішній поверхні труб тощо [8]. Зміна зазначених параметрів негативно позначається на якості води: спостерігається її вторинне забруднення. За таких умов якість води, що потрапляє до споживачів, надто відрізняється від якості води яка поступає в мережу. Зміна якості води супроводжується зміною стану самої мережі: відбуваються незворотні процеси її руйнування. Проблема погіршення якості води в системах зберігання та її розподілу стосується переважно старих протяжних водопровідних мереж зі сталевих або чавунних трубопроводів [8].

Запобігання виникненню проблем з водопостачанням, що були вищезазначені, можливе при раціональному проектуванні водопровідних мереж, правильному підборі не лише методів очистки, а й схем водогонів, вибір матеріалів, з яких їх виготовлено.

Якість води, що потрапляє в розподільчу мережу є важливим чинником довговічності та ефективності експлуатації мережі. Процеси корозії, заростання, вимивання матеріалу труб, формування біоплівки та осадів переважають в водопровідних мережах, при будівництві яких було застосовано металеві труби. З плином часу біоплівка мінералізується, її частинки відриваються від поверхні трубопроводу. Подібний процес спостерігається і з осадом, який під впливом несталої швидкості руху води, також періодично збурюється. Збурені частинки осаду, відірвані частки біоплівки, сфлюкульовані частинки інших домішок та частки окислу металу потрапляють в потік води, що рухається в трубопроводі, забруднюючи його [8]. На рисунку 1 зображено процес забруднення води в розподільчій мережі.

При виникненні ситуації, що супроводжується збоями в постачанні води, слід при поновленні водотоку почекати доки пройде промивна вода, оскільки вона є забрудненою. В залежності від матеріалу труб спостерігаємо різні рівні забрудненості (табл. 2).



Рис. 1. Процес вторинного забруднення води в водопроводах [8]

Таблиця 2

Вміст заліза у промивній воді труб, виготовлених з різних матеріалів[8]

Матеріал труб	Концентрація заліза, мг/л	
	загального	розчиненого
полімери	0,099±0,102	0,006±0,004
сталь	0,578±0,361	0,210±0,040

Можна впевнено сказати, що труби, виготовлені з полімеру є безпечнішими у експлуатації в порівнянні зі сталевими трубами. Тому їх використання є не тільки екологічно обґрунтованим, а й економічно виправданим.

Запобігти розвитку процесів корозії труб, їх заростання та вимивання у водопровідних мережах, можна шляхом застосування технологій корегування якості та властивостей води, запровадження захисту поверхні контакту трубопроводу з водою тощо [8].

У водопровідних мережах південного регіону України найбільш поширенні сталеві труби. Розподіл труб, що використовуються в водопроводах України наведено на рисунку 2. Використання сталевих труб призводить до зменшення надійності і тривалості експлуатації трубопроводів, що призводить до погіршення якості питної води.

Матеріал труб, які використовуються в розподільчих мережах, значною мірою впливає не тільки на кількість осаду, але і на його зовнішній вигляд. Продукти корозії труб потрапляють в питну воду забруднюючи її. За певних умов частки забрудненої води випадають в осад, формуючи певну його структуру та колір. Цей процес відбувається в майже всіх трубах, що виготовлені з різних матеріалів. Так, мідь переважно добре протидіє корозії. Проте окислюється при транспортуванні м'якої води, за наявності в ній хлору, розчиненого кисню, або за низького рН. Низьковуглецева сталь кородує також при значній кількості розчиненого кисню. Агресивна вода може призвести до поверхневої ерозії чавунних труб. Азбестоцементні труби забруднюють воду канцерогенними речовинами. Найбільш стійкими щодо корозійних впливів є труби з полімерних матеріалів [8].

## Розподіл труб у водопровідній мережі, %

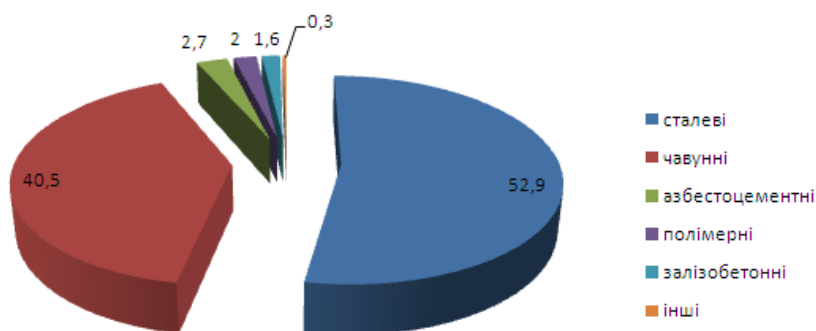
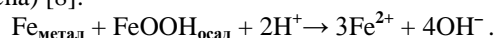


Рис. 2. Розподіл труб за видом матеріалу у водопровідній мережі України [8]

Фахівці, які проводили аналіз кількості осаду, зібраного з внутрішньої поверхні труб виготовлених з міді, полімерів, стверджують, що найбільша його кількість відзначається для сталевих трубопроводів ( $2 \text{ см}^3/100 \text{ см}^2$  поверхні трубопроводу), а найменша – для мідних ( $0,2 \text{ см}^3/100 \text{ см}^2$  поверхні трубопроводу) [8].

Зростання кольоровості і каламутності водопровідної води може бути пов'язано з присутністю в ній іонів заліза. Тривалий час перебування води в водопровідній мережі та зменшення концентрації в ній кисню сприяють цьому процесу. Так, в мережі з металевих трубопроводів між продуктами корозії і металічним залізом відбувається реакція (реакція Kucha) [8]:



В результаті цієї реакції у воду потрапляють не тільки іони  $\text{Fe}^{2+}$  але й колоїдні частинки осаду. Наявність у воді цих часток сприяє формуванню кольоровості води (ефекти «червоної води»), яка проявляється особливо при її подачі в трубопровід після його тривалого вимкнення [8].

Залежно від матеріалів труб, постійно виникає загроза потрапляння в питну воду різних забруднюючих речовин. Для мідних трубопроводів – мідь, для сталевих та чавунних трубопроводів – залізо (оцинкованих – цинк та залізо), азбестових – азбестове волокно тощо. Проте сьогодні одними з найбільш безпечних трубопроводів є такі, що побудовані з використанням полімерних труб. Оскільки саме такі труби забезпечують біологічну стабільність питної води, що характеризується відсутністю умов для

вторинного розвитку біоценозів під час її транспортування та зберігання.

**Висновок.** Вирішення проблеми постачання якісної питної води є одним з найскладніших питань сучасності. Адже, майже всі існуючі джерела поверхневих та підземних вод прямо чи опосередковано забруднюються, вони піддаються впливу різних антропогенних факторів. Спостерігаємо зростаючий рівень забруднення, яке змінюється кількісно і якісно. Ситуація, в якій сьогодні знаходиться Україна, її регіони є незадовільною. Існує чимало проблем в галузі водопостачання, та основна з них це вторинне забруднення питної води. Сучасні технології очистки води дозволяють покращувати її якість, проте цього мало.

Проблема вторинного забруднення питної води у водопровідних мережах Північного Причорномор'я є однією з найважливіших, оскільки правильність дотримання методів очистки, вимог стандартів стають безглуздими після того, як вода, потрапляючи в систему, повністю втрачає своє призначення – задовольняти питні потреби людини. Слід особливо увагу приділити саме реконструкції розподільчої мережі, серйозно поставитись до вибору матеріалів, які використовуватимемо при будівництві нових водопроводів.

Крім того, заміна системи водопостачання дасть змогу вирішити проблему витрат води, що сьогодні сягають колосальних значень, особливо в південному регіоні. Зношеність комунальних мереж – основна причина виникнення небезпеки в галузі питного водопостачання не тільки Північного Причорномор'я, а й всієї України.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Біологія: Навч. посіб. / А. О. Слюсарев, О. В. Самсонов, В. М. Мухін та ін.; За ред. та пер. з рос. В. О. Мотузного. — 3тє вид., випр. і допов. — К.: Вицашк., 2002. — 622 с.: іл.
2. Десять фактов о нехватке питьевой воды [Електронний ресурс] : за даними Всемирной организации здравоохранения. — 4,1 КБ. — 2009. — Режим доступу: <http://www.who.int/features/factfiles/water/ru/index.html>.
3. Насонкіна Н. Г. Підвищення екологічної безпеки систем питного водопостачання [Електронний ресурс] : Автореферат дис. д-ра наук. — 2006 — Режим доступу: <http://www.lib.ua-ru.net/diss/cont/348690.html>
4. Джигирей В. С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища : навч. посіб. — 2-ге вид., стер. — К.: Т-во «Знання», КОО, 2002. — 203 с.
5. Кучерявий В. П. Екологія. — Львів: Світ, 2001. — 500 с.
6. Гілецький Я. Ф. Географія України. Причорноморський район. [Електронний ресурс] : стаття. — Режим доступу до статті : [http://geoknigi.com/book\\_view.php?id=433](http://geoknigi.com/book_view.php?id=433).
7. Проблема забруднення водного середовища. [Електронний ресурс] : стаття. — Режим доступу до статті : [http://komarova105.ho.ua/readarticle.php?article\\_id=359](http://komarova105.ho.ua/readarticle.php?article_id=359).

8. Гіроль М. М., Гіроль А. М., Хомко В. Є., Ковальський Д. Стан водопровідних мереж України та шляхи запобігання погіршенню якості питної води. [Електронний ресурс] : стаття. – Режим доступу до статті : <http://polypipe.info/news/238-stanvodoprovodnuhmerzhukraini>.

Рецензенти: Клименко Л. П., д.т.н., професор;  
Томілін Ю. А., д.б.н., професор

© Крисінська Д. О., 2011

*Стаття надійшла до редколегії 14.10.2011 р.*