# ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ПІДЗЕМНИХ ВОД ЗА ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ ВОДОЗАБІРНОЇ СВЕРДЛОВИНИ

*Тетяна Хомутецька[1], Тетяна Аргатенко[2]*

Київський національний університет будівництва і архітектури
31, Повітрофлотський пр., м. Київ, Україна, 03037
[1]докт. техн. наук, khomutetska.tp@knuba.edu.ua, orcid.org/0000-0003-0153-4920
[2]канд. техн. наук, argatenko.tv@knuba.edu.ua, orcid.org/0000-0003-2516-2906

DOI: 10.32347/2524-0021.2022.39.71-80

**Анотація.** Підземні води є одним із основних джерел забезпечення людей водою питної якості. Однак протягом періоду експлуатації водозабірних свердловин кількісні та якісні характеристики води підземного горизонту значно змінюються. Ці зміни залежать від багатьох факторів природного і техногенного походження, зокрема, виснаження запасів, умов експлуатації та спорудження свердловини, антропогенного впливу на довкілля тощо. Для оцінки якості води підземного джерела, призначеного для водопостачання одного з об'єктів м. Києва, було проведено низку досліджень якості води, що відбирається зі свердловини глибиною 67 м. Порівнювались досліди, проведені після спорудження свердловини у 2010 та в 2021 роках. Аналіз отриманих результатів показав зміни показників якості підземної води за час роботи свердловини, які стосуються каламутності води, кольоровості, загальної жорсткості, сухого залишку, вмісту загального заліза та марганцю.

У нинішніх умовах експлуатації водозабору підземна вода, піднята на поверхню, не відповідає діючим нормативним вимогам якості, а отже перед подачею споживачам вона потребує очищення. Для даного випадку та необхідності забезпечення водою невеликого об'єкта рекомендовано застосування технології знезалізнення води методом біологічного окислення. Пропонується використання біореактора з нерозчинним носієм і контактно-прояснювального фільтра з пінополістирольним завантаженням. Технологія показала високу ефективність як в лабораторних, так і виробничих умовах для локальних водопроводів.

**Ключові слова:** якість підземної води, водозабірна свердловина, знезалізнення.

## ВСТУП

Проблема забезпечення людства якісною питною водою в усьому світі відноситься до однієї з найголовніших. Через надмірний антропогенний тиск на довкілля існуючі джерела водопостачання невпинно забруднюються побутовими й промисловими викидами, сміттям, стічними водами, що були недостатньо очищені або й взагалі скинуті без будь-якої очистки. Внаслідок зарегулювання поверхневого стоку втрачається самоочисна здатність водотоків, відбувається евтрофікація та «цвітіння» водойм. Всі ці явища значно погіршують якість води не тільки в поверхневих джерелах, але й негативно впливають на якісні показники підземних вод, особливо тих, що високо розташовані відносно поверхні землі. В таких умовах типові споруди водопідготовки та технології водоочищення не завжди виявляються настільки ефективними, щоб справитись з надмірними концентраціями забруднюючих речовин в природних водах та забезпечити споживачів водою гарантованої якості. В першу чергу, це стосується питної води, якість якої має відповідати чинним державним санітарним правилам і нормам.

Слід зазначити, що з плином часу можуть змінюватись не лише кількісні показники та якісні характеристики води

© Хомутецька Т., Аргатенко Т., 2022

в поверхневих і підземних джерелах водопостачання, але й обсяги водовідбору, необхідного для забезпечення тих чи інших споживачів, а також вимоги до якості води, що витрачається на різні потреби.

Для оцінки загальних тенденцій зміни кількісних і якісних характеристик поверхневих та підземних вод, а також аналізу роботи водопровідних систем й умов забезпечення потреб споживачів у воді в усіх областях держави організовано збір необхідних вихідних даних, забезпечено їх систематизацію, проводяться регулярні дослідження, які відображаються в щорічній Національній доповіді про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні [1]. Адаптація національної системи управління водними ресурсами відповідно до вимог європейського законодавства створює основу для впровадження реформ у сфері моніторингу та водокористування [2].

За деякими прогнозами [3] середнє річне використання води зростатиме внаслідок кліматичних змін в період до 2050 року на 16…50%. Тож необхідними є ретельні дослідження, адаптоване управління, ефективний захист підземних горизонтів, комплексне впровадження технічних, адміністративних та правових заходів для контролю експлуатації підземних вод [4,5].

Безперечно, зміни, що відбуваються протягом визначеного періоду часу з водними ресурсами, залежать від багатьох факторів, які можуть бути як природного, так і техногенного походження.

Багатофакторна статистична оцінка, проведена дослідниками [6], виявляє основні чинники деградації підземних вод, та їх вплив на підвищення мінералізації, зміни рівня нітратного та фосфатного забруднень. Дослідження демонструють зв'язок підвищення забрудненості підземних вод з діяльністю людини, зокрема, неналежним поводженням з органічними та неорганічними відходами [7], порушення правил землекористування, експлуатації гідротехнічних споруд [8,9] тощо. Необхідним є активний підхід до розв’язання проблеми, щоб запобігти нанесенню шкоди здоров’ю людей та екологічним наслідкам.

Виснаження водоносних горизонтів, погіршення якості підземних вод викликається надмірним забором та відсутністю належного контролю забрудненості. Спостерігається забрудненість води залізом, ураном, миш’яком [10], фтором і нітратами [11], солями жорсткості, хлоридами та гідрокарбонатами [12,13].

У кожному окремому випадку на певних територіях чи об'єктах необхідно виявляти причини таких змін, аналізувати результати і можливі наслідки, а в разі потреби, розробляти й реалізовувати заходи щодо поліпшення ситуації. Необхідним є розуміння того, що після деградації водного джерела вкрай важким, трудомістким, дорогим та інколи практично неможливим буде його відновлення до попередньої якості [14].

## ОСНОВНИЙ МАТЕРІАЛ

Для оцінки змін у часі якості води підземного джерела, призначеного для водопостачання одного з об'єктів на території Дарницького району столиці, в сертифікованій лабораторії КНУБА при кафедрі водопостачання та водовідведення в 2021 році було проведено низку досліджень. Проби води відбирали з глибини 67 м за допомогою водозабірної свердловини, що експлуатується з 2010 року. На початку роботи водозабору перевірку якісних показників води у цій же свердловині здійснювали в Центральній науково-дослідній лабораторії якості води та ґрунтів ІВПіМ НААН. Таким чином, можна порівняти отримані результати аналізів двох лабораторій, виконані у різні періоди часу (див. табл.1), та оцінити наскільки змінилася якість води у свердловині протягом 11 років її експлуатації за низкою показників (графа 2).

В графі 4 таблиці 1 представлено результати досліджень, проведених у 2010 році, коли діяв нормативний документ

Державні санітарні правила і норми «Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання», затверджений у 1997 р. (графа 5). У відповідності з цим документом досліджувана підземна вода як за хімічними, так і за органолептичними показниками якості відповідала практично усім нормативним вимогам, окрім дещо підвищених значень каламутності, кольоровості та лужності.

У графі 6 представлено результати досліджень проб води, відібраних для аналізу в 2021 році. У порівнянні з попередніми нормативами нині діють нові, розширені, більш жорсткі вимоги щодо якості питної води (графа 7), які регламентуються Державні санітарні норми та правила 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». Згідно з цим нормативним документом досліджувана підземна вода вже не відповідає поставленим вимогам не тільки стосовно показників каламутності (більш як у 20 разів) та кольоровості (більш як у 9 разів), але й за вмістом загального заліза (майже у 4,5 разів), марганцю (в 2,4 рази), а також за показником загальної мінералізації (у 1,1 рази).

## ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ

При порівнянні між собою результатів аналізів, проведених в 2010 та 2021 роках, бачимо, що показники загальної жорсткості води з досліджуваної свердловини за цей період зросли у 1,7 разів, загальна мінералізація збільшилась майже в 2 рази, а вміст марганцю зріс в 1,8 разів. Але найсуттєвіше упродовж експлуатаційного періоду роботи свердловини погіршилася якість підземної води за показниками каламутності (в 5,8 разів) і кольоровості (в 4,8 разів), а також вмісту загального заліза (в 3,6 разів). У даному випадку в досліджуваній пробі зазначені показники є взаємопов'язаними, а отже, перш за все, підземна вода вимагає знезалізнення.

На основі результатів проведених лабораторних досліджень побудовано графіки, які дозволяють проілюструвати найбільш виражені зміни показників якості підземної води, що відбулися за роки експлуатації свердловини (рис. 1-6). Головним чином, ці зміни стосуються показників каламутності, кольоровості, загальної жорсткості, сухого залишку, загального заліза та марганцю.

Аналізуючи причини, які могли вплинути на погіршення якості підземної води, що забиралася досліджуваною свердловиною упродовж 11 років її експлуатації, можна виділити наступне:

– прогресуюча корозія металевих частин і елементів обладнання свердловини з попаданням продуктів корозії у воду, яка піднімалася на поверхню;

– порушення цементації затрубного простору водозабірної свердловини, що могло призвести до перетікання через нього більш забруднених ґрунтових вод у нижче розташовані водоносні пласти;

– суттєве збільшення видобутку підземних вод в районі розташування дослідної свердловини, що сприяло виснаженню водоносносного горизонту й надходженню до експлуатованого пласта ґрунтових чи міжпластових вод, розташованих ближче до поверхні землі, а отже з більшою концентрацією забруднень;

– прогресуючий антропогенний тиск на довкілля, у тому числі, й водні джерела.

Для поліпшення ситуації потрібно встановити справжні причини погіршення якості води й, по можливості, реалізувати заходи щодо усунення негативних наслідків забруднення підземного джерела чи свердловини.

**Табл. 1.** Результати визначення показників якості підземної води з досліджуваної водозабірної свердловини в 2010 та 2021 роках

**Table 1.** The results of determining the quality of groundwater from the investigated water intake well in 2010 and 2021

| № п/п | Найменування показника | Одиниця виміру | Результати аналізу проби води в 2010 році | Нормативні показники ДСанПіН України (1997 р.) | Результати аналізу проби води в 2021 році | Нормативні показники ДСанПіН 2.2.4-171-10 (2011) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | Каламутність | НОК | 3,48 | ≤ 0,5 (1,5)* | 20,1 | ≤ 2,6 (для підз.джерел) |
| 2 | Запах | бали | 1 | ≤ 2 | 0 | ≤ 2 |
| 3 | Присмак | бали | 1 | ≤ 2 | 0 | ≤ 2 |
| 4 | Кольоровість, | градуси | 38,5 | ≤ 20 | 184 | ≤ 20 |
| 5 | Амоній | мг/дм$^3$ | 0 | не визначається | 0 | ≤ 0,5 (2,6)* |
| 6 | Нітрити | мг/дм$^3$ | 0 | не визначається | 0 | ≤ 0,5 |
| 7 | Нітрати | мг/дм$^3$ | 0,6 | ≤ 45,0 | 0 | ≤ 50 |
| 8 | Хлориди | мг/дм$^3$ | 24,85 | ≤ 250 (350)* | 35,55 | ≤ 250 (350)* |
| 9 | Водневий показник | pH | 7,05 | 6,0-8,5 | 7,5 | 6,5-8,5 |
| 10 | Жорсткість загальна | моль/дм$^3$ | 3,6 | ≤ 7,0 | 6,2 | ≤ 7,0 |
| 11 | Загальна мінералізація (сухий залишок) | мг/дм$^3$ | 530 | ≤ 1000 | 1080 | ≤ 1000 (1500) |
| 12 | Сульфати | мг/дм$^3$ | 4 | ≤ 250 (500)* | 0 | ≤ 250 (500)* |
| 13 | Залізо загальне | мг/дм$^3$ | 0,25 | ≤ 0,3 | 0,89 | ≤ 0,2 |
| 14 | Поліфосфати | мг/дм$^3$ | 0 | не визначається | 0,07 | ≤ 3,5 |
| 15 | Окиснюваність перманганатна | мг $O_2$ /дм$^3$ | 1,6 | ≤ 4,0 | 2,87 | ≤ 5 |
| 16 | Цинк | мг/дм$^3$ | 0,054 | не визначається | 0,0021 | ≤ 1,0 |
| 17 | Марганець | мг/дм$^3$ | 0,067 | ≤ 0,1 | 0,121 | ≤ 0,05 (0,5)* |
| 18 | Мідь | мг/дм$^3$ | 0,001 | ≤ 1,0 | 0 | ≤ 1,0 |
| 19 | Магній | мг/дм$^3$ | 21,6 | 10…80,0 | - | 10…50,0 |
| 20 | Лужність загальна | моль/дм$^3$ | 6,9 | 0,5…6,5 | 3,72 | 0,5…6,5 |
| 21 | Калій | мг/дм$^3$ | 7,4 | не визначається | - | 2…20 |
| 22 | Натрій | мг/дм$^3$ | 16,2 | не визначається | - | ≤ 200 |

*Норматив, зазначений у дужках, установлюється в окремих випадках за погодженням з головним державним санітарним лікарем відповідної адміністративної території.

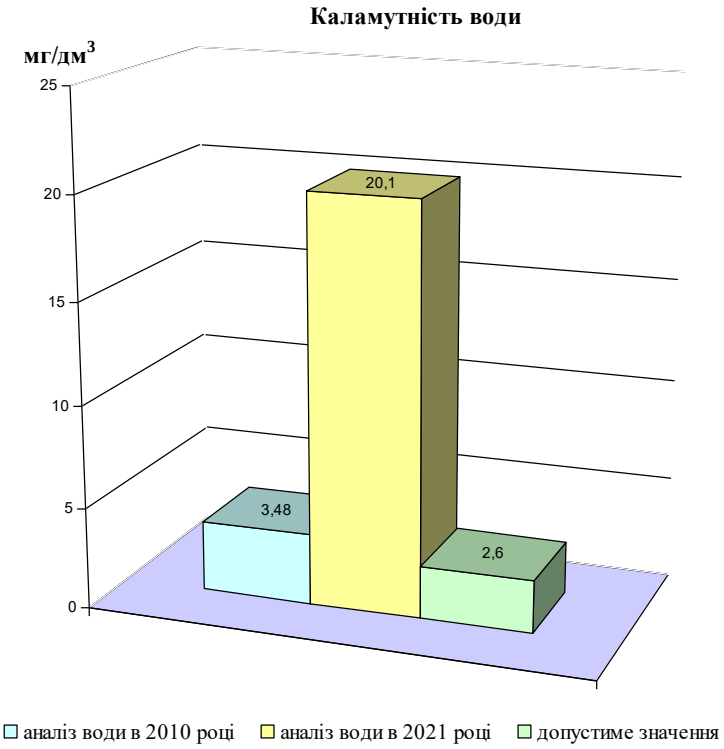


**Рис. 1.** Показники каламутності у пробах підземної води з досліджуваної водозабірної свердловини у різні роки її експлуатації

**Fig. 1.** Turbidity indices in groundwater samples from the investigated water intake well in different years of its operation

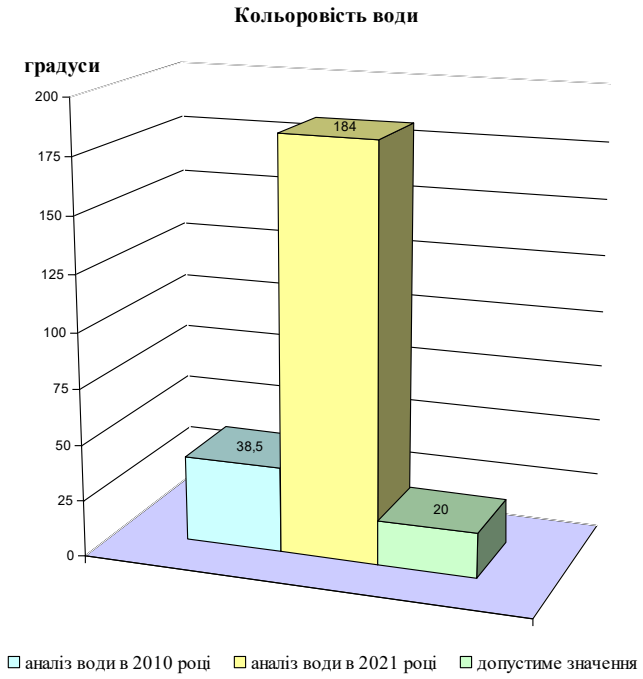


**Рис. 2.** Показники кольоровості у пробах підземної води з досліджуваної водозабірної свердловини у різні роки її експлуатації

**Fig. 2.** Indicators of chromaticity in groundwater samples from the investigated water intake well in different years of its operation

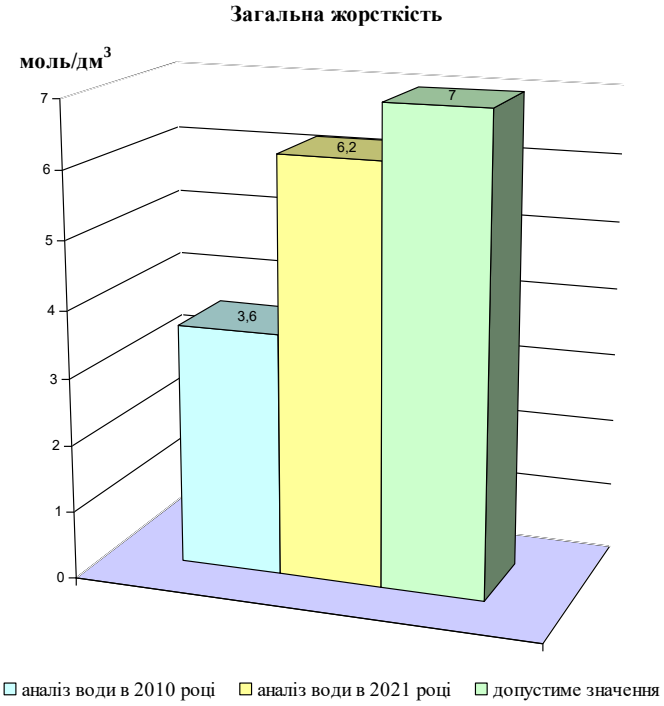


**Рис. 3.** Показники загальної жорсткості у пробах підземної води з досліджуваної водозабірної свердловини у різні роки її експлуатації

**Fig. 3.** Indicators of total hardness in groundwater samples from the investigated water intake well in different years of its operation

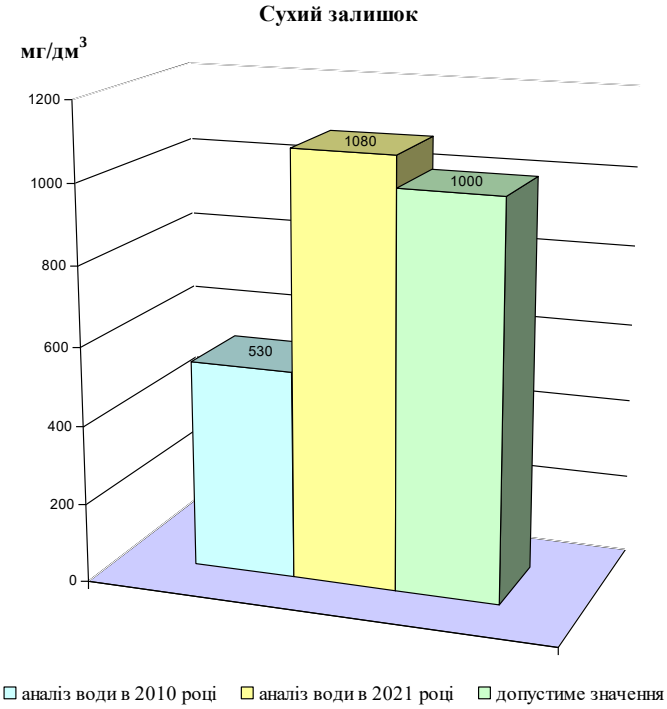


**Рис. 4.** Показники сухого залишку у пробах підземної води з досліджуваної водозабірної свердловини у різні роки її експлуатації

**Fig. 4.** Indicators of dry residue in groundwater samples from the investigated water intake well in different years of its operation

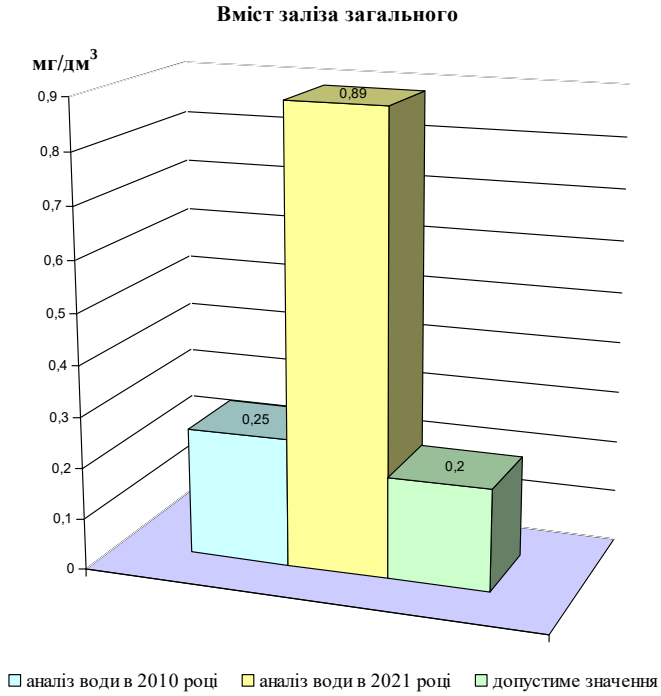


**Рис. 5.** Показники вмісту загального заліза у пробах підземної води з досліджуваної водозабірної свердловини у різні роки її експлуатації

**Fig. 5.** Indicators of total iron content in groundwater samples from the investigated water intake well in different years of its operation

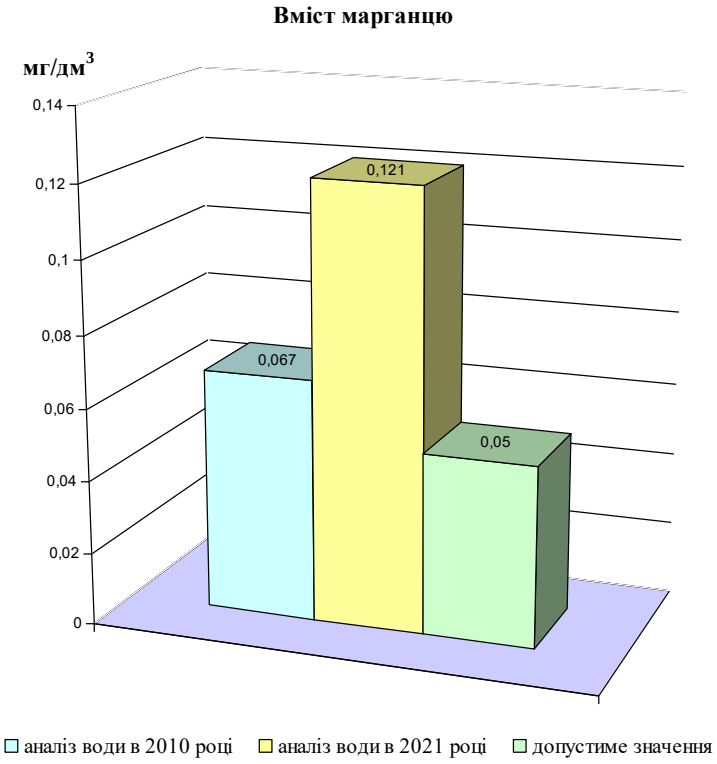


**Рис. 6.** Показники вмісту марганцю у пробах підземної води з досліджуваної водозабірної свердловини у різні роки її експлуатації

**Fig. 6.** Indicators of manganese content in groundwater samples from the investigated water intake well in different years of its operation

## ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

У нинішніх умовах експлуатації водозабору підземна вода, піднята на поверхню, не відповідає діючим нормативним вимогам якості, а отже перед подачею споживачам вона потребує очищення. Для даного випадку і необхідності забезпечення водою невеликого об'єкта доцільним буде застосування технології, де знезалізнення води здійснюється методом біологічного окислення розчиненого у воді заліза за допомогою залізобактерій, що кріпляться на нерозчинних носіях, розташованих в біореакторі, а пластівці утвореного осаду з гідроксиду заліза затримуються в контактно-прояснювальному фільтрі при висхідному фільтруванні води через легке плаваюче завантаження з пінополістиролу. Така технологія перевірена як в лабораторних, так і виробничих умовах, що неодноразово підтверджувало її високу ефективність. Вона лягла в основу розробок нових конструкцій водоочисних установок для локальних водопроводів, які характеризуються невеликою вартістю і простотою експлуатації при забезпеченні високої якості очищеної води [15-18].

## ЛІТЕРАТУРА


1. **Національна** доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні у 2020 році / Міністерство розвитку громад та територій України, Київ, 2021. – 385 с.
2. **Ulytsky, O., Yermakov, V., Lunova, O., Boiko, K., & Averin, D.** Assessment of risk of groundwater quality deterioration within Siversky Donets river basin. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*, 2019, *28*(4), 769-777. https://doi.org/https://doi.org/10.15421/111972
3. **Guermazi, E., Milano, M., Reynard, E., & Zairi, M.** Impact of climate change and anthropogenic pressure on the groundwater resources in arid environment. *Mitig Adapt Strateg Glob Change, 2019, 24*, 73–92. https://doi.org/10.1007/s11027-018-9797-9
4. **Jia, Y.** Groundwater issues and management in the North China Plain. In Findikakis, A. N., & Sato, K. (Eds.). *Groundwater Management Practices.* CRC Press. 2011. https://doi.org/10.1201/b11062
5. **Stauffer F.** Protection of groundwater environments. In Findikakis, A. N., & Sato, K. (Eds.). *Groundwater Management Practices.* CRC Press. 2011. https://doi.org/10.1201/b11062
6. **Ouarani, M., Bahir, M., Mulla, D.J., Ouazar., D., Chehbouni, A. & Dhiba, D.** Groundwater quality deterioration and recharge modes in a semi-arid coastal aquifer: Essaouira Aquifer case study (Morocco). *Arab J Geosci, 2021, 14*, 1989. https://doi.org/10.1007/s12517-021-08267-w
7. **Kurwadkar, S. Emerging** Trends in Groundwater Pollution and Quality. *Water Environment Research, 2014, 86*. 1677-1691. https://doi.org/10.2175/106143014X14031280668290
8. **Alharbi, T. G.** Identification of hydrogeochemical processes and their influence on groundwater quality for drinking and agricultural usage in Wadi Nisah, Central Saudi Arabia. *Arab J Geosci*, 2108, *11*. 359. https://doi.org/10.1007/s12517-018-3679-z
9. **Bahir, M., Ouazar, D. & Ouhamdouch, S.** Dam effect on groundwater characteristics from area under semi-arid climate: case of the Zerrar dam within Essaouira basin (Morocco). *Carbonates Evaporites, 2019, 34*. 709–720. https://doi.org/10.1007/s13146-019-00497-0
10. **Sinha Ray, S. P., & Elango, L.** Deterioration of Groundwater Quality: Implications and Management. In: Singh, A., Saha, D., Tyagi, A. (eds) *Water Governance: Challenges and Prospects*. Springer Water. Springer, Singapore. 2019. https://doi.org/10.1007/978-981-13-2700-1_5
11. **Muddu, S., Javeed, Y., Bandyopadhyay, S., Mangiarotti, S., Mazzega P.** Groundwater management practices and emerging challenges: Lessons from a case study in the Karnataka State of South India. In Findikakis, A. N., & Sato, K. (Eds.). *Groundwater Management Practices.* CRC Press. 2011. https://doi.org/10.1201/b11062
12. **Gao, J., Li, Z., Chen, Z., Zhou, Y., Liu, W., Wang, L., & Zhou, J.** Deterioration of groundwater quality along an increasing intensive land use pattern in a small catchment, *Agricultural Water Management*, *253*, 106953, 2021. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.106953

13. **Sajeev, S., Sekar, S., Kumar, B., Senapathi, V., Chung, S. Y., & Gopalakrishnan, G.** Variations of water quality deterioration based on GIS techniques in surface and groundwater resources in and around Vembanad Lake, Kerala, India. *Geochemistry*, *80*(4), Supplement, 125626, ISSN 0009-2819, 2020. https://doi.org/10.1016/j.chemer.2020.125626

14. **Job, C. A.** *Groundwater Economics* (1st ed.). CRC Press, 2009. https://doi.org/10.1201/9781439809013

15. **Хомутецька Т., Хоружий В., Нор В.** Оптимізація роботи установок при знезалізненні підземних і доочищенні стічних вод / Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки. К.: КНУБА. 2022, №38., С.55-65.

16. **Хомутецька Т., Хоружий В., Андреєв В., Нор В.** Очистка природних і доочищення стічних вод на гідроавтоматичній установці в локальних водопроводах // Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки, 2019. Вип.32. С.51-58.

17. **Хоружий П. Д., Хомутецька Т. П., Хоружий В. П.** Ресурсозберігаючі технології водопостачання. К: Аграрна наука, 2008. 534 с.

18. **Хомутецька Т. П.** Енергоощадне водопостачання. К: Аграрна наука, 2016. 304 с.

## REFERENSES

1. **Ministry of Development of Communities and Territories of Ukraine (2020).** National report on drinking water quality and the state of drinking water supply in Ukraine. Kyiv. Retrieved from https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2022/01/2021_naczdopovid-za-2020.pdf

2. **Ulytsky, O., Yermakov, V., Lunova, O., Boiko, K., & Averin, D. (2019).** Assessment of risk of groundwater quality deterioration within Siversky Donets river basin. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*, *28*(4), 769-777. https://doi.org/https://doi.org/10.15421/111972

3. **Guermazi, E., Milano, M., Reynard, E., & Zairi, M. (2019)** Impact of climate change and anthropogenic pressure on the groundwater resources in arid environment. *Mitig Adapt Strateg Glob Change*, *24*, 73–92. https://doi.org/10.1007/s11027-018-9797-9

4. **Jia, Y. (2011).** Groundwater issues and management in the North China Plain. In Findikakis, A. N., & Sato, K. (Eds.). *Groundwater Management Practices.* CRC Press. https://doi.org/10.1201/b11062

5. **Stauffer F. (2011).** Protection of groundwater environments. In Findikakis, A. N., & Sato, K. (Eds.). *Groundwater Management Practices.* CRC Press. https://doi.org/10.1201/b11062

6. **Ouarani, M., Bahir, M., Mulla, D.J., Ouazar., D., Chehbouni, A. & Dhiba, D. (2021).** Groundwater quality deterioration and recharge modes in a semi-arid coastal aquifer: Essaouira Aquifer case study (Morocco). *Arab J Geosci 14*, 1989. https://doi.org/10.1007/s12517-021-08267-w

7. **Kurwadkar, S. (2014).** Emerging Trends in Groundwater Pollution and Quality. *Water Environment Research*, *86*. 1677-1691. https://doi.org/10.2175/106143014X14031280668290

8. **Alharbi, T. G. (2018).** Identification of hydrogeochemical processes and their influence on groundwater quality for drinking and agricultural usage in Wadi Nisah, Central Saudi Arabia. *Arab J Geosci*, *11*. 359. https://doi.org/10.1007/s12517-018-3679-z

9. **Bahir, M., Ouazar, D. & Ouhamdouch, S. (2019).** Dam effect on groundwater characteristics from area under semi-arid climate: case of the Zerrar dam within Essaouira basin (Morocco). *Carbonates Evaporites*, *34*. 709–720. https://doi.org/10.1007/s13146-019-00497-0

10. **Sinha Ray, S. P., & Elango, L. (2019).** Deterioration of Groundwater Quality: Implications and Management. In: Singh, A., Saha, D., Tyagi, A. (eds) *Water Governance: Challenges and Prospects*. Springer Water. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-13-2700-1_5

11. **Muddu, S., Javeed, Y., Bandyopadhyay, S., Mangiarotti, S., Mazzega P. (2011).** Groundwater management practices and emerging challenges: Lessons from a case study in the Karnataka State of South India. In Findikakis, A. N., & Sato, K. (Eds.). *Groundwater Management Practices.* CRC Press. https://doi.org/10.1201/b11062

12. **Gao, J., Li, Z., Chen, Z., Zhou, Y., Liu, W., Wang, L., & Zhou, J. (2021).** Deterioration of groundwater quality along an increasing intensive land use pattern in a small catchment, *Agricultural Water Management*,

*253*, 106953, https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.106953
13. **Sajeev, S., Sekar, S., Kumar, B., Senapathi, V., Chung, S. Y., & Gopalakrishnan, G. (2020).** Variations of water quality deterioration based on GIS techniques in surface and groundwater resources in and around Vembanad Lake, Kerala, India. *Geochemistry*, *80*(4), Supplement, 125626, ISSN 0009-2819, https://doi.org/10.1016/j.chemer.2020.125626
14. **Job, C. A. (2009).** *Groundwater Economics* (1st ed.). CRC Press. https://doi.org/10.1201/9781439809013
15. **Khomutetska, T., Khoruzhy V., & Nor, V. (2022).** Optimization management of installations at groundwater deironing and sewage treatment. *Problems of Water supply, Sewerage and Hydraulics*, *38*. 55-65. [in Ukrainian]. https://doi.org/10.32347/2524-0021.2022.38.55-65
16. **Khomutetska, T., Khoruzhy V., Andreev, V., & Nor, V. (2019).** Purification of natural and waste water using a hydro-automatic plant in local water supply systems. *Problems of Water supply, Sewerage and Hydraulics*, *32*. 51-58. [in Ukrainian]. https://doi.org/10.32347/2524-0021.2019.32.51-58
17. **Khoruzhy, P. D., Khomutetska, T. P., & Khoruzhy, V. P. (2008).** *Resource-saving technologies of water supply: textbook. way*. Kyiv.: Agrarian Science. [in Ukrainian].
18. **Khomutetska, T. P. (2016).** Energy saving water supply. Kyiv: Agricultural science. [in Ukrainian].

## Study of changes in groundwater quality indicators during operation of water intake well

*Tetiana Khomutetska, Tetiana Arhatenko*

**Abstract.** Groundwater is one of the main sources of providing people with drinking water. However, during the period of operation of water wells, the quantitative and qualitative characteristics of groundwater change significantly. These changes depend on many factors of natural and man-made origin, in particular, depletion of reserves, conditions of operation and construction of wells, anthropogenic impact on the environment and so on. To assess the water quality of the underground source intended for water supply of one of the facilities in Kyiv, a number of studies of the quality of water extracted from a well 67 m deep were compared. Experiments conducted after the well in 2010 and 2021 were compared. The analysis of the obtained results showed changes in the indicators of groundwater quality during the well operation, which relate to water turbidity, color, total hardness, dry residue, total iron and manganese content.

In the current operating conditions of the water intake, the groundwater raised to the surface does not meet the current regulatory quality requirements, and therefore it needs to be purified before it is delivered to consumers. For this case and the need to provide water to a small facility, it is recommended to use the technology of deironing water by biological oxidation. The use of a bioreactor with an insoluble carrier and a contact-clarifying filter with expanded polystyrene loading is proposed. The technology has shown high efficiency in both laboratory and production conditions for local water mains.

**Key words:** groundwater quality, water intake well, deironing.

*Стаття надійшла до редакції 04.06.2022*