

ТЕХНІЧНІ АЛЬТЕРНАТИВИ РЕКОНСТРУКЦІЇ СИСТЕМИ ВОДОВІДВЕДЕННЯ

Покшевницька Т.В.¹, Лук'янова В.В.¹, Смоляр В.В.²

¹Національний транспортний університет
вул. Михайла Омеляновича-Павленка, 1, 01010, м. Київ

²Науково-дослідний центр екологічної безпеки та природокористування
пр.в. Машинобудівний, 28, 03067, м. Київ

officenttn@ukr.net, v.smolyar@ukr.net, vitalina_1k@i.ua

Розглянуті окремі питання функціонування комунального підприємства «Тернопільводоканал» на території діючого водозабору, де здійснюється видобування підземних прісних вод для господарсько-питного водопостачання м. Тернопіль. Комунальне підприємство «Тернопільводоканал» забезпечує послугами централізованого постачання холодної води та централізованого водовідведення, а також забезпечує належне функціонування та технічний стан об'єктів водопроводу та каналізації та водопровідно-каналізаційних мереж на території м. Тернополя та навколишніх сіл. За останні роки накопичено значний досвід, що дозволяє застосовувати нові методи реконструкції систем та споруд водовідведення, заснованих на сучасному науково-технічному рівні. За результатами аналізу та моніторингу систем та споруд водовідведення КП «Тернопільводоканал» запропоновано дві технічні альтернативи реконструкції системи водовідведення на підприємстві. Реалізація запропонованої технічної альтернативи реконструкції системи водовідведення промивних вод та побутових стоків на КП «Тернопільводоканал» забезпечить запобігання порушень у роботі систем централізованого водовідведення, підвищення ефективності роботи системи і безпеки її експлуатації та забезпечення охорони навколишнього природного середовища від забруднення скидами стічних вод. Результати цього наукового дослідження, а також сформульовані на їхній основі висновки, мають суттєву значимість для фахівців, діяльність яких пов'язана з вирішенням проблем забруднення довкілля, що спричинена провадженням господарської діяльності з реконструкції підприємств водопостачання та водовідведення, можуть бути використані науковцями, студентами закладів вищої освіти, спеціалістами з проектування реконструкції підприємств водопостачання та водовідведення, а також для розробки критеріїв оцінки впливу на довкілля провадження даної господарської діяльності. *Ключові слова:* водозабезпечення, водовідведення, хлороорганічні сполуки, «Тернопільводоканал», якість води, водні об'єкти.

Technical alternatives to the reconstruction of the drainage systems of water supply and drainage enterprises. Pokshevnytska T., Lukyanova V., Smoliar V.

The authors conducted an analysis of the functioning of the communal enterprise “Ternopilvodokanal” on the territory of the active water intake, where the extraction of the underground fresh water is conducted for the domestic drinking water supply of Ternopil City. The communal enterprise “Ternopilvodokanal” provides the services of centralized cold water supply and centralized drainage, and also ensures the proper functioning and technical condition of water supply and sewage facilities and water supply and sewerage networks in the territory of the city of Ternopil and the surrounding villages. In recent years, considerable experience has been accumulated, which allows the application of new methods of reconstruction of water drainage systems and structures, based on the modern scientific and technical level. Based on the results of the analysis and monitoring of the drainage systems and facilities of the CE “Ternopilvodokanal” two technical alternatives to the reconstruction of drainage systems at the enterprise are proposed. The implementation of the proposed technical alternative for the reconstruction of the drainage system of washing water and domestic sewage at KP “Ternopilvodokanal” will ensure the prevention of violations in the operation of centralized drainage systems, increase the efficiency of the system and the safety of its operation, and ensure the protection of the natural environment from pollution by wastewater discharges. Results of this scientific research, as well as the conclusions formulated on their basis, have significant importance to the experts, whose activity is connected to solving the problems of environmental pollution, which is caused by carrying out the economic activities of the reconstruction of water supply and drainage enterprises, can be used by scientists, students of higher education institutions, specialists in the design and reconstruction of water supply and drainage enterprises, also for the development of criteria for assessing the impact on the environment of the implementation of this economic activity. *Key words:* water supply, water drainage, organochlorine compounds, “Ternopilvodokanal”, water quality, water objects.

Постановка проблеми. Безперерйне забезпечення питною водою гарантованої якості та очищення стічних вод до необхідних санітарних норм є головним критерієм безпеки водозабезпечення населення. Оперативне та планове відновлення систем та споруд водопостачання та водовідведення є актуальним завданням будь-якого сучасного міста чи населеного пункту. Визначення, що в першу чергу слід розвивати системи водопостачання, помилкові, оскільки об'єкти водовідведення належать до однієї

з найважливіших систем життєзабезпечення, санітарної та екологічної безпеки [1-3]. Слід зазначити, що в найближчі 10–15 років говорити про масове будівництво нових систем та споруд водовідведення немає сенсу. Це пов'язано не тільки з відсутністю фінансування або недостатнім інвестуванням у галузь, але й з тим, що багато систем можуть бути модернізовані або реконструйовані.

Актуальність дослідження. За даними ООН про стан водних ресурсів у світі [4] Україна по яко-

сті води займає 95 місто із 122 можливих. Серед основних причин незадовільної якості води, що надходить до споживачів, можна виділити наступні: Україна відноситься до країн, що малозабезпечені прісною водою [5]; усі джерела водозаборів України відповідають лише 3 та 4 категоріям якості [6]; незадовільний стан обладнання та використання застарілих технологій водопідготовки; хлорування води призводить до утворення низки хлорорганічних сполук; термін експлуатації 60–70% водогонів країни вже вичерпався, або ж вони знаходяться в аварійному стані. З огляду на викладене вище, актуальним є проведення реконструкцій водозаборів з метою забезпечення надійності та стійкості роботи систем водопостачання та водовідведення.

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями. За останні роки накопичено значний досвід, що дозволяє застосовувати нові методи реконструкції систем та споруд водовідведення, заснованих на сучасному науково-технічному рівні. Використання сучасних технологій дозволяє за мінімальних капіталовкладень забезпечити охорону навколишнього природного середовища від забруднення скидами стічних вод, підтримувати якість очищених вод на рівні, що відповідає сучасним вимогам.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вивчаючи протягом багатьох років принципи проектування та реконструкції очисних споруд водовідведення [7–8], можна зазначити, що основною ідеєю робіт до цього часу є максимальне збільшення капітальних і експлуатаційних витрат, а не мінімізація вкладень за рахунок використання сучасних технологій очищення стічних вод. Технології, що застосовуються сьогодні, та технічне обладнання для реконструкції очисних споруд має відповідати сучасним екологічним вимогам і бути економічно виправданими [9].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Проведений аналіз та моніторинг систем та споруд водовідведення КП «Тернопільводоканал» м. Тернопіль, що дозволяє визначити технічні альтернативи проведення реконструкції системи водовідведення на підприємстві для безпеки її експлуатації

та забезпечення охорони навколишнього природного середовища від забруднення скидами стічних вод.

Новизна. Вперше здійснено аналіз та моніторинг систем та споруд водовідведення КП «Тернопільводоканал» та запропоновано дві технічні альтернативи реконструкції системи водовідведення на підприємстві.

Методологічне або загальнонаукове значення. Вирішення завдань з реконструкції водовідведення вимагає з'ясування конкретних причин, за якими цей об'єкт не може нормально функціонувати. Тільки після цього можливий пошук прийнятних шляхів реконструкції об'єкта.

Як правило, розв'язання задачі складається з низки етапів (рис. 1).

Викладення основного матеріалу. Комунальне підприємство «Тернопільводоканал» забезпечує послугами централізованого постачання холодної води та централізованого водовідведення, а також забезпечує належне функціонування та технічний стан об'єктів водопроводу та каналізації та водопровідно-каналізаційних мереж на території м. Тернополя та навколишніх сіл. Свердловини, з яких здійснюється забір підземних вод, згруповано в «Тернопільський» та «Верхньо-Івачівський» водозабори. На сьогодні КП «Тернопільводоканал» планує виконати роботи з реконструкції водозабору «Тернопільський».

При виконанні реконструкції систем та споруд водовідведення основними принципами є: зниження капіталовкладень за рахунок використання наявних споруд, що не використовуються; застосування технологій очищення стічних вод, що дозволяють забезпечити нормативне скидання; використання сучасних технологічних процесів очищення стічних вод; зниження собівартості очищення 1 м³ стічної води; раціональне використання наявних земельних площ, що відведені під будівництво очисних споруд; зниження навантаження по забрудненню на водойму.

Система водовідведення підприємства складається із самопливних колекторів, каналізаційних насосних станцій (КНС), напірних трубопроводів та каналізаційних очисних споруд (КОС). Стічні води самопливними колекторами надходять до восьми каналізаційних насосних станцій. Три КНС (№ 1, 2, 8)

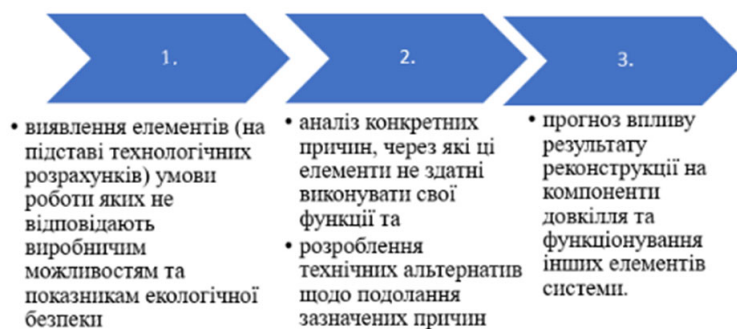


Рис. 1. Основні етапи реконструкції водовідведення

перекачують стоки напірними трубопроводами в системи самопливних колекторів інших басейнів каналізування, на інші КНС, а також КНС (№ 4, 5, 7, 9, 10) перекачують стічні води на каналізаційні очисні споруди. Після очисних споруд очищені води скидаються у річку Серет.

Зворотні води по деяким показникам не відповідають затвердженим ГДС, зокрема: БСК₅ – 8,20 мг/дм³ (при нормованому значенні 4,5 мг/дм³); ХСК – 50,6 мг/дм³ (при нормованому значенні 30,0 мг/дм³); залізо (заг.) – 1,31 мг/дм³ (при нормованому значенні 0,3 мг/дм³).

За результатами аналізу та моніторингу систем та споруд водовідведення КП «Тернопільводоканал» запропоновано дві технічні альтернативи реконструкції системи водовідведення на підприємстві:

- скид зворотних вод у водний об'єкт;
- скид зворотних вод в міську каналізаційну мережу КП «Тернопільводоканал».

За першою технічною альтернативою – скид зворотних вод у водний об'єкт, для забезпечення нормативних значень нормованих показників зворотних вод передбачено розбавлення усереднених промивних вод водою з свердловин в об'ємі 4,9 тис.м³/добу. Промивка швидких фільтрів передбачена водою з свердловин один раз на добу, одночасно промивається 1 фільтр:

- об'єм промивних вод швидких фільтрів – 1440 м³/добу;
- мінералізація промивних вод швидких фільтрів ≤ 0,6 г/дм³.

В зв'язку з впровадженням проектної технології пом'якшення води, до складу зворотних вод додаються промивні води регенерації іонообмінних фільтрів:

- об'єм промивних вод регенерації фільтрів – 181 м³/добу;
- розрахункова мінералізація промивних вод іонообмінних фільтрів – 13,9 г/л.

Промивні води від швидких фільтрів та регенерації іонообмінних фільтрів відводяться у резервуари-усереднювачі, загальний об'єм промивних вод – 1621 м³/добу.

При проектуванні реконструкції за першою технічною альтернативою необхідно передбачити відведення з території водозабору господарсько-побутових стоків:

- будівництво мережі господарсько-побутової каналізації;
- будівництво напірного каналізаційного колектору з підключенням до існуючої мережі каналізації КП «Тернопільводоканал» за межами території водозабору;
- відведення промивних вод з резервуару чистої води (РВЧ) в резервуари-усереднювачі з здійсненням дехлорування (установка дехлорування);
- будівництво підводного розсіюючого водовипуску для скиду зворотних вод.

Переваги та недоліки першої технічної альтернативи представлено у таблиці 1.

Таблиця 1

Переваги та недоліки першої технічної альтернативи

Переваги	Недоліки
– скид зворотних вод за існуючою схемою у водний об'єкт без додаткового навантаження на міські очисні споруди;	– додатковий видобуток підземних вод для розбавлення в об'ємі 4,9 тис. м ³ /добу;
– доведення показників зворотних вод до нормованих значень;	– будівництво окремої мережі господарсько-побутової каналізації;
– забезпечення розсіювання зворотних вод (розсіюючий водовипуск).	– забезпечення дехлорування промивних вод від РВЧ.

За другою технічною альтернативою – скид зворотних вод в міську каналізаційну мережу КП «Тернопільводоканал», відведення промивних вод та побутових стоків передбачено здійснювати:

- промивні води від швидких фільтрів станції знезалізнення та регенерації іонообмінних фільтрів станції підготовки води відводяться в резервуари-усереднювачі;
- промивні води від резервуарів чистої води та резервуарів-усереднювачів та господарсько-побутові стоки від насосної станції підйому скидаються у каналізаційну насосну станцію та перекачуються в резервуари-усереднювачі;
- господарсько-побутові стоки від станції знезалізнення відводяться в існуючий колектор та відводяться до резервуарів-усереднювачів;
- будівництво самонапірного каналізаційного колектору з підключенням до існуючої мережі каналізації КП «Тернопільводоканал» за межами території водозабору.

Осад з резервуарів-усереднювачів скидається в існуючий мокрий колодязь та вивозиться на полігон твердих побутових відходів.

Переваги та недоліки другої технічної альтернативи представлено у таблиці 2.

Таблиця 2

Переваги та недоліки першої технічної альтернативи

Переваги	Недоліки
– відсутня необхідність в додатковому видобутку підземних вод;	– додаткове навантаження на міські каналізаційні очисні споруди.
– відсутня необхідність в будівництві окремої системи каналізації та відведення господарсько-побутових стоків;	

За порівнянням технічних альтернатив (табл. 1–2) за основний прийнятий варіант скиду

зворотних вод в міську каналізаційну мережу КП «Тернопільводоканал», як такий, що має меншу собівартість підготовленої води та не потребує додаткового видобутку підземних вод.

Висновки. Реалізація запропонованої технічної альтернативи реконструкції системи водовідведення промивних вод та побутових стоків на КП «Тернопільводоканал» забезпечить запобігання порушень у роботі систем централізованого водовідведення, підвищення ефективності роботи системи і безпеки її експлуатації та забезпечення охорони навколишнього природного середовища від забруднення скидами стічних вод.

Перспективи використання результатів дослідження. Результати проведених досліджень можуть бути використані науковцями, студентами закладів вищої освіти, спеціалістами з проектування реконструкції підприємств водопостачання та водовідведення. Перспективою подальших досліджень є визначення методологічного підходу з обрання можливих технічних альтернатив реконструкції з урахуванням конкретних заходів щодо забезпечення екологічної безпеки в період реконструкції та подальшим функціонуванням підприємств водопостачання та водовідведення, а також розробки критеріїв оцінки впливу на довкілля провадження даної господарської діяльності.

Література

1. Покшевницька Т.В., Лук'янова В.В. Оцінка впливу на довкілля реконструкції водозабору «Тернопільський» КП «Тернопільводоканал». Актуальні питання сталого науково-технічного та соціально-економічного розвитку регіонів України: матеріали II Всеукраїнської наук.-практ. конф. за участю молодих науковців (Запоріжжя, 18–20 жовтня 2022 р.). Запоріжжя: ЗНУ. 2022. С. 411–414.
2. Делеган-Кокайко С. В., Слабкий Г.О., Лук'янова В.В., Анпилова Є.С. Вплив сміттєзвалищ на показники захворюваності сільського населення та поширеності серед нього хвороб. *Ecological safety and natural resources*. К. 2020. № 2 (34). С. 43–52. DOI: <https://doi.org/10.32347/2411-4049.2020.2.43-52>
3. Валерко Р.А., Герасимчук Л.О., Зозуля В.М. Оцінка ризику споживання питної води з підвищеним вмістом нітратів на здоров'я населення Житомирської об'єднаної територіальної громади. *Екологічні науки*. 2021. Вип. 3 (36). С. 137–141. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.3-36.22>
4. Water Quality and Wastewater. URL: <https://www.unwater.org/water-facts/water-quality-and-wastewater> (дата звернення: 03.01.2023).
5. Методичні рекомендації з оцінювання екологічного стану водних об'єктів та меліорованих земель за просторово розподіленими супутниковими даними К: 2020. 40 с.
6. Лук'янова В.В. Оцінка якості природної води в р. Дніпро у м.Києві. Вісник Національного транспортного університету. К. : НТУ, 2015. Вип. 2(32). С. 160–167.
7. Сталій розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування. VII Міжнародний молодіжний конгрес, 10-11 лютого 2022, Україна, Львів : Збірник матеріалів. Київ : Яроченко Я. В., 2022. 271 с. URL: https://web.archive.org/web/20220214144936id_/https://science.lpnu.ua/sites/default/files/attachments/2022/jan/26205/tezivimolodizhnyekokongres2022.pdf#page=81 (дата звернення: 03.01.2023).
8. Ковальчук В. А. Очистка стічних вод : навч. посібник. – Рівне : ВАТ «Рівненська друкарня», 2003. 622 с.
9. Л.Ф. Долина, П.Б. Машихіна, В.А. Козачина Д64 Реконструкція систем водопостачання та водовідведення: монографія. Дніпро: Журфонд, 2021. 220 с.