

DOI: 10.32347/2076-815X.2024.85.268-276

УДК 621.6

к.т.н., доцент **Кравчук О.А.**,
kravchuk.oa2@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0001-6578-8896,
Київський національний університет будівництва і архітектури,
Андріященко О.В.,
aandriyashchenko@grundfos.com, ORCID: 0009-0005-7273-6070,
Левітін В.В., vlevitin@grundfos.com, ORCID: 0009-0008-1375-2611,
Єремченко Л.І., lyeremchenko@grundfos.com, ORCID: 0009-0004-8572-7811,
ТОВ «ГРУНДФОС УКРАЇНА»,
к.е.н., доцент **Лаврухіна К.О.**,
lavrukhina.ko@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0003-2417-7153,
Київський національний університет будівництва і архітектури

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ОСОБЛИВОСТЕЙ РОБОТИ НАСОСНИХ СТАНЦІЙ ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ В ПЕРІОД ВОЄННИХ ДІЙ

Запропоновано комплексний підхід до забезпечення надійності та ефективності роботи насосних станцій систем водопостачання та водовідведення в Україні під час воєнних дій. На основі аналізу стану діючих систем водопостачання та водовідведення в постраждалих від війни регіонах, визначено основні виклики, які можуть виникати в даних умовах. Головними з них є безпека та захист споруд, обладнання та персоналу насосних станцій, руйнування енергетичної інфраструктури, робота в автономному режимі, створення запасів обладнання, запчастин, паливо-мастильних матеріалів, недостатнє фінансування, захист від кіберзагроз, нестача кваліфікованого персоналу. Розроблено рекомендації, які спрямовані на забезпечення безперервного функціонування насосних станцій систем водопостачання та водовідведення в екстремальних умовах. Серед основних аспектів таких рекомендацій мають бути планування та реалізація заходів з підвищення безпеки та захисту насосних станцій, розробка систем екстреного реагування та кризового управління, підготовка персоналу до дій у кризових ситуаціях, а також співпраця з урядовими та місцевими органами, громадськими організаціями та міжнародними партнерами з метою забезпечення координації та ефективної реалізації заходів у воєнний період.

Ключові слова: насосна станція; водопостачання; водовідведення; воєнні дії; надійність роботи в екстремальних умовах.

Постановка проблеми. Системи водопостачання та водовідведення населеного пункту призначені для забезпечення водою відповідної якості різних споживачів населених пунктів та відведення використаних вод. При цьому дані системи представляють собою досить складну і розгалужену структуру. Як правило, вони складаються зі споруд різного призначення, а саме: водозаборів, водопровідних насосних станцій I-го та II-го підйому, очисних споруд водопостачання, водоводів, міської водопровідної і водовідвідної мереж, каналізаційних насосних станцій і очисних споруд [1].

В умовах воєнних дій в Україні, насосні станції водопостачання та водовідведення є важливими об'єктами критичної інфраструктури, що забезпечують життєво важливі послуги для населення та промисловості [2]. Однак, враховуючи непередбачувані обставини та ризики, існує необхідність в розробці рекомендацій з мінімізації можливих порушень функціонування таких об'єктів у період воєнних дій, визначення ефективних заходів для забезпечення їх надійної та безпечної роботи в умовах кризових ситуацій.

Метою представленої роботи є розробка практичних рекомендацій для підвищення ефективності та надійності роботи насосних станцій водопостачання та водовідведення в період воєнних дій в Україні на основі аналізу існуючих викликів та загроз.

Загальна характеристика роботи систем водопостачання і водовідведення в Україні до початку воєнних дій. Аналіз ситуації в Україні показав, що в основному всі населені пункти забезпечені системами централізованого водопостачання і водовідведення перед початком воєнних дій з Росією. За запасами доступних для використання водних ресурсів Україна належить до малозабезпечених. За цим показником Україна перебуває на 111 місці серед 152 країн світу та одному з останніх місць у Європі [3, 4]

До початку воєнних дій системи водопостачання і водовідведення в Україні функціонували на досить високому рівні, хоча існували певні проблеми, які потребували вирішення. Основною з них є зношеність та застарілість мереж та обладнання, зокрема кожна п'ята насосна станція виробила термін амортизації, потребує заміни 25% свердловин [1].

Стан насосних станцій під час воєнних дій. Постійні порушення Росією положень Гаазької конференції щодо законів і звичаїв війни, знищення об'єктів інфраструктури безумовно відобразились на підприємствах сфери централізованого водопостачання та водовідведення, зокрема на роботі насосних станцій.

Наприклад, під час воєнних дій у об'єднанні Харківводоканал було пошкоджено більше 100 об'єктів життєзабезпечення, в тому числі водопровідних і каналізаційних насосних станцій. Опосередковано, через вплив

відключення електроенергії зазнали пошкоджень 1 водопровідна насосна станція, 21 свердловина і 5 місцевих каналізаційних станцій [5].

В Херсоні під час бойових дій зазнали руйнувань Камишанський та Антонівський водозабори. Внаслідок підриву Каховської ГЕС були затоплені основні каналізаційні та водопровідні насосні станції. Також руйнування Каховської ГЕС призвело до проблем з водопостачанням в багатьох населених пунктах Херсонської, Запорізької та Дніпропетровської областей, зокрема у таких великих містах як Кривий Ріг, Марганець, Нікополь, Покров [6].

Місто Миколаїв з квітня 2022 року залишилось без централізованого питного водопостачання внаслідок підриву та руйнування водогонів подачі Дніпровської води. Також були пошкоджені та затоплені після підриву Каховської ГЕС водозабірні споруди та насосна станція I-го підйому [7].

В той же час в об'єднанні Чернігівводоканал було частково або повністю знищено 4 насосних станції водопостачання, артезіанська свердловина, 3 каналізаційних насосних станції. В складних умовах також опинилися об'єкти водоканалів інших міст, що знаходились у зоні активних бойових дій: Суми, Ірпінь, Буча та ін. [7].

В цілому можна стверджувати, що масштаби російської агресії в Україні є найбільшими в Європі з часів Другої Світової війни.

Основні виклики для роботи насосних станцій під час воєнних дій. В умовах воєнного стану насосні станції можуть стикатися з рядом суттєвих специфічних викликів та загроз. Нижче приведено основні проблеми, які можуть виникнути для їх функціонування в таких умовах [8-10].

Безпека та захист: ризик можливого пошкодження чи знищення інфраструктури насосних станцій у результаті воєнних дій; необхідність забезпечення безпеки персоналу та обладнання.

Постачання електроенергії: руйнування енергетичної інфраструктури, що може призвести до відключення насосів від електромережі; необхідність використання альтернативних джерел енергії або генераторів.

Недостатнє фінансування: обмеженість фінансових ресурсів через заниженість тарифів та низький рівень оплати послуг для оперативного відновлення пошкодженого обладнання та інфраструктури, проведення поточних ремонтів та обслуговування насосних станцій.

Робота в автономному режимі: потреба в резервних системах живлення та автономних управлінських рішеннях для забезпечення безперервності роботи насосних станцій.

Створення запасу обладнання та паливо-мастильних матеріалів: потреба в зберіганні достатніх запасів резервного обладнання та пального для забезпечення роботи насосів та інфраструктури.

Контроль та моніторинг: забезпечення ефективної системи моніторингу та контролю, яка може працювати в умовах військових обмежень.

Інженерні рішення в екстремальних умовах: розробка та використання інженерних рішень для відновлення роботи насосних станцій в умовах руйнувань.

Зменшення кількості споживачів та відсотку оплати послуг: активне переселення людей із зон активних та можливих бойових дій призводить до зменшення

Захист від кіберзагроз: захист від можливих кібератак, які можуть спрямовуватися на системи управління насосними станціями.

Мобільність та гнучкість: здатність швидко переміщувати та змінювати конфігурацію насосних станцій в умовах воєнних дій.

Евакуаційні плани та укриття: розробка планів евакуації для персоналу, обладнання та забезпечення укриттями на випадок безпосередньої загрози безпеці.

Аналіз ключових проблем, з якими стикнулися водоканали, в тому числі насосні станції, внаслідок бойових дій, дозволив розділити підприємства на такі умовні групи: водоканали і насосні станції безпосередньо в зоні бойових дій; водоканали на територіях із високою ймовірністю бойових дій; водоканали на інших територіях.

Водоканали першої групи зазнали найбільш вагомих негативних впливів, що подекуди призводило до припинення подачі води в усьому населеному пункті або в окремих його районах. Причинами зупинки роботи насосних станцій централізованої системи водопостачання були безпосередні руйнування (Харків, Чернігів, Ірпінь, Буча) або блокування доступу до них (Миколаїв). Ще частіше це відбувалось через знеструмлення насосних станцій (Суми, населені пункти Чернігівської області) або неможливість перебування там персоналу (Донецька і Луганська області) [5].

Отже, ситуація зі станом насосних станцій в Україні під час воєнних дій є досить серйозною і вимагає негайних заходів для відновлення та забезпечення їх нормальної роботи.

Довгострокові заходи по забезпеченню надійної роботи насосних станцій. Для ліквідації вказаних проблем, повернення до нормальної експлуатації та сталого функціонування насосних станцій у довготривалій перспективі необхідна розробка відповідних довгострокових заходів, які дозволять уникнути (або суттєво зменшити) негативні наслідки спричинених руйнувань, підвищити відмовостійкість системи, запобігти можливому припиненню подачі води.

Серед основних заходів підготовки підприємства до роботи у воєнний період спеціалісти водоканалу визначили такі: створення запасів основних матеріальних ресурсів для можливості забезпечення виробничої діяльності на 3 – 6 місяців; наявність автономних джерел електричного живлення та паливно-мастильних матеріалів; розроблення спеціальної програми дій та доведення її до відома усіх працівників; облаштування укриттів цивільного захисту на території підприємства та спеціальних місць укриття на віддалених виробничих об'єктах; створення запасів продуктів харчування тривалого зберігання; наявність ємностей для транспортування та зберігання води; забезпечення підтримки потужними генераторами, резервним живленням, засобами зв'язку та комунікації; створення резервного фонду ремонтних матеріалів, паливно-мастильних матеріалів, насосного обладнання, генераторів резервного живлення; приведення до ладу наявних та будівництво нових захисних споруд та укриттів цивільного захисту на об'єктах; забезпечення працівників насосних станцій сучасними засобами індивідуального захисту.

Відновлення роботи насосних станцій. Перш за все має бути розроблена стратегія відновлення та розвитку галузі з використанням сучасних технологій та інноваційних рішень, оскільки без цього неможливі інвестиції та якісні зміни [11, 12]. Відновлення роботи насосних станцій під час воєнних дій може вимагати широкого спектру заходів з відновлення інфраструктури та забезпечення безпеки. Нижче приведено основні заходи, які можуть бути вжиті.

Оцінка збитків і потреб: першим кроком є оцінка збитків, завданих насосним станціям та їхній інфраструктурі. Це включає визначення рівня пошкоджень, ступеня їхньої серйозності та розмірів відновлювальних робіт.

Відновлення електропостачання: першочерговим завданням є відновлення електропостачання до насосних станцій. Це може включати ремонт або заміну пошкоджених електромереж, встановлення резервних джерел живлення тощо.

Ремонт і заміна обладнання: пошкоджене обладнання насосних станцій потребує ремонту або заміни. Це може включати відновлення або заміну насосів, механічних частин, електроніки тощо. В умовах потенційного дефіциту електроенергії особливо важливим є застосування сучасних енергоефективних рішень.

Відновлення інфраструктури: ремонт або відновлення трубопроводів, насосних камер, резервуарів та інших частин інфраструктури насосних станцій, які були пошкоджені під час воєнних дій.

Забезпечення безпеки: після відновлення роботи насосних станцій важливо забезпечити їхню безпеку. Це може включати встановлення систем

безпеки, патрулювання та моніторинг за допомогою відеоспостереження, контроль доступу тощо.

Технічне обслуговування і підтримка: після відновлення роботи насосних станцій важливо забезпечити їхнє регулярне технічне обслуговування та підтримку для запобігання можливим проблемам у майбутньому.

Гуманітарна допомога: у разі необхідності, надання гуманітарної допомоги населенню з питань водопостачання та гігієни також може бути важливим елементом відновлення роботи насосних станцій.

Залучення іноземних інвестицій: іноземні інвестори можуть надати фінансування для капітальних вкладень у модернізацію та реконструкцію насосних станцій.

Показовим прикладом для наслідування є місто Миколаїв, адже Королівство Данія обрало його фокусним містом для відновлення і активно фінансує поточні потреби та перспективні проєкти для реалізації у майбутньому.

Професійні ризики та ризики втрати кваліфікованого персоналу. Професійний ризик визначається як ймовірність та наслідки нанесення шкоди та життю працівників через виконання ними своїх безпосередніх професійних обов'язків або застосування небезпечних речовин та матеріалів у своїй виробничій діяльності. При цьому треба враховувати такі професійні ризики: безпосереднє ураження під час перебування на об'єкті в зоні бойових дій; ризик аварійних ситуацій внаслідок бойових дій; ризик неможливості організації безпечних умов у робочих приміщеннях. Також слід враховувати, що частина кваліфікованого персоналу може змінити місце проживання як в Україні, так і за її межами, або бути призвана на військову службу в зв'язку з мобілізацією.

Для запобігання або зниження вірогідності ризиків для персоналу необхідно передбачити наступні заходи: максимально доступна автоматизація роботи обладнання для можливості експлуатації без постійного перебування персоналу; будівництво (відновлення) укриттів цивільного захисту; підготовка резерву професійних кадрів

Висновки.

В представленій роботі проаналізовано найбільш імовірні ускладнення, які можуть виникати при експлуатації насосних станцій систем водопостачання та водовідведення в період воєнних дій. Також наведено рекомендації з оперативних дій виробничого персоналу по ліквідації і зменшенню впливу воєнних дій на надійність та безперебійність роботи насосних станцій.

Література

1. Кравчук А.М., Кравчук О.Я. Водопостачання та водовідведення: навчальний посібник. Київ: КНУБА, 2012. 180 с.
2. Строкаль В.П., Ковпак А.В. Воєнні конфлікти та вода: наслідки й ризики. *Науково-практичний журнал «Екологічні науки»*. 2022. Т. 5, Вип. 44. С. 94-102. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.есо.5-44.14>
3. Мірошниченко В.В. Водозабезпеченість населення України: рівень, проблеми та напрями їх розв'язання. *Наукові записки НаУКМА. Економічні науки*. 2021. Т. 6, Вип. 1. С. 99-104. <https://doi.org/10.18523/2519-4739.2021.6.1.99-104>
4. Величко С., Дупляк О. Вплив повномасштабної агресії на водні об'єкти як джерела водопостачання. *Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки*. 2023. Вип. 45. С. 5-14. <https://doi.org/10.32347/2524-0021.2023.45.5-14>
5. Основні підсумки узагальнення досвіду експлуатації систем централізованого водопостачання/водовідведення під час воєнних дій. Заходи з відновлення і подальшого сталого розвитку підприємств ВКГ. *Виробничо-практичний журнал «Водопостачання та водовідведення» (Спецвипуск)* / гол. ред. О.П. Мудрий. 2022. Вип. 6. 68 с.
6. Дупляк В., Величко С., Дупляк О. Наслідки руйнування каховського водосховища для зрошення та водопостачання півдня України. *Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки*. 2023. Вип. 44. С. 19-28. <https://doi.org/10.32347/2524-0021.2023.44.19-28>
7. Водоканали під час війни. *Виробничо-практичний журнал «Водопостачання та водовідведення» (Спецвипуск)* / гол. ред. О.П. Мудрий. Вересень 2022. 132 с.
8. Кравченко О., Хоружий В., Каніболоцький В. Особливості експлуатації систем питного водопостачання в умовах воєнного часу. *Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки*. 2022. Вип. 38. С. 18-37. <https://doi.org/10.32347/2524-0021.2022.38.18-37>
9. Кравченко О., Куба Т., Потапенко С., Хоружий В., Аргатенко Т., Бакуновський, О. Планування та організація децентралізованих систем водопостачання у воєнний період в Україні. *Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки*. 2023. Вип. 44. С. 29-39. <https://doi.org/10.32347/2524-0021.2023.44.29-39>
10. Фролова Г., Чикаренко І. Забезпечення водопостачання територій та громад як пріоритетний напрям взаємодії державної влади та місцевого самоврядування. *Публічне управління та місцеве самоврядування*. 2023. Вип. 2. С. 91-98. <https://doi.org/10.32782/2414-4436/2023-2-12>
11. Охріменко О., Попов, Р. Пovoєнна відбудова України: потенціал та стратегія перетворень. *Економіка та суспільство*, 2022. Вип. 45. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-45-7>
12. Lavrukhina K., Tytok V., Shpakova H., Ivanova T., Shevchuk O., Biloshchytskyi, A. Innovative communication technologies as a factor in the development of the post-war economy of Ukraine. *2023 IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST)*, 2023. С. 149-157. <https://doi.org/10.1109/SIST58284.2023.10223515>

Ph.D., Associate Professor **Kravchuk Oleksandr**,
Kyiv National University of Construction and Architecture,
Andriiashchenko Oleksii, Levitin Vitalii, Yeremchenko Lyudmyla,
LLC «GRUNDFOS UKRAINE»,
Ph.D., Associate Professor **Lavrukhina Kateryna**,
Kyiv National University of Construction and Architecture

RECOMMENDATIONS REGARDING THE OPERATION FEATURES OF WATER SUPPLY AND SEWERAGE PUMPING STATIONS DURING MILITARY ACTIONS

A comprehensive approach to ensuring the reliability and efficiency of water supply and sewerage pumping station systems in Ukraine during military actions is proposed in this paper. Based on an analysis of the current water supply and sewerage systems, the main challenges that may arise in war-affected regions have been identified. The key challenges include the safety and protection of pumping station structures, equipment, and personnel, destruction of power infrastructure, operation in autonomous mode, creation of equipment, spare parts, fuel and lubricants reserves, insufficient funding protection against cyber threats, shortage of qualified personnel. Recommendations have been developed aimed at ensuring uninterrupted operation of water supply and sewerage pumping station under extreme conditions. Among the main aspects of such recommendations should be planning and implementation of measures to increase the safety and protection of pumping stations, development of emergency response and crisis management systems, training of personnel for actions in crisis situations, as well as cooperation with government and local authorities, civil organizations, and international partners to ensure coordination and effective implementation of measures during wartime.

Keywords: pumping station; water supply; water sewerage; military actions; operating reliability in extreme conditions

REFERENCES

1. Kravchuk, A.M., & Kravchuk, O.Ya. (2012). *Vodopostachannia ta vodovidvedennia: navchalnyi posibnyk*. Kyiv: KNUCA. 204. {in Ukrainian}
2. Stokal, V., & Kovpak, A. (2022). Military conflicts and water: consequences and risks. *Scientific and practical journal "Ecological Sciences"*, 5(44), 94-102. {in Ukrainian} <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.5-44.14>.
3. Miroshnychenko, V. (2021). Water supply of the population of Ukraine: level, problems and directions of its solutions. *Scientific Papers NaUKMA. Economics*,

6(1), 99-104. {in Ukrainian} <https://doi.org/10.18523/2519-4739.2021.6.1.99-104>. {in English}

4. Velychko, S., & Dupliak, O. (2023). The impact of full-scale armed conflict on water bodies as water supply sources. *Problems of Water Supply, Sewerage and Hydraulic*, 45, 5-14. {in Ukrainian} <https://doi.org/10.32347/2524-0021.2023.45.5-14>.

5. Osnovni pidsumky uzahalnennia dosvidu ekspluatatsii system tsentralizovanoho vodopostachannia/vodovidvedennia pid chas voiennykh dii. Zakhody z vidnovlennia i podalshoho staloho rozvytku pidpriemstv VKH. (2022). *Industrial and practical magazine "Water supply and drainage"*, 6, 68. {in Ukrainian}

6. Dupliak, V., Velychko, S., & Dupliak, O. (2023). Consequences of the Kakhovka Reservoir destruction for irrigation and water supply of the southern part of Ukraine. *Problems of Water Supply, Sewerage and Hydraulic*, 44, 19-28. {in Ukrainian} <https://doi.org/10.32347/2524-0021.2023.44.19-28>

7. Vodokanalny pid chas viiny. (2023). *Industrial and practical magazine "Water supply and drainage"*, 68. {in Ukrainian}

8. Kravchenko, O., Khoruzhy, V., & Kanibolotsky, V. (2022). Peculiarities of operation of drinking water supply systems in wartime. *Problems of Water Supply, Sewerage and Hydraulic*, 38, 18-37. {in Ukrainian} <https://doi.org/10.32347/2524-0021.2022.38.18-37>

9. Kravchenko, O., Kuba, T., Potapenko, S., Khoruzhy, V., Arhatenko, T., & Bakunovskyi, O. (2023). Planning and organization of decentralized systems water supply in the war time in Ukraine. *Problems of Water Supply, Sewerage and Hydraulic*, 44, 29-39. {in Ukrainian} <https://doi.org/10.32347/2524-0021.2023.44.29-39>

10. Frolova, H., Chikarenko, I. (2023). Water supply of territories and communities as a priority interaction between public administrations and local self-government. *Public Administration and Local Government*, 2, 91-98. {in Ukrainian} <https://doi.org/10.32782/2414-4436/2023-2-12>

11. Okhrimenko, O., & Popov, R. (2022). Post-war reconstruction Ukraine: potential and strategy of transformation. *Economy and Society*, 45. {in Ukrainian} <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-45-7>

12. Lavrukhina, K., Tytok, V., Shpakova, H., Ivanova, T., Shevchuk, O., & Biloshchytskyi, A. (2023). Innovative communication technologies as a factor in the development of the post-war economy of Ukraine. *2023 IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST)*, 149-157. {in English} <https://doi.org/10.1109/SIST58284.2023.10223515>.