Стійкі системи водопостачання.
Готовність до надзвичайних ситуацій та умов воєнного стану
Рекомендації для територіальних громад

Київ - 2022

Стійкі системи водопостачання. Готовність до надзвичайних ситуацій та умов воєнного стану. Рекомендації для територіальних громад.

Розроблені рекомендації містять опис основних проблем, з якими можуть зіткнутись надавачі послуги водопостачання під час надзвичайних ситуацій та військових дій. Експерти Програми USAID DOBRE пропонують основні шляхи підготовки до надзвичайних ситуацій та алгоритми вирішення проблемних питань.

Рекомендації будуть корисними у роботі працівників профільних підрозділів органів місцевого самоврядування з питань житлово-комунальних послуг та цивільного захисту населення, а також керівного складу та працівників підприємств водопостачання. Наведені рекомендації можуть бути використані територіальними громадами України для підготовки до можливих надзвичайних ситуацій та діяльності в умовах воєнного стану.

Інформація підготовлена на основі практичного експертного досвіду фахівців галузі водопостачання.

Автор:
Сергій Карелін, консультант Програми USAID «Децентралізація приносить кращі результати та ефективність» (DOBRE)

За загальною редакцією:
Максима Бурдавіцина, експерта з послуг місцевого самоврядування Програми USAID DOBRE

Олександра Муратова, спеціаліста з послуг місцевого самоврядування Програми USAID DOBRE

Програма USAID «Децентралізація приносить кращі результати та ефективність» (DOBRE) – це шестирічна програма, що виконується міжнародною організацією Глобал Ком'юнітіз (Global Communities) та фінансується Агентством США з міжнародного розвитку (USAID). DOBRE працює для надання допомоги територіальним громадам (ТГ) в Україні, щоб долати виклики та використовувати можливості, які дає децентралізація, через поліпшення місцевого самоврядування і підвищення рівня залучення громадян до вироблення положень та прийняття рішень. Галузі технічної підтримки ураховують: стратегічне планування; управління фінансами; надання публічних послуг; місцевий економічний розвиток; гендерно орієнтовані та молодіжні політики. DOBRE також працює над посиленням взаємозв'язків та співпраці серед ТГ. Партнерами Global Communities у консорціумі виконавців Програми DOBRE є Український кризовий медіа-центр; SocialBoost; Фонд розвитку місцевої демократії (FSLD/FRDL), Малопольська школа державного управління при Краківському університеті економіки (MSAP/UEK), Польща; та Національний Демократичний Інститут (NDI).

Програма USAID DOBRE співпрацює із 100 громадами у 10 областях України: Дніпропетровській, Івано-Франківській, Харківській, Херсонській, Кіровоградській, Миколаївській, Тернопільській, Чернівецькій, Чернігівській та Запорізькій.

Ці рекомендації сталі можливими завдяки щирій підтримці американського народу, наданій через Агентство США з міжнародного розвитку (USAID). Зміст є відповідальністю Глобал Ком'юнітіз (Global Communities) і не обов'язково відображає точку зору USAID чи уряду Сполучених Штатів.

Зміст

Вступ. Потенційні проблеми систем водопостачання 4
1. Знищення джерела водопостачання 4
2. Відсутність електроживлення протягом тривалого часу 6
3. Руйнування трубопровідних мереж 8
4. Особливості аварійного руйнування трубопроводів 12
5. Втрата можливості своєчасного реагування на управління системою 15
6. Кадрові проблеми та втрата можливості залучення сторонніх профільних організацій. 15
7. Організаційні заходи для підвищення надійності систем водопостачання та підготовки до можливих надзвичайних ситуацій 16
8. Способи очистки води в період надзвичайних ситуацій 16
Додаткова література 19

Вступ. Потенційні проблеми систем водопостачання

Під час надзвичайних ситуацій, за умов воєнного стану та на територіях, де відбуваються військові дії, слід приділити особливу увагу системам водопостачання, як об'єктам критичної інфраструктури, які задовольняють природню потребу людей в питній воді. Готовність громад до будь-яких ситуацій, які ускладнюють звичайне функціонування систем, повинна бути відповіддю на виклики часу. Розроблені рекомендації з підвищення надійності систем водопостачання та шляхами реагування на проблеми з питною водою будуть корисними для спеціалістів органів місцевого самоврядування та комунальних підприємств, які опікуються послугами водопостачання.

Проблеми, з якими потенційно можуть стикнутися надавачі послуги:

- Знищення джерела водопостачання (руйнування насосної станції, втрата контролю над джерелом через окупацію, інше).
- Відсутність електроживлення протягом тривалого часу.
- Руйнування трубопровідних мереж.
- Проблеми з постачанням паливно-мастильних матеріалів, необхідного обладнання, матеріалів для експлуатації та ремонту.
- Недостатність та неможливість фінансування закупівлі обладнання, матеріалів, виконання робіт.
- Втрата можливості керування системою та реагування на аварійні ситуації.
- Кадрові проблеми та втрата можливості залучення сторонніх профільних організацій.

1. Знищення джерела водопостачання

Рішенням проблеми втрати джерела питної води населеним пунктом може бути виключно пошук резервних джерел та організація накопичення питної води.

В умовах надзвичайного стану обмеження споживання води на 1 людину та накопичення максимально можливого обсягу в резервуарах чистої води можуть подовжити в часі термін реагування на ситуацію, що склалася.

У разі використання в якості основного джерела питної води поверхневих вод з наступним їх очищенням, що переважно має місце в великих містах України, резервним джерелом можуть стати артезіанські свердловини, навіть за умов незначного дебіту води (кількості м^3/годину, які можливо використовувати цілодобово з повним їх відновлюванням). До того ж, необхідно чітко розмежовувати природню потребу людини в воді (35 мл на 1 кг ваги, що в середньому складає кількість до 3 л/людину), та використанням води в побутових цілях. Наприклад, за стандартами проекту «СФЕРА» рекомендується мінімум 15 літрів на особу на день, що включає воду для пиття,

приготування їжі та особистої гігієни (включає «технічну воду», яка може не відповідати вимогам до питної води)[1].

Резервними джерелами водопостачання можуть стати колодязі, при відповідному контролі якості води в них та заздалегідь підготовлених рішеннях для фільтрації та знезараження, в разі наявності проблем з якістю води.

Резервними джерелами водопостачання можуть бути природні водойми — озера, річки, ставки. При цьому має бути передбачене необхідне обладнання для максимально можливого очищення та знезараження води, навіть якщо неможливо досягти вимог СанПіН до якості води, але вона достатня для забезпечення виживання людей. З цією метою технології очищення та відповідне обладнання, матеріали та реагенти мають бути підготовлені завчасно, а люди, відповідальні за їх застосування, мають знати порядок дій, пов'язаних з їх використанням.

Одним з рішень для забезпечення питною водою в разі виникнення надзвичайних ситуацій може стати створення органами місцевого самоврядування запасів бутильованої води, яка може достатньо довго зберігатися в прохолодних місцях без доступу світла.

Також потрібно попередньо опрацювати питання підвезення води автомобільним транспортом. Якщо така є можливість — укласти договори на постачання питної води із підприємствами, розташованими в межах транспортної доступності, або принаймні досягти усних домовленостей з наступним підписанням договорів.

У разі використання води, яку підвозять додатково, громада або комунальне підприємство повинні облаштувати необхідні місця роздачі води та визначити відповідний графік її отримання. Для прискорення розвантаження води транспортом та її отримання споживачами, бажано передбачити ємності для накопичення та роздачі води у відведених для цього місцях, які можуть бути розосереджені в межах населених пунктів згідно з заздалегідь розроблених схем розташування, узгоджених із схемами доставки води від організацій-постачальників. Важливо подбати про безпеку таких місць та маскування.

В критичних ситуаціях джерелом питної води можуть стати навіть продукти функціонування деякого побутового та промислового обладнання, на кшталт конденсату від працюючих кондиціонерів та води, яка є продуктом осушування стиснутого повітря після компресорів на промислових виробництвах.

Заздалегідь передбачена можливість збору, накопичення, очищення та зберігання дощової води, може також на певний проміжок часу зберегти життя багатьом мешканцям, які опинились в надзвичайній ситуації.

---

[1] Рекомендовані варіанти очищення води в домогосподарствах для гуманітарних організацій в Україні. Кластер ООН з питань водопостачання, санітарії та гігієни. Електронний ресурс. Режим доступу: https://www.humanitarianresponse.info/sites/www.humanitarianresponse.info/files/documents/files/household_water_treatment_options_for_humanitarian_organizations_in_ukraine-2022.07.28-ukr.pdf

2. Відсутність електроживлення протягом тривалого часу

На територіях громад, де відбуваються бойові дії, об’єкти критичної інфраструктури, в т.ч. трансформаторні підстанції, мережі електроживлення та інше, можуть зазнати пошкоджень. Тому можливість забезпечення населення питною водою при довготривалій відсутності електроживлення має бути передбачена заздалегідь, з відповідною підготовкою необхідного обладнання, засобів, матеріалів та технологій.

Башта Рожновського, яка часто є складовою систем водопостачання, особливо в сільській місцевості, має безперечну перевагу в тому, що може забезпечити водою населений пункт завдяки накопиченню статичного тиску. В такому випадку достатньо знайти можливість забезпечити тимчасову роботу насосного агрегату для її наповнення.

У разі відсутності башти Рожновського, можна придбати та використати для таких самих цілей будь яку ємність, яку бажано розмістити в найвищій точці, відповідно до перепаду висот населеного пункту. Відтак, необхідно передбачити трубопровідну мережу подачу води до неї та наступний забір води споживачами.

Тимчасову чи постійну роботу електричних насосів (занурюваних чи поверхневих), можна забезпечити шляхом використання бензинових чи дизельних генераторів. Але для їх вибору треба звернути увагу на наступну інформацію:

- Генератор, оснащений бензиновим мотором, доступніший за ціною, має більш компактні розміри і менш шумний. Бензиновий двигун розрахований на 2500-3000 тис. мотогодин.
- Ресурс дизельного двигуна значно вищий та він споживає меншу кількість палива.
- Дизельні генератори мають ряд переваг: економність, довготривалість, безпечність палива. Недолік — дизельні генератори коштують значно дорожче за бензинові моделі такої ж потужності. Дизельні генератори більш шумні, тому краще вибирати моделі в шумопоглинаючому кожусі. Для дизельного генератора потрібно більше місця, із урахуванням його габаритів та ваги.
- Дизельні генератори бувають як з повітряним, так і рідинним охолодженням. Дизельні генератори з рідинним охолодженням матимуть значно більший моторесурс. Такий генератор коштуватиме значно дорожче і його встановлюють стаціонарно. Якщо електростанція потрібна для застосування як безперервне безперебійне джерело живлення, тоді варто зупинити вибір на дизельних моделях із рідинним охолодженням.

Для правильного визначення з характеристиками генераторів важливо розуміти наступне.

Коефіцієнт потужності генератора (cos ф) 0.6-0.9, тому генератор з потужністю 5.5 кВт фактично може забезпечити живленням обладнання середньою номінальною потужністю 3,8-4,4 кВт. Купуючи дизель-генератор, слід пам'ятати, що оптимальним режимом експлуатації такої техніки є навантаження на 75%.

Слід відзначити, що у разі придбання генератора потужністю, яка співпадає з потужністю електричного обладнання для роботи, **обладнання не запрацює.**

Фактична потужність повинна враховувати й коефіцієнти пускового струму (див. Табл. 1).

Таблиця 1. Приклади значень пускового струму для деякого обладнання:

Найменування	**Коефіцієнт пускового струму**
Дриль електричний	1,2
Зварювальний апарат	4,0
Перфоратор	1,2
Трифазний насос	5-8

На момент запуску електричного обладнання короткостроково діє збільшення струму. Якщо потужність генератора не розрахована на такі значення, генератор увійде в аварійний стан і не дозволить запрацювати електрообладнанню. Для придбання генераторів меншої потужності і, відповідно, вартості, є можливість використовувати електричні пристрої, які зменшують пусковий струм.

Насосне обладнання, яке працює зі станціями автоматичного управління на кшталт «ТК-111Т», «ТК-112Т», «Каскад-К», «ЕСО», «Стандарт АКН-11», та іншими, використовує прямий пуск, тому має **5-8 кратне** збільшення пускового струму від номінального, зазначеного в паспорті.

Якщо на станціях автоматичного управління насосним (чи іншим) обладнанням використовуються пристрої плавного пуску, це забезпечить зменшення пускового струму до 3-кратного від номінального, зазначеного в паспорті.

Якщо на станціях автоматичного управління насосним (чи іншим) обладнанням використовуються перетворювачі частоти (САУ «Каскад-ПЧ», «AQUA-IDM-TPS», «ТК112-Н1-ПЧ», «AKN -QUA-Control», інші) – це забезпечить зменшення пускового струму до номінального, зазначеного в паспорті.

У разі відсутності електроживлення одним з рішень може бути, в тому числі, використання ручних насосів.

- Особливістю використання поршневих насосів є невелика кількість подачі води (0,5- 1,5 л. води за один качок) та невелика глибина підіймання – до 10 метрів.
- Особливістю використання штангових насосів є продуктивність, яка сягає до 40 літрів/хвилину та здатність піднімати воду до 30 м.

3. Руйнування трубопровідних мереж

Руйнування трубопровідних мереж цілком ймовірно під час військових дій. На надійність систем водопостачання значним чином впливають багато факторів, в тому числі – конфігурація їх створення.

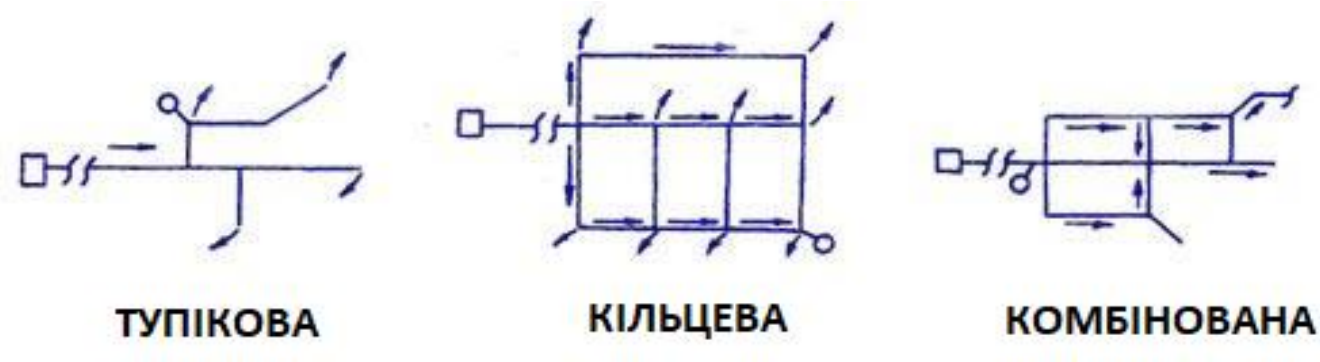

Рис. 1. Конфігурація трубопровідних мереж[2]

Проста тупикова мережа має найменшу вартість. Однак, має і низьку надійність, тому що до кожної точки водорозбору веде тільки один шлях. Для забезпечення надійності потрібно не менше двох шляхів.

Резервування шляхом дублювання забезпечує високу надійність, але вимагає високих витрат. Тому дублювання в тупикових мережах застосовують рідко. Основне навантаження щодо розподілу води за площею об'єкта несуть магістралі, а перемички відіграють значну роль у разі аварій. До магістралей та перемичок примикають розподільні (другорядні) лінії, які безпосередньо здійснюють віддачу води у внутрішні водопроводи будівель.

Кільцева водопровідна мережа, яка забезпечує подачу води не менше ніж з двох сторін до будь-якого вузла мережі, є найбільш надійною системою водопостачання. Дуже важливо, щоб підведення води до кільцевої мережі було виконано у різні вузли мережі, які, по можливості, мають між собою значну відстань. Це також дозволяє зменшити витрати води у магістралях та знизити їх значущість при аваріях.

[2] «Аварійні ситуації водопровідно-каналізаційних систем». Конспект лекцій для студентів 5-6 курсів денної та заочної форм навчання, екстернів та іноземних студентів спеціальності 7.092601 – «Водопостачання та водовідведення». Харків – Харківська національна Академія міського господарства – 2008

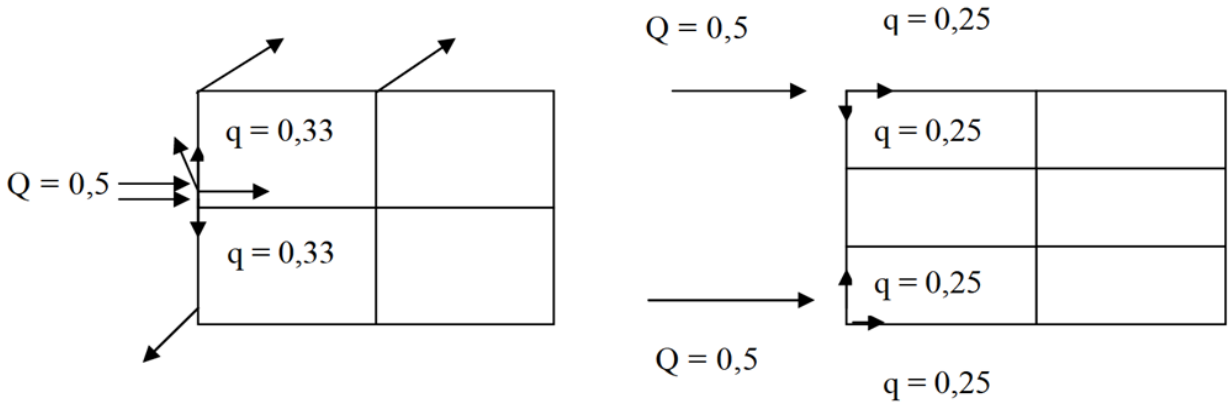

Рис. 2. Варіанти подачі води в кільцеву мережу[3]

На Рис. 2. відображено вплив розосередженої подачі води з різних кутів в кільцеву водопровідну мережу і збільшення надійності мережі за рахунок зменшення обсягу води (приклад — з 0,33 м³/год до 0,25 м³/год), який протікає по одній ділянці мережі трубопроводів. Відповідно, руйнування ділянки меншим чином вплине на загальний стан та можливі втрати води в системі.

Важливо зазначити, що підвищення надійності можна досягти, збільшуючи кількість ділянок мережі, оскільки при цьому зменшується значущість кожної з них. Позитивно позначається також деяке завищення діаметрів ділянок у межах економічно найвигідніших діаметрів. Це дозволяє мати резерв пропускної спроможності у разі аварій.

Чималий вплив на надійність систем водопостачання із кільцевою конфігурацією здійснює резервування магістральних трубопроводів, комбінування запірної арматури.

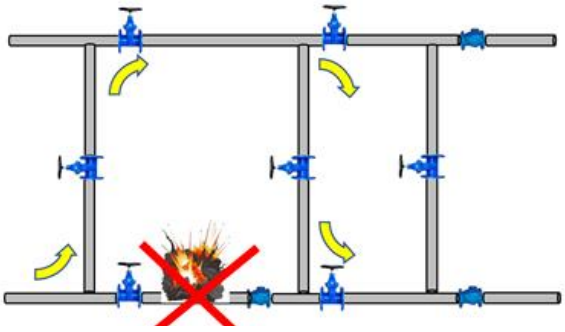

Рис. 3 Схема кільцевої мережі, використання засувок для блокування аварійної ділянки

Збільшення кількості засувок в трубопровідній мережі може забезпечити зменшення втрат води, переключення подачі води з інших напрямків в разі виникнення аварійних ситуацій (за умови швидкої реакції обслуговуючого персоналу) та забезпечити подальшу подачу води споживачам при локалізації виключно аварійних ділянок.

Варто пам’ятати, що збільшення запірної арматури повинно враховувати додаткові втрати тиску, тому такі рішення приймаються виключно із одночасними гідравлічними розрахунками системи

[3] «Аварійні ситуації водопровідно-каналізаційних систем». Конспект лекцій для студентів 5-6 курсів денної та заочної форм навчання, екстернів та іноземних студентів спеціальності 7.092601 – «Водопостачання та водовідведення». Харків – Харківська національна Академія міського господарства – 2008

водопостачання. Дуже помітний вплив на надійність систем надає інтенсивність та якість ремонтів, які залежать від організації ремонтних робіт. Можливі три форми такої організації:

- Децентралізована — за кожним районом мережі закріплюється конкретна бригада, яка веде ремонти лише у ньому.
- Централізована — відновлювальні роботи ведуться всіма бригадами по всій території об'єкта, вони не мають постійно закріпленого району дії.
- Змішана — поєднує обидві форми.

Теоретично, з погляду надійності, централізована форма краща. Але перевагою децентралізованої форми обслуговування є найкраще знання бригадою своїх мереж, вища якість ремонту у зв'язку з вищим рівнем відповідальності. Тому часто надають перевагу децентралізованій формі.
На надійність систем водопостачання безпосередньо впливає і своєчасне та якісне виконання планових ремонтів. Саме через повне використання своєчасної можливості зберігати систему в робочому стані ми подовжуємо її працездатність навіть в той час, коли обслуговування стає проблемним чи взагалі унеможливлюється.

Таблиця 2. Виконання планових ремонтів об’єктів систем водопостачання[4]

Елементи водопровідних мереж	Тривалість між			
	Оглядами в місяцях)	Поточними ремонтами (в місяцях, не рідше)	Капітальними ремонтами (в роках)	
			Капітальний ремонт	Зміна
Трубопроводи				Зміна непригодних ділянок по необхідності
Будинкові введення				
Колодязі			Без зміни люків	
Люки				
Засувки				

У таблиці 3 наведена інформація про орієнтовні обсяги ремонтних робіт під час поточних та капітальних ремонтів систем водопостачання.

[4] «Аварійні ситуації водопровідно-каналізаційних систем». Конспект лекцій для студентів 5-6 курсів денної та заочної форм навчання, екстернів та іноземних студентів спеціальності 7.092601 – «Водопостачання та водовідведення». Харків – Харківська національна Академія міського господарства – 2008

Таблиця 3. Обсяги ремонтних робіт[5]

Об'єкт	Поточний ремонт	Капітальний ремонт
Засувки	Набивка сальників та підтяжка гайок. Заміна болтів, прокладок. Фарбування корпусу	Розбирання засувок, чищення, мастило із заміною зношених частин, фарбування, розточування або заміна ущільнювальних кілець засувок. Заміна зношених засувок.
Трубо-проводи та мережі	Закладення окремих місць витоків із постановкою ремонтних муфт, хомутів або зварюванням. Підкарбування окремих розтрубів. Перевірка на витік окремої ділянки мережі	Заміна ділянок труб, що прийшли в непридатність, з одночасною заміною труб в окремих випадках іншим матеріалом. Загальна довжина таких ділянок не повинна перевищувати 200 м на 1 км. Обстеження мереж на витік на ділянці, що підлягає капітальному ремонту, із застосуванням спеціальних приладів, з опресуванням цієї ділянки водою, з подальшою ліквідацією виявлених несправностей. Хімічна або гідропневматична промивка мережі або механічне прочищення її з промиванням водою, що застосовуються замість перекладання зарослих ділянок. Повна заміна гідроізоляції та теплоізоляції трубопроводів з відновленням та заміною коробів та футлярів. Перечеканка та закладення стиків. Протикорозійний захист зовнішніх трубопроводів

Окрему увагу бажано приділити підготовці обладнання та матеріалів для виконання аварійних ремонтів пошкоджених чи зруйнованих трубопроводів.

Хомути, бандажі, пневмозатвори, гумові прокладки, кранбукси, зварювальні апарати з генераторами, набори інструментів, електроди для зварювання та багато іншого. Бажано підготовити складські запаси всього, що може бути використано для аварійного відновлення мереж. Те саме стосується і організації запасів основних елементів електрообладнання – автоматичні вимикачі, контактори, пристрої захисту, кабелі та ін.

Також, важливо звернути увагу на деякі особливості виконання робіт із будівництва нових та аварійного відновлення наявних трубопровідних мереж, що безпосередньо впливає на термін безаварійної експлуатації та надійність як таку. Нижче наводимо деяку корисну інформацію з цього приводу.

[5] «Аварійні ситуації водопровідно-каналізаційних систем». Конспект лекцій для студентів 5-6 курсів денної та заочної форм навчання, екстернів та іноземних студентів спеціальності 7.092601 – «Водопостачання та водовідведення». Харків – Харківська національна Академія міського господарства – 2008

4. Особливості аварійного руйнування трубопроводів

Переломи чавунних труб викликані нерівномірним просіданням грунту під трубопроводами, внаслідок чого працюють на злам, як балки. У таких випадках труби переламуються зазвичай за перерізом, перпендикулярним до осі трубопроводу. Найчастіше до переломів схильні труби невеликих діаметрів (50-200 мм) на будинкових приєднаннях та розподільчих мережах.

Нерівномірне просідання ґрунту викликається такими причинами:

- порушення материкового ґрунту під трубами, що перетинаються підземними комунікаціями;
- внаслідок переміщень насипної землі під час копання траншей, укладання труб на підсипку;
- внаслідок проморожування основи під трубами при зимових роботах;
- збільшені розміри приямків, що вириваються для закладення стиків та їх погане засипанням без достатнього ущільнення ґрунту;
- попадання під труби при будівництві твердих предметів: нерозібраних фундаментів будівель, водостоку, кладки колодязів, невитягнутих кріплень, випадкових каменів тощо.

Причини розривів зварних стиків сталевих труб:

- неправильне укладання трубопроводу в траншею;
- втрата зчеплення тіла труби з ґрунтом на великому протязі та порушенні технології зварювальних робіт при будівництві (непровари, шлакові включення, пропалювання, пори, тріщини, застосування нерівноміцних з тілом труби електродів, утворення зварювальних напруг та ділянок підвищеної крихкості наплавленого металу в стик). Зварювальні напруги найчастіше з'являються поблизу «замку», де закінчується зварювання при порушенні технології зварювання;
- температурні зміни у траншеї посезонно;
- недотримання температурних умов укладання трубопроводу в траншею;
- різке зниження температури води, що транспортується (при охолодженні трубопроводу на 1° С у стиках, як і у всьому трубопроводі, виникають додаткові розтягуючі кільцеві напруги, рівні 25 кгс/см2, що відповідає напругам, що виникає при підвищенні тиску в трубопроводі на 10 ат);
- знос піщаного ґрунту вітрами або випирання трубопроводу, покладеного на невелику глибину, та нагрівання трубопроводу сонячними променями, через що стінки трубопроводу та його стики піддаються напрузі розтягування та вигину, що перевищує межу плинності металу.

Особливості руйнування труб:

- Найбільша кількість розривів стиків на сталевих трубах спостерігається в осінні та зимові місяці (пошкодження трубопроводів у січні-березні становить 4% приблизно від сумарної кількості за рік, у жовтні-грудні 35% та менше 25% в решту половини року).
- Розтягуючі напруги з'являються у воді внаслідок охолодження його нижче температури, при якій відбувалося зварювання стиків, тому поява тріщин спостерігається, як правило,

при похолоданні. Сталеві трубопроводи зимового укладання міцніші за трубопроводи, прокладені влітку. Відтак, при укладанні труб за літнього періоду, замикаючі стики необхідно зварювати в найхолодніший час доби.

Збереження води при руйнуванні трубопроводів

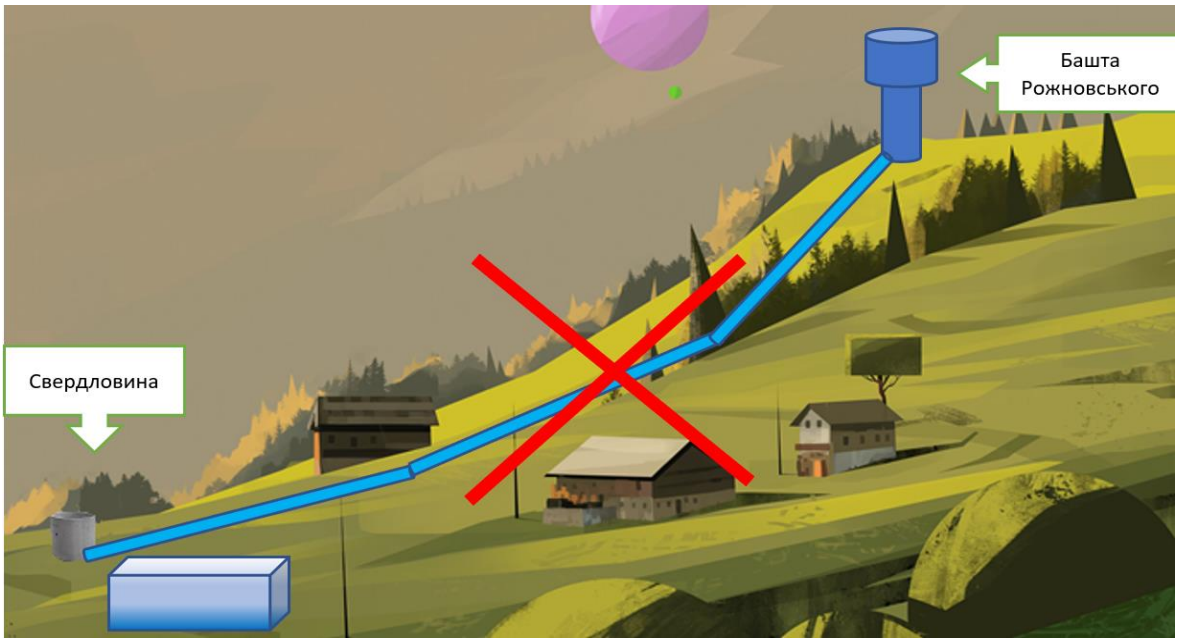

Рис. 4. Руйнування ділянки напірної мережі. Організація тимчасових резервуарів зберігання води.

Від пошкоджень у разі надзвичайних ситуацій не застраховані жоден трубопровід, жоден об’єкт системи водопостачання. Однак, для забезпечення питною водою населення, слід виконати низку наступних завдань:

1. Забезпечити, за можливості, фізичний захист об’єктів – накриття та обвалування свердловин, насосних станцій, облаштування їх будівельним захистом, обкладання мішками з піском основного обладнання.
2. В разі віддаленості ємностей для накопичення питної води (резервуарів, башт Рожновського) – облаштування тимчасових резервуарів для аварійного її накопичення поряд з джерелом, та проміжних - по маршруту руху в трубопроводі, що забезпечить певний запас при руйнуванні трубопроводу, яким подається вода до основного резервуару.
3. За наявності трубопроводів подачі води до резервуару, який знаходиться значно вище розташування свердловини чи іншої насосної станції, застосування проміжних зворотних клапанів в трубопроводах забезпечить автоматичне зберігання залишку води в резервуарах та напірних трубах, в разі пошкодження ділянок трубопроводів.
4. Розуміння рельєфу прокладання трубопроводу дозволить за потреби визначати ділянки трубопроводів, в яких після руйнування можуть накопичуватись залишки питної води, що надасть можливість їх знайти для подальшого використання в разі гострої потреби за відсутності інших джерел. Для цього достатньо без залучення фахівців скористатись

програмою «Google Earth»[6], віртуально нанести в ній на мапу трубопровід подачі води та скористатися опцією «Показати профіль рельєфу». При цьому приділіть увагу захисту ваших даних — до них не повинні отримати доступ сторонні особи.

5. Для пошуку ділянки руйнування можливо заміряти тиск на виході з насосного агрегату (якщо насосна станція знаходиться нижче, ніж резервуар накопичення чи споживачі), при якому значно збільшується виток води. Зручніше такі дослідження проводити за наявності перетворювачів частоти з дисплеєм, в яких є можливість одночасно спостерігати за ручною зміною тиску (за рахунок зміни обертів насосного агрегату) та відповідно збільшенням навантаження на насос, при фіксуванні і витрат води з лічильника (за наявності).

Рис. 5. Використання засобів вимірювання для пошуку зруйнованих ділянок трубопроводів

[6] Електронний ресурс. Режим доступу: https://www.google.com/intl/uk/earth/

5. Втрата можливості своєчасного реагування на управління системою

Найкращим способом управління системою є застосування надійної автоматизації та диспетчеризації.

Для надійності систем автоматизації та диспетчеризації мають бути застосовані:

1. Заходи з забезпечення зовнішнього втручання в систему управління.
2. Резервне управління прямим пуском у випадку використання станцій автоматичного управління насосами з перетворювачами частоти.
3. Конструктивне та схематичне виконання автоматизації таким чином, щоб у випадку пошкодження максимально можливої кількості елементів, управління зберігалось за наявності основних керуючих елементів.
4. Використання сигналів та налаштувань, за яких вода може бути основним джерелом передачі даних.

6. Кадрові проблеми та втрата можливості залучення сторонніх профільних організацій.

Найкращим рішенням проблем з кадровим складом підприємств є:

- Підготовка детальних «Інструкцій з користування обладнанням»;
- Напрацювання письмових правил реагування на ту, чи іншу проблему, яка може виникнути під час експлуатації системи водопостачання;
- Проведення навчань персоналу з непрофільних суміжних виробничих спеціальностей, які зустрічаються під час виконання службових обов'язків при обслуговуванні систем водопостачання для можливого виконання інших обов'язків під час надзвичайного стану;
- Заздалегідь виконане моделювання систем водопостачання населених пунктів, що спрощує прийняття рішень з таких питань:
  - розуміння зміни характеристик та можливостей системи під час руйнування тієї чи іншої ділянки, чи виходу з ладу однієї з насосних станцій;
  - заміни насосного обладнання;
  - заміни трубопроводів;
  - зменшення енерговитрат за рахунок інколи збільшеного діаметру ділянки чи прокладання додаткових з'єднувальних трубопроводів, які зменшують втрати тиску та енерговитрати;
  - визначення місць встановлення регулюючих клапанів;
  - використання керуючих засувок для зміни режимів роботи системи, в т.ч. під час проведення ремонтних робіт;
  - зміни налаштувань тиску насосних станцій будь якого рівня для збалансованості роботи системи водопостачання в цілому в різні пори року та часи доби.

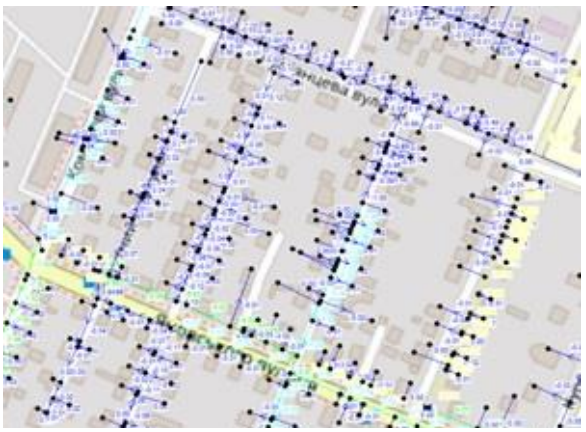

Рис. 6. Фрагмент моделі системи водопостачання міста

7. Організаційні заходи для підвищення надійності систем водопостачання та підготовки до можливих надзвичайних ситуацій

- Створення та відпрацювання оперативних планів на випадок надзвичайних ситуацій (НС), з урахуванням вимог чинного законодавства7: довготривале відключення світла; пошкодження обладнання та трубопроводів тощо.
- Затвердження Правил користування питною водою в період НС (природня потреба – 3 л/людину) з акцентом на раціональне споживання.
- Організація місць отримання питної води в період НС.
- Опрацювання попередніх договорів постачання води автотранспортом від віддалених виробників послуги.
- Резервні технології для очищення та знезараження води (в т.ч. без використання електроенергії) із резервних джерел.
- Створення резервів паливно-мастильних матеріалів, запчастин, матеріалів, питної води, реагентів на випадок НС.
- Підготовка до автономної роботи без залучення зовнішніх ресурсів – автотехніка, спецобладнання, тощо.
- Навчання персоналу з реагування на НС з розподіленням обов'язків та взаємозамінністю;
- Розробка Інструкцій по обслуговуванню систем та обладнання.
- Укладання договорів на консультування та технічний супровід.

8. Способи очистки води в період надзвичайних ситуацій

1. Фільтрування води

Перед фільтрацією брудну воду необхідно відстоювати впродовж 1-2 годин. Осад, який залишиться на дні, не використовується і не фільтрується.

Враховуйте, що фільтрація не гарантує, що вода стала абсолютно безпечною. Фільтрування може звільнити рідину від бруду, сміття, проте не від хімічних домішок. Щоб вода стала придатною для вживання, потрібно вбити у ній паразитів та бактерії. Тому окрім фільтрування вона має пройти ще й інші етапи очищення, в тому числі кількаразове кип'ятіння та знезараження.

Активоване вугілля

Відмінно впорається із неприємним запахом води, домішками та шкідливими речовинами, які можуть бути у ній присутні. Для знезараження цим способом потрібно:

---

[7] Додатково див. Порядок розроблення планів діяльності єдиної державної системи цивільного захисту, затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 9 серпня 2017 року №626. Електронний ресурс. Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/626-2017-%D0%BF#Text

- 1-й варіант - у літр води покласти 5 таблеток, загорнутих у клапоть чистої тканини (таблетки бажано подрібнити). Вода буде придатною до вживання через 8 годин. Дозволить відфільтрувати воду в похідних умовах.
- 2-й варіант - фільтр, потрібно у пляшку без дна та з отвором у кришечці покласти шар якоїсь тканини або марлі. Тоді зверху висипаються таблетки активованого вугілля і на них наливається вода. Проходячи через шар таблеток, вода очищується.

Фільтр із піску

Один із простих, проте дієвих способів очищення води. Взяти розрізану пляшку із декількома отворами на кришечці. На дно шийки пляшки покласти шматок тканини або вату, а потім на дві третини заповнити ємність чистим піском. Воду наливати зверху. Для надійності процес варто повторити декілька разів. При цьому, якщо вода – дуже брудна, то пісок необхідно змінювати на чистий. Якщо ж під рукою немає піску, то у якості фільтруючого матеріалу використовуйте те, що у більшості випадків є - деревне вугілля із багаття (окрім хвойних порід).

Багаторівневий фільтр для води

Вугілля, пісок і гравій. Удосконалити попередній саморобний фільтр та зробити його більш ефективним допоможе багатошаровість та одночасне використання кількох фільтруючих елементів. Спочатку підготувати вугілля, як у попередньому методі. На дно пляшки, у горловину, покласти складену у декілька шарів тканину та марлю. Насипати на тканину достатній шар деревного вугілля, потім – шар річкового піску, тоді – шар гравію. Гравій накрити шаром марлі і можемо наливати воду для очищення.

Для багаторівневого фільтра можна також використати траву, одяг із бавовни, каміння, проте звертайте увагу, щоб верхнім шаром у фільтрі був все ж гравій.

2. Знезараження води шляхом кип’ятіння

Одним із найпростіших і найнадійніших способів є термічний метод очищення води, який полягає у її кип’ятінні. Час кип’ятіння залежить від ступеня забруднення джерела води. Зокрема, якщо вона набрана із чистого струмка, то кип’ятити її потрібно приблизно 15 хвилин, якщо із забрудненої водойми, то не менше 30 хвилин.

Для підсилення знезаражуючого ефекту під час кип’ятіння у воду додають різноманітні гілки дерев та трави:

- молоді гілки хвойних рослин: 150-250 грам на відро; час кипіння – 30-35 хвилин;
- кора верби, дуба, бука (150-250 грам на відро, час кипіння - 40 хвилин);
- також можна використовувати листя ромашки, малини, звіробою та інших лікарських рослин-антисептиків;
- у випадку неприємного запаху води, додайте під час кипіння деревне вугілля із багаття.

Після того, як достатньо часу прокип’ятите воду, залишіть її відстоюватися ще на 30 хвилин. Потім обережно злийте з води осад і в жодному разі його не пийте.

3. Знезараження води хімічними засобами

Йод

Для очищення води підходить йод у вигляді спиртової настоянки або йодні таблетки, призначені спеціально для індивідуального дезінфікування води. Щоб обробити воду таким чином, потрібно на 1 літр води додати 3-4 крапель 5% -ої спиртової йодної настоянки або 2-і йодні таблетки. Після цього ретельно перемішати і залишити настоюватися близько однієї години. Після знезараження йодом за можливості варто профільтрувати воду через побутовий фільтр. Цей метод допоможе уникнути зневоднення, проте користуйтесь ним тільки у крайніх випадках. Особам з ураженою щитоподібною залозою краще утриматись від споживання надмірних доз йоду[8].

Спеціальні препарати для очистки води

Для знищення мікробів у воді використовують також спеціальні препарати. Зокрема, кластер ООН з питань водопостачання, санітарії та гігієни рекомендує використовувати дезінфікуючі засоби, у склад яких входить хлор: рідкий відбілювач (містить гіпохлорит натрію) і Aquatabs® (містить натрію дихлороціанурат). Також кластером рекомендовано використання Саше PoW, які містять порошкову суміш з двома активними інгредієнтами: сульфатом заліза, що діє як коагулянт, та гіпохлоритом натрію, який діє як дезінфікуючий засіб.

4. Заморожування води

Заморожування води нейтралізує солі важких металів, більшість вірусів та бактерій. Ємність з водою витримується 7-8 годин у морозильній камері (на морозі). За цей час на поверхні намерзне кірка льоду, в якій акумулюються солі важких металів. Корку льоду видаляємо, воду, що залишилася, переливаємо в інший посуд і виморожуємо ще 10-12 годин. Через цей час воду, яка не замерзла, зливаємо, а замерзлу розморожуємо та вживаємо.

5. Інші способи очищення води

Додаткову інформацію про способи очищення води можна знайти в рекомендаціях кластеру ООН з питань водопостачання, санітарії та гігієни (WASH) від 28 липня 2022 року: «Рекомендовані варіанти очищення води в домогосподарствах для гуманітарних організацій в Україні»[9].

---

[8] Способи знезараження води. Міністерство охорони здоров'я України. Електронний ресурс. Режим доступу: https://moz.gov.ua/article/health/sposobi-znezarazhennja-vodi

[9] Рекомендовані варіанти очищення води в домогосподарствах для гуманітарних організацій в Україні. Кластер ООН з питань водопостачання, санітарії та гігієни. Електронний ресурс. Режим доступу: https://www.humanitarianresponse.info/sites/www.humanitarianresponse.info/files/documents/files/household_water_treatment_options_for_humanitarian_organizations_in_ukraine-2022.07.28-ukr.pdf

Додаткова література

1. Постанова Кабінету Міністрів України від 9 серпня 2017 року № 626 «Про затвердження Порядку розроблення планів діяльності єдиної державної системи цивільного захисту». Електронний ресурс. Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/626-2017-%D0%BF#Text
2. Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 12 травня 2010 року №400 «Про затвердження Державних санітарних норм та правил «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4-171-10). Електронний ресурс. Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#n25
3. Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 22 квітня 2022 року №683 «Про затвердження Державних санітарних норм і правил «Показники безпечності та окремі показники якості питної води в умовах воєнного стану та надзвичайних ситуаціях іншого характеру». Електронний ресурс. Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0564-22#Text
4. Способи знезараження води. Міністерство охорони здоров'я України. Електронний ресурс. Режим доступу: https://moz.gov.ua/article/health/sposobi-znezarazhennja-vodi
5. Рекомендовані варіанти очищення води в домогосподарствах для гуманітарних організацій в Україні. Кластер ООН з питань водопостачання, санітарії та гігієни. Електронний ресурс. Режим доступу: https://www.humanitarianresponse.info/sites/www.humanitarianresponse.info/files/documents/files/household_water_treatment_options_for_humanitarian_organizations_in_ukraine-2022.07.28-ukr.pdf
6. «Аварійні ситуації водопровідно-каналізаційних систем». Конспект лекцій для студентів 5-6 курсів денної та заочної форм навчання, екстернів та іноземних студентів спеціальності 7.092601 – «Водопостачання та водовідведення». Харків – Харківська національна Академія міського господарства – 2008.
7. International Scheme to Evaluate Household Water Treatment Technologies. Електронний ресурс. Режим доступу: https://www.who.int/tools/international-scheme-to-evaluate-household-water-treatment-technologies