

Тема 3. Аналіз сучасного стану управління поточкорозподілом в інженерних мережах

Мета вивчення теми: оволодіти знаннями щодо технологічних особливостей інженерних об'єктів систем водопостачання та типів основних завдань щодо удосконалення роботи.

1. Системи інженерного забезпечення в інфраструктурі міста.
2. АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО ТЕХНІЧНОГО СТАНУ СИСТЕМ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ.
3. ЧИННИКИ/ПРИЧИНИ, ЩО СПРИЧИНИЛИ ПРОБЛЕМИ В СИСТЕМАХ ВОДОПОСТАЧАННЯ.
4. ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ВДОСКОНАЛЕННЯ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОГО РЕГУЛЮВАННЯ міських інженерних систем.
5. Моніторинг досліджень і розрахунків споруд.

Ключові терміни: споруди; інженерні об'єкти, водопостачання, продуктивність.

Функціональне призначення забудови є визначальним фактором використання ресурсів життєзабезпечення. Відповідно до цього, величина питомого ресурсоспоживання по різних функціях формується в залежності від специфіки споживача. Процес функціонально-містобудівного розвитку територій призводить, в загальному випадку, до непропорційної зміни розмірів - потужності функціональних зон. Це визначає завдання щодо перевірки достатності потужності систем ресурсозабезпечення в залежності від варіантів функціонально-містобудівних перетворень.

В довоєнний час удосконалення міського господарства України в першу чергу було пов'язано зі зношеністю основних фондів систем життєзабезпечення міст. На сьогодні, враховуючи наслідки воєнних дій, житловий фонд багатьох міст, інженерні комунікації, транспортне сполучення, система благоустрою, зелене господарство потребують реконструкцій та оновлення. Для реалізації таких проєктів необхідно впровадження програм використання нових енергозберігаючих та екологічно привабливих технологій, безшумного рухомого складу для міського електротранспорту, новітнього устаткування для водопровідно-каналізаційного господарства, тощо.

Метою функціонування міської системи життєзабезпечення, виступає виробництво суспільних благ для високо комфортних умов життєдіяльності й відтворення населення.

Міське господарство тісно пов'язане з системою життєзабезпечення міста, і тому гармонічний, пропорційний розвиток його галузей у тісному взаємозв'язку з потребами містобудівельної бази є основною умовою, що визначає гідне життя й розвиток кожного міста. Тільки раціональне

використання міської території, трудових, паливо-енергетичних, водних, науково-технічних ресурсів забезпечить пропорційний розвиток територіальних комплексів.

Системи життєзабезпечення-тобто інженерного забезпечення міської інфраструктури-це системи водопостачання, водовідієднення, тепло-газо-електропостачання, які складаються з інженерних мереж та будівельних об'єктів на них. Відкриваючи цикл занять щодо вдосконалення будівельних об'єктів в системах інженерного забезпечення міст ми починаємо сьогодні з системи водопостачання.

Водопостачання - це комплекс заходів по забезпеченню водою її різних споживачів.

Комплекс інженерних об'єктів, які здійснюють задачі водопостачання, тобто забір води з природних джерел, її очистку, транспорт і подачу споживачам називається системою водопостачання.

Всі природні джерела води, які практично використовуються для водопостачання можна віднести до двох категорій:

- поверхневі джерела – ріки (в природньому чи зарегульованому стані), озера і моря;
- підземні джерела – ґрунтові і артезіанські води і джерела, які виходять на поверхню.

Річкова вода характеризується відносно великою *каламутністю* (особливо в період повені), високим вмістом *органічних домішок, бактерій*, значною *кольоровістю* води. Але зате річкова вода має малий вміст *мінеральних солей* і відносно невелику *твердість*.

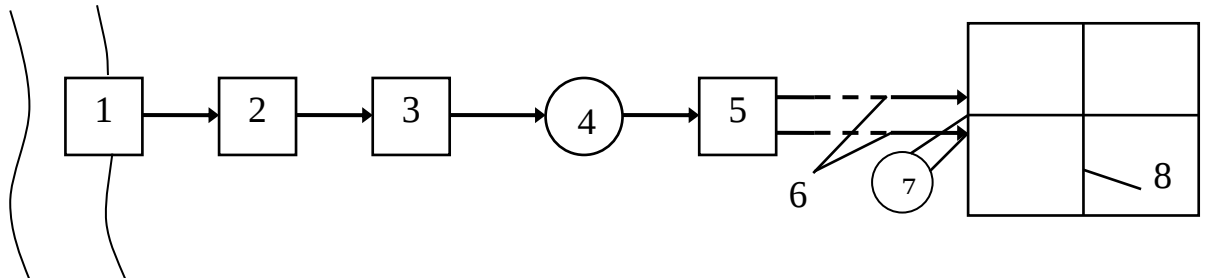
Підземні води, як правило, не мають *завислих* речовин, тобто вони *прозорі і безкольорові*. Ці води мають *високі санітарні якості*. Але вони бувають сильно *мінералізовані* (підвищена *твердість*, наявність *неприємного смаку*, вміст *речовин*, які шкідливо впливають на організм людини).

Але не тільки якість води визначає вибір джерела водопостачання. Велике значення має його *потужність, віддаленість, вартість подачі і очистки* води.

Система водопостачання повинна забезпечувати отримання води з природних джерел, її очистку, якщо це викликається вимогами споживачів, і подачу до місця використання. Для виконання цих задач в систему водопостачання міст включається комплекс споруд, приведених на рис. 1.1.

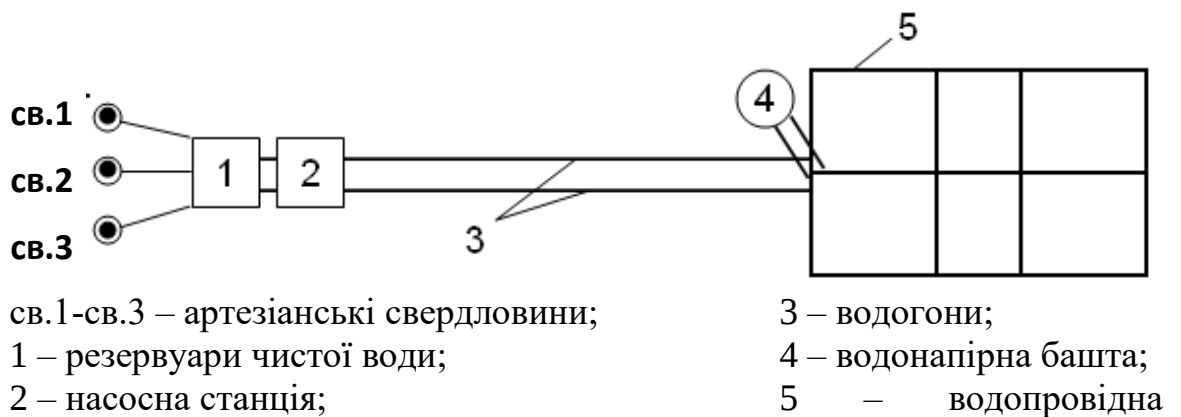
В залежності від місцевих природних умов і характеру використання води, а також в залежності від економічних міркувань схема системи водопостачання і її складові елементи можуть змінюватися дуже сильно. Великий вплив на схему системи водопроводу робить джерело водопостачання, його характер, потужність, якість води в ньому, відстань від об'єкту, якому постачається вода і т.д. Цей вплив проявляється не тільки на конструкції водозабірних споруд, але і в необхідності водоочисних споруд для забруднених вод чи їх відсутності при чистих водах. Якщо очистка не потрібна, схема сильно спрощується. Прикладом схеми системи

водопостачання без очисних споруд може бути система водопостачання з підземних джерел рис. 1.2 та 1.3



- 1 - водозабірні споруди ;
- 2, 5 - насосні станції;
- 3 - споруди для очистки води;
- 6, 8 - водоводи (водогони) і водопровідні мережі;
- 7, 4 - башти і резервуари .

Рисунок 1.1 – Схема системи водопостачання на господарсько-питні потреби міста з поверхневого джерела



- св.1-св.3 – артезіанські свердловини;
- 1 – резервуари чистої води;
- 2 – насосна станція;
- 3 – водогони;
- 4 – водонапірна башта;
- 5 – водопровідна мережа.

Рисунок 1.2 – Схема системи водопостачання при заборі води з підземного джерела

2. Спеціалісти Інституту місцевого розвитку в рамках проекту Агентства США з Міжнародного розвитку (USAID) “Розповсюдження досвіду реформування сфери комунальних послуг” провели дослідження та підготували аналітичний огляд “Шляхи вдосконалення нормативно-правового

та регуляторного забезпечення діяльності підприємств, що надають послуги централізованого водо-, теплопостачання та водовідведення”.

Джерелами води для систем централізованого водопостачання в Україні є поверхневі водні об’єкти (річки, озера, водосховища) і запаси підземних вод (підповерхневих, міжпластових напірних та безнапірних).

Для 20 пілотних міст Проекту “Розповсюдження досвіду реформування сфери комунальних послуг”, які представляли всі регіони України (за винятком Криму і Донбасу), обсяги забору підземної та поверхневої води були практично однаковими (їх частки у загальних обсягах становили, відповідно, 51% та 49%).

Підземні джерела водопостачання за період їх експлуатації (здебільшого 35-40 років) суттєво погіршили свою якість і сьогодні лише 57% з них відповідають вимогам джерел 1-го класу згідно ГОСТ 2761-84 “Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения”, 36% – вимогам 2-го класу, а решта 7% – 3-го класу.

Ще гірше виглядає ситуація з поверхневими джерелами водопостачання: жодне з них не відповідає сьогодні вимогам 1-го класу.

Якщо взяти до уваги те, що всі підземні джерела і переважна більшість поверхневих джерел під час проектування і будівництва належали до 1-го класу і для них передбачався один тип водопідготовки з тим, щоб якість води довести до вимог ГОСТ 2874-82 “Вода питьевая”, то тепер, коли якість джерел водопостачання (особливо поверхневих) суттєво погіршилась, для доведення води до вимог стандарту необхідно впроваджувати відповідні додаткові заходи, а саме: або змінювати технологію водоочистки, або використовувати нові реагенти. Все це потребує немалих додаткових зусиль і додаткових інвестицій.

■ Транспортування та розподіл води.

Складовими системи транспортування та розподілу води є насосні станції, водогони та розподільчі мережі.

Насосні станції були збудовані здебільшого 30-40 років тому назад і характеризуються наступним:

- надлишковою потужністю встановленого насосного обладнання (яка у 1,2-5,5 рази, а інколи й більше, перевищує потреби);
- завищеними порівняно з потребами обсягами перекачуваної води;
- низькими коефіцієнтами корисної дії робочих агрегатів, а, отже, і завищеним енергоспоживанням;
- зношеністю технологічного обладнання та незадовільним станом будівель;
- відсутністю приладів обліку перекачуваної води;

- регулювання роботи насосних агрегатів протягом доби здійснюється переважно (у 80% випадків) за допомогою засувки, що зумовлює неефективне енергоспоживання.

Водогони та розподільчі мережі. Із загальної кількості водогонів та водопровідних мереж у пілотних містах переважна більшість (47%) прокладена із чавунних труб, практично такою ж (41%) є частка мереж із сталевих труб. Порівняно невеликою є частка водогонів, що прокладені із азбоцементних труб (5% від загальної протяжності мереж), полівінілхлоридних і поліетиленових (3%) та залізобетонних труб (2%).

При цьому 24% всіх мереж використали свій термін експлуатації, оскільки експлуатуються більше 30-ти років. Це в першу чергу водопроводи із сталевих та азбоцементних труб. Про зношений стан сталевих трубопроводів свідчать показники їх високої аварійності. Так, при середній аварійності водопровідних трубопроводів у 116 аварій на 100 км на рік, аварійність сталевих водопроводів більш як утричі перевищує цей показник (367 аварій на 100 км на рік).

Для всіх водопровідних мереж міст-учасників Проекту є характерним відсутність зон тиску, що негативно позначається як на їх стані, так і на обсягах втрат води.

■ Втрати води.

За останні 15 років спостерігається стійка тенденція до зменшення обсягів водоспоживання (~ на 35%) і збільшення втрат води (з 16% до 45%, а інколи й більше).

Втрати складаються із витоків з водогонів, розподільчих і внутрішньобудинкових мереж та неврахованих витрат води і визначаються як різниця між загальною кількістю води, що подана в систему (за звітними даними) і обсягом реалізації, що визначається як сума: (1) показів індивідуальних (квартирних) лічильників та (2) обсягів, розрахованих за нормами водоспоживання при відсутності індивідуальних лічильників. Розраховані таким чином втрати води становлять від 4% до 57%.

Для третини підприємств, втрати за звітними даними яких становили від 30 до 57%, вони були підтверджені результатами натурних вимірювань. Для інших підприємств у результаті натурних вимірювань було встановлено, що реальні втрати вдвічі-втричі перевищують звітні дані і становлять 30-70% (Додаток 9).

Проведене за результатами натурних вимірювань оцінювання питомого водоспоживання населення показало, що цей показник перевищує усереднену реалізацію (л/особу за добу) у 1,1-2,0 рази (*показник визначається як частка від ділення обсягів поданої у житловий будинок води на кількість осіб, що проживають у цьому будинку. Вимірюється у л/особу/добу*). Лише на одному підприємстві з 20-ти (у м. Каховка) питоме водоспоживання населення

дорівнювало усередненій реалізації, але це у місті, де індивідуальними лічильниками охоплено всього лише 18,4% населення. На підставі вищенаведеного, можна зробити висновок, що значні обсяги реальних втрат води зумовлюються витоками із внутрішньобудинкових систем та недообліком води у будинках.

Результати проведених досліджень дають змогу стверджувати, що витоки із водогонів і розподільчих мереж становлять в середньому до 20% (від загальних втрат), а решта втрат води припадає на витоки із внутрішньобудинкових систем (сантехнічні прилади і трубопроводи) та недооблік води індивідуальними приладами.

■ Енергоспоживання.

Всі системи водопостачання пілотних міст характеризуються

досить високими показниками питомого енергоспоживання: значення цього показника змінюється в межах від 0,124 кВт-год/м³ (м. Павлоград) до 1,228 кВт-год/м³ (м. Славута). Як правило, найнижчі значення цього показника характерні для систем, які не мають власних водозаборів і змушені купувати питну воду (Іллічівськ – 0,168 кВт-год/м³, Павлоград – 0,124 кВт-год/м³, Лозова – 0,516 кВт-год/м³) – (див. Додаток 10). Проте, порівнювати між собою показники питомого енергоспоживання для різних підприємств неможливо, оскільки їх значення залежать від конкретних умов і схем водопостачання. Зокрема, визначальними є наступні фактори:

- тип джерела водопостачання (підземне, поверхнєве, покупна вода);
- віддаленість джерела водопостачання від міста;
- перепад висот на території міста;
- висотність забудови;
- протяжність мереж.

А тому для аналізу ефективності енергоспоживання використовується показник зменшення/зростання показника питомого енергоспоживання і коефіцієнти корисної дії (ККД) насосного обладнання.

Динаміка показника питомого енергоспоживання

Лише на кожному другому з пілотних підприємств у системах водопостачання впродовж 2005-2006 рр. мало місце незначне скорочення (у середньому – 4,1%) показника питомого енергоспоживання. Так, найбільшою мірою цей показник скоротився у Сєвєродонецьку (7,5%), що відбулося внаслідок покращання гідравліки та мікрозонування, та у м. Коломия (9,2%), що відбулося внаслідок заміни насосного обладнання та впровадження ПЧТ на 8-ми ПНС.

Разом з тим, як не прикро констатувати, на іншій половині пілотних підприємств відбулося зростання (у середньому на 9,2%) значення цього показника, що свідчить про посилення негативної тенденції неефективного споживання енергоносіїв. Так, найбільшою мірою цей показник збільшився у Білгород-Дністровську та Нікополі (17,1% та 18,1%, відповідно) переважно через скорочення обсягів реалізації в цих містах.

Високе енергоспоживання зумовлюється також невідповідністю між проектною та фактичною продуктивністю встановленого насосного обладнання, відмінність між якими сягає від 1,2 до 5,5 разів.

Порівнюючи питоме енергоспоживання в цілому у системі водопостачання будь-якого з 20-ти підприємств, з питомих енергоспоживанням на окремих насосних станціях цих підприємств, можна побачити значну їх розбіжність – причому питоме енергоспоживання по системі в цілому завжди перевищує питоме енергоспоживання по будь-якій з насосних станцій (як правило, вдвічі-втричі). Це зайвий раз підтверджує наявність значних втрат води в системі водопостачання.

Така ситуація пояснюється тим, що не зважаючи на впровадження енергоощадних заходів (встановлення менш потужного обладнання, пристроїв частотного регулювання – ПЧТ та ін.), зменшення питомого енергоспоживання у системі мало пов'язане з відповідним зменшенням подачі води в систему, яка є величиною не фактичною, а розрахунковою (реалізація плюс дозволений відсоток втрат). Якби дані про обсяги поданої води базувалися на показниках контрольно-вимірювальних приладів, а не оцінювалися розрахунково, то, звісно, що фактичні показники питомого енергоспоживання у системі були би значно меншими. Цей висновок яскраво підтверджується даними про питоме енергоспоживання водоканалів, які використовують покупну воду.

Коефіцієнти корисної дії (ККД) насосних агрегатів. Іншим показником ефективності використання електроенергії є ККД робочих насосних агрегатів. Значна частина насосних агрегатів, які працюють 25-30 років, через зношеність та невідповідність фактичним потребам системи (необхідність регулювання їх роботи засувками) працюють з ККД 25-45%, що зумовлює надлишкове енергоспоживання. Особливо це характерно для заглиблених (свердловинних) насосів, а тим більше для таких, які працюють безпосередньо у водопровідну мережу.

Інша частина насосних агрегатів, особливо ті, де встановлено ПЧТ із заміною насосного обладнання, працює з ККД 84-88%, але частка таких об'єктів у пілотних містах становить не більше 10% від їх загального числа.

3. Основними причинами незадовільної якості питної води є:

- суттєве погіршення стану джерел водопостачання порівняно з тим, у якому стані вони були на період проектування і будівництва водозаборів, а тому технологія водопідготовки не задовольняє вимогам ГОСТ 2874-82 “Вода питьевая”;
- відсутність або неупорядкованість зон санітарної охорони (ЗСО) водозаборів;
- зношеність водогонів і розподільчих мереж (особливо сталевих), їх висока аварійність, що спричинює вторинне забруднення питної води.

Основними причинами незадовільного стану систем транспортування та розподілу води є:

- значне скорочення обсягів водоспоживання (і в першу чергу за рахунок зменшення водоспоживання промисловими підприємствами), що вимагає перегляду схем водопостачання і потужностей насосного обладнання;
- відсутність коштів для своєчасної заміни зношеного насосного обладнання та приведення його у відповідність до гідравлічних потреб системи;
- значна частка водопроводів, прокладених із сталевих, низької якості, труб без внутрішньої ізоляції.

Основними причинами втрат і недообліку води є:

- відсутність приладів обліку води на всіх технологічних стадіях її проходження (підйом, перекачування і підкачування), що не дає можливості оцінити її реальні обсяги;
- відсутність зонування розподільчої мережі по оптимальних тисках, що зумовлює надлишкові тиски на вводах до будинків;
- відсутність мікрозонування;
- зношеність значної частини водопровідних мереж;
- відсутність будинкових приладів обліку води, що не дає можливості реально оцінити розподіл втрат води в розподільчих мережах і витоки та недооблік води у внутрішніх системах будинків;
- зношеність внутрішніх (будинкових) мереж і сантехнічних приладів;
- постійне зростання кількості індивідуальних приладів обліку води, які встановлюються на внутрішніх мережах, що не є пристосованими для них, а це є призводить до значного недообліку.

Основними причинами високого енергоспоживання є:

- надлишкові потужності встановленого насосного обладнання;
- надлишкові обсяги підйому і перекачування (на всіх стадіях) води, яка потім втрачається у вигляді витоків із розподільчих мереж і внутрішніх систем будинків або з різних причин недообліковується;
- низькі коефіцієнти корисної дії зношеного та невідповідного до параметрів системи обладнання.

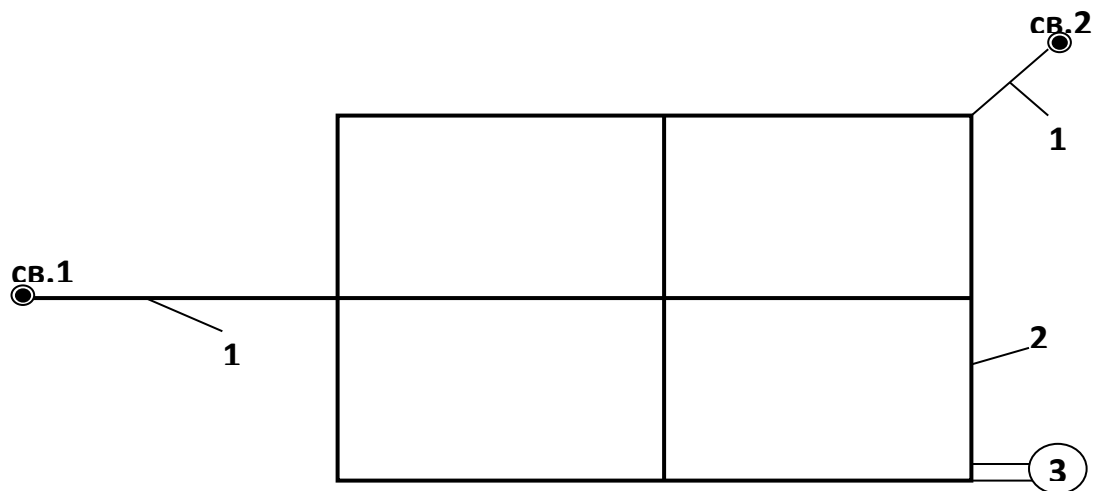
3. ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ВДОСКОНАЛЕННЯ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОГО РЕГУЛЮВАННЯ У ВОДОПРОВІДНО-КАНАЛІЗАЦІЙНІЙ ГАЛУЗІ

Аналіз технічного стану водопровідно-каналізаційних підприємств та особливостей роботи систем водопостачання і водовідведення дає можливість стверджувати, що деякі з вищезазначених проблем зумовлюються недосконалістю нормативно-правової бази. Тому необхідно на загальнодержавному рівні:

- виключити із Державного реєстру допустимих до застосування водолічильників ті лічильники, які не відповідають сучасним вимогам (низький поріг чутливості та відсутність проти-магнітного захисту), як це зроблено у Литві, Румунії та Польщі;
- до Закону України “Про питну воду та питне водопостачання” внести зміни й доповнення, які б передбачали обов’язковість встановлення приладів обліку води на всіх технологічних стадіях підйому, перекачування, очищення води і стоків та звітування тільки згідно цих приладів;
- внести доповнення до Кодексу України про адміністративні правопорушення щодо запровадження адміністративної відповідальності за порушення наведеної вище вимоги;
- внести зміни й доповнення до будівельних норм і правил, які б передбачали заборону приймати в експлуатацію новозбудовані об’єкти (водозабори, насосні станції, будівлі різноманітного призначення з внутрішньобудинковими системами водопостачання) без наявності лічильників води;
- внести доповнення до Порядку прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом об’єктів, які б передбачали обов’язкове включення до складу державної приймальної комісії представників водо-, теплопостачальних та інших організацій, що є виробниками або виконавцями комунальних послуг.
- внести до Законів України “Про питну воду та питне водопостачання” та “Про житлово-комунальні послуги” зміни й доповнення, які б передбачали обов’язкове запровадження будинкового обліку споживання води при наявності повного поквартирного обліку, з використанням показників квартирних приладів обліку як підстави для пропорційного розподілу між власниками квартир плати за послуги відповідно до показників будинкового приладу обліку.
- у будівельних нормах і правилах передбачити такі вимоги до внутрішніх мереж водопостачання:
- будівництво таких внутрішньоквартирних мереж, для яких облік води в квартирах здійснювався би лише за допомогою одного лічильника холодної води;
- встановлення лічильників лише класу C (з високим порогом чутливості) і за межами квартири;

- умови встановлення лічильника мають бути такими, щоб унеможливити несанкціонований доступ до нього споживача.

5. Сучасні системи водопостачання мають нестабільні характеристики. Ця нестабільність пов'язана з динамікою роботи системи, яка визначається характером водорозбору на протязі доби, що залежить від особливостей життя і праці населення міста. З однієї сторони вона визначається тенденцією концентрації населення в містах, яка приводить до росту водоспоживання і зміни структури водорозподільчої мережі, з другої сторони - особливостями формування і розвитку промислового виробництва, з третьої - нестабільністю в часі характеристик окремих елементів систем водопостачання (зменшення пропускної можливості мереж і водоводів як наслідок корозії в них, зміни характеристики насосів як наслідок їх зносу і т.д.) [1].



св.1-св.2 – артезіанські свердловини; мережа;
1 – водоводи; 2 – водопровідна башта.
3 – водонапірна башта.

Рисунок 1.3 – Схема системи водопостачання з підземного джерела з безпосередньою подачею води в мережу

Загальна задача удосконалення роботи системи зводиться до визначення і реалізації заходів, які можливості системи водопостачання приводять у відповідність до вимогам споживачів. Розв'язування цієї задачі досягається розв'язуванням наступних приватних завдань:

- збільшення пропускнуої можливості мережі;
- перерозподіл потоків в мережі;
- зонування мережі;

- збільшення продуктивності головних споруд систем водопостачання (водозаборів, насосних станцій I і II підйомів, очисних споруд);

- заміна технологічного і механічного обладнання для збільшення продуктивності;

- заміна морально застарілого обладнання;

- переобладнання окремих споруд в інший вид.

Збільшення пропускної спроможності мережі досягається заміною окремих ділянок з малими діаметрами на трубопроводи більших діаметрів, прокладкою ліній паралельних існуючим лініям, прокладкою нових додаткових ділянок, заміною старих трубопроводів на нові.

Перерозподіл потоків в мережі досягається прокладкою магістральних водоводів від вузлів, в які подається велика витрата, до вузлів, які вимагають підсилення. Інколи при малих перерозподілах виконується регулювання потоків засувками.

Необхідність зонування виникає в системах, які розвивались без перспективного плану. Воно дозволяє оптимізувати витрати електроенергії і знижує надлишкові напори і витоки з мережі.

Збільшення продуктивності водозаборів з підземних джерел досягається їх розширенням, тобто бурінням додаткових свердловин. В водозаборах з поверхневих джерел збільшення продуктивності передбачається на стадії проектування. Для цього передбачаються фундаменти для монтажу додаткових насосів або насосів з більшою продуктивністю.

Збільшення подачі насосних станцій II підйому досягається заміною встановлених насосів на насоси більшої продуктивності.

Збільшення продуктивності очисних станцій також досягається їх розширенням та добудовою додаткових технологічних ліній, які, як правило, аналогічно існуючим. В залежності від якості води в джерелі і потрібного росту продуктивності такого збільшення можна досягти переобладнанням одного типу споруд в інший (наприклад, горизонтальних відстійників у відстійники з тонкошаровими модулями, одного типу фільтрів в інший).

Необхідність удосконалення систем водопостачання диктується техніко-економічними міркуваннями тому, що частіше всього тому що, такі заходи являються більш вигідними у порівнянні з новим будівництвом.

Основою для вибору варіанту удосконалення роботи являються проекти, при розробці яких необхідна оперативна інформація про характеристики елементів системи водопостачання, які змінюються як на протязі доби, так і в процесі багаторічної експлуатації. Особливо це відноситься до найбільш

дорогої і складної частини системи водопостачання – системи подачі і розподілу води, в яку входять насосні станції, водоводи і водопровідна мережа з напірно-регулюючими, запасними і іншими спорудами. Вартість таких систем досягає 80% загальної вартості водопроводу, а вибір оптимальних розмірів споруд, контроль їх характеристик і оперативне керування ними пов'язані з великими складнощами.

Правильне розв'язування питань наладки, інтенсифікації і оптимізації роботи системи водопостачання можна досягти тільки на основі натурних досліджень роботи всіх споруд системи і прогнозування змін їх характеристик у часі.

Дослідження роботи систем водопостачання включає декілька етапів:

1) Збір інформації про водоспоживачів (склад, розміщення, витрати, які споживаються на момент дослідження і на найближчу перспективу) і про водопровідні споруди (тип водоживлювачів, їх кількість і розміщення; матеріал, діаметри і терміни експлуатації водопровідних ліній; частота пошкоджень, час ліквідації аварій; технологія обробки води; режим роботи насосних станцій і інше).

2) Натурні дослідження споруд (рівні води і дебіти водозабірних свердловин; напірно-витратні і енергетичні характеристики відцентрових насосів; гідравлічні опори водопровідних ліній відповідних матеріалів, діаметрів і термінів їх експлуатації; тиски в характерних точках мережі в різні періоди водоспоживання; рівні води в баштах і резервуарах; фактичні витрати від водоживлювачів; якість води в джерелі і води, яка подається споживачам, наявність витоків води з мережі).

3) Обробка результатів досліджень і виявлення фактичної картини роботи систем водопостачання:

- побудова ізоліній п'єзометричних напорів на ділянках водопровідної мережі для характерних періодів її роботи;
- виявлення ділянок з недостатньою пропускною спроможністю;
- встановлення причин обростання внутрішньої поверхні труб;
- встановлення причин аварій на мережах;
- з'ясування фактичної схеми живлення водопровідної мережі і ролі кожного її водоживлювача;
- визначення робочих точок сумісної роботи насосів і водопровідної мережі і виявлення перевитрат електроенергії на подачу води;
- аналіз роботи водозабірних споруд і з'ясування причин зміни їх дебіту в процесі експлуатації.

4) Побудування еквівалентної математичної моделі діючої системи подачі і розподілу води:

- складання розрахункової схеми системи подачі і розподілу води та визначення вузлових відборів води з мережі на період досліджень і на перспективу;

- визначення коефіцієнтів збільшення гідравлічних опорів водопровідних ліній в залежності від усіх факторів (матеріалу і діаметру труб, умов і термінів їх експлуатації) і обчислення фактичних опорів ділянок мережі;

- проведення гідравлічних розрахунків водопровідної мережі на ЕОМ, в результаті яких корегуються опори ділянок та вузлові відбори до співставлення результатів розрахунків з результатами натурних досліджень.

5) Розробка рекомендацій по інтенсифікації роботи системи подачі і розподілу води:

- збільшення пропускної можливості мережі шляхом заміни або додаткової прокладки окремих водопровідних ліній на період досліджень (І черга) і на найближчу перспективу (ІІ черга);

- вибір оптимальних режимів сумісної роботи водоживлювачів (насосних станцій, водонапірних башт) і водопровідної мережі при умові забезпечення розрахункових витрат води і необхідних напорів в усіх точках мережі при мінімальній витраті електроенергії (в різні періоди водоспоживання), для чого і розглядаються питання заміни робочих колес у насосів, паралельної роботи кількох насосних агрегатів, заміни електродвигунів насосів або регулювання частоти обертання їх робочих колес;

- розробка заходів по зниженню витоків води з мережі, зменшенню числа аварій, зонуванню окремих районів мережі, а також по захисту сталевих труб від внутрішньої корозії за рахунок спеціальної обробки води і очистки їх від відкладень, які створюються в них;

розробка рекомендацій по збільшенню продуктивності водозабірних свердловин та покращанню умов їх сумісної роботи [1].

Натурні дослідження дуже трудомісткі. Тому вони проводяться в повному обсязі рідко. Більш доступними являються комбіновані методи, коли натурні вимірювання проводяться тільки для тих характеристик, які потрібні для виконання необхідних розрахунків на ЕОМ. Після цього за результатами розрахунків в характерних точках проводяться контрольні вимірювання і при необхідності проводяться повторні розрахунки.

Питання

1. Як проявляються суттєві недоліки в роботі існуючих систем управління роботою інженерних мереж?
2. Проаналізуйте існуючий стан водопостачання міст.

3. Сформулюйте головні напрямки удосконалення роботи систем подачі і розподілу води.
4. Якими, на вашу думку, повинні бути сучасні методи керування поточкорозподілом?
5. Яким чином вузлові напори впливають на поточкорозподіл у водопровідній мережі?