

МІНІСТЕРСТВО УКРАЇНИ З ПИТАНЬ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ
ТА У СПРАВАХ ЗАХИСТУ НАСЕЛЕННЯ
ВІД НАСЛІДКІВ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ
УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

О.А. Петухова, С.А. Горносталь, А.М.Чернуха

ІНЖЕНЕРНІ МЕРЕЖИ ТА КОМУНІКАЦІЇ. ЧАСТИНА І. ВОДОПОСТАЧАННЯ

Конспект лекцій

Харків 2008

Укладачі: О.А. Петухова, С.А. Горносталь, А.М. Чернуха

Рецензенти:

Епоян С.М., завідувач кафедри водопостачання, каналізації і гідравліки Харківського державного технічного університету будівництва та архітектури, доктор технічних наук, професор;

Буц Ю.В., завідувач кафедри безпеки життєдіяльності та екології Університету цивільного захисту України, кандидат географічних наук, доцент

Інженерні мережі та комунікації. Частина I. Водопостачання. Конспект лекцій/ Укладачі: О.А. Петухова, С.А. Горносталь, А.М. Чернуха. – Х.: УЦЗУ, 2008. – 89 с.

Конспект лекцій з водопостачання містить основні положення з дисципліни “Інженерні мережі та комунікації”, складається з теоретичних відомостей про основні поняття дисципліни, необхідних довідникових даних та списку літератури. Матеріал лекцій спрямований та стосується питань профілактики та ліквідування надзвичайних ситуацій на спорудах системи водопостачання в населених пунктах. До кожної теми наведено питання до самоконтролю.

Конспект лекцій призначений для курсантів, слухачів та студентів Університету цивільного захисту України.

Відповідальний за випуск Горносталь С.А.

© УЦЗУ, 2008

ЗМІСТ

ЛЕКЦІЯ 1. КЛАСИФІКАЦІЯ СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ	5
1.1 КЛАСИФІКАЦІЯ СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ.....	5
1.2 СХЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТИВ	7
1.3 СХЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ	12
1.3.1 Схеми прямих водопостачання.....	13
1.3.2 Схеми зворотного водопостачання.....	14
1.3.3 Схеми з послідовним використанням води.....	14
1.4 ВИМОГИ ДО ВЛАШТУВАННЯ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ВОДОПРОВОДУ	15
ЛЕКЦІЯ 2. ДЖЕРЕЛА ВОДОПОСТАЧАННЯ. ВИМОГИ ДО ЯКОСТІ ВОДИ.....	17
2.1 ПРОБЛЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ В УКРАЇНІ.....	17
2.2 ДЖЕРЕЛА ВОДОПОСТАЧАННЯ. ВЛАСТИВОСТІ І КОРОТКА ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДИ	18
2.2.1 Підземні води	19
2.2.2 Поверхневі джерела	20
2.3 ВИМОГИ ДО ЯКОСТІ ВОДИ.....	20
ЛЕКЦІЯ 3. РЕЖИМ ВОДОСПОЖИВАННЯ В НАСЕЛЕНИХ ПУНКТАХ	24
3.1 РЕЖИМИ ВОДОСПОЖИВАННЯ	24
3.2 НОРМИ ГОСПОДАРЧО-ПИТНОГО ВОДОСПОЖИВАННЯ.....	26
3.2.1 Норми водоспоживання в населеному пункті	26
3.2.2 Норми витрат води на виробничі потреби промислових підприємств	28
3.2.3 Норми витрат води на пожежогашіння	29
3.3 ВІЛЬНІ НАПОРИ У СИСТЕМАХ ВОДОПОСТАЧАННЯ	30
ЛЕКЦІЯ 4. ГІДРАВЛІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ВОДОПРОВІДНИХ МЕРЕЖ	32
4.1 МЕТА ГІДРАВЛІЧНОГО РОЗРАХУНКУ ВОДОПРОВІДНОЇ МЕРЕЖІ	32
4.2 ПОСЛІДОВНІСТЬ РОЗРАХУНКУ ЗОВНІШНЬОЇ ВОДОПРОВІДНОЇ МЕРЕЖІ.....	32
4.3 ГІДРАВЛІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ТУПИКОВОЇ МЕРЕЖІ.....	35
4.4 ГІДРАВЛІЧНИЙ РОЗРАХУНОК КІЛЬЦЕВОЇ МЕРЕЖІ	36
ЛЕКЦІЯ 5. ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ПОДАЧІ ВОДИ СПОЖИВАЧАМ. НАСОСНІ СТАНЦІЇ ...	40
5.1 КЛАСИФІКАЦІЯ НАСОСНИХ СТАНЦІЙ	40
5.2 КОНСТРУКЦІЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ НАСОСНИХ СТАНЦІЙ	41
5.3 ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ НАСОСНИХ СТАНЦІЙ.....	43
ЛЕКЦІЯ 6. ПРОЕКТУВАННЯ ЗАПАСНИХ, НАПІРНО-ЗАПАСНИХ ЄМНОСТЕЙ ТА СПОРУД	47
6.1 ПРОЕКТУВАННЯ РЕЗЕРВУАРІВ ЧИСТОЇ ВОДИ.....	47
6.2 РОЗРАХУНОК НЕДОТОРКАНОГО ЗАПАСУ ВОДИ В РЧВ	48
6.3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПОВОГО РЧВ.....	49
6.4 СПОСОБИ ЗБЕРЕЖЕННЯ НЕДОТОРКАНОГО ЗАПАСУ ВОДИ.....	50
6.5 ПРОЕКТУВАННЯ ВОДОНАПІРНИХ БАШТ	51
6.6 ВИЗНАЧЕННЯ ВИСОТИ ВОДОНАПІРНОЇ БАШТИ.....	57
6.7 ПРОЕКТУВАННЯ ГІДРОКОЛОН	58
ЛЕКЦІЯ 7. АВАРІЇ НА ВОДОПРОВІДНИХ СПОРУДАХ ТА МЕРЕЖАХ.....	60
7.1 СТІЙКІСТЬ СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ	60
7.2 АВАРІЇ НА ВОДОПРОВІДНИХ СПОРУДАХ.....	63
7.3 АВАРІЙНО-ВІДНОВЛЮВАЛЬНІ РОБОТИ НА СИСТЕМАХ ВОДОПОСТАЧАННЯ	66
ЛЕКЦІЯ 8. ЗАХИСТ СИСТЕМ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ГОСПОДАРЧО-ПИТНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ	72
8.1 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО ЗАХИСТУ СИСТЕМ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ГОСПОДАРЧО-ПИТНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ.....	72
8.2 НАДЗВИЧАЙНІ СИТУАЦІЇ У РОБОТІ СИСТЕМ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ГОСПОДАРЧО-ПИТНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ ..	73
8.3 ЗАДАЧІ ЗАХИСТУ СИСТЕМ ГОСПОДАРЧО-ПИТНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ.....	74
8.3.1 Організаційні вимоги	74
8.3.2 Інженерно-технічні вимоги	74
8.3.3 Санітарно-гігієнічні і протиепідемічні вимоги	75

8.4 Вимоги до застосування організаційно-технічних методів і засобів	76
8.4.1 Джерела водопостачання і водозабірні споруди.....	76
8.4.2 Водочисні станції.....	77
8.4.3 Системи подачі і розподілу води.....	77
8.4.4 Резервуари чистої води.....	78
8.5 Контроль якості води	78
8.6 Режими експлуатації.....	79
ЛЕКЦІЯ 9. ОХОРОНА ПРИРОДНИХ ДЖЕРЕЛ. САНІТАРНІ ЗОНИ	81
9.1 Основні джерела забруднення природних вод	81
9.2 Законодавчі, технологічні та санітарні заходи захисту водних об'єктів від забруднень	82
9.3 Зони санітарної охорони джерел водопостачання та водозабірних споруд	84
9.3.1 Межі зон санітарної охорони	84
9.3.2 Санітарні заходи на територіях зон.....	85
ЛІТЕРАТУРА	89

Лекція 1. Класифікація систем водопостачання

1.1 Класифікація систем водопостачання

Система водопостачання – це комплекс інженерних споруд, які призначені для забору води від джерела, її очистки (у випадку необхідності), зберігання запасів води та її постачання до місця споживання.

Нормативні вимоги до водопостачання сформульовані у будівельних нормах:

- СНиП 2.04.01 – 85* «Внутренний водопровод и канализация зданий»,
- СНиП 2.04.02 – 84* «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения»,
- ДБН В.2.2-9-99 «Будинки і споруди: Громадські будинки та споруди».

Системи водопостачання класифікуються за такими признаками:

За надійністю подачі води:

системи водопостачання бувають:

- *першої категорії надійності* – допускається зниження подачі води на господарчо-питні потреби не більш 30% розрахункової витрати і на виробничі потреби за аварійним графіком роботи підприємств; тривалість зниження подачі не повинна перевищувати 3 доби. Перерва в подачі води або зниження подачі нижче зазначеної межі допускаються на час вимикання ушкоджених і включення резервних елементів системи (устаткування, арматури, споруджень, трубопроводів і ін.), але не більш ніж на 10 хвилин;

- *другої категорії надійності* — величина зниження подачі води така сама, що й при I категорії; тривалість зниження подачі не повинна перевищувати 10 діб. Перерва в подачі води або зниження подачі нижче зазначеної межі допускаються на час вимикання ушкоджених і включення резервних елементів або проведення ремонту, але не більше ніж на 6 годин;

- *третьої категорії надійності* — величина зниження подачі води така сама, що й при I категорії; тривалість зниження подачі не повинна перевищувати 15 діб. Перерва в подачі води або зниження подачі нижче зазначеної межі допускається на час проведення ремонту, але не більше ніж на 24 години.

За призначенням системи водопостачання поділяють на:

- господарчо – питні, які призначені для постачання води на господарчі та питні потреби населення та працівників промислових підприємств;
- виробничі, які подають воду на технологічні потреби виробництва;
- протипожежні, які забезпечують водопостачання на пожежогасіння;
- об'єднані системи водопостачання: господарчо – протипожежні, виробничо – протипожежні або господарчо – протипожежні.

У містах та населених пунктах найчастіше влаштовують об'єднані господарчо – питні водопроводи. Цими водопроводами вода подається до

промислових підприємств, якщо вони споживають у невеликих розмірах питну воду.

При великих витратах води промислові підприємства мають самостійні водопроводи, які забезпечують підприємство водою як із зовнішнього джерела (міського магістрального водопроводу), так і від місцевих джерел - поверхневих та підземних. Влаштовують системи водопостачання, які забезпечують господарчо – питні, виробничі та протипожежні потреби, тобто будують господарчо – питні та виробничі водопроводи, об'єднуючі їх з протипожежними. Перевага віддається об'єднанню протипожежного водопроводу з господарчим, а не із виробничим, тому що виробнича водопровідна мережа не охоплює усіх об'єктів підприємства. Крім того, для деяких технологічних процесів воду необхідно подавати під визначеним тиском, який змінюється при пожежогасінні, що може привести до аварії. Тому пожежні гідранти найчастіше розташовують на господарчо – протипожежному водопроводі. При необхідності, гідранти можливо встановлювати і на господарчих водопроводах, якщо витрати води на пожежогасіння значно менше господарчо-питних потреб. Окремі протипожежні водопроводи влаштовують на найбільш пожежонебезпечних об'єктах – підприємствах нафтохімічної та нафтопереробної промисловості, складах нафти та нафтопродуктів, лісобіржах, сховищах зріджених газів та інших.

За тиском водопроводи поділяються на водопроводи:

- низького тиску;
- високого тиску.

У мережі низького тиску вільний тиск на рівні поверхні землі (пожежному гідранті) мусить бути не менше 10 м, та на кожен поверх будівлі вище першого додається ще 4 м. При цьому необхідний для гасіння пожежі тиск на пожежному стволі створюється пересувними пожежними автонасосами, що постачають воду по пожежним рукавам до місця пожежі.

У системах високого тиску вода до місця пожежі подається безпосередньо від гідрантів, а необхідний для пожежогасіння напір у мережі та біля стволів забезпечується стаціонарними пожежними насосами, які розміщують у насосних станціях.

За видом джерела водопостачання:

– з водопостачанням з поверхневих, підземних джерел, а також зі змішаними джерелами водопостачання.

За способом подачі води:

– напірні - із подачею води насосами;
– самотічні - при розміщенні вододжерела на висоті, що забезпечує природне водопостачання споживачів.

За кількістю об'єктів, що обслуговуються:

централізовані, місцеві, групові, зонні.

Централізовані системи водопостачання зустрічаються найчастіше. Вони використовуються для подачі води до населених пунктів, промислових підприємств в них. Представляють собою централізовану систему з одним або

декількома джерелами водопостачання, які забезпечують подачу води до однієї мережі.

Місцеві системи водопостачання обслуговують одну будівлю або невелику групу компактно розміщених будівель від одного поблизу розташованого джерела (наприклад, промислове підприємство, район міста). Якщо водопровід подає воду до декількох об'єктів (наприклад, групи малих населених пунктів, групи промислових підприємств), він має назву групового водопроводу. Для живлення водою під необхідним тиском різних районів населеного пункту, що мають значну різницю у геодезичних відмітках, влаштовують зонні системи.

1.2 Схеми водопостачання населених пунктів

На території більшості населених пунктів існують різні категорії водоспоживачів, які користуються водою різної якості та кількості.

У сучасних міських водопроводах витрати води на технологічні потреби складають у середньому до 40 % від загального об'єму водоспоживання, при цьому біля 85 % забирається від поверхневих джерел, 15 % - від підземних.

Вибір джерела водопостачання визначається технічними та економічними показниками.

Схема водопостачання для міст з використанням поверхневих вододжерел показана на рис.1.1. Вода поступає у водоприймач (оголовок) 1 та по самотічним трубам 2 подається до берегового колодязя 3, а із нього насосною станцією першого підйому (НС-I) до очисних споруд – відстійників 5 та фільтрів 6. Після очищення та знезаражування хлором або іншим засобом, вода подається до резервуарів чистої води (РЧВ) 7, від яких забирається насосною станцією другого підйому НС – II, і по водоводам 9 до баку водонапірної башти 10, після чого подається магістральною 11 та розподільчою 12 мережами до споживачів 13.

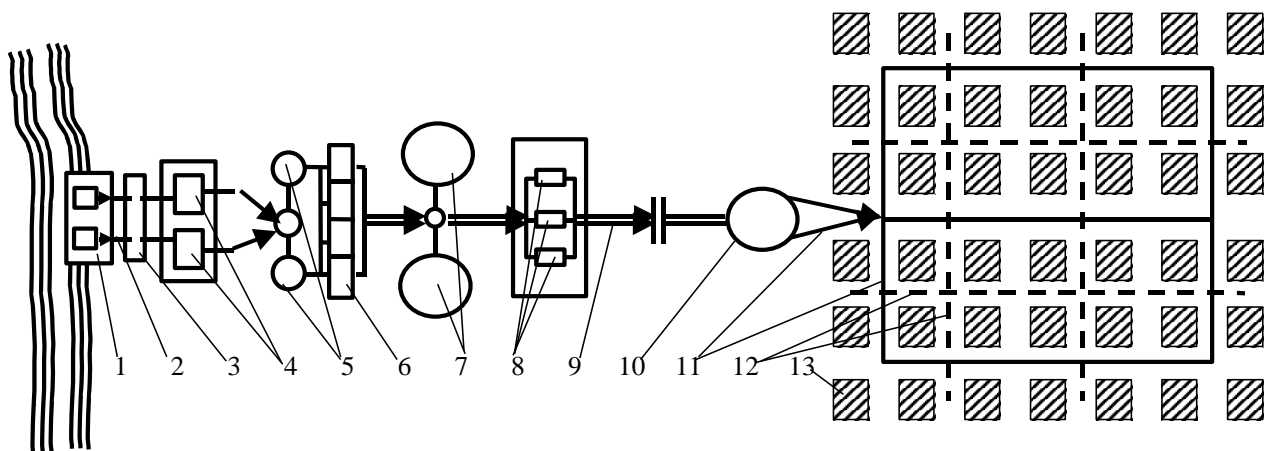


Рис.1.1 - Схема водопостачання населеного пункту:

1- оголовок, 2 – самотічні труби, 3 – береговий колодязь, 4 – насосна станція першого підйому, 5 – відстійники, 6 – фільтри, 7 – резервуари чистої води, 8 – насосна станція другого підйому, 9 – водоводи, 10 – водонапірна башта, 11 – магістральна мережа, 12 – розподільча мережа, 13 – водоспоживачі

Очисні споруди необхідні для очищення води від забруднювачів та придання воді необхідних фізичних, хімічних та бактеріологічних якостей. Їх робота найбільш ефективна при рівномірному постачанні води.

Насосна станція другого підйому будується із урахуванням режиму водоспоживання, який протягом доби нерівномірний. Регулювання нерівномірності роботи насосних станцій першого та другого підйомів досягається за рахунок влаштування РЧВ та водонапірних башт, гідропневмоустановок та гідроколон.

Водонапірні башти використовують для створення необхідного тиску води у мережі. У РЧВ, водонапірних баштах зберігається запас води на пожежогасіння.

Схеми водопостачання з **використанням підземних джерел** влаштовуються, як правило, без очисних споруд (рис.1.2). Вода подається безпосередньо до резервуарів чистої води.

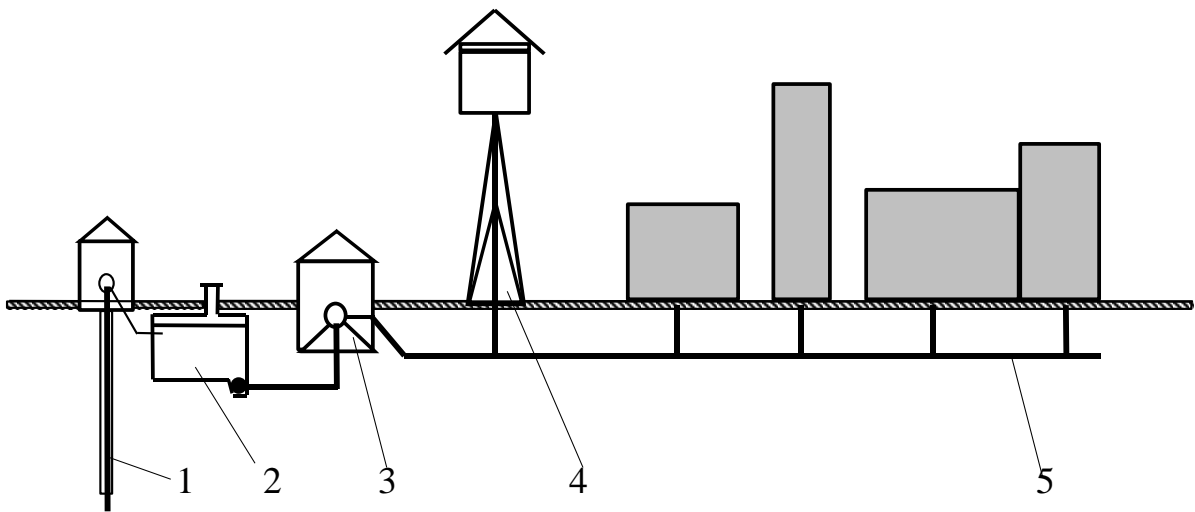


Рис.1.2 - Схема водопроводу на підземному джерелі:

1 - артезіанська свердловина з насосом, 2 – запасний резервуар, 3 – насосна станція другого підйому, 4 – водонапірна башта, 5 – водопровідна мережа.

При використанні підземних вод, а також при водопостачанні великих міст використовується схема водопостачання з **декількома джерелами водопостачання**. Як правило, джерела водопостачання розміщуються із різних сторін населеного пункту (рис.1.3). Таке водопостачання забезпечує більш рівномірний розподіл води в мережі.

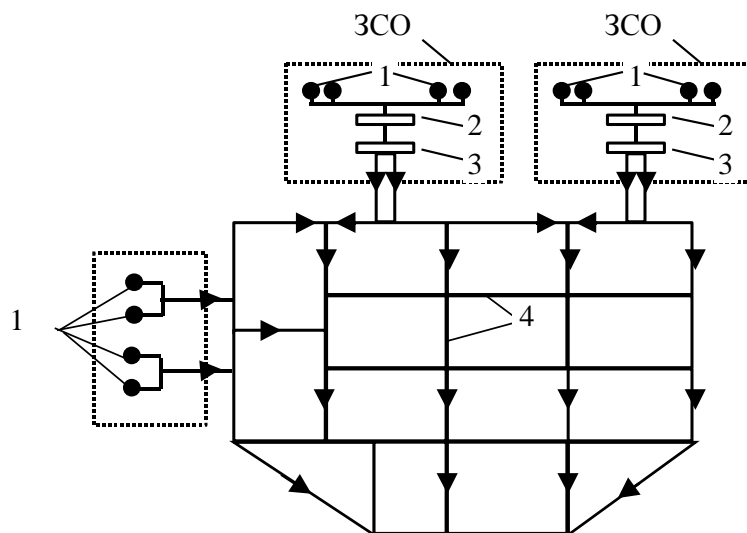


Рис.1.3 - Схема водопроводу із тристороннім живленням водою

1 – артезіанські свердловини, 2- запасні резервуари, 3 – насосні станції другого підйому, 4 – водопровідна мережа міста, ЗСО – зона санітарної охорони.

Централізована система водопостачання може бути розділена на декілька зон. **Зонні системи водопостачання** дозволяють зменшити тиск у водопровідних мережах та знизити затрати енергії на підйом води. Зонування може бути послідовне (рис.1.4) або паралельне (рис.1.5).

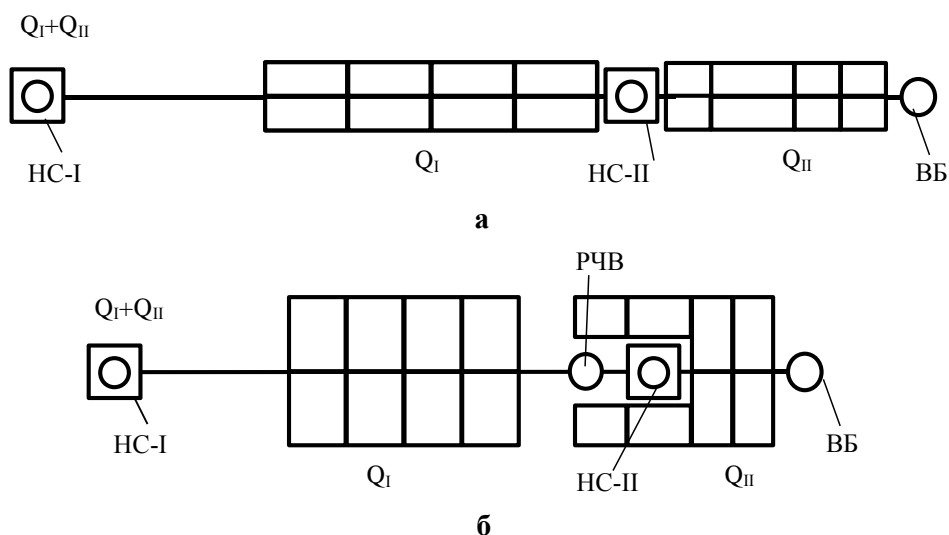


Рис.1.4 - Схема з послідовним зонним водопостачанням:

- а) з забором води в наступну зону безпосередньо із мережі;
- б) з забором води від резервуару.

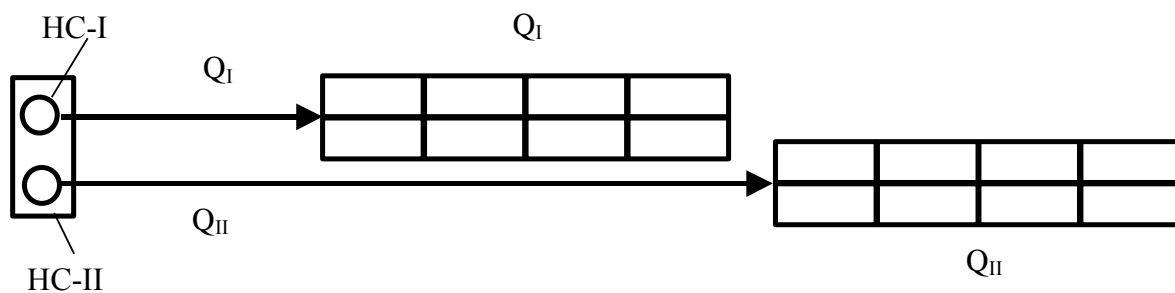


Рис.1.5 - Схема паралельного зонного водопостачання

При послідовному зонуванні насосна станція кожної зони постачає воду у кількості, необхідній для усіх зон, під тиском, необхідним тільки для цієї зони.

Насоси верхньої зони можуть брати воду безпосередньо із мережі нижньої зони (рис.1.4а), або від резервуару, розміщеного між зонами (рис.1.4б). Резервуар одночасно виконує роль джерела водопостачання для насосної станції верхньої зони та контррезервуара для мережі нижньої зони. Розміщується резервуар вище границі зон на такій висоті, що забезпечує необхідні напори у верхніх точках мережі нижньої зони.

При паралельній системі зонування вода подається у мережу кожної зони окремими групами насосів, що розміщені у загальній насосній станції, по окремим водопроводам (рис.1.5). Кожна група насосів подає кількість води, необхідну для обслуговування своєї зони, та створює напір, який забезпечує достатній тиск у найбільш віддаленій точці зони.

У невеликих населених пунктах, характерних для сільської місцевості, використовують прості, дешеві схеми водопостачання - **схема водопостачання малих населених пунктів**.

Якщо чисельність мешканців не перевищує 5000 осіб, згідно нормативним вимогам влаштовують об'єднаний водопровід високого тиску, що забезпечує господарчо-питні, виробничі та протипожежні потреби.

Розповсюдженою схемою для сільських водопроводів є схема із забором води від місцевих джерел за допомогою шахтних колодязів, або свердловин із прямою подачею до водопровідної мережі з включенням в схему водонапірної башти. Господарчо-питні потреби малих населених пунктів значно менше витрат води на пожежогасіння, або рівні їм. Таким чином, водопровід мусить забезпечити при пожежі подачу води у розмірах, значно більших ніж у звичайний час. Забезпечення цього можливо за рахунок підвищеної потужності насосних станцій, передбаченням пожежних резервуарів, збільшенням діаметрів труб, але це не завжди економічно доцільно. У таких випадках влаштовують тільки господарчо-питний водопровід, а воду на пожежогасіння забирають із пожежних водоймищ та резервуарів, розміщених біля водопроводів, які забезпечують поповнення пожежних запасів води.

Для відбору води на пожежні потреби встановлюють пожежні гідранти, для забору питної води – гідрант-колонки та водорозбірні колонки.

Для водопостачання населених пунктів, що не мають значних джерел водопостачання, використовують групові системи водопостачання, довжиною декілька сотень кілометрів. Десятки насосних станцій перекачують значні об'єми води – сотні та тисячі метрів кубічних за добу. Для регулювання водоспоживання біля насосних станцій влаштовують резервуари, де зберігаються запаси води на пожежогасіння.

Розглянемо деякі схеми водопостачання малих населених пунктів (рис.1.6). Схеми № 1, 2 призначені для селищних водопроводів високого та низького тиску, третя схема – тільки для низького тиску.

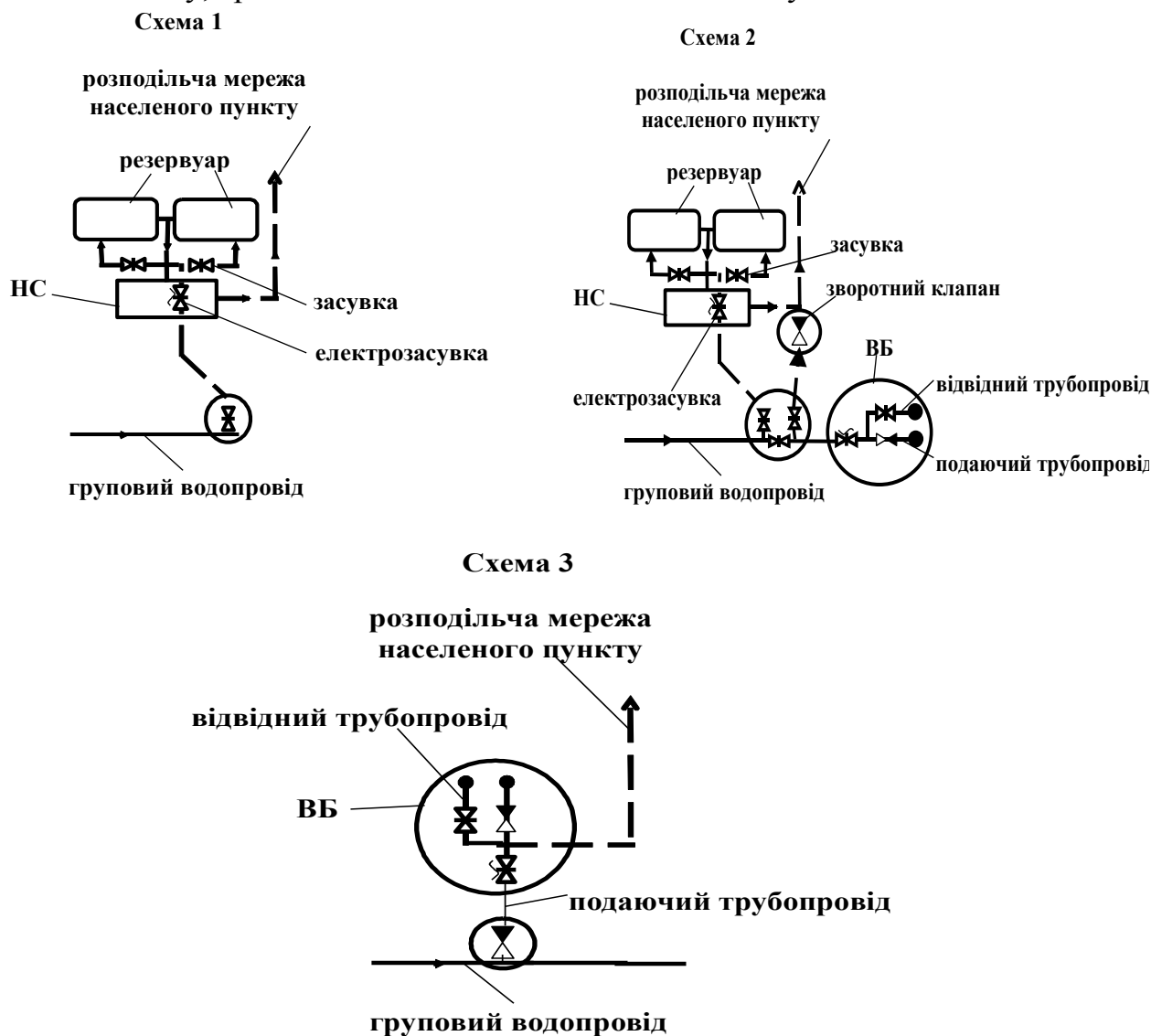


Рис.1.6 – Схеми приєднання селищних систем водопостачання до групового водопроводу

Згідно схеми 1, вода від групового водопроводу подається до резервуарів, із яких забирається насосами селищної станції і подається до розподільчої мережі селища. Насоси працюють цілодобово, нерівномірність водоспоживання регулюється ступеневою роботою насосів. Наповнення резервуарів та

зберігання недоторканого протипожежного запасу (НПЗ) у них досягається автоматично за допомогою електрозасувки на водопроводі у приміщенні насосної станції. Якщо насосна станція оснащена гідропневмоустановкою (ГПУ), робота господарчих насосів періодична – при повному водоповітряному баку ГПУ насоси вимикаються, при порожньому - знов вмикаються.

По схемі 2 вода від групового водопроводу одночасно подається до запасних резервуарів та баку водонапірної башти. Робота водонапірної башти відбувається при мінімальному водоспоживанні, коли подача води від водоводу дорівнює чи більше водоспоживання. До розподільчої мережі населеного пункту вода подається насосною станцією. При вмиканні пожежного насоса водонапірна башта автоматично вимикається від селищної мережі. Для цього на водоводі після башти розміщують зворотній клапан.

По схемі 3 вода від групового водопроводу по трубопроводу подається до баку водонапірної башти, а із неї до розподільчої мережі селища. Башта має два стояки, які подають та відводять воду від неї. На стояку, що подає воду до башти встановлюють засувку із електроприводом, яка автоматично вимикає або вмикає подачу води у залежності від рівня води у баку, водомір та зворотній клапан.

1.3 Схеми водопостачання промислових підприємств

Господарчо-питний водопровід промислового підприємства може живитися водою від магістрального міського водопроводу, або одночасно від підземних джерел – артезіанських свердловин та колодязів. Безпосередня подача води від міської мережі до внутрізаводської дозволяється у тому разі, коли міська мережа здатна забезпечити подачу води підприємству протягом доби під розрахунковим тиском в відповідності з його графіком водоспоживання. При цьому для забезпечення надійності водоспоживання, до підприємства від зовнішньої мережі необхідно мати не менш двох введів від різних ділянок.

Якщо вільний тиск у заводській мережі мусить бути більший, ніж у зовнішній міській мережі, влаштовують місцеві підвищуючі насосні станції (рис.1.7). Вони можуть забирати воду безпосередньо від магістральної мережі (рис.1.7а), або з резервуарів (рис.1.7б, 1.7в), що забезпечують збереження протипожежного запасу води та дотримання заданого графіку споживання води.

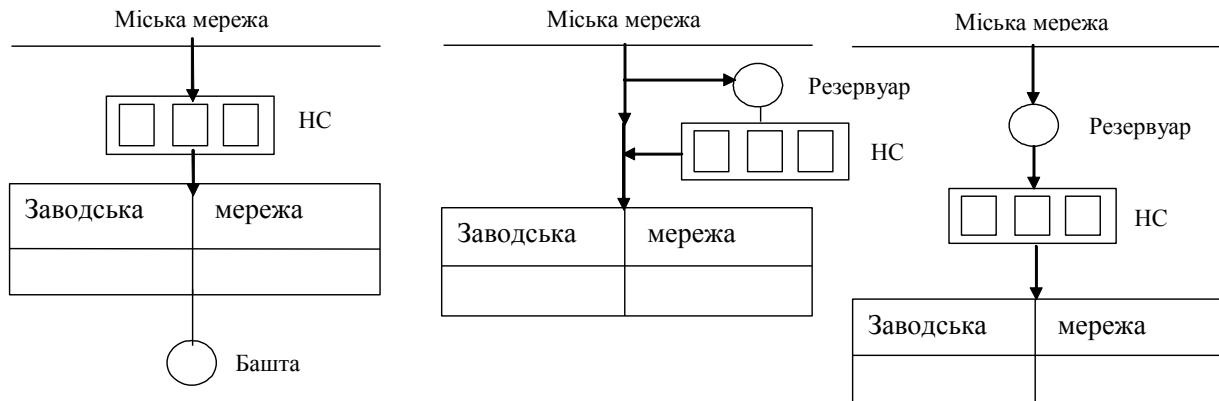


Рис.1.7 – Схеми подачі води від міського водопроводу в мережу підприємства:
 а) з забором води від магістральної мережі;
 б) і в) з забором води від резервуарів;

Заводські мережі водопостачання можуть бути прямоточними, зворотними та з послідовним використанням води.

1.3.1 Схеми прямоточного водопостачання

При прямоточному водопостачанні (рис.1.8) насосна станція 2, яка розташована біля водозабірної споруди 1, подає воду на виробничі потреби до цехів 7 по виробничій мережі 5. При цьому вода проходить спеціальну підготовку на очисних водопровідних спорудах 3. Після використання у виробничому процесі, вода поступає по каналізаційній мережі 6 без очищення до джерела водопостачання (у даному прикладі – до річки), або, при необхідності, на очисні споруди 8 для очищення. У разі необхідності подачі води під різним тиском, на насосній станції встановлюють декілька груп насосів, що постачають воду до окремих систем. Для господарчо-протипожежних вимог населеного пункту 9 та цехів підприємства 7, де потребується вода питної якості, вода подається по господарчо-протипожежній мережі 4 спеціальними насосами.

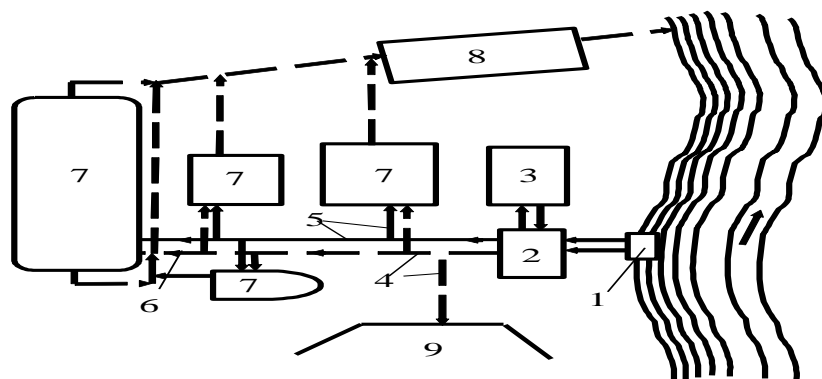


Рис.1.8 – Схема прямоточного водопостачання промислового підприємства

1.3.2 Схема зворотного водопостачання

При зворотному водопостачанні (рис.1.9) використана вода не скидається до системи водовідведення, як при прямоточному водопостачанні, а після обробки знов подається до виробничої мережі підприємства.

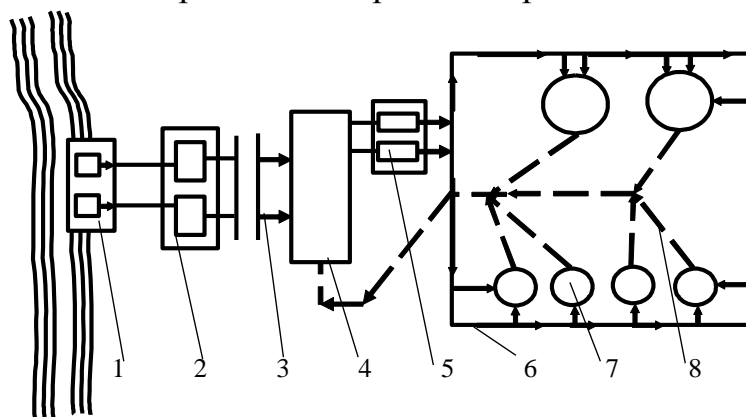


Рис.1.9 – Схема зворотного водопостачання промислового підприємства

Насосами 5 (рис.1.9) вода після охолодження на спорудах 4 подається по трубопроводам 6 до виробничих агрегатів 7. При використанні у виробничому процесі вода нагрівається. Для подальшого її використання підігріта вода поступає по трубопроводам 8 на охолодження до споруд 4 (градирні, бризкальні басейни, охолоджуючі ставки). Додаток свіжої води від джерела (поповнення витраченої води) відбувається насосами 2 по водоводам 3. Об'єм додатку складає 3-5% від кількості загального об'єму води у мережі.

1.3.3 Схема з послідовним використанням води

Схема з послідовним використанням води займає місце проміж прямоточним та зворотнім. Так, кількість води, яка відбирається від джерела при послідовному водопостачанні менш, ніж при прямоточному, але більше ніж при зворотному.

На одному і тому же підприємстві можуть бути різні схеми водопостачання, які обслуговують різні виробництва, цехи. Так, для деяких цехів може бути влаштовано зворотне водопостачання, а для інших – прямоточне, послідовне. Таким чином, кожна система водопостачання окремого виробництва – комбінована.

1.4 Вимоги до влаштування протипожежного водопроводу

Джерела водопостачання сільських населених пунктів та промислових підприємств можуть бути природними (річки, озера, моря) та штучними (резервуари, водоймища-копані, водоймища - полукопані, канали, водосховища, ставки). Вони успішно використовуються у пожежогасінні.

Згідно СНиП 2.04.02-84* протипожежне водопостачання із водоймищ або резервуарів можливо для підприємств із площею території не більше 20 га та категоріями виробництва Г та Д, якщо розрахункові витрати води на зовнішнє пожежогасіння не перевищують 20 л/с.

Дозволяється воно і для населених пунктів із кількістю мешканців не більше 5000 осіб та для окремо розташованих громадських будівель при узгодженні з органами державного пожежного нагляду.

Протипожежне водопостачання дозволяється не передбачати для окремих виробничих будівель I та II ступенів вогнестійкості обсягом не більше 1000 м³ із виробництвами категорії Д; для населених пунктів із кількістю населення до 50 осіб при забудові будинками до 2-х поверхів включно, для заводів по виробництву залізобетонних виробів та товарного бетону із будівлями I та II ступенів вогнестійкості, у робочих селищах, обладнаних мережами водопроводів при умові розміщення гідрантів на відстані не більш 200 м від будівель заводу.

При безводопровідному водопостачанні вода для гасіння пожежі подається мотопомпами, автонасосами, автоцистернами, а також стаціонарно влаштованими насосами.

Обсяг води, що забирається із водоймища, визначають згідно СНиП 2.04.02-84* із урахуванням потреби 3-х годинного гасіння пожежі

$$W = \frac{3 \cdot 3600 \cdot Q_{\text{пож}}}{1000}, \text{ м}^3 \quad (1.1)$$

де $Q_{\text{пож}}$ – витрати води на зовнішнє пожежогасіння, л/с.

Корисна ємність кожного водоймища на підприємствах, сховищах та великих населених пунктів мусить складати 100 – 500 м³. У місцях особистої забудови (сільські населені пункти, міста), корисна ємність таких водоймищ мусить бути у межах 50-150 м³.

Для влаштування водоймища вибирають місце із обов'язковим урахуванням наступних факторів:

1. наявності засобів забору і подачі води;
2. якості ґрунтів та рівня ґрунтових вод;
3. можливості та засобів наповнення водоймища водою;
4. зручності під'їзду пожежних автонасосів та цистерн;
5. близькості розташування водоймища до об'єкту або групи об'єктів, що потребують найбільших витрат води на пожежогасіння.

Відстань від водоймищ до будівель III, IV, V ступенів вогнестійкості та до відкритих складів горючих матеріалів мусить бути не менш ніж 30 м, до будинків I та II ступенів вогнестійкості – не менш 10 м.

До вододжерел влаштовують під'їзди для забезпечення одночасної роботи двох пожежних насосів.

Водоймища наповнюють водою пересувними автонасосами, транспортуючи її каналами, пожежними рукавами та іншими способами.

При заповненні пожежних водоймищ пожежними насосами від водопровідної мережі, можна використовувати рукавні лінії довжиною до 250 м, а при узгодженні із органами державного пожежного нагляду – до 500 м.

Якщо відсутні вододжерела, відкриті водоймища заповнюють за рахунок атмосферних опадів, для чого площадка біля нього має невеликий ухил 0,002-0,003 до нього.

Використання ґрунтових вод у якості природного постачання водоймищ дозволяється, якщо глибина їх залягання перевищує 5 метрів.

Питання для самоконтролю.

1. За якими признаками класифікуються системи водопостачання?
2. Надайте характеристику складових систем водопостачання населених пунктів.
3. Надайте характеристику складових систем водопостачання промислового підприємства.
4. Які вимоги висуваються до влаштування протипожежного водопроводу?

Лекція 2. Джерела водопостачання. Вимоги до якості води

2.1 Проблеми водопостачання в Україні

Керуючі документи:

- Закон України “Про загальнодержавну програму розвитку водного господарства”,
- Закон України №1859-IV “Про правові засади цивільного захисту”
- Закон України №1809-04 “Про захист населення і території від НС техногенного та природного характеру”,
- Закон України №4004-12 “Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення”
- Закон України №2918-III “Про питну воду та питне водопостачання”.
- ДСТ 2874-82 “Вода питна. Гігієнічні вимоги та контроль якості води”

У Законі України №2918-III “Про питну воду та питне водопостачання” зазначено:

Стаття 24. *Заходи щодо забезпечення питною водою у разі виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру.*

Органи місцевого самоврядування спільно з підприємствами питного водопостачання розробляють та затверджують спеціальні заходи на випадок виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру, що призводять до припинення централізованого водопостачання, які повинні забезпечувати:

- використання резервних джерел і систем питного водопостачання;
- застосування індивідуальних і групових засобів очищення і знезараження питної води;
- поставку фасованої питної води та води в ємностях для індивідуального і групового користування.

У разі виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру, що призводять до припинення постачання води споживачам, керівники підприємств питного водопостачання зобов'язані негайно в порядку, визначеному Законом України "Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру" (№1809-14), повідомити про це органи, які здійснюють державний контроль у сфері питної води і питного водопостачання, і вжити заходів щодо охорони джерел та систем централізованого водопостачання та ліквідації причин і наслідків цих надзвичайних ситуацій та організації роботи пунктів розливу питної води.

Вода - джерело життя на Землі і найважливіша складова частина всього живого. Вона входить до складу всіх органів і тканин людини і складає до 80% ваги людського тіла, підтримує усі фізіологічні процеси. Без споживання води людина гине через 4-5 діб. Постачання водою стало однією з найважливіших

проблем у житті і подальшому розвитку людства. Результати наукових досліджень підтвердили, що від чистоти води, уживаної для пиття, багато в чому залежить здоров'я людини. Тому питання очищення води заслуговує на велику увагу особливо при забезпеченні населення та об'єктів водою у всіх випадках надзвичайних ситуацій.

На сьогодні проблема водопостачання в нашій країні стоїть досить гостро. Причому, в різних регіонах України ця проблема має певну, характерну тільки для тих чи інших місць, специфіку. Так на сході питна вода не відповідає існуючим стандартам не тільки якісно, її просто не вистачає. Від цього потерпають Донецька, Луганська, Харківська, Дніпропетровська, Запорізька та Кіровоградська області. У Західному регіоні зовсім інша ситуація – високе стояння ґрунтових вод веде до значного бактеріального забруднення. Вживання цієї води призводить до спалахів вірусного гепатиту та гастроентероколіту. Так в районах Закарпаття та Прикарпаття мешканці гірських долин потерпають від інфекційних хвороб.

Згідно державного стандарту на сьогодні існує три категорії джерел водопостачання з поверхневих вод. Перша категорія – найбільш чиста. Друга і третя, відповідно – брудніша та ще більш забруднена. Спостерігається стрімке погіршення стану води. Внаслідок високого рівня техногенного навантаження на сьогодні водою другої категорії залишилось приблизно 30%. Тоді, як ще 10-15 років тому їх було близько 70%.

2.2 Джерела водопостачання. Властивості і коротка характеристика води

Загальна кількість води на землі складає приблизно 1,8 млрд. км³, при цьому прісні води складають приблизно 2 % (35 млн. км³). У природному стані вода ніколи не вільна від домішок. У ній розчинені різні гази і солі, зважені тверді часточки. Навіть прісною ми називаємо воду зі вмістом розчинених солей до 1 мг/л. Прісні водянні ресурси існують завдяки вічному круговороту води. У результаті випару утворюється гігантський обсяг води, який досягає 525 тис.км³ у рік. 86 % цієї кількості приходить на солоні води Світового океану і внутрішніх морів – Каспійського, Аральського й ін.; інше випаровується на суші, причому половина завдяки транспірації вологи рослинами.

Всього 2 % гідросфери приходить на прісні води, але вони постійно відновляються. Швидкість поновлення і визначає доступні людству ресурси. Велика частина прісних вод – 85 % зосереджена в льодах полярних зон і льодовиків. Швидкість водообміну тут менше, ніж у океані, і складає 8000 років. Поверхневі води суші обновляються приблизно в 500 разів швидше, ніж в океані. Ще швидше, приблизно за 10-12 доби, обновляються води рік.

Джерелами водопостачання міст, селищ, промислових підприємств служать:

- **поверхневі води** (ріки, канали, озера, штучні водоймища, атмосферні

опади, у деяких випадках використовують морську воду);

- **підземні води** (артезіанські, ґрунтові, джерельні).

Для забезпечення людей водою в надзвичайній ситуації застосовуються:

- джерела підземної води (водозабірні свердловини, шахтні колодязі, кяризи, джерела);

- поверхневі джерела (ріки, озера, водосховища, моря);

- атмосферні опади (дощова вода і вода від таяння снігу і льоду).

Ріки і канали з великими витратами води і швидким плином, тобто зі швидкою змінністю води, дають можливість через визначений час користуватися проточною водою, іноді навіть без спеціального очищення.

Підземні води надійно захищені від масового зараження, включаючи радіоактивне зараження, отруйні речовини і бактеріальні засоби, однак водопостачання від підземних джерел коштує дорожче і не завжди може дати велику кількість води. Найчастіше підземні джерела забезпечують водою невеликі і середні населені пункти, підприємства з обмеженою витратою води. В загальному балансі водоспоживання підземні води складають близько 15 %. Система водопостачання великих міст, як правило, базується на поверхневих джерелах, (підземні води відіграють допоміжну роль).

2.2.1 Підземні води

Об'єм підземних вод складає приблизно 0,5 млрд. км³ при цьому залягають вони на різних глибинах.

Підземні води можуть бути:

- напірні з верхнім водопроникним шаром (верховодка і ґрунтові води),
- не напірні міжпластові, артезіанські напірні.

Верховодка залягає на глибині до 5 м над водонепроникними породами. Характерною відміною верховодки є невелика площа розповсюдження і мала потужність водоносного шару, сезонність існування і невеликі запаси води, а також можливість забруднення з поверхні землі.

Ґрунтові води, як правило, залягають на глибині 15-20 м на водонепроникному шарі (водоупорі). Рівень ґрунтових вод встановлюється в свердловині на той глибині, на якій вони були розкриті.

Ґрунтові води широко використовуються в водопостачанні, але вони можуть легко забруднюватися стоком із вигрібних ям, тваринницьких ферм та т.п. Тому при використанні таких ґрунтових вод необхідно забезпечити надійну санітарну перевірку та охорону ділянки водозабору.

Швидкість проникнення підземних вод залежить від пористості гірської породи, через яку вона проникає. Так, через крупну гальку за добу вода може проникати на 200 м, через пісок на 10 м, через глину на 1 м.

Пласти гірських порід, які не пропускають воду, називаються водоупорними. Водоупорні пласти складаються із глини, граніту, піщаника, глинистого сланцю і т.п.

Ненапірні міжпластові і напірні (артезіанські) води захищені зверху водонепроникними шарами і залягають, як правило, на глибині 50-100 м і більше. Артезіанська вода – вода високої якості та не потребує очищення і широко використовується в водопостачанні. В маловодних районах підземні води не мають повсюдного розповсюдження звичайно характеризуються підвищеною мінералізацією.

2.2.2 Поверхневі джерела

По теперішнім даним ресурси поверхневих джерел складаються з:

- морів і океанів – 1350 млрд. км³ з мінералізацією 35 г/л,
- полярних льодовиків - 30-50 млн. км³ прісної, але недоступної для використання,
- рік і озер - 0,4 млн. км³ прісної і доступної для використання.

Поверхневі джерела характеризуються великою різноманітністю якості води. Більшість великих і проточних водоймищ звичайно забруднено побутовими, виробничими і сільськогосподарськими стоками, а суднохідні ріки і озера – нафтопродуктами.

Проточні водоймища бувають найбільше забруднені на ділянках нижче населених пунктів і промислових районів (підприємств).

В поверхневих водоймищах якість води звичайно погіршується під час танення снігу і в період дощів, а в неглибоких проточних і слабопроточних також і при наявності льодового покриву.

Поверхневі водоймища, лід і атмосферні опади можуть бути заражені радіоактивними і отруйними речовинами і хвороботворними організмами.

Концентрація радіаційних речовин у воді з часом зменшується за рахунок: радіоактивного розпаду, поступлення у водоймища незараженої води, випадіння радіоактивних частинок на дно, сорбції радіоізотопів природними частками. У водоймища можуть попадати у небезпечній кількості гербіциди, реактивні палива, а також інші хімічні речовини. Небезпечні концентрації отруйних речовин можуть зберігатися в непротічних водоймищах від кількох годин до кількох місяців.

Найбільша небезпека для зараження водних джерел хвороботворними бактеріями є збудники холери, брюшного тифу, сапа, сибірської язви, ботуменічний токсин. Поверхневі джерела містять невисоку кількість солей але є озера і моря з підвищеною і навіть високою солоністю.

2.3 Вимоги до якості води

Якість води – це сукупність фізичних, хімічних, біологічних та бактеріологічних показників, які задовольняють вимоги споживачів. Вимоги до

якості води нормуються державними галузевими стандартами або технічними умовами.

Водокористування – це використання водних об'єктів для задоволення потреб населення та об'єктів господарської діяльності.

Водокористування класифікується за такими ознаками:

- **за цілями водокористування** – господарсько – питне, комунально – побутове, промислове, сільськогосподарське, для потреб енергетики, для рибного господарства, для водного транспорту та лісоповалу, для лікування та курортних потреб тощо;

- **за об'єктами водокористування** – поверхневі, підземні, внутрішні та територіальні морські води;

- **за способом використання** – з вилученням води та її поверненням, з вилученням води без повернення, без вилучення води;

- **за технічними умовами водокористування** – із застосуванням технічних споруд, без застосування споруд.

У залежності від цілей водокористування джерела водопостачання поділяються на дві категорії:

- до 1 категорії відносяться водні об'єкти, що використовуються як джерела централізованого господарсько – питного водопостачання, а також для водопостачання підприємств харчової промисловості;
- до 2 категорії відносяться водні об'єкти для культурно - побутових цілей і ті, що знаходяться в межах населених пунктів.

Вимоги щодо складу та властивостей води регламентуються в залежності від категорій водних об'єктів.

При водокористуванні має місце водоспоживання, котре може бути безповоротним, повторним, оборотним. З метою раціонального використання води запроваджено норми споживання води на одного мешканця та умовну одиницю продукції, характерну для кожної з галузей промисловості.

Відповідно до Закону України "Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення" державний нагляд за виконанням санітарно-гігієнічних і протиепідемічних правил та норм якості питної води на всій території України покладений на органи державної санітарно-епідеміологічної служби Міністерства охорони здоров'я України (СЕС). Вода повинна бути безпечною в епідеміологічному відношенні, нешкідливою за своїм хімічним складом і мати добрі органолептичні властивості. Питна вода у міській розподільчій мережі повинна відповідати таким державним стандартам та регламентуючим документам:

- Державний стандарт ДСТ 2874-82: "Вода питна" (контроль якості води за цим документом передбачає перевірку якості води за 28 показниками).
- Державні санітарні правила і норми (СанПіН) 383-96: "Вода питна. Гігієнічні умови до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання." №136/1940-96 (передбачає контроль за 55 показниками)

- ДСТ 2761-84: "Джерела централізованого господарсько-питного водопостачання: Гігієнічні норми і правила вибору";
- ДР-97: "Допустимі рівні радіонуклідів цезію-137 та стронцію-90 у харчових продуктах та питній воді";
- Норми радіаційної безпеки НРБУ-97.

Згідно цих державних стандартів якості води контролюється за такими показниками:

- кількість завислих речовин;
- кількість плаваючих речовин;
- температура (оптимальна величина для питної води від 7 до 11 градусів Цельсія);
- водневий показник рН (у питній воді рН повинен знаходитися у діапазоні 6,5 – 8,5; мале значення рН переважно викликає корозію труб, що може спричинити погіршення якості води);
- мінеральний склад;
- розчинний кисень;
- біологічно повне споживання кисню (БПК_{повн});
- хімічне споживання кисню (ХСК);
- наявність збудників захворювань;
- кількість бактеріологічних забруднень;
- кількість хімічних речовин.

Для санітарної оцінки води використовуються показники:

- гранично допустимі концентрації речовин у воді (ГДК),
- орієнтовано допустимі рівні речовин у воді (ОДР); лімітуючі ознаки шкідливості (санітарно – токсикологічна, загально – санітарно, органолептична з розшифруванням властивостей: запаху, впливу на колір, утворення піни та плівки, присмак);
- клас небезпеки речовин.

Хімічні речовини за класом небезпеки поділяються на :

1 клас – надзвичайно небезпечні; 2 – клас – високо небезпечні.

Згідно ДСТ 2761-84 джерело може бути використано для господарчо-питних потреб, якщо якість води відповідає наступним вимогам (табл. 2.1):

Таблиця 2.1 –Вимоги до якості води вододжерел

Найменування	Параметр
Вміст сухого осадку, мг/л	1000
Вміст сульфатів, не більше, мг/л	500
Вміст хлоридів, не більше, мг/л	350
Загальна жорсткість, не більше мг-екв/л	7
<i>Середня кількість кишкових паличок в 1 л води, не більш:</i>	
Для джерел, які будуть використовуватися тільки з	1000

хлоруванням	
Для джерел, які будуть використовуватися тільки з повною очисткою та з хлоруванням	1000
Запах та присмак при температурі не більше 20 °С, бали	3

Відповідно до ДСТ №2874-82, якість води, що подається споживачам, повинна постійно задовольняти наступним вимогам (табл. 1.2):

Таблиця 1.2 – Основні вимоги до якості питної води

Найменування	Параметр
Запах та присмак при температурі не більш 20 °С, бали	2
Кольоровість за шкалою не більш, град	20
Прозорість за шрифтом не менш, см	30
Загальна жорсткість не більш, мг-екв/л	7
Вміст не більш, мг/л	
Свинцю	0.1
Миш'яку	0.05
Фтору	1.5
Міді	3.0
Цинку	5.0
Загальна кількість бактерій в 1 мл не більше	100
Кількість кишкових паличок в 1 л не більше	3
Титр кишкової палички не менше	300

Жорсткість води більшості річок, озер і водосховищ не перевищує допустимої для питного вживання.

Температура поверхневих джерел непостійна, доходячи влітку до 20 °С і більше, взимку, особливо в річках, де вона приближається до 0 °С. В річках з швидкими течіями і пізнім льодоставом вода може переохолоджуватись з утворенням шуги і донного льоду, які забивають сітки водоприймачів.

Таким чином, використання води з поверхневих джерел для питних потреб без обеззараження, знешкодження, дезактивації недопустима.

Питання для самоконтролю.

1. Які основні нормативні документи, що регламентують вимоги до якості води?
2. Які існують проблеми з водопостачанням та шляхи їх вирішення?
3. Як класифікуються джерела водопостачання?
4. За якими ознаками класифікується водокористування?
5. Які вимоги висуваються до якості питної води?

Лекція 3. Режим водоспоживання в населених пунктах

3.1 Режими водоспоживання

Споживання води населенням на протязі року нерівномірне. Влітку її витрачають більше, ніж взимку. Також нерівномірне водоспоживання на протязі доби та тижня. Режим водопостачання мусить відповідати фактичним витратам води споживачами. Тому прогнозування режиму водоспоживання є важливим моментом проектування водопроводів.

При проектуванні водопроводів промислових підприємств режим витрат води на промислові та господарчі потреби залежить від технології виробництва та його структури.

Режим водоспоживання населених пунктів визначається у залежності від різноманітних факторів, пов'язаних із умовами життя та трудовою діяльністю мешканців. Визначення режиму водоспоживання вирішується шляхом аналізу статичних даних по фактичним режимам водоспоживання у населеному пункті, виявленні основних факторів, що впливають на характер режиму водоспоживання (чисельність населення, кліматичні умови, рівень індустріалізації населеного пункту та інше).

Розглянемо стандартний графік водоспоживання (рис.3.1).

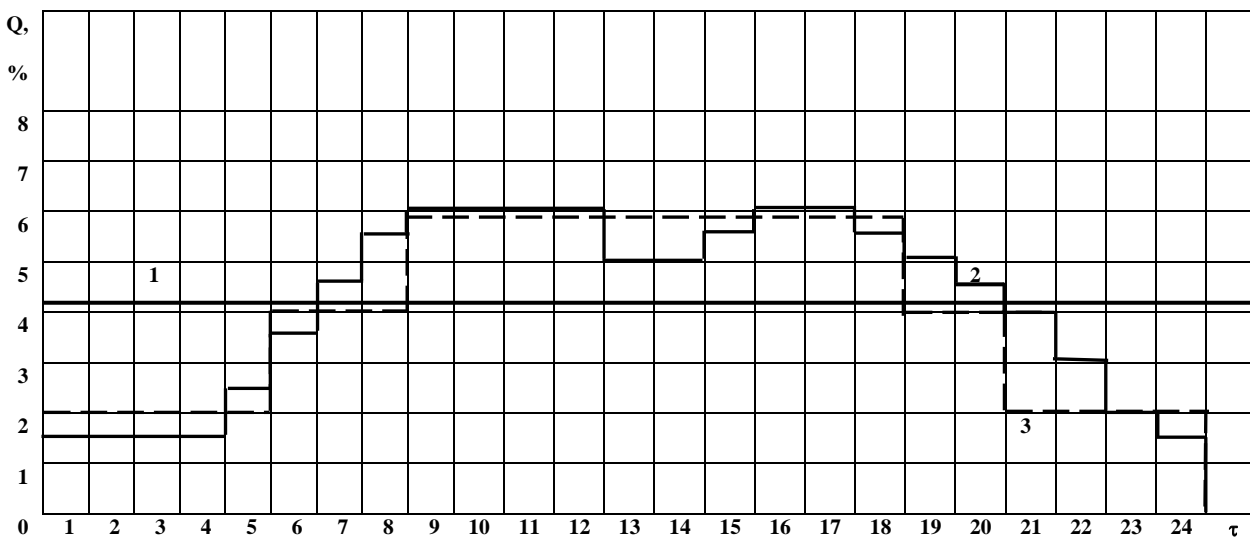


Рис.3.1 - Графік водоспоживання:

1 – режим роботи НС-I; 2 – режим водоспоживання; 3 – режим роботи НС-II

На протязі доби вода споживається нерівномірно: вдень витрати більше, ніж уночі. Коливання споживання води по годинам залежить від кількості населення: чим менше населений пункт, тим значніше ця нерівномірність. Споживання води також змінюється на протязі години. Однак при розрахунках дозволяється приймати споживання води у годину постійним.

Відношення витрат води у годину максимального водоспоживання $Q_{г.макс.}$ до середніх витрат води на годину $Q_{г.сер.}$ називають коефіцієнтом максимальної годинної нерівномірності водоспоживання

$$K_{г.макс.} = \frac{Q_{г.макс.}}{Q_{г.сер.}} \quad (3.1)$$

Аналіз режиму водоспоживання населених пунктів різного типу дозволяє побудувати графіки характерних коливань витрат води на протязі доби (рис.3.1). Годинні витрати води визначені у відсотках від добових витрат. Відношення найбільшої ординати до середньої (4,17 %) дає коефіцієнт максимальної годинної нерівномірності $K_{г.макс.}$. Погодинні графіки водоспоживання за добу можливо дати у вигляді таблиці. У таблиці 3.1 показані витрати води у окремі часи доби (у відсотках від добових витрат) при $K_{г.макс.} = 1,25$ – для великих, $K_{г.макс.} = 1,35$ – середніх, $K_{г.макс.} = 1,5$ – невеликих міст.

Використання графіка водоспоживання дозволяє визначити найбільш економічний режим роботи насосної станції НС-II, розрахувати об'єм запасних резервуарів та бака водонапірної башти.

Таблиця 3.1 - Водоспоживання у містах по годинах доби

Години доби	Часткові витрати води, % від добових при $K_{г.макс.}$		
	1,5	1,35	1,25
0-1	1,5	3	3,35
1-2	1,5	3,2	3,25
2-3	1,5	2,5	3,3
3-4	1,5	2,6	3,2
4-5	2,5	3,5	3,25
5-6	3,5	4,1	3,4
6-7	4,5	4,5	3,85
7-8	5,5	4,9	4,45
8-9	6,25	4,9	5,2
9-10	6,25	5,6	5,05
10-11	6,25	4,9	4,85
11-12	6,25	4,7	4,6
12-13	5	4,4	4,6
13-14	5	4,1	4,55
14-15	5,5	4,1	4,75
15-16	6	4,4	4,7
16-17	6	4,3	4,65
17-18	5,5	4,1	4,35
18-19	5	4,5	4,4
19-20	4,5	4,5	4,3
20-21	4	4,5	4,3
21-22	3	4,8	4,2
22-23	2	4,6	3,75
23-24	1,5	3,3	3,7

Години доби	Часткові витрати води, % від добових при $K_{г.макс.}$		
	1,5	1,35	1,25
Усього	100	100	100

3.2 Норми господарчо-питного водоспоживання

3.2.1 Норми водоспоживання в населеному пункті

Загальні витрати води на господарсько-питні потреби населення пропорційні кількості мешканців у населеному пункті. Питомі витрати води, тобто витрати на одну особу, залежать від характеру санітарно-технічного обладнання будівель, благоустрою населеного пункту та кліматичних умов та приймається за допомогою таблиці 3.2.

Середньодобові витрати води на господарчо-питні потреби у населеному пункті визначають:

$$Q_{доб.сер.} = \frac{q_m N}{1000}, \text{ м}^3/\text{доб}, \quad (3.2)$$

де: q_m – норма водоспоживання на одного мешканця (табл. 3.2); N – розрахункова кількість мешканців.

Таблиця 3.2 - Норми господарчо-питного водоспоживання у населених пунктах

Ступінь благоустрою районів житлової забудови	Питоме середньодобове (за рік) водоспоживання на господарсько – питні потреби в населених пунктах на одного жителя, л/доб
Забудова будівлями, обладнаними внутрішнім водопроводом та каналізацією: без ванн	125 – 160
з ванними та місцевими водонагрівачами	160 – 230
з центральним гарячим водопостачанням	230 – 350

Добові витрати води при найбільшому водоспоживанні розраховують:

$$Q_{доб.макс.} = K_{доб.макс.} \cdot Q_{доб.сер.}, \text{ м}^3/\text{доб}, \quad (3.3)$$

де $K_{доб. макс.}=1.1 \div 1,3$ – коефіцієнт добової нерівномірності водоспоживання, що враховує уклад життя населення, режим роботи підприємства, рівень благоустрою будинку, зміни водоспоживання по сезонам року.

Максимальні погодинні витрати води визначають:

$$q_{г.макс.} = \frac{K_{г.макс.} \cdot Q_{г.макс.}}{24}, \text{ м}^3/\text{год}. \quad (3.4)$$

де $K_{г.макс.} = \alpha_{макс.} \cdot \beta_{макс.}$ - коефіцієнт годинної нерівномірності водоспоживання;

$\alpha_{макс.} = 1,2 \div 1,4$ - коефіцієнт, що враховує ступінь благоустрою будинку, режим роботи підприємства та інші місцеві умови;

$\beta_{макс.}$ - коефіцієнт, що враховує кількість мешканців у населеному пункті, приймається за таблицею 3.3.

Таблиця 3.3 - Значення коефіцієнта $\beta_{макс.}$

Кількість мешканців, тис. чол.	1	1,5	2,5	4	6	10	20	50	100	300	1000 і більше
$\beta_{макс.}$	2	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,15	1,1	1,05	1

Добові витрати води у населеному пункті, в якому є райони із різним ступенем благоустрою житлової забудови, слід визначати, як суму добових витрат по окремим районам, які у свою чергу розраховують по кількості мешканців та відповідній нормі водоспоживання.

Витрати води на господарчо-питні потреби на промисловому підприємстві визначаються у залежності від розміру тепловиділення (табл. 3.4).

Таблиця 3.4 - Норми господарчо-питного водоспоживання на промислових підприємствах

Види цехів	Норма на одного робочого q_p , л/см	Коефіцієнт годинної нерівномірності водоспоживання $K_{г.}$
З тепловиділенням більш 20 кал/м ³ год	45	2,5
У інших цехах	25	3

Середні витрати води за зміну:

$$Q_{зм.сер.} = \frac{q_{п.} \cdot N}{1000}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (3.5)$$

де N – кількість працюючих за зміну; $q_{п.}$ – норма води на одного працюючого, л/зм.

Середньогодинні витрати води:

$$Q_{г.сер.} = \frac{Q_{зм.сер.}}{\tau_{зм}}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (3.6)$$

де $\tau_{зм}$ – час роботи однієї зміни, год.

Максимальні витрати води у одну годину визначають з урахуванням коефіцієнта годинної нерівномірності водоспоживання $K_{г}$:

$$Q_{г.макс.} = K_{г} \cdot Q_{г.сер.}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (3.7)$$

На підприємствах, де працівники приймають душ після зміни, додатково враховують витрати води у душових із розрахунку 500 л/год на 1 душову кабінку на протязі 45 хвилин після закінчення зміни. Кількість душових сіток розраховують у залежності від кількості працюючих у максимальну по кількості осіб зміну та санітарної характеристики виробництва (табл.3.5).

Таблиця 3.5 - Розрахункова кількість робочих, що приймають душ на 1 душову сітку

Група виробничих процесів	Санітарні характеристики	Розрахункова кількість робочих на 1 душову сітку
1	Не викликають забруднення одягу та рук	15
	Викликають забруднення одягу та рук	7
2	Із виділенням великої кількості пилу або особливо забруднених речовин	3
	Із застосуванням води	5

Загальні витрати води на полив території можливо визначити в залежності від кількості мешканців у населеному пункті, умовно рахуючи, що витрати на одного мешканця складають 50-90 л/доб з урахуванням типу покриття території, виду насаджень, кліматичних умов.

3.2.2 Норми витрат води на виробничі потреби промислових підприємств

Витрати води на виробничі потреби залежать від характеру технологічного процесу, характеристик обладнання та часу його експлуатації, якості самої води. При цьому витрати води визначаються на одиницю продукції. Наприклад, загальні витрати води сучасного металургійного заводу або комбінату на 1 т виплавного чавуну із переробкою його на сталь та прокат досягають 200-250 м³, на виготовлення 1 тони газетного папера – 500 м³ та інше. На аналогічних виробництвах витрати води на одиницю продукції, як

правило, різні, що залежить від ефективності виробництва та оптимізації використання води у технологічному процесі.

При зворотному водопостачанні “основна” вода застосовується у зворотному циклі після очищення та охолодження. Витрати води у наслідок її втрати при непродуктивних явищах процесу поповнюють за рахунок “свіжої” води із зовнішнього джерела. Так, на нафтопереробних заводах, де на 1 т. нафти, що переробляється, витрачається до 120 м³ води (для конденсації, охолодження та відмивки нафтопродуктів), застосовують зворотні системи водопостачання. При цьому у виробництво повертається біля 94 % води, втрати – 6 %.

Витрати води на сільськогосподарські потреби також визначаються технологією виробництва. Витрати води на фермах та сільськогосподарських комплексах залежать від виду споживачів з урахуванням коефіцієнта нерівномірності водоспоживання у годину.

3.2.3 Норми витрат води на пожежогасіння

При гасінні пожежі у населених пунктах, громадських та промислових будівлях вода витрачається від пожежних кранів та гідрантів, запасних та водонапірних споруд, систем автоматичного пожежогасіння, лафетних стволів. При цьому водопровідні споруди мусять пропускати одночасно об’єми води, необхідні на пожежогасіння та господарчо-питні потреби у час пожежі.

Загальні розрахункові витрати води на пожежогасіння $Q_{\text{ПОЖ}}$ складаються з суми зовнішніх витрат води від гідрантів $Q_{\text{ЗОВ}}$ та внутрішніх – від пожежних кранів $Q_{\text{ВН}}$, а також від стаціонарних спринклерних та дренчерних установок автоматичного пожежогасіння:

$$Q_{\text{ПОЖ}} = Q_{\text{ЗОВ}} + Q_{\text{ВН}} + Q_{\text{УСТ}}, \text{ л/с}, \quad (3.8)$$

При об’єднаному водопроводі ці витрати мусять бути забезпечені з урахуванням найбільшого водоспоживання на інші потреби населеного пункту або промислового підприємства, за винятком витрат на полив території, прийняття душа, мийку технологічного обладнання, обробку підлоги.

Витрати води на зовнішнє пожежогасіння $Q_{\text{ЗОВ}}$ населених пунктів та кількість розрахункових одночасних пожеж згідно СНиП 2.04.02-84* визначають у залежності від чисельності населення та поверховості забудови.

Витрати води на пожежогасіння у районах з одно - та двохповерховою забудовою, які входять до населених пунктів із більшою поверховістю будівель, визначають окремо – з урахуванням чисельності мешканців цих районів. Загальні витрати води встановлюють по чисельності всього населення, сумуючи дані для змішаної забудови.

При зонному водопостачанні розрахункові витрати води на зовнішнє пожежогасіння визначають для кожної зони окремо у залежності від кількості мешканців у неї.

Розрахункова кількість одночасно можливих пожеж для об'єднаного протипожежного водопроводу населеного пункту та промислового підприємства або сільськогосподарського промислового комплексу наведені у таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 - Визначення кількості одночасних пожеж при об'єднаному водопроводі населеного пункту і промислового підприємства

Площа території підприємства, га	Кількість мешканців в населеному пункті, тис. чол.	Розрахункове число одночасних пожеж
До 150	До 10	1 пожежа (на підприємстві або в населеному пункті – по найбільшій витраті)
До 150	Від 10 до 25	2 пожежі (по одній на підприємстві та в населеному пункті)
Більш 150	До 25	2 пожежі (дві на підприємстві чи дві в населеному пункті – по найбільшій витраті)

Розрахункові витрати води на зовнішнє пожежогасіння від гідрантів на промисловому підприємстві або сільськогосподарському промисловому комплексі залежать від категорії пожежної небезпеки виробництва, ступеню вогнестійкості будівель, об'єму будівлі та її конструктивних особливостей.

3.3 Вільні напори у системах водопостачання

Гідростатичний тиск у зовнішній водопровідній мережі встановлюють із урахування висоти будівель. Мінімальний вільний тиск у мережі водопроводу населеного пункту при господарчо-питному водоспоживанні на ввіді до будинку над поверхнею землі мусить прийматися при одноповерховій забудові не менш 10 метрів водного стовпа, при більшій поверховості на кожен поверх слід прибавити додатково 4 м. У часи мінімального водоспоживання тиск на кожен поверх дозволяється приймати рівним 3 м.

Для окремих будівель підвищеної поверховості доцільно використовувати схеми систем зонного водопостачання.

У протипожежних водопроводах низького тиску вільний напір при пожежогасінні мусить бути достатнім для забору води від гідрантів пожежними насосами. Згідно СНиП 2.04.02-84* мінімальний вільний тиск на позначці (рівні) поверхні землі у цьому разі приймається рівним 10 метрам.

Гідростатичний тиск у мережах зовнішнього та внутрішнього господарчо-питного, або господарчо-протипожежного водопроводів мусить не

перевищувати 60 м.в.ст. Такий максимальний тиск забезпечує надійність експлуатації пристроїв водоспоживання та трубопроводів, а також відповідає необхідним межах витрат води. При зонному водоспоживання будівель підвищеної поверховості тиск біля найбільш низько розташованих пожежних кранів у зоні мусить бути не більш 90 м. в. ст. Для цього використовують відповідні технічні рішення.

Максимальний розмір гідростатичного тиску у зовнішніх протипожежних водопровідних мережах високого тиску із лафетними стволами на об'єктах підвищеної пожежної небезпеки (підприємства нафтопереробної та хімічної промисловості, лісобіржах та складах для зберігання паливно-мастильних матеріалів та інше) може досягати 150 м.

Вільний тиск у зовнішніх протипожежних водопроводах залежить від характеристик технологічного процесу та обладнання.

Питання для самоконтролю

1. Від чого залежить та як визначається коефіцієнт годинної нерівномірності?
2. На які потреби споживається вода в населеному місті?
3. Як визначаються витрати води на потреби різних груп споживачів?
4. Чому дорівнюють мінімальні та максимальні вільні напори в зовнішніх мережах низького та високого тиску?

Лекція 4. Гідрравлічний розрахунок водопровідних мереж

4.1 Мета гідрравлічного розрахунку водопровідної мережі

Метою гідрравлічного розрахунку водопровідних мереж є:

1. визначення економічно обґрунтованих діаметрів труб, які забезпечують пропуск всіх необхідних витрат води, а також подачу води на пожежогашіння;
2. визначення втрат напору у мережі для проектування напірних та запасних споруд.

Гідрравлічний розрахунок водопровідної мережі об'єднаного водопроводу здійснюють при двох режимах її роботи:

1. У звичайний час, тобто при постачанні розрахункових витрат води $Q_{розр}$ на господарчо – питні $Q_{г-п}$, промислові $Q_{вир}$, душові потреби $Q_{душ}$

$$Q_{розр} = Q_{г-п} + Q_{вир} + Q_{душ} \quad (4.1)$$

2. При пожежі - коли водопровідна мережа повинна додатково забезпечити пропуск води на пожежогашіння $Q_{пож}$, при цьому витрати води на душ не враховують:

$$Q_{розр}^{пож} = Q_{г-п} + Q_{вир} + Q_{пож} \quad (4.2)$$

4.2 Послідовність розрахунку зовнішньої водопровідної мережі

Для визначення діаметрів труб, водопровідну мережу необхідно розділити на розрахункові ділянки.

Ділянкою називається частина водопровідної мережі, протягом якої всі її характеристики (діаметр та матеріал труб, витрати води та інші) залишаються без змін. Розрахункова ділянка починається та закінчується **вузлами**, з яких вода подається до споживачів. Кількість води, що забирається від вузла окремими споживачами є **вузловою витратою**.

Для кожного вузла повинен виконуватися **Перший закон Кірхгофа**: сума витрат води у вузлі повинна дорівнювати нулю, якщо витрати води, що входять до вузла умовно прийняти за позитивні, а що виходять з вузла – за негативні: $\sum q = 0$.

Виходячи з цього, витрати води розрахункової ділянки знаходяться як сума вузлових витрат вище розташованого вузла (за напрямком руху води) та витрат ділянок що прилягають до цього вузла

$$q_{i-j} = q_j + \sum_{k=0}^{\infty} q_{j-k}, \quad (4.3)$$

де q_{i-j} - витрати води на ділянці, що розташована між вузлами i та j , л/с;

q_j - витрати води вузла j , яким закінчується ділянка $i-j$, в відношенні до напрямку руху води, л/с;

$\sum_{k=0}^{\infty} q_{j-k}$ - сумарні витрати води ділянок, що прилягають до вузла j та знаходяться вище його за напрямком руху води, л/с.

Визначення витрат води на ділянках мережі починають з диктуючої точки та закінчують точкою живлення мережі.

Диктуюча точка – це точка мережі, яка найбільше віддалена від джерела водопостачання або знаходиться на самій високій відмітці в порівнянні з точкою живлення мережі. При розрахунку водопровідної мережі втрати напору частини мережі, що з'єднує точку живлення з диктуючою, максимальні в порівнянні з втратами напору інших напрямків руху води.

По визначеним витратам води по ділянкам розраховують діаметри труб за формулою

$$d_{i-j} = \sqrt{\frac{4q_{i-j}}{1000\pi v}}, \text{ м} \quad (4.4)$$

де q_{i-j} – витрати води на розрахунковій ділянці, л/с; v - швидкість руху води, м/с.

Діаметр труб вибирається з урахуванням оптимальної швидкості руху води, при якій тверді суміші не відкладаються на стінках труб, а також зменшення витрат на монтажні та експлуатаційні роботи. Величина швидкості руху води при звичайній роботі водопроводу приймається для малих діаметрів труб 0,7 – 1,2 м/с, а для великих - 1 – 1,5 м/с. При роботі мережі під час пожежі швидкість руху води в трубах не повинна перебільшувати 2 – 2,5 м/с. При цьому вибір діаметрів труб здійснюється лише при розрахунку мережі до пожежі, тому що для об'єднаного водопроводу одна і та ж мережа подає воду при двох режимах її роботи. При подачі пожежних витрат води, збільшуються втрати напору в мережі, якщо діаметри труб визначені без урахування цього, втрати напору будуть дуже великими, що не допустимо. Для запобігання цьому, визначені до пожежі діаметри труб перевіряють на можливість пропуску пожежних витрат води, при цьому швидкість руху води в трубах не повинна перебільшувати зазначених величин:

$$v_{i-j} = \frac{4q_{i-j}}{\pi d_{i-j}^2} \leq 2,5 \text{ м/с} \quad (4.5)$$

Якщо при розрахунку ці умови не виконуються, необхідно збільшити діаметри труб та повторити перевірку. При розрахунку діаметрів труб можливо використання значень таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 - Визначення діаметрів труб по швидкості руху води

Витрати, л/с	Внутрішній діаметр d, мм							
	100	125	150	200	250	300	350	400
1	0,13							
2	0,245							
3	0,37	0,24						
4	0,49	0,315	0,22					
5	0,61	0,39	0,274					
6	0,73	0,47	0,33					
7	0,86	0,55	0,384	0,217				
8	0,98	0,63	0,44	0,248				
9	1,1	0,71	0,493	0,279				
10	1,22	0,79	0,548	0,31				
12	1,47	0,94	0,66	0,37	0,24			
14	1,71	1,1	0,77	0,434	0,278			
16	1,96	1,26	0,88	0,5	0,32	0,22		
18	2,2	1,42	0,99	0,56	0,36	0,247		
20	2,45	1,52	1,1	0,62	0,4	0,2785	0,205	
22	2,69	1,73	1,21	0,68	0,44	0,3	0,226	
24	2,94	1,89	1,32	0,74	0,48	0,33	0,246	
26	-	2,05	1,43	0,81	0,52	0,357	0,267	0,206
28	-	2,2	1,53	0,87	0,56	0,385	0,287	0,22
30	-	2,36	1,64	0,93	0,6	0,41	0,308	0,237
32	-	2,52	1,75	0,99	0,64	0,44	0,328	0,253
34	-	2,68	1,86	1,05	0,68	0,467	0,349	0,269
36	-	2,83	1,97	1,12	0,72	0,495	0,369	0,285
38	-	2,99	2,08	1,18	0,76	0,52	0,39	0,3
40	-	-	2,19	1,24	0,84	0,55	0,41	0,316
42	-	-	2,3	1,3	0,86	0,58	0,43	0,33
44	-	-	2,41	1,36	0,88	0,6	0,45	0,35
46	-	-	2,52	1,43	0,92	0,63	0,47	0,36
48	-	-	2,63	1,49	0,95	0,66	0,49	0,38
50	-	-	2,74	1,55	0,99	0,69	0,51	0,395

Для розрахунку втрат напору на ділянках мережі:

$$h_{i-j} = Al_{i-j}q_{i-j}^2 = S_{i-j}q_{i-j}^2, \text{ м} \quad (4.6)$$

де А – питомий опір труб; $S_{i-j} = Al_{i-j}$ – опір трубопроводу довжиною l_{i-j} (табл.4.2); l_{i-j} - довжина розрахункової ділянки, м.

Таблиця 4.2 - Значення опору S чавунних труб

Довжина трубопроводу	Внутрішній діаметр d, мм						
	100	125	150	200	250	300	350
50	0,015585	0,004836	0,0018555	0,0004046	0,0001264	0,000047425	0,000021825
100	0,03117	0,009672	0,003711	0,0008092	0,0002528	0,00009485	0,00004365
150	0,046755	0,014508	0,0055665	0,0012138	0,0003792	0,000142275	0,000065475
200	0,06234	0,019344	0,007422	0,0016184	0,0005056	0,0001897	0,0000873
250	0,077925	0,2418	0,0092775	0,002023	0,000632	0,000237125	0,000109125
300	0,09351	0,029016	0,011133	0,00242276	0,0007584	0,00028455	0,00013095
350	0,109095	0,033852	0,0129885	0,0028322	0,0008848	0,000331972	0,000152775
400	0,12468	0,038688	0,014844	0,0032368	0,0010112	0,0003794	0,0001746
450	0,140265	0,043524	0,0166995	0,0036414	0,0011376	0,000426825	0,000196425
500	0,15585	0,04836	0,018555	0,004046	0,001264	0,00047425	0,00021825
550	0,171435	0,053196	0,0204105	0,0044506	0,0013904	0,000521675	0,000240075
600	0,18702	0,058032	0,022266	0,0048552	0,0015168	0,0005691	0,0002619
650	0,202605	0,062868	0,0241215	0,0052598	0,0016432	0,000616525	0,000283725
700	0,21819	0,067704	0,025977	0,0056644	0,0017696	0,00066395	0,00030555
750	0,233775	0,07254	0,0278325	0,006069	0,001896	0,000711375	0,000327375
800	0,24936	0,077376	0,029688	0,0064736	0,0020224	0,0007588	0,0003492
850	0,264945	0,0822212	0,0315435	0,0068782	0,0021488	0,000806225	0,000371025
900	0,28053	0,087048	0,033399	0,0072828	0,0022752	0,00085365	0,00039285
950	0,296115	0,091884	0,0352545	0,0076874	0,0024016	0,000901075	0,000414675
1000	0,3117	0,09672	0,03711	0,008092	0,002528	0,0009485	0,0004365

Втрати напору у місцевих опорах зовнішньої водопровідної мережі складають до 5 % від втрат напору по довжині трубопроводу, тому загальні втрати визначають:

$$h_{i-j}^{\text{заг}} = 1,05 \cdot h_{i-j}, \text{ м} \quad (4.7)$$

4.3 Гідравлічний розрахунок тупикової мережі

Тупикову водопровідну мережу розраховують як систему послідовно з'єднаних трубопроводів. Перед початком розрахунку складають схему водопроводу, на якій у місцях розміщення водоспоживачів зосереджують вузлові витрати (рис.4.1). Розрахунок розпочинають з основної (магістральної) мережі, рухаючись навпроти потоку води від диктуючої точки до точки живлення мережі.

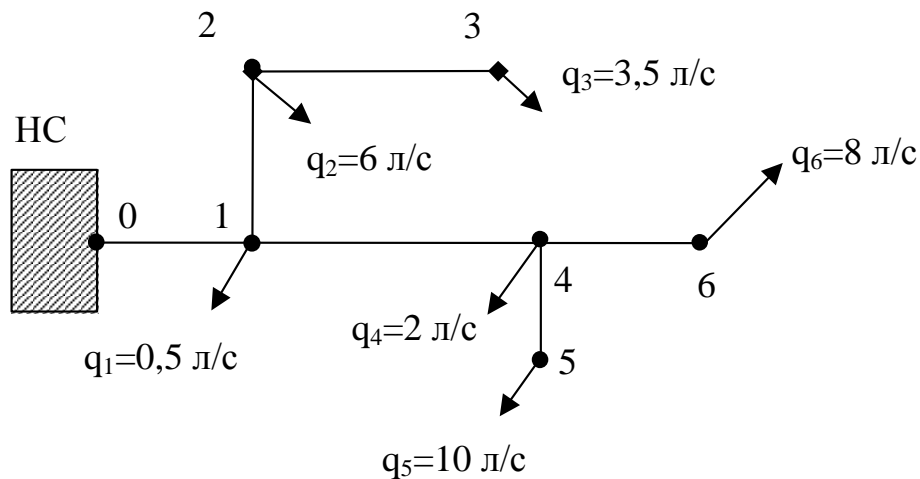


Рис.4.1 - Розрахункова схема тупикової мережі:
1 – 6 – точки відбору води.

Для цієї схеми розрахунковий напрямок буде: 6-4-1-0. На початку визначають розрахункові витрати води на кожній ділянці мережі (4.3)

$$\begin{aligned}
 q_{4-6} &= q_6 = 8 \text{ л/с}, \\
 q_{4-5} &= q_5 = 10 \text{ л/с}, \\
 q_{1-4} &= q_4 + q_{4-6} + q_{4-5} = 2 + 8 + 10 = 20 \text{ л/с}, \\
 q_{2-3} &= q_3 = 3,5 \text{ л/с}, \\
 q_{1-2} &= q_2 + q_{2-3} = 6 + 3,5 = 9,5 \text{ л/с}, \\
 q_{0-1} &= q_1 + q_{1-2} + q_{1-4} = 0,5 + 9,5 + 20 = 30 \text{ л/с}.
 \end{aligned}$$

Розрахував витрати води, при відомих швидкостях за таблицю 4.1 приймають діаметри труб та визначають втрати напору для кожної ділянки мережі. Сума втрат напору магістральної частини від точки живлення мережі до диктуючої точки складає втрати напору мережі:

$$h_M = \sum A l_{i-j} q_{i-j}^2, \text{ м},$$

з урахуванням втрат напору в місцевих опорах втрати напору складуть:

$$h_M = 1,05 \cdot (h_{4-6} + h_{1-4} + h_{0-1}), \text{ м}.$$

4.4 Гідравлічний розрахунок кільцевої мережі

Розрахунок кільцевих водопровідних мереж значно складніший, ніж розрахунок тупикових, тому що діаметри труб визначаються по витратам води, але ці витрати не відомі, до того ж так саме не відомі напрямки руху води на ділянках мережі. Тому розрахунок кільцевих водопровідних мереж проводиться методом послідовного приближення.

Розглянемо водопровідну мережу, яка складається із одного кільця (рис.4.2).

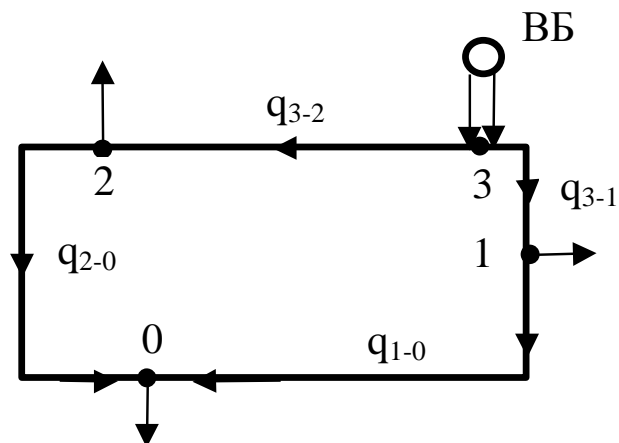


Рис.4.2 – Розрахункова схема кільцевої водопровідної мережі:
0-3 – точки відбору води

На початку розрахунку вибираємо диктуючу точку, яка також буде точкою зустрічі потоків води. Виходячи з цього задаємося можливим напрямком руху потоків. Точка зустрічі потоків, як правило, співпадає з точкою одних із максимальних та найбільш віддалених витрат води. Припустимо, що точка зустрічі потоків є точка 0, до неї від точки 1 прямують витрати q_{0-1} , а від точки 2 – витрати q_{0-2} .

Тоді, враховуючи перший закон Кірхгофа та (4.3), витрати води у кільці визначаються таким чином:

$$q_0 = q_{0-1} + q_{0-2};$$

$$q_{2-3} = q_{0-2} + q_2;$$

$$q_{1-3} = q_{0-1} + q_1;$$

$$q_3 = q_{1-3} + q_{2-3}$$

Знаючи вузлові витрати води, можливо знайти всі витрати на ділянках мережі. Для цього припустимо, що до точки 0 по ділянкам 2-0 та 1-0 вода рухається в однаковій кількості, тобто:

$$q_{0-1} = q_{0-2} = \frac{q_0}{2}.$$

По попередньо розподіленим витратам води та економічно доцільним швидкостям (табл. 4.1) вибираємо діаметри труб та визначаємо втрати напору на кожній ділянці.

Після цього необхідно визначити втрати напору в півкільцях, які розділюють кільце за напрямками руху води, тобто кожне півкільце починається з точки живлення та закінчується точкою зустрічі потоків. Для даного прикладу (рис.4.2) перше півкільце складається з ділянок 3-1-0, а друге – з ділянок 3-2-0. Ділянки в півкільце між собою з'єднані послідовно, тому втрати напору в півкільце можна визначити як суму втрат напору на ділянках, що складають це півкільце, наприклад:

$$h_{3-1-0} = h_{3-1} + h_{1-0},$$

$$h_{3-2-0} = h_{3-2} + h_{2-0}.$$

Втрати напору в півкільцях повинні бути однаковими між собою, тому що лише при цих умовах точкою зустрічі потоків може бути точка 0. Таким чином, для кожного кільця повинен виконуватися **Другий закон Кірхгофа**: сума втрат напору в кільце повинна дорівнювати нулю, якщо прийняти за позитивні втрати напору ділянок, де вода рухається за годинниковою стрілкою, та за негативні – де проти годинникової стрілки: $\Sigma h = 0$.

Але на практиці не завжди можливо строге виконання другого закону Кірхгофа, тому допускається перебільшення втрат напору одного півкільця над другим на величину нев'язки Δh , гранична величина якої повинна прийматися наступною:

- до пожежі до 0,5 м (за модулем),
- під час роботи мережі при пожежі до 1 м (за модулем).

Якщо такого співвідношення не виконується, то витрати води, що постачаються до нульової точки, задані не вірно. У цьому разі необхідно зменшити величину витрат води на перевантажених ділянках та збільшити на ту саму величину витрати води недовантажених ділянок, після чого зробити повторний розрахунок. Такий процес має назву “ув'язки” мережі методом послідовного приближення, а витрати води що додаються або забираються від витрат води ділянок – поправочні (Δq).

Припустимо, що при розрахунку мережі, яка складається з одного кільця (рис.4.2) в півкільцях витрати води на ділянках постійні, тобто:

$$q_1 = q_2 = 0,$$

тоді витрати води:

- в першому півкільці - $q_I = q_{0-1-3}$;

- в другому півкільці - $q_{II} = q_0 - 2 - 3$.

Нев'язка в кільці дорівнює

$$\Delta h = h_I - h_{II} = S_I q_I^2 - S_{II} q_{II}^2.$$

Припустимо, що в результаті розрахунку була одержана позитивна величина, тобто втрати напору в першому півкільці більше втрат напору другого півкільця. А це свідчить за те, що перше півкільце перевантажено. Для усунення нев'язки, необхідно перерозподілити навантаження в кільці - зменшити витрати води першого півкільця на Δq , та збільшити витрати другого півкільця на ту саму величину. Тоді можна записати:

$$S_I (q_I - \Delta q)^2 = S_{II} (q_{II} + \Delta q)^2,$$
$$S_I (q_I^2 - 2q_I \Delta q + \Delta q^2) = S_{II} (q_{II}^2 + 2q_{II} \Delta q + \Delta q^2).$$

Розміром Δq^2 зважаючи на її малість, порівняємо із іншим, можна зневажити. Після чого будемо мати:

$$\Delta q = \frac{S_I q_I^2 - S_{II} q_{II}^2}{2(S_I q_I - S_{II} q_{II})} = \frac{\Delta h}{2(S_I q_I - S_{II} q_{II})},$$

тоді

$$\Delta q = \frac{\Delta h}{2 \sum S q}.$$

Якщо мережа складається з трьох та більше кілець, як правило, одного поправочного розрахунку не достатньо, тобто величина нев'язки знов перебільшує граничні значення. В такому випадку, необхідно знов визначити величину поправочної витрати води та виконати наступний поправочний розрахунок. Так виконується розрахунок до того, поки не буде виконуватися другий закон Кірхгофа з урахуванням можливої величини нев'язки.

Питання для самоконтролю

1. Сформулюйте мету гідравлічного розрахунку водопровідної мережі при різних режимах її роботи.
2. Як використовують закони Кірхгофа при виконанні гідравлічного розрахунку водопровідних мереж?
3. Як визначити втрати напору у тупиковій та кільцевій мережах?
4. Назвіть способи визначення діаметрів труб.

Лекція 5. Забезпечення надійності подачі води споживачам. Насосні станції

5.1 Класифікація насосних станцій

Насосні станції (НС) у мережах водопостачання – це складний комплекс механічного обладнання, трубопроводів, енергетичного обладнання, склад яких змінюється у залежності від їх призначення.

Різноманітність джерел водопостачання, технологічних вимог та експлуатації насосних станцій визначає специфіку їх призначення.

За призначенням НС поділяються на НС першого (НС-I) та другого підйомів (НС-II), підвищуючі (ПНС), циркуляційні (ЦНС). НС-I постачають воду до очисних споруд від джерела водопостачання, а у тому випадку, коли очистка не потрібна, безпосередньо до резервуарів чистої води (РЧВ), водонапірної башти (ВБ), розподільчої водопровідної мережі, інші споруди у залежності від схеми водопостачання. НС-I можуть бути спільними із водоприймальними спорудами, або розміщуватися у окремій будівлі. Частіше їх заглиблюють нижче рівня землі, щоб не перевищувати максимальну висоту всмоктування насосів. Для зручності розміщення обладнання (трубопроводів та інше) вони будуються у формі прямокутника. На НС-I встановлюються робочі та резервні насоси. кількість робочих насосів рекомендується приймати не менш двох, а резервних – в залежності від категорії надійності насосної станції згідно СНиП 2.04.02-84*.

Якщо у схемі водопостачання відсутні очисні споруди, продуктивність роботи НС-I розраховують на максимальні витрати води на господарчо-питні та промислові потреби, та повні витрати води на пожежогашіння. При цьому не враховують витрати води на полив території, миття підлог та промислового обладнання.

НС-II призначені для постачання води від РЧВ по водоводам та водопровідним мережам до споживачів. Іноді НС-II блокують із очисними спорудами.

Підвищуючі насосні станції (ПНС) призначені для подачі води під підвищеним тиском у місцеву водопровідну мережу. При цьому вода із однієї мережі під збільшеним тиском подається до іншої мережі (району, міста, окремої будови). Крім того, ПНС влаштовують у будівлях підвищеної поверховості для збільшення тиску води у системі водопостачання.

Цехові насосні станції (ЦНС) використовують у зворотних системах водопостачання промислових підприємств. При цьому частина насосів подає воду на промислові потреби, а інші відпрацьовану воду до очисних споруд, або на охолодження.

За заглибленістю НС відносно поверхні землі можуть бути наземні, заглиблені, шахтного типу. Найбільш надійні насосні станції при їх влаштуванні на нулевій відмітці.

За розміщенням насосів – із вертикальним або горизонтальним розташуванням обладнання.

За рівнем використання систем автоматичного управління насосними станціями – часткове, або повне автоматичне управління роботою насосних станцій.

За надійністю роботи НС поділяються на три категорії (СНиП 2.04.02-84*):

- *першої категорії надійності* - не дозволяється перерва у постачанні води (пожежні насосні станції, НС об'єднаних господарчо – виробничо - протипожежних водопроводів);
- *другої категорії надійності* - дозволяється перерва у постачанні води на час, необхідний для вмикання резервного енергопостачання (НС протипожежних та об'єднаних водопроводів при наявності у мережі ємностей із протипожежним запасом води під розрахунковим тиском);
- *третьої категорії надійності НС* - дозволяється перерва у водопостачанні на термін ліквідації аварії, але не більше однієї доби (НС протипожежних та об'єднаних водопроводів при витратах води на зовнішнє пожежогасіння до 20 л/с із чисельністю населення у населеному пункті до 5000 осіб, а також при постачанні води по одному водоводу).

5.2 Конструкція та експлуатація насосних станцій

Всмоктуючи трубопроводи мусять бути максимально герметичними, кількістю не менше двох (для забезпечення надійності роботи насосної станції). При виключенні одної лінії всмоктування, інші повинні пропускати повні витрати води для I та II категорії надійності НС, та 70 % розрахункових витрат для III категорії надійності. Насоси встановлюють “під залив”. Якщо відцентрові насоси приєднані до міської водопровідної мережі, то вони постійно знаходяться під тиском.

Підбір насосів виконують по характеристикам із урахуванням різноманітних режимів водоспоживання. При відомих розрахункових витратах води, тиску, висоти всмоктування по характеристикам, зазначеним у таблиці 5.1, вибираємо марку насоса із урахуванням ККД, швидкості обертів вала насоса та можливості паралельної роботи декількох насосів.

Таблиця 5.1 - Вибір марки насоса

Марка насоса	Подача		Повний напір, м	Вакууметрич на висота всмоктування, м	Потужність на валу насоса, кВт	Частота обертання, об/хв
	м/год	л/с				
2К-6	10	2,8	34,5	8,7	1,8	3000
	30	8,4	24	5,7	3,1	3000
2К-6б	10	2,8	22	8,7	1,2	3000

Марка насоса	Подача		Повний напір, м	Вакууметрич на висота всмоктування, м	Потужність на валу насоса, кВт	Частота обертання, об/хв
	м/год	л/с				
	25	7	16,4	7,6	1,7	3000
3К, 3КМ-6	30,6	8,6	58	7	8,8	3000
	61	17	45	4,5	12,5	3000
3К-6а, 3КМ-6а	27,7	7,7	47	7	6,7	3000
	56	15,6	33,5	4,5	9	3000
3К-9	30	8,4	34,8	7	4,6	3000
	54	15	27	2,9	5,8	3000
4К-6	65	18,1	98	6,2	29	3000
	117	32	72	3,5	38,2	3000
4К-8, 4КМ-8	65	18,1	61	6	16,5	3000
	112	31,2	45	4	20,1	3000
4К-12, 4КМ-12	65	18,1	40	6,5	9,8	3000
	112	31,2	27,5	3,5	12	3000
4К-18	60	16,7	25,7	5,4	5,6	3000
	100	28	18,9	4,2	6,7	3000
4К-18а	50	14	20,7	5,4	3,9	3000
	90	25	14,3	5,2	4,7	3000
6К-8	122	34	36,5	6,5	16,5	1500
	198	55	28	5,5	20,7	1500
6К-8б	106	29	26	6,5	10,9	1500
	170	43	18	5,5	14	1500
6К-12а	108	30	18	6,8	6,8	1500
6КМ-12а	165	46	14	5,5	8,5	1500
4НДв-60	180-150	50-42	97-104	2-3,3	75	3000
	108-90	30-25	22-24	6,5	14	1500
5НДв-60	180-125	50-35	26-30	6,8-7,3	30	1500
	250-150	70-42	31-40	4,6-7	40-30	1500
6НДв-60	360-216	100-60	32-42	4-5,5	55	1500
	360-250	100-70	46-54	4-5	75-55	1500

У об'єднаних водопроводах низького тиску влаштовують групу насосів, що забезпечують усі потреби, у тому числі і протипожежні. Однак, якщо вони не забезпечують розрахункового тиску, необхідного для гасіння пожежі, додатково використовують пожежні насоси.

При автоматичному управлінні насосною станцією, одночасно із подачею команди на вмикання пожежного насосу мусить автоматично зніматися блокування, що не дозволяє витрачатися воді з недоторканого протипожежного запасу.

У водопроводах високого тиску одночасно із подачею команди на вмикання пожежних насосів мусять автоматично вимикатися усі насоси іншого призначення та замикаються засувки на трубопроводі, який постачає воду до водонапірної башті, резервуару або баку гідропневматичних установок.

Згідно СНиП 2.04.02-84* для безперервної подачі води на пожежогашіння у НС-II окрім основних насосів мусять бути встановлені резервні насоси, які мають подачу та тиск, не менш ніж найбільших основних насосів. Кількість резервних насосів визначається у залежності від категорії надійності НС (таблиця 5.2).

Таблиця 5.2 - Визначення кількості резервних насосів

Кількість робочих насосів (включно із пожежними)	Кількість резервних насосів для різних категорій надійності		
	I	II	III
1	2	1	1
2-3	2	1	1
4-6	2	2	1
7-9	3	3	2
10 та більше	4	4	3

Сучасні насосні станції керуються за допомогою засобів автоматизації контролю та управління технологічними та електричними параметрами НС (автоматичний контроль рівня води, тиску, витрат води, напруги та інше). При цьому широко використовують мікропроцесорну техніку.

Для забезпечення безперебійного енергопостачання на трансформаторних підстанціях насосних станцій влаштовують резервні трансформатори, які на 100% замінюють існуючі. Кількість напірних водопроводів – не менше 2-х.

Якщо для приведення в дію насосів використовують двигуни внутрішнього згорання, то в НС влаштовують витратні ємності із рідиною: бензин – до 250 л., дизельне паливо – до 500 л. При цьому приміщення відокремлюються від машинної зали негорючими конструкціями із межею вогнестійкості не менш ніж 2 години.

Приміщення насосних станцій мусять бути обладнані первинними засобами пожежогашіння: пожежними кранами та вогнегасниками. Якщо насосна станція обладнана двома ручними пінними вогнегасниками, а при двигунах внутрішнього згорання потужністю до $2,2 \cdot 10^2 \text{ кВт}$ – 4 вогнегасниками. У НС при обладнанні із більш ніж $2,2 \cdot 10^2 \text{ кВт}$ слід мати додатково 2 вуглекислотних вогнегасника, діжку із водою ємністю 250 л, азбестове рядно, або кошму розміром 2x2 м.

Насосні станції для підвищення тиску у мережі аналогічні по характеристикам НС-II.

5.3 Забезпечення надійності насосних станцій

Основною умовою виконання насосами насосної станції своєї задачі, тобто подачі необхідної кількості води з необхідним напором до споживачів, є забезпечення надійності їх роботи в розрахункових умовах.

Одним з методів підвищення надійності НС є резервування. Методи резервування – структурний, навантажений, функціональний, временний.

Структурний метод резервування має на увазі використання на станції додаткових елементів, наприклад, резервних насосів, трубопроводів, запірної - регулюючої апаратури. Основний показник структурного резервування є кратність:

$$m = \frac{k - n}{n}, \quad (5.1)$$

де k – загальна кількість насосів або інших елементів однакового призначення, n - кількість робочих елементів.

Відрізняють три типи структурного резервування: **навантажений, ненавантажений, полегшений**. Навантажений режим характерний для запірної - регулюючої апаратури, всмоктуючих та напірних трубопроводів, коли резервні елементи працюють одночасно із основними. Для насосів використовують ненавантажений режим, тобто резервні насоси не працюють до аварії основних агрегатів.

Для станції з нерівномірним режимом роботи резервні насоси працюють у полегшеному режимі, ніж основні, тобто, маємо полегшений режим резервування.

Навантажений режим резервування використовує спроможність насосів та інших елементів станції збільшити постачання води при вмиканні частини з них. Такий метод властивий для насосів, напірних та всмоктуючих труб. При наявності навантаженого резерву загальна кратність резерву перевищує кратність структурного резервування.

Функціональний метод резервування використовує спроможність заміни устаткування різного призначення. Наприклад, при проектуванні господарчо-питних, пожежних та інших насосів враховується можливість виконання ними додаткових функцій: дублювання один одного, створення тиску при аварії водопровідних мереж та інше.

Временний резерв – використання резерву на протязі доби роботи насосної станції. Такий резерв може створюватися, наприклад, шляхом використання насосів із подачею, яка перевищує добову. Цей метод застосовують у схемах водопостачання з регулюючими ємностями.

Треба мати також на увазі, що підвищення надійності роботи НС потребує збільшення витрат на будівництво та експлуатацію. Тому кратність резерву обґрунтовують техніко-економічними розрахунками.

Таким чином, основні вимоги по забезпеченню надійності насосних станцій:

1. Влаштування резервних насосів:
 - а) до робочих агрегатів на НС-II низького тиску додають протипожежні насоси;

б) при розміщенні тільки пожежних насосів, або для об'єднаних протипожежних водопроводів високого тиску необхідно мати тільки 1 резервний насос;

в) влаштування протипожежних насосів без резервних дозволяється для населених пунктів з витратами води на зовнішнє пожежогасіння до 20 л/с і промислових підприємств із категорією пожежної небезпеки Г та Д I та II ступеня вогнестійкості виробничих будівель зі стінами, що не згоряють;

2. Насоси мусять бути забезпечені енергоживленням від двох незалежних джерел.

3. Кількість всмоктуючих та напірних труб на НС I та II категорії надійності мусять бути не менш 2-х, влаштування однієї всмоктувальної мережі дозволяється для НС III категорії надійності та протипожежних насосних станцій при розміщенні одного робочого протипожежного насоса.

4. При розміщенні у НС I та II категорії надійності спеціальних пожежних насосів (тобто на насосних станціях високого тиску) ці насоси мусять мати окремі всмоктуючі патрубки.

5. Трубопроводи у насосних станціях мусять бути сталевими.

6. Для вибору діаметрів труб та арматури слід керуватися швидкістю води у трубах (табл.5.3).

Таблиця 5.3 - Швидкість руху води у трубах в залежності від їх діаметру

Діаметри труб, мм	Швидкість руху води у трубах НС, м/с	
	Всмоктуючий	Напірний
До 250	0,7 – 1,0	1 – 1,5
Від 300 до 800	1,0 – 1,5	1,2 – 2
Більше 800	1,5 – 2	1,8 – 3

7. Напірна лінія кожного насоса мусять бути обладнана запірною апаратурою та зворотними клапанами, влаштованими між насосом та запірною арматурою.

8. Розміщення запірної арматури на напірних та всмоктуючих трубах мусять забезпечити можливість заміни або ремонту кожного із насосів, зворотних клапанів, а також основної запірної арматури із забезпеченням безперервного водопостачання:

- на пожежогасіння – повністю,

- на господарчо-питні потреби – 70 % розрахункових витрат для НС I та II категорії надійності,

- на виробничі потреби – за аварійним графіком.

9. Корпус насоса мусять бути “під залив”, який створюється рівнем води у ємності або водоймищі. У НС, у яких насоси розміщуються не під залив, розташовують вакуум-насоси.

10. Приміщення НС мусять мати внутрішній протипожежний водопровід із пожежними кранами.

Питання для самоконтролю

1. Як класифікують насосні станції?
2. На які категорії та за якими ознаками поділяють насосні станції?
3. Назвіть основні елементи насосних станцій.
4. Які особливості експлуатації насосів насосних станцій?
5. Які основні методи забезпечення надійності насосних станцій?

Лекція 6. Проектування запасних, напірно-запасних ємностей та споруд

6.1 Проектування резервуарів чистої води

Резервуари чистої води (РЧВ) необхідні для регулювання нерівномірності роботи насосних станцій I та II підйомів та збереження води на господарчо-питні, виробничі та протипожежні потреби на термін гасіння пожежі.

Об'єм РЧВ відповідно їх призначенню може бути визначен:

$$W_{РЧВ} = W_{рег} + W_{НЗ}, \text{ м}^3 \quad (6.1)$$

де $W_{РЧВ}$ – ємність РЧВ, м^3 ; $W_{рег}$ – регулюючий об'єм резервуарів, м^3 ; $W_{НЗ}$ – об'єм недоторканого запасу води, м^3 .

Крім того, у резервуарах чистої води зберігається аварійний запас води $W_{ав}$ на час ліквідації аварії у випадку прокладання в схемі водопостачання одного водоводу та запас води на промивку фільтрів $W_{ф}$ на водоочисних спорудах. Таким чином, загальний об'єм РЧВ матиме вигляд:

$$W_{РЧВ} = W_{рег} + W_{НЗ} + W_{ав} + W_{ф}, \text{ м}^3 \quad (6.2)$$

Регулюючий об'єм води може бути визначений графоаналітичним та табличним шляхами на основі аналізу роботи НС-I та НС-II, так як НС-I подає воду до резервуарів, а НС-II відкачує її з них.

Регулююча ємність РЧВ може бути визначена за допомогою таблиці 6.1. НС-I працює у рівномірному режимі. Тоді її часова подача буде дорівнювати $\frac{100}{24} = 4.17\%$ від добового водоспоживання. Частіше, НС-II працює у нерівномірному режимі. Припустимо, що НС-II працює по ступеневому графіку і має продуктивність: від 20 до 6 годин – 2,84% а з 6 до 20 години – 5,12% добового водоспоживання.

Таблиця 6.1 - Визначення регулюючої ємності РЧВ

Період доби, г.	Подача НС- I до РЧВ, %	Відбір води із РЧВ, %	Подача до РЧВ, %	Відбір від РЧВ, %	Залишок води, %
0-6	25	17	8	-	+8,0
6-20	58,3	71,6	-	13,3	-5,3
20-24	16,7	11,4	5,3	-	0

Таким чином, необхідний об'єм $W_{рег}$ складає $W_{рег} = 8.0 + 5.3 = 13.3\%$ від добового водоспоживання.

При проектуванні РЧВ дозволяється приймати $W_{\text{пер}} = 20\%$ від добового водоспоживання.

6.2 Розрахунок недоторканого запасу води в РЧВ

Недоторканий запас води в резервуарах чистої води відповідно до п.9.4. СНиП 2.04.02-84* визначається як сума недоторканого запасу для пожежогасіння з гідрантів та внутрішніх пожежних кранів (пп. 2.12-2.17, 2.20, 2.22-2.24); спеціальних засобів пожежогасіння (спринклерів, дренчерів та інших, що не мають власних резервуарів), обумовлених відповідно до пп. 2.18-2.19 та недоторканого запасу води максимальних господарчо - питних потреб на весь період пожежогасіння з урахуванням вказівок п. 2.21.

$$W_{\text{НЗ}} = W_{\text{НПЗ}} + W_{\text{НЗ г-п}}, \text{ м}^3, \quad (6.3)$$

де $W_{\text{НПЗ}} = \frac{Q_{\text{пож}} \cdot \tau \cdot 3600}{1000}$ - запас води, необхідний на $\tau = 3$ години гасіння пожежі (п. 9.4, СНиП 2.04.02-84*), м^3 ; $Q_{\text{пож}}$ - витрати води на пожежогасіння, л/с ;

$W_{\text{НЗ г-п}} = (Q_{\text{макс год}} - Q_{\text{душ}}^{\text{в макс годину}}) \cdot \tau$ - запас води, що необхідний на потреби населеного пункту та виробничого підприємства в годину максимального водоспоживання (без урахування витрат води на прийняття душу робочими на підприємстві) протягом 3 годин гасіння пожежі (СНиП 2.04.02-84* п. 9.4, 2.21, 2.24), м^3 ; $Q_{\text{макс год}}$ - розрахункова максимальна годинна витрата води для всіх водоспоживачів населеного пункту та виробничого підприємства

Об'єм води $W_{\text{ав}}$, необхідний на час ліквідації аварії на водопроводі:

$$W_{\text{ав}} = \frac{Q_{\text{ав}} \tau_{\text{ав}}}{1000} + \frac{Q_{\text{пож}} \tau_{\text{пож}}}{1000}, \text{ м}^3, \quad (6.4)$$

де $Q_{\text{ав}}$ - витрати води при аварії водопроводу, л/с ; $Q_{\text{пож}}$ - витрати води на пожежогасіння, л/с ; $\tau_{\text{ав}}$ - термін ліквідації аварії, год ; $\tau_{\text{пож}}$ - час гасіння пожежі, год .

$$Q_{\text{ав}} = Q_{\text{вир.ав.}} + 0.7Q_{\text{г.пит.}}, \text{ л/с}, \quad (6.5)$$

де $Q_{\text{вир.ав.}}$ - витрати води на виробничі потреби при роботі підприємства по аварійному графіку, л/с ; $Q_{\text{г.пит.}}$ - розрахункові витрати води на господарчо-питні

потреби, л/с; 0,7 – коефіцієнт, який враховує зменшення господарчо-питних витрат при пожежі.

Об'єм води на промивку фільтрів очисних споруд W_{ϕ} :

$$W_{\phi} = \frac{2Fq\tau}{1000}, \text{ м}^3, \quad (6.6)$$

де F – площа однієї секції фільтра, м^2 ; q – інтенсивність промивки фільтрів ($q = 12 \div 18 \frac{\text{л}}{\text{с} \cdot \text{м}^2}$); τ - тривалість промивки фільтрів ($\tau = 300 - 400 \text{ с}$).

6.3 Визначення типового РЧВ

Після розрахунку ємності резервуару обирають типову конструкцію РЧВ за таблицею 6.2.

Таблиця 6.2 - Основні дані типових резервуарів

Типовий проект	Місткість, м^3	Розміри, м	Матеріал
901-4-10	100	3,7x6,5	Залізобетонний монолітний циліндричний
901-4-11	250	3,7x10	Те ж
901-4-15	400-500	5,1x12	Те ж
901-4-16	1000	5,1x18	Те ж
901-4-17	2000	5,1x24	Те ж
901-4-18	150	3,82x8	Те ж
901-4-21	100	3,6x6	Циліндричний зі збірних залізобетонних конструкцій
901-4-22	250	3,6x10	Те ж
901-4-23	500	4,8x12	Те ж
4-18-840	100	3,5x6x6	Залізобетонний прямокутний зі збірних уніфікованих конструкцій заводського виготовлення
4-18-841	250	3,5x12x6	Те ж
4-18-842	500	3,6x12x12	Те ж
4-18-850	1000	4,8x18x12	Те ж
4-18-851	2000	4,8x24x12	Те ж
4-18-852	3000	4,8x24x30	Те ж
4-18-858	6000	4,8x36x36	Те ж
4-18-854	10000	4,8x48x48	Те ж
4-18-855	20000	4,8x64x64	Те ж
901-4-8с	100 150	2,5x7,6 2,5x9,3	Відкритий пожежний резервуар із бутобетону Те ж із цегли
901-4-13	100	3,8x5,8	Цегляний циліндричний
901-4-13	150	2,8x8,2	Те ж

Типовий проект	Місткість, м ³	Розміри, м	Матеріал
Примітка. Для циліндричних резервуарів вказані висота та діаметр, для прямокутних – висота та сторони резервуара.			

Загальна кількість РЧВ у одному вузлі складає не менше 2-х при наявності розрахункового протипожежного запасу води. РЧВ виконують із залізобетону круглої (до 2000 м³) або прямокутної форми. Вони обладнуються всмоктуючими та подаючими трубами, переливними та грязьовими трубами.

6.4 Способи збереження недоторканого запасу води

Для забезпечення зберігання недоторканого запасу води в резервуарах чистої води (РЧВ) використовуються різноманітні технічні та конструктивні засоби (рис.6.2).

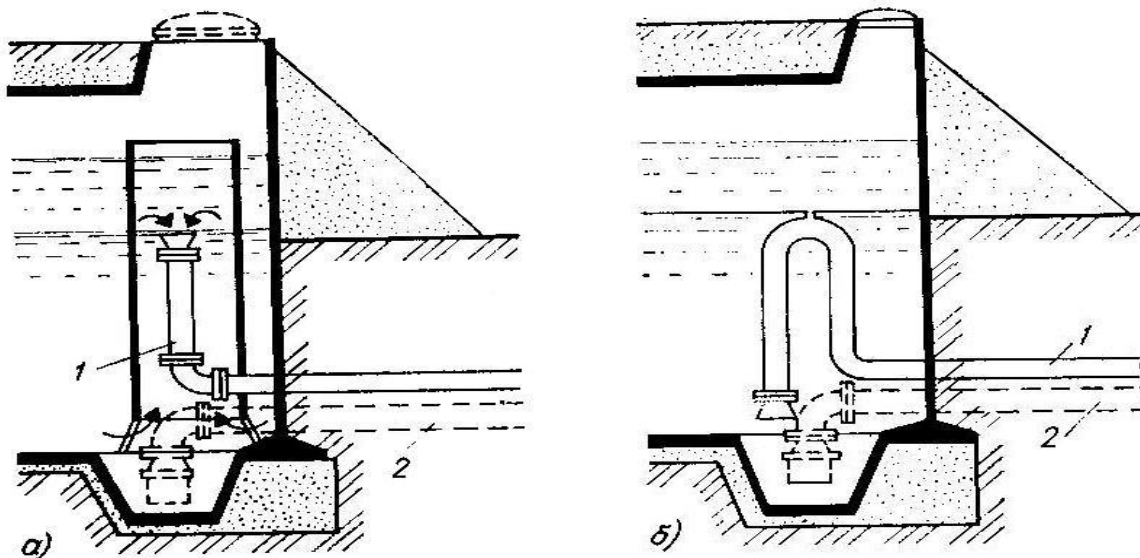


Рис.6.2 - Засоби зберігання недоторканого протипожежного запасу води:
а) розташування всмоктуючих ліній на різній висоті з влаштуванням кожуха;
б) влаштування повітряно-водяного затвору; 1 – всмоктуючий трубопровід господарчо-питних насосів; 2 – всмоктуючий трубопровід пожежних насосів

За одним із засобів збереження НПЗ резервуари обладнуються автоматичними пристроями безперервного автоматичного контролю рівня НПЗ, які при досягненні рівня НПЗ у резервуарі вимикають господарчі насоси та подають сигнал до НС-І на вмикання питних насосів. Такий спосіб зберігання НПЗ є звичайним для НС низького тиску, які не мають спеціальних пожежних насосів. Коли у насосних станціях розміщені пожежні насоси, НПЗ зберігається за рахунок розміщення всмоктуючих ліній господарчих насосів на різних

всмоктуючих ліній господарчих насосів, пожежних насосів на різних відмітках із влаштуванням кожухів та інших конструктивних елементів. При рівні води нижче рівня НПЗ вода до господарчих насосів на поступає. У деяких конструкціях РЧВ рівень НПЗ зберігається за допомогою повітряно-водяного затвору.

Системи автоматичного регулювання за рівнем води НПЗ, роботою насосних агрегатів, автоматичного контролю якості води у резервуарі, її температури можуть бути введені до загальної структури АСУ системи зовнішнього водопостачання населених пунктів та промислових підприємств з використанням мікропроцесорної техніки.

Окрім РЧВ у системах водопостачання використовуються різноманітні запасні споруди. Регулюючі ємності дозволяють забезпечити рівномірну роботу насосних станцій для забезпечення розрахункових витрат води у час найбільшого водоспоживання. Це дає можливість використання водопроводів меншого діаметру, що значно зменшує витрати на придбання та експлуатацію труб. Запасні ємності підвищують надійність водопостачання. Запасні пожежні резервуари по місцю розміщення можуть бути наземними, підземними або напівпідземними. Вибір типу та розміру резервуарів проводиться у залежності від режиму їх роботи та техніко-економічних вимог.

6.5 Проектування водонапірних башт

Водонапірні башти (ВБ) та гідроколони являються напірно – запасними спорудами системи зовнішнього водопроводу, які призначені для:

- регулювання нерівномірності водоспоживання;
- збереження недоторканого запасу води;
- створення необхідного тиску у водопровідній мережі.

Водонапірна башта складається з двох основних частин (рис.6.3):

- водонапірний бак - резервуар;
- стовбур башти - конструкція, яка підтримує бак.

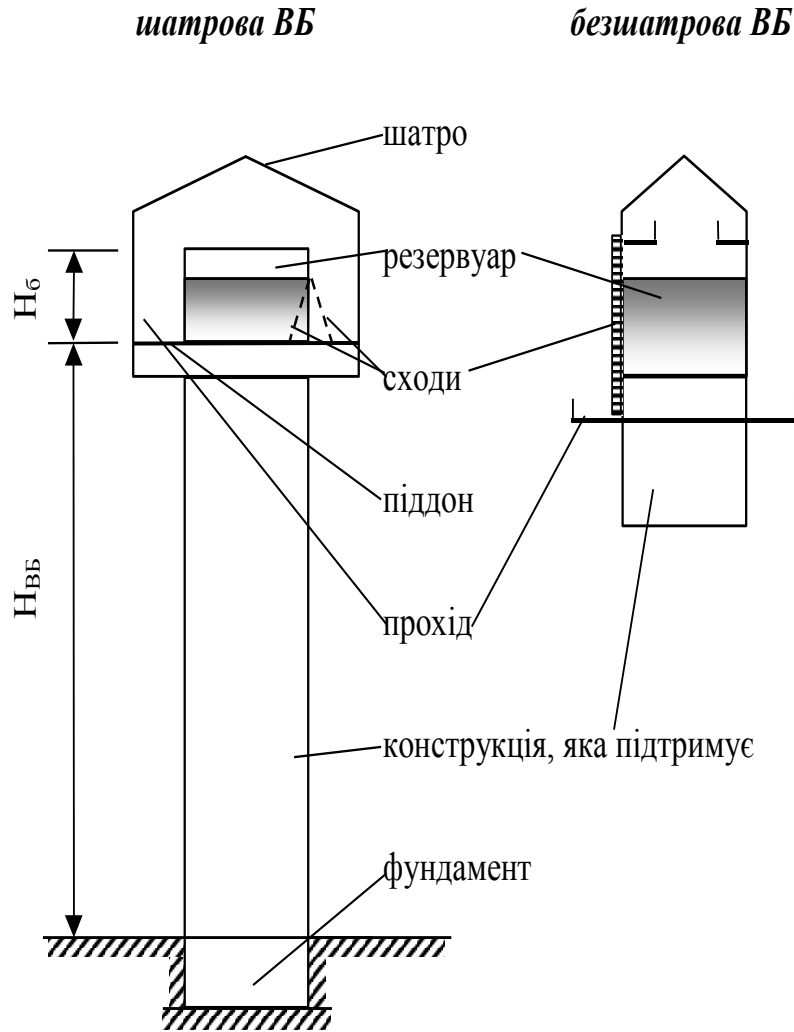


Рис.6.3 – Конструктивні складові водонапірних башт

ВБ можуть бути: безшатрові та шатрові. Шатро коло баку ВБ влаштовують для зручності нагляду за баком (резервуаром) під час його експлуатації та для попередження замерзання води у баці. У районах з низькими температурами можливо влаштування *опалення*. При цьому вода, за рахунок її постійної циркуляції може не замерзати. У таких випадках, необхідно *утеплювати* труби. Для цього розташовують труби у кожусі з заповненням простору між кожухом та трубою теплоізолюючим матеріалом (торфом, тирсою та ін.), при цьому доглядають за тим, щоб матеріал був постійно сухим (догляд виконується через *оглядові люки* у кожусі). Навколо бака влаштовують проходи шириною не менш 0,65 м. Для спуску у бак з метою його огляду влаштовують сходи. Конструкції стовбура башти виконуються з різних матеріалів: залізобетону (опорна частина являє собою суцільний залізобетонний циліндр); металеві; цеглові; дерев'яні.

Розглянемо принцип дії водонапірної башти (рис.6.4).

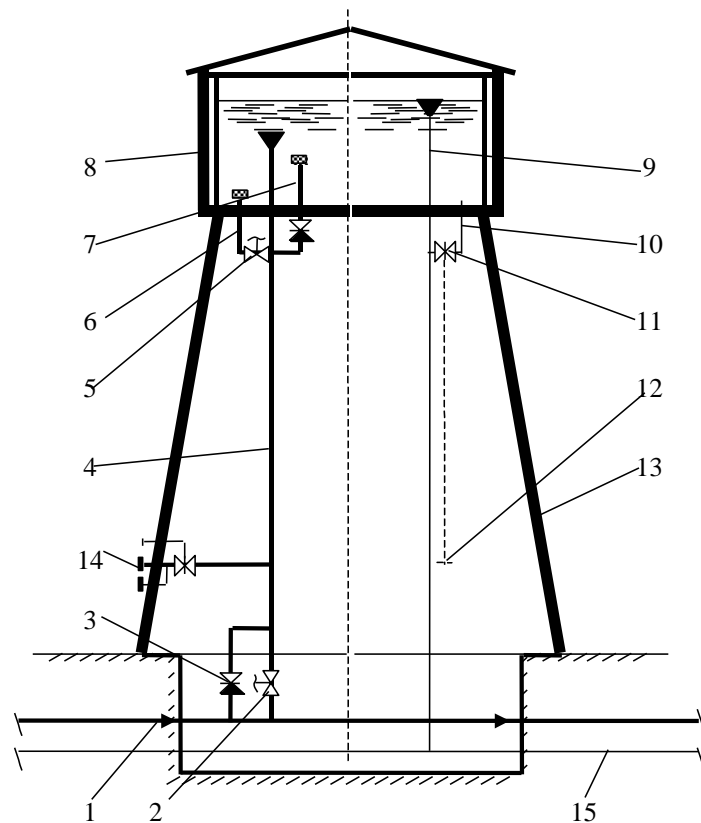


Рис.6.4 – Схема водонапірної башти

Постачання води із водопровідної мережі 1 до баку та відбір води із нього відбувається по постачально-розводящому трубопроводу 4. При цьому по трубі 4 постачається тільки регулюючий запас води. Для забору НПЗ води застосовується трубопровід 6 із електричною засувкою 5, яка відкривається одночасно із пуском пожежного насоса. Водонапірний бак має грязьову трубу, переливну трубу, які з'єднуються із каналізаційною мережею 15. Вимикає водонапірну башту при пожежі зворотній клапан 3 та електрична засувка 2, яка у звичайний час відкрита, а при надходженні сигналу про пожежу – замикається. Подача води до місця пожежі пересувними пожежними насосами від водонапірної башти може здійснюватися за допомогою патрубків для приєднання пожежної техніки. Із схеми маємо, що розміщення трубопроводів 6 та 7 дозволяє зберігати НПЗ води на різноманітних рівнях. Цю задачу можливо вирішити за допомогою системи автоматичного регулювання рівня води НПЗ у баці.

Ємність бака башти дорівнює:

$$W_6 = W_{\text{per}} + W_{\text{НПЗ}}, \text{ м}^3 \quad (6.7)$$

де $W_{\text{рег}}$ – регулююча ємність бака, м^3 ; $W_{\text{НПЗ}}$ – протипожежний об’єм води, м^3 , розрахований на 10 хвилин гасіння пожежі.

Об’єм води недоторканого пожежного запасу дорівнює:

$$W_{\text{НПЗ}} = W_{\text{госп.}} + W_{\text{пож.}}, \text{ м}^3 \quad (6.8)$$

Об’єм води на господарчо-питні та протипожежні потреби визначають таким чином:

$$W_{\text{госп.}} = \frac{Q_{\text{госп.макс.}} \tau}{1000} = \frac{10 * 60}{1000} Q_{\text{госп.макс.}} = 0.8 Q_{\text{госп.макс.}}, \text{ м}^3, \quad (6.9)$$

$$W_{\text{пож.}} = \frac{Q_{\text{пож.}} \tau}{1000} = \frac{10 * 60}{1000} Q_{\text{пож.}} = 0.6 Q_{\text{пож.}}, \text{ м}^3 \quad (6.10)$$

де $\tau = 10$ хв.

При розрахунку НПЗ витрати води на душові та на миття підлоги не враховують.

У тому разі, коли забір води на зовнішнє пожежогасіння здійснюється від водоймищ, а у будинку необхідно влаштування об’єднаного протипожежного водопроводу, об’єм води для НПЗ визначається із умови роботи одного пожежного крана на протязі однієї години при звичайних витратах води на господарчо-питні та виробничі потреби.

У населених пунктах сільської місцевості у баках водонапірних башт зберігається запас води на 3 години гасіння пожежі.

При загальній водонапірній башти для водопостачання підприємства та населеного пункту, протипожежний запас води слід приймати по найбільшим витратам тільки на підприємстві, або у населеному пункті.

Регулюючий обсяг баку башти визначається на основі аналізу водоспоживання та подачі насосної станції. На рис.6.5 показані сумісні графіки водоспоживання та режиму роботи насосної станції.

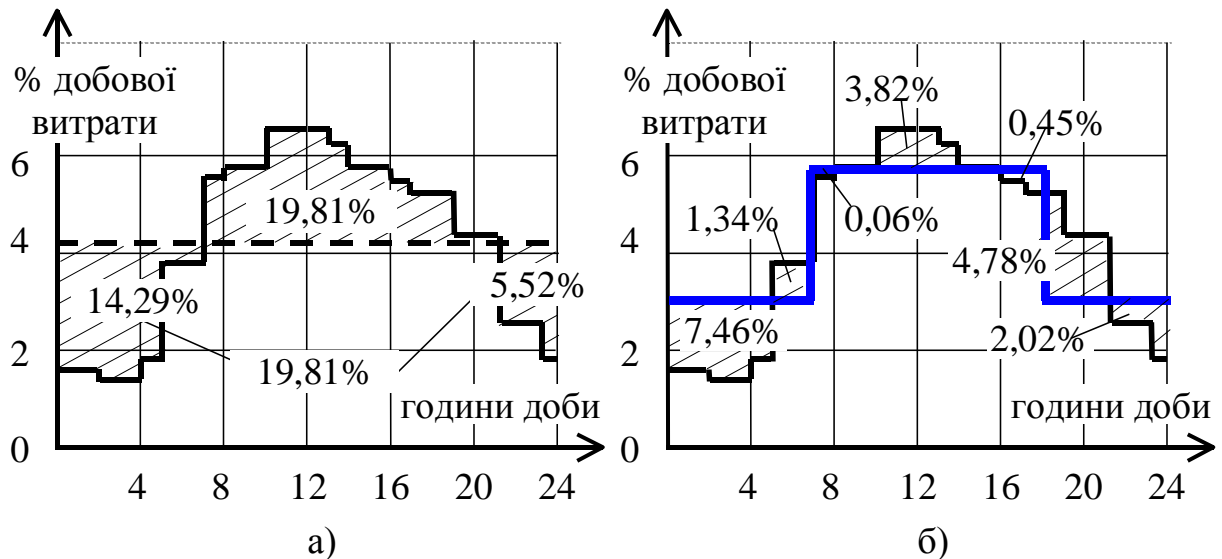


Рис.6.5 - Графіки для визначення регулюючого об'єму баку водонапірної башти:

а) при рівномірній роботі насосів; б) при не рівномірній роботі насосів

Для рівномірності та нерівномірності роботи складаємо таблицю 6.3. У першій графі внесені години доби, 2 – витрати води у місті, 3, 7 – кількість води, що подається насосами, 4 та 8 – постачання води до баку, 5 та 9 – витрати води із баку (по 4 та 8 – різниця цифр гр. 7 та 2, 5 та 9 – різниця цифр гр. 2 та 3, різниця цифр гр. 2 та 7), у гр. 6 та 10 – залишок води у баці. Данні гр. 6 та 10 мають шляхом суми кількості води у баці та той, що подається до нього за текучу годину, або за винятком із його об'єму той, що забирається за дану годину.

Регулююча ємність бака визначається як сума абсолютних значень найбільших “+” та “-” цифр гр. 6 та 10 у залежності від режиму роботи насосної станції НС-II.

Таблиця 6.3 - Визначення регулюючої ємності бака водонапірної башти

Години доби	Витрати води у місті, % від добового	Рівномірна робота насосів				Нерівномірна (ступінчата) робота насосів			
		Подача насосами, % від добового	Надходження у бак, %	Витрати води з баку, %	Залишок у баку, %	Подача насосами, % від добового	Надходження у бак, %	Витрати води з баку, %	Залишок у баку, %
0-1	1,57	4,17	2,6	-	2,6	3	1,43	-	1,43
1-2	1,57	4,17	2,6	-	5,2	3	1,43	-	2,86
2-3	1,26	4,16	2,9	-	8,1	3	1,74	-	4,6
3-4	1,26	4,17	2,91	-	11,01	3	1,74	-	6,34

Години доби	Витрати води у місті, % від добового	Рівномірна робота насосів				Нерівномірна (ступінчата) робота насосів			
		Подача насосами, % від добового	Надходження у бак, %	Витрати води з баку, %	Залишок у баку, %	Подача насосами, % від добового	Надходження у бак, %	Витрати води з баку, %	Залишок у баку, %
4-5	1,88	4,17	2,29	-	13,3	3	1,12	-	7,46
5-6	3,67	4,16	0,49	-	13,79	3	-	0,67	6,79
6-7	3,67	4,17	0,5	-	14,29	3	-	0,67	6,12
7-8	5,49	4,17	-	1,32	12,97	5,55	0,06	-	6,18
8-9	5,8	4,16	-	1,64	11,33	5,55	-	0,25	5,93
9-10	5,8	4,17	-	1,63	9,7	5,55	-	0,25	5,68
10-11	6,3	4,17	-	2,13	7,57	5,55	-	0,75	4,93
11-12	6,3	4,16	-	2,14	5,43	5,55	-	-0,75	4,18
12-13	6,3	4,17	-	2,13	3,3	5,55	-	-0,75	3,43
13-14	6,12	4,17	-	1,95	1,35	5,55	-	-0,57	2,86
14-15	5,8	4,16	-	1,64	-0,29	5,55	-	-0,25	2,61
15-16	5,8	4,17	-	1,63	-1,92	5,55	-	-0,25	2,36
16-17	5,49	4,17	-	1,32	-3,24	5,55	0,06	-	2,42
17-18	5,16	4,16	-	1,0	-4,24	5,55	0,39	-	2,81
18-19	5,16	4,17	-	0,99	-5,23	3	-	2,16	0,65
19-20	4,31	4,17	-	0,14	-5,37	3	-	1,31	-0,66
20-21	4,31	4,16	-	0,15	-5,52	3	-	1,31	-1,97
21-22	2,51	4,17	1,66	-	-3,86	3	0,49	-	-1,48
22-23	2,51	4,17	1,66	-	-2,2	3	0,49	-	-0,99
23-24	1,96	4,16	2,2	-	0	3	1,04	-	0,05

У відповідності до табл.6.3, регулююча ємність баку башти дорівнює $W_{\text{рег}} = 14,29 + 5,52 = 19,81\%$ від добових витрат води при рівномірній роботі насосів, та $W_{\text{рег}} = 7,46 + 2,02 + 0,06 + 0,45 = 9,99\%$ - при нерівномірній їх роботі.

Таким чином, нерівномірний режим роботи насосів для прийнятого водоспоживання є найбільш економічним, так як при цьому зменшується ємність баку, тобто будівельна ціна водонапірної башти. При проектуванні $W_{\text{рег}}$ приймають у розмірі 10%.

Визначивши необхідну ємність баку, за таблицею 6.4 вибирають типовий проект водонапірної башти.

Таблиця 6.4 - Основні дані типових водонапірних башт

Типовий проект	Кількість баків	Ємність баку, м ³	Висота розміщення баку, (напір), м
4-18-664	3	100,200,300	28,32,36
901-5 12/70	1	500	41
901-5 26/70	1	300	21,24,30,36,42

Типовий проект	Кількість баків	Ємність баку, м ³	Висота розміщення баку, (напір), м
901-5 28/70	1	800	24,30,36
901-5 14/70	1	15	6,9
901-5 9/70	1	150	18,24
901-5 20/70	1	12	9,12,15,18,21
901-5 21/70	1	50	9,12,15,18,21,24,27,2
901-5 22/70	1	100	9,12,15,18,21,24
901-5 23/70	1	200	9,12,15,18,21,24
901-5 24/70	1	300	15,18,21,24,30
901-5 25	1	500	15,18,21,24,30
901-5 13/70	1	15	6,9
901-5 15/70	1	25	12
901-5 16/70	1	50	18

Водонапірні башти виконують із залізобетону, металу, цегли та інше. Дерев'яні башти застосовують на об'єктах тимчасового призначення, у сільській місцевості, при невеликих об'ємах води у баці. Висота башт – до 40 м (до дна баку), ємність – до 800 м³, кількість баків на башті 1, 2, 3, при цьому вони можуть обслуговувати системи водопостачання із різноманітним тиском.

6.6 Визначення висоти водонапірної башти

Висота водонапірної башти (рис.6.6) визначається із умови порівняння гідростатичного тиску башти та втрат напору у водопровідній мережі, підйому води на розрахункову висоту, а також створювання вільного тиску у диктуючій точці.

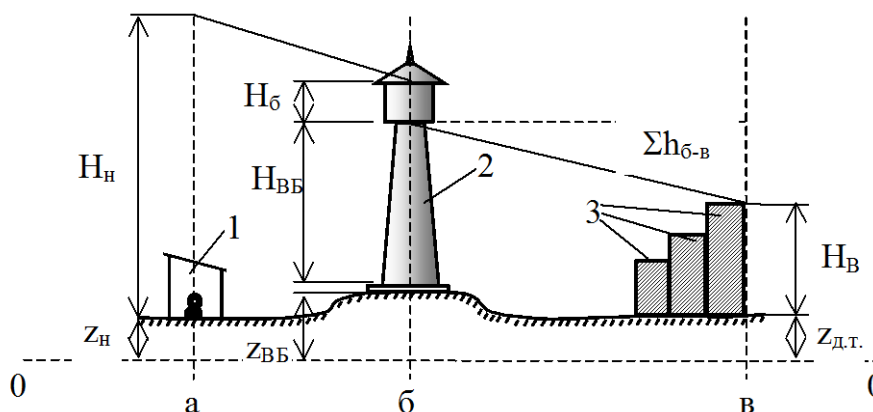


Рис.6.6 – Визначення висоти водонапірної башти:
1 – насосна станція; 2 – водонапірна башта; 3 – водоспоживачі

Згідно із рівнянням Д. Бернуллі, для перерізів б та в (рис.6.6)

$$z_{\text{В.Б.}} + H_{\text{В.Б.}} + \frac{v_6^2}{2g} = z_{\text{д.т.}} + H_{\text{В.}} + \frac{v_{\text{В.}}^2}{2g} + \sum h_{\text{б.в.}}, \quad (6.11)$$

де $\sum h_{\text{б.в.}}$ – сумарні місцеві та лінійні втрати напору у місцевих опорах, $\sum h_{\text{б.в.}} = 1,05h_c$, 1.05 – коефіцієнт, що враховує витрати опору у місцевих опорах; h_c – втрати напору у мережі; $H_{\text{В.}}$ – вільний тиск біля диктуючої точки водонапірної мережі (10 для одноповерхового будинку та на кожний поверх додається ще 4 м.); $z_{\text{д.т.}}$ та $z_{\text{В.Б.}}$ – різниця геодезичних позначок диктуючої точки та місця розміщення водонапірної башти.

У порівнянні зневажаємо $v_{\text{В.}}$ та v_6 за їх малий розмір. Тоді формула для визначення висоти водонапірної башти прийме вигляд:

$$H_{\text{В.Б.}} = 1.05h_c + H_{\text{В.}} + (z_{\text{д.т.}} - z_{\text{В.Б.}}), \quad (6.12)$$

6.7 Проектування гідроколон

Різноманітністю водонапірної башти є гідроколони (рис.6.7), яка призначена, головним чином, для зберігання аварійного запасу води, наприклад, у системах водопостачання металургійних комбінатів.

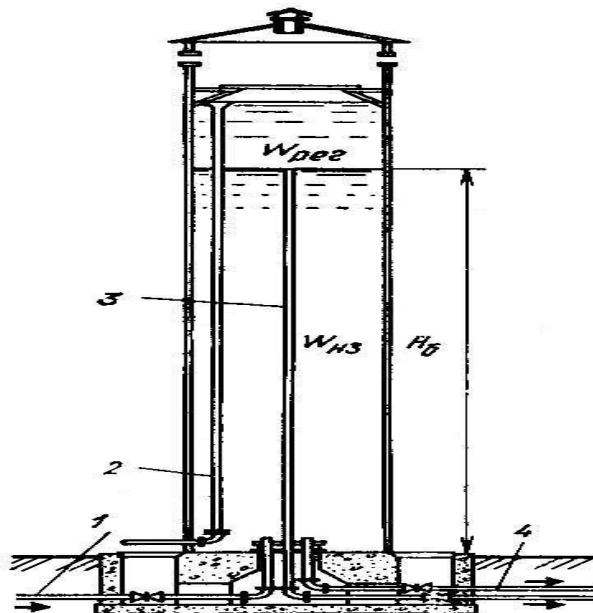


Рис.6.7 - Гідроколони:

1 – водопровідна мережа; 2 – переливна труба; 3 – господарчо-питний водопровід; 4 – пожежний трубопровід

Гідроколони - це вертикальна залізобетонна або сталева ємність у вигляді циліндра, висота якої дорівнює висоті водонапірної башти. У відмінності від водонапірної башти гідроколони повністю заповнена водою. Однак корисний її об'єм – це тільки верхня частина, розміщена на висоті, яка відповідає розрахунковому вільному тиску у водопровідній мережі. Ця частина гідроколони у звичайний час використовується як регулююча ємність, а знизу зберігається НПЗ води, який подається до місця пожежі стаціонарними або пересувними насосами.

Питання для самоконтролю.

1. Призначення резервуарів чистої води.
2. Призначення водонапірних башт.
3. Назвіть основні способи збереження недоторканого запасу води.
4. Назвіть типи гідропневмоустановок та умови їх використання.

Лекція 7. Аварії на водопровідних спорудах та мережах

7.1 Стійкість систем водопостачання

Стійкість системи господарчо-питного водопостачання визначається можливістю зберегти свою працездатність і здібність подавати необхідну кількість води при руйнуванні окремих її елементів.

Сучасні системи водопостачання у містах, на промислових і інших об'єктах складні і розгалужені. Система водопостачання являє собою великий і складний комплекс різних будинків і споруд, трубопроводів, енергетичних пристроїв і ліній передач (рис.7.1). Споруди ці часто розкидані на великій території і віддалені одна від іншої на значні відстані.

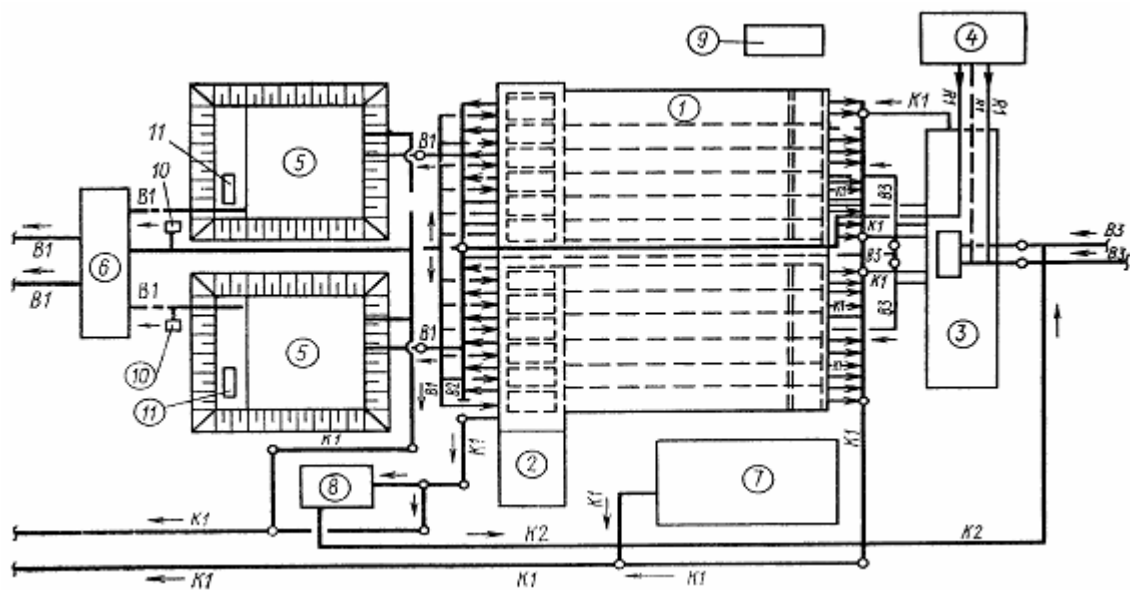


Рис.7.1 - Генеральний план водопровідних очисних споруд:

1 - блок входних пристроїв та контактних освітлювачів з мікрофільтрами; 2 - блок службових приміщень; 3 - реагентне господарство; 4 - хлораторна з витратним складом хлору; 5 - резервуари питної води; 6 - насосна станція 2-го підйому; 7 - піскове господарство; 8 - споруда обробки промивної води; 9 - споруда обробки осадка; 10 - протирадіаційне укриття; 11 - камери для забору води; 12 - камери фільтрів - поглотителів; 13 - затворний бак коагулянту або вапна; 14 - бак мокрого зберігання коагулянту; 15 - витратний бак коагулянту; 16 - витратний бак вапна з механічною мішалкою; 17 - дозуючий агрегат коагулянту або вапна; 18 - гідроциклон; 19 - мішалка слабого розчину вапняного молока; 20 - мішалка міцного розчину вапняного молока; 21 - ємність для розмиву вапняного тіста; 22 - бак - сховище вапняного тіста; 23 - насос-дозатор вапняного молока; 24 - контактна камера; 25 - мікрофільтри або барабанні сітки; 26 - перегородчатий змішувач; 27 - контактний освітлювач; 28

- насос подачі промивної води; 29 – безгравійна трубчата розподільча система; 30 - відвід промивної води; 31 - насос 2-го підйому

Особливу небезпеку для систем водопостачання несуть надзвичайні ситуації природного характеру пов'язані зі змінами поверхні (землетруси, зсуви, просідання земної поверхні, суфозії та інші), вражаючі фактори надзвичайних ситуацій техногенного характеру – вибухи (ударна хвиля), зруйнування будинків (падіння важких уламків, пожежі, що призводять до зруйнування водопровідних мереж).

найбільш слабкими ланками системи водопостачання є всі наземні будинки і споруди, у тому числі трансформаторні підстанції, насосні станції, обладнані складною системою зв'язку й автоматики, будинок очисних споруд і інші наземні об'єкти. Основні засоби забезпечення надійності систем водопостачання: при проектуванні, при будівництві, при експлуатації, при виконанні ремонтних робіт, резервування.

Системи водопостачання, що живлять окремі категоризовані міста або декілька міст, у числі яких є категорійні міста й об'єкти особливої важливості, повинні базуватися не менше, ніж на двох незалежних джерелах води, один з яких слід передбачати підземним. Для підвищення надійності системи водопостачання і можливості виконання ремонтних робіт комунікацій насосних станцій, головних, очисних і інших споруд проектують таким чином, щоб при виході з ладу яких-небудь споруд, чи елементів системи їх можна було відключити, не порушуючи ритму роботи всієї системи. Для цих цілей передбачають велику кількість перемичок, що дозволяють подавати воду в будь-який напірний трубопровід і відключати ушкоджені споруди і лінії. Передбачаються обвідні лінії (байпаси), що дозволяють подавати воду, минаючи ці ушкоджені споруди, наприклад повз відстійники на фільтри, повз фільтри в резервуари чистої води. Можуть бути й інші варіанти.

Необхідно відзначити, що для забезпечення надійності роботи систем водопостачання можуть вирішуватись питання, зв'язані з посиленням будівельних конструкцій і вузлів різних технологічних будинків, споруд і мереж, створенням запасів будівельних матеріалів і устаткування для швидкої їхньої заміни та ін. Заражена вода може подаватися споживачу тільки для технічних цілей і тільки після того, як ступінь зараження й отруєння знизяться до безпечних меж, чи буде зроблене її відповідне очищення. Для цього найчастіше передбачають введення у воду хімічних реагентів (звичайно хлору) за допомогою хлораторних установок на насосних станціях з наступною обробкою її на очисних спорудах. Порядок обробки й очищення води, зараженої отруйними речовинами і бактеріальними засобами, залежить від характеру і ступеня зараження, наявних реагентів.

Очищена вода надходить у резервуари чистої води. Якщо передбачити захист від зараження, резервуари чистої води забезпечать досить надійний аварійний запас на випадок виходу з ладу водозабірних споруд системи.

Окремо варто сказати про сховища хімічного реагенту, наприклад хлору, на водопровідних станціях. Хлор, як відомо, зберігається в рідкому виді в металевих ємностях під високим тиском. При повсякденній експлуатації таких ємностей необхідно проводити заходи щодо запобігання витоків хлору з ємностей, чи з розвідних трубопроводів, та організувати контроль за навколишнім повітряним середовищем на прилеглий території та ін.

Особливо важливою ланкою в системі водопостачання є насосні станції, що забезпечують подачу води безпосередньо до споживачів. З огляду на це, насосні станції першого і другого підйомів повинні будуватися з урахуванням їх захисту від впливу засобів ураження (ударної хвилі й інших вражаючих факторів), стихійного лиха, дії вторинних факторів при аваріях та катастрофах.

На насосних станціях потрібно проводити заходи, що підвищують стійкість і надійність їхньої роботи, як у повсякденному режимі експлуатації, так і в особливих умовах. Такі заходи можуть здійснюватися при реконструкції станцій, чи при одержанні особливих на те вказівок.

Водогінна мережа, як правило, будується за кільцьованою, тупикові лінії роблять тільки як виключення для забезпечення водою споживачів, що допускають перерву подачі води для виробничих потреб на час ліквідації аварії. Закільцьована водогінна мережа забезпечує можливість маневру водою шляхом обходу ушкоджених чи зруйнованих ділянок, якщо збереглися насосні станції і резервуари чистої води. Ремонтні ділянки на водогінній мережі повинні мати такі розміри, щоб у випадку аварії чи ремонту забезпечувалася подача води споживачам, що потребують без зупинного водопостачання, і виключалося одночасно не більш п'яти пожежних гідрантів.

При виникненні аварії багато часу може знадобитися на відшукування ушкоджених ділянок і їхнє відключення. Тому бажано встановлювати на мережах прилади сигналізації й автоматичних засувок.

Водопровідні колодязі, у тому числі і ті, у яких встановлені гідранти і перемикаючі засувки, можуть виявитися під завалами. Тому їх треба виносити за зону можливого завалу від будинків і споруд, біля яких вони розміщуються.

Для взаємного резервування автономні системи водопостачання окремих підприємств треба по можливості з'єднувати одну з іншою і з міськими системами, з дотриманням санітарно-гігієнічних вимог. На сполучних лініях ставлять дві засувки, закриті й опечатані. Це необхідно в тих випадках, коли якість води в системах різна. Для з'єднання мереж господарсько-питного водопроводу з мережами, що подають воду, непридатну для пиття, необхідна перемичка, що забезпечує повітряний розрив між ними.

Водопостачання, що базується на артезіанських свердловинах, є більш надійним. Стійкість роботи артезіанських свердловин може бути підвищена проведенням заходів, щодо захисту від зараження води на поверхні землі і створенням надійного енергоживлення.

7.2 Аварії на водопровідних спорудах

У зоні виникнення надзвичайної ситуації система міського водопостачання може одержати різні ушкодження чи цілком вийти з ладу. Внаслідок руйнувань і ушкоджень наземних будинків і споруд міської забудови через ушкоджені будинкові водогінні мережі і зруйновані ділянки міських ліній почнеться масовий вилів води, напір у мережі упаде. Не виключена можливість безпосереднього зруйнування (поразки) водопровідних станцій.

При оцінці елементів міської системи водопостачання з погляду можливості її ушкодження від впливу різних чинників необхідно виходити з наступного: найбільше легко ушкоджуються і руйнуються наземні будинки і споруди водопровідної системи (насосні станції, напірні башти, павільйони артезіанських свердловин і т.п.). Чуттєва до впливу руйнуючих факторів енергетична частина системи, особливо відкриті підстанції і вся контрольно-вимірювальна апаратура. Водозабірні пристрої, очисні споруди, резервуари чистої води, як правило, що розміщуються в частково чи цілком заглиблених спорудах, більш стійкі.

При руйнуванні живлення електропідстанцій система водопостачання, що збереглася цілком, приречена на бездіяльність (зрозуміло, якщо немає захищеного резерву енергоживлення). До важких наслідків може привести також руйнування насосних станцій першого підйому, у цих випадках система може одержати воду тільки з резервуарів чистої води, що, як правило, розташовані на підвищених місцях і подача води з яких у мережу можлива самопливом. Повне руйнування насосних станцій другого підйому менш небезпечно, оскільки насосні станції першого підйому можуть подати деяку кількість води в місто, якщо мають відповідні обвідні водоводи. При руйнуванні очисних споруд вода також може бути подана в міську мережу; тут варто мати на увазі, що вона буде неочищеною.

Можна припустити, що значна частина наземних споруд при аварії, стихійному лиху одержить серйозні руйнування. Підземні комунікації системи водопостачання більш стійкі до впливу ударної хвилі. Для зруйнованих споруд, заглиблених у ґрунт, потрібно значний тиск (для труб біля $2\text{—}3,5 \text{ кгс/см}^2$). Чим менше діаметр, тим трубопровід стійкіше. Підземні трубопроводи руйнуються в результаті впливу хвилі стиску ґрунту, що викликає їхній нерівномірний зсув.

На одній й ті ж самій відстані від центру аварії (вибуху) великі ушкодження одержують трубопроводи, розташовані в радіальному напрямку. Руйнування трубопроводів буде головним чином у місцях їхнього з'єднання, і введень у будинки. Руйнування чи ушкодження оглядових колодязів водопровідних ліній і магістралей можуть бути від безпосереднього впливу надлишкового тиску ударної хвилі і від падіння важких уламків зруйнованих будинків і споруд, зсувів, землетрусів.

У практиці експлуатації міських водопроводів іноді виникають великі аварії, що можуть нанести великий матеріальний збиток, якщо не прийняти

термінових заходів для їх локалізації і ліквідації. При цьому необхідно вказати на комплексний характер великих аварій. Ушкодження, наприклад, водоводів може спричинити затоплення підвалів, де встановлене устаткування і прилади енергопостачання; відключення енергоживлення може привести до зупинки виробничого процесу і т.д.

При виникненні надзвичайної ситуації на водопровідних спорудах виникає необхідність подачі води до водоспоживачів при відсутності спеціальної техніки. Для цього найчастіше використовують поверхневі вододжерела. У якості поверхневого джерела найчастіше використовують річки. Водозабори на річках мусять забезпечувати надійний забір води в розрахункових межах. Їх влаштовують на достатній глибині вище місця спуску стічних вод, уникаючи зони руху надводних об'єктів по руслу річки, на озерах та водосховищах поза прибійною зоною та місцем нагону зелені. Водозабірні споруди із точки зору підвищення надійності подачі води складаються із двох секцій.

За невеликої глибини вододжерела безпосередньо у берега використовують руслові водозабори (рис.7.2).

У системах водопостачання невеликих об'єктів водозабір влаштовують у вигляді оголовка, зв'язаного із насосною станцією всмоктуючими трубами (рис.7.3).

Оголовок влаштовують у вигляді розтрубу, у якому розміщують ґрати для уникнення попадання до нього твердих предметів. Оголовок розміщують на бетонній основі. Діаметр самотічних труб не більше розміру, при якому швидкість руху води у трубах не перевищує 1,5 м/с. Промивають самотічні труби зворотним потоком води, що подається насосами першого підйому. Кількість берегових колодязів – не менше двох.

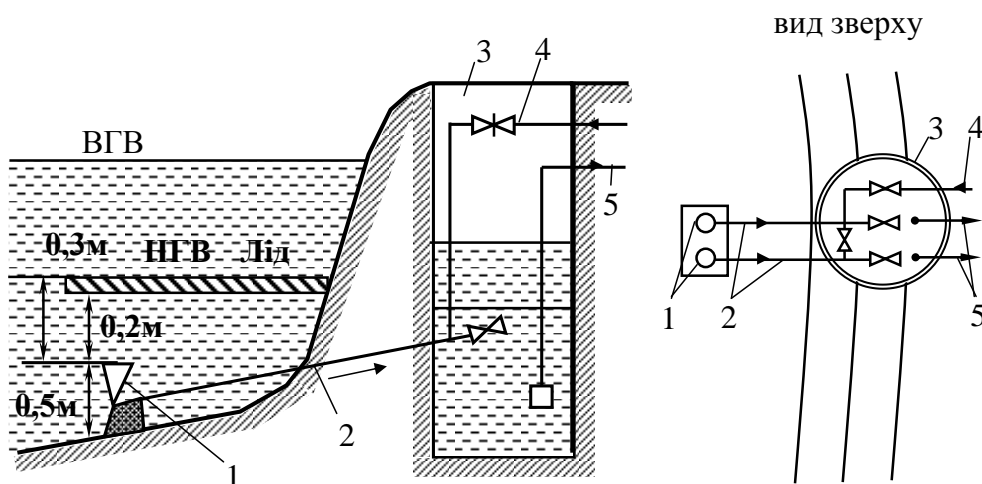


Рис.7.2 - Русловий водозабір:

1 – оголовок, 2 - самотічні труби, 3 – береговий колодязь, 4 – промивні труби, 5 - всмоктуючі труби насосів

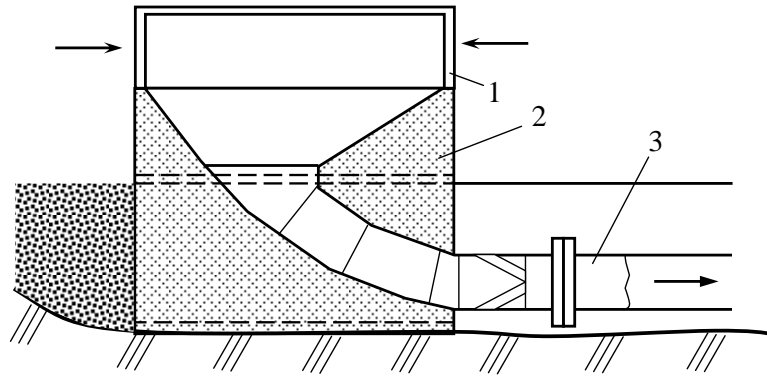


Рис.7.3 - Оголовок водозабору:
1 – приймальні вікна із решітками, 2- бетон, 3 – самотічна лінія

У тому випадку, коли глибина берега достатньо велика, влаштовують водозабори берегового типу (рис.7.4), вода у яких подається крізь водоприймальні вікна із решітками та водозабори з шиберами. Для уникнення у дозодонного льоду та наносів призначений водоприймальний ківш – штучний басейн, крізь який вода із річки поступає до водозабірної споруди.

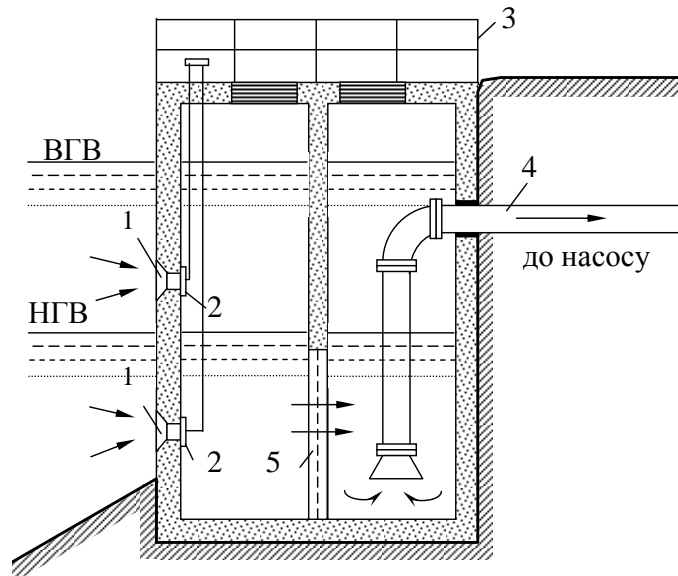


Рис.7.4 - Водозабір берегового типу:
1 – вікна із решітками, 2- бетон, 3 – огорожа, 4 – всмоктуюча лінія,
5 – сітка

Для забору води із вододжерела, дно якого має добру водопроникність, влаштовують інфільтраційні водозабори (рис.7.5), у вигляді шахтного колодзя, розміщеного біля берега. При цьому за рахунок фільтрації підвищується якість води.

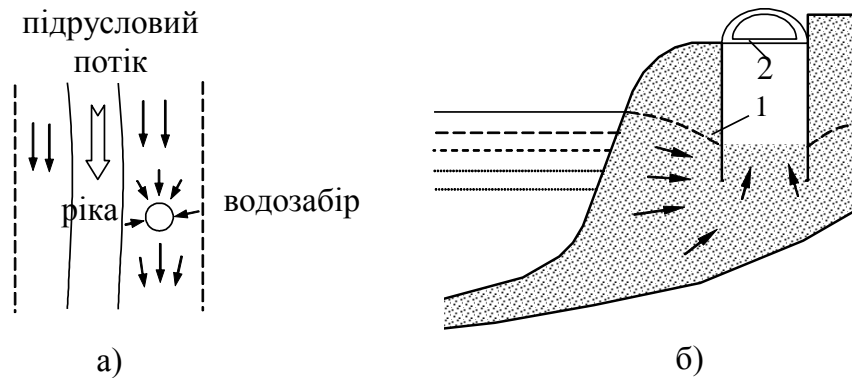


Рис.7.5 - Інфільтраційний водозабір:
а – погляд зверху, б – переріз; 1 – колодязь, 2 – кришка

7.3 Аварійно-відновлювальні роботи на системах водопостачання

Сутність рятувальних та інших невідкладних робіт на системах водопостачання – це усунення безпосередньої загрози життю та здоров'ю людей, що забезпечують роботу комплексу систем водопостачання, відновлення життєзабезпечення комплексу систем водопостачання, запобігання або значне зменшення матеріальних збитків.

Рятувальні та інші невідкладні роботи включають також усунення пошкоджень, які заважають проведенню рятувальних робіт, створення умов для наступного проведення відновлювальних робіт.

До рятувальних робіт на системах водопостачання відносять:

- розвідка маршруту руху сил, визначення обсягу та ступеня руйнувань, розмірів зон уражень, швидкості і напрямку розповсюдження зараженої хмари чи пожежі;
- локалізація та гасіння пожежі на маршруті руху сил та ділянках робіт;
- визначення об'єктів, яким безпосередньо загрожує небезпека;
- пошук уражених та звільнення їх із-під завалів, пошкоджених та палаючих споруд, із загазованих та задимлених приміщень;
- надання потерпілим першої допомоги та евакуація їх (при необхідності) у лікувальні заклади;
- організація охорони матеріальних цінностей і громадського порядку та т.п.

До невідкладних робіт відносяться:

- улаштування проїздів (проходів) у завалах та на ушкодженій території;
- локалізація аварій на водопровідних та технологічних мережах;
- ремонт та тимчасове відновлення роботи комунально-енергетичних систем і мереж зв'язку для забезпечення рятувальних робіт;

- зміцнення або руйнування конструкцій, які загрожують обвалом і безпечному веденню робіт.

У системі заходів цивільного захисту велике місце займають питання організації і ведення робіт з ліквідації наслідків аварій на системах водопостачання, створення сприятливих умов для життєдіяльності населених пунктів, промислових об'єктів. Їхня складність і різноманіття обумовлюється специфікою планування і забудови міст, особливостями розвитку комунально-енергетичних систем у них, а також тією обстановкою, у якій ці роботи повинні виконуватися.

Для успішного виконання аварійно-відновлювальних робіт потрібно завчасна інженерна підготовка міського й об'єктового водопровідного господарства, підвищення його стійкості, вміння швидко знаходити доцільні рішення по організації і веденню цих робіт. Останнє, досягається за умов наявності достатнього обсягу знань і уяви про будову водопровідних систем, про стійкість систем, найбільш типових видах можливих руйнувань (аварій) і способах ведення невідкладних і деяких наступних аварійно-відновлювальних робіт.

При аваріях і стихійних лихах неминучі численні і великі пожежі. У такій обстановці рятувальні роботи в першу чергу будуть зв'язані з локалізацією і гасінням пожеж, тобто зі споживанням значної кількості води. Деяка кількість води буде потрібно також для питних потреб, для санітарної обробки людей, дезактивації, дегазації території, будівель і техніки, для потреб, зв'язаних з роботою медичних формувань, і для інших цілей. Від роботи систем водопостачання в умовах надзвичайної ситуації у великій ступені залежить успіх гасіння пожеж, а отже, і рятувальних робіт.

Аварійно-відновлювальні роботи, зв'язані з ліквідацією загрози затоплення сховищ і підвалів. До складу робіт з порятунку людей, що знаходяться в завалених сховищах, укриттях, підвалах і під завалами будинків, входять роботи, зв'язані з попередженням і ліквідацією затоплення.

Основними джерелами появи води в сховищі чи підвалі, що використовуються для укриття людей, можуть бути ушкоджені будинкові водопровідні, опалювальні і каналізаційні комунікації, що проходять у безпосередній близькості від сховища - у технічному коридорі чи в місцях водопровідних введень. Найбільш небезпечні випадки затоплення можуть виникнути при ушкодженні будинкових введень чи водоводів великого діаметру поблизу підвальних сховищ. Вода, просочуючись через нещільності в конструкціях сховищ, а також через тріщини в стінах і у фундаментах, що можуть утворитися в результаті вибуху, буде надходити у середину приміщення створюючи тим самим загрозу для життя людей.

Водоводи, що проходять поблизу завалених сховищ, підвалів і укриттів, можуть одержати ушкодження від безпосереднього впливу ударної хвилі чи від падіння важких уламків зруйнованих будинків при цьому внаслідок осідання ґрунтів можуть бути порушені стики труб, у результаті нерівномірних

навантажень по довжині трубопроводів можуть відбуватися розриви і переломи труб і т.д. У місцях ушкоджень можливі розмив і осідання ґрунту з утворенням лійок і затопленням прилягаючих ділянок.

Для запобігання затоплення в цих умовах потрібно споруджувати земляні насипи чи стінки на шляху руху води до сховища чи улаштувати водовідвідні лотки, канали, перепуски. При можливості такі роботи краще виконувати завчасно. Одночасно відключають ушкоджені ділянки мережі водопроводу, перекриваючи засувки. Ліквідація ушкоджень на водопровідних лініях зв'язана з розкопками і трудомісткими ремонтними роботами, на що буде потрібно поряд з ручною працею застосування землерийних, водовідливних і інших машин і механізмів.

Аварійно-відновлювальні роботи, зв'язані з забезпеченням руху в зоні надзвичайної ситуації. Руйнування чи ушкодження водопровідних ліній чи магістралей великого діаметру поблизу дорожнього полотна може привести до затоплення чи розмиву окремих ділянок доріг, проїздів і інших транспортних шляхів, що утруднить чи унеможливить введення сил цивільної оборони в зону надзвичайної ситуації. У ряді випадків стік води зі зруйнованих місць водопроводу через злизові водостоки і вуличну каналізацію буде затруднений із за їхнього ушкодження, чи завалів водоприймальних колодязів.

Роботи з попередження чи локалізації затоплення і розмиву проїжджої частини доріг будуть зв'язані з відключенням ушкодженої чи зруйнованої ділянки водопровідних ліній і наступним відводом води від дорожнього полотна (обладнання перепусків, каналів, лотків, розкопка і розчищення каналізаційних і водостічних прийомних колодязів).

Аварійно-відновлювальні роботи, зв'язані з забезпеченням водою для гасіння пожеж. При веденні рятувальних робіт в зоні надзвичайної ситуації однією з задач є забезпечення водою для гасіння пожеж. У залежності від характеру пожеж руйнувань, ступеня завчасної підготовки системи водопостачання міста основними роботами по забезпеченню водою для гасіння пожеж будуть:

- відновлення частково ушкоджених насосних станцій першого і другого підйомів і поновлення їхньої роботи, обладнання тимчасових насосних станцій при повному руйнуванні основних станцій;
- усунення ушкоджень і руйнувань на мережних спорудах (відновлення і ремонт окремих ділянок мережі, обладнання обвідних ліній і перепусків та ін.);
- відключення окремих ділянок водопровідної системи міста з метою створення напору в найбільш важливих місцях гасіння пожежі;
- розчищення і підготовка оглядових колодязів і пожежних гідрантів для приєднання до них водозабірних і водорозвідних засобів гасіння пожеж;
- забезпечення забору води зі штучних водойм, ставків, озер і рік (забезпечення проїзду і обладнання під'їздів, спусків і апарелей у місцях водозабору).

Відновлення земляних гребель, дамб. Часто можливість нормального забору води з відкритого джерела води забезпечується водопідйомними греблями (за звичайно земляними).

Руйнування земляної греблі може привести до катастрофічних наслідків, особливо якщо гребля високо напірна й утворює водоймище з великим запасом води. Розмив земляного тіла, що почався, греблі, якщо він не буде в гранично стиснутий термін локалізований і ліквідований, приведе до швидкого руйнування греблі й утворення хвилі прориву. Запас води у водоймище прийде в рух і через проран, що розширюється, у виді могутньої хвилі прориву висотою в кілька метрів хлине з великою швидкістю вниз, змітаючи усе на своєму шляху.

Зупинити рух такої хвилі прориву **неможливо**. Вона може принести дуже великі нещастя. Підприємства міста, розташовані вище греблі, можуть виявитися в критичний момент без води. От чому у випадку навіть невеликих ушкоджень тіла земляних гребель важливо приймати найшвидші і рішучі заходи по локалізації і ліквідації аварій.

У випадку утворення вимоїни в проран спочатку скидають великі камені, куби, блоки, те що не може віднести потік води. В міру ослаблення потоку скидають камені менших розмірів, потім з верхівкового укусу відсипають дрібний камінь, щебінь і, нарешті, суглинок до повного припинення фільтрації води. Потім насипають шар піску і роблять звичайне кріплення.

Для ліквідації протікання води через вимоїну може знадобитися забивання одного чи двох рядів шпунта паралельно осі греблі. Забивання варто робити одночасно з боків до центру, для того щоб стик прийшовся на середину прорану. Шпунт повинний увійти на **2-3 м** у неушкоджену частину тіла греблі. Після змикання шпунтового ряду вимоїну засипають з відповідним ущільненням ґрунту.

Як профілактичні міри можна рекомендувати попереднє скидання води водоймища до меж, що задовольняють мінімальні потреби у воді на розрахунковий період і повне аварійне водоспоживання.

Важливо мати запаси матеріалів (каменю, мішків, дощок) для аварійних цілей, транспорт, механізми (екскаватори з копровим устаткуванням, бульдозери, скрепери).

Відновлення водозабірних пристроїв. Обсяг і характер робіт залежать від типу водозабірної пристрою. Найбільш стійким і надійним є водозабір інфільтраційного типу.

У **водозаборі руслового типу** слабким місцем можуть виявитися самопливні лінії. У випадку їхнього руйнування можна прокласти тимчасові трубопроводи з металевих, залізобетонних труб. При неможливості виконання цих робіт у заданий термін можна вирити землерийними засобами відкритий канал до берегового колодязя і забезпечити забір води з джерела води.

Самими слабкими елементами водозаборів є наземні пристрої і надбудови (казане відноситься до водозаборів, сполученим з насосними станціями першого підйому).

Роботи на насосних станціях. Руйнування чи ушкодження наземної частини може вивести з ладу всю насосну станцію.

Аварійно-відновлювальні роботи тут будуть насамперед спрямовані на розчищення внутрішніх приміщень від завалу, ремонт і відновлення хоча б частини агрегатів, забезпечення їхнього енергоживлення.

При повному руйнуванні насосних станцій першого підйому необхідно використовувати резервні чи обладнати тимчасові насосні установки. Вони можуть бути споруджені безпосередньо на березі, чи плотах та в інших зручних місцях.

При сприятливих умовах (досить крутий і твердий берег) тимчасову насосну станцію можна розмістити на березі чи площадці над водою, на якій встановлюють насос і двигун. Всмоктувальну трубу при цьому опускають безпосередньо у воду (при достатній глибині джерела води в берега), чи в спеціально побудований водоприймальний колодезь.

При пологістих берегах всмоктувальний водовід виносять на плавучі засоби чи на палі до необхідної глибини, що забезпечує всмоктування і забір чистої води.

Насоси тимчасових насосних станцій можуть одержувати енергопостачання від електромереж, пересувних електростанцій чи від двигунів внутрішнього згоряння з генераторами.

При виході з ладу насосної станції другого підйому вода по обвідних лініях подається в мережу безпосередньо зі станції першого підйому. Якщо насоси станції першого підйому не можуть забезпечити потрібного напору для подачі води в місто, споруджують додаткову насосну станцію.

Аварії на трубопроводах і мережній арматурі, що найбільше часто зустрічаються в практиці, зв'язані головним чином з порушенням розтрубних з'єднань і зварених стиків, переломами чавунних і азбестоцементних труб, а також з появою свищів у сталевих трубах, повздовжніх і поперечних тріщин у чавунних і азбестоцементних трубах. Такі ушкодження можуть утворитися в результаті як безпосереднього впливу надлишкового тиску на ґрунт, так і впливу великих уламків зруйнованих будинків і споруд і гідравлічних ударів у мережі.

При серйозних аваріях водоводів великих діаметрів вода швидко знаходить шлях наверх і затоплює навколишні території. Однак виникають і такі аварії водопровідних ліній, коли вода іде через суміжні комунікації (водостоки, колектори), не прориваючи на поверхню. У таких випадках місця ушкоджень визначають щупом: у розмоклий ґрунт він проникає значно легше, і, крім того, у жолобках щупа залишається волога земля.

Роботи з усунення невеликих ушкоджень на водогінних мережах полягають у закладенні окремих місць витоків, ремонті розтрубних чи зварених з'єднань труб, заміні окремих ділянок трубопроводів, мережної арматури. Ці роботи проводять при необхідності відновлення окремих ділянок мережі. При великих обсягах робіт і неможливості їхнього швидкого виконання приймають

інші міри: споруджують тимчасові лінії, перепуски, організують подачу води по обвідних магістралях та ін.

При відносно невеликих ушкодженнях водоводів, витік може бути усунуто за допомогою накладення цементного пластиру чи оболонки на поверхню труби за допомогою ін'єкціонування цементу чи цементного розчину через нагнітальні шпари під опалубку, що встановлюється на пошкодженій ділянці.

Тимчасова обвідна лінія на мережах водопроводу може бути швидко прокладена шляхом постановки стендерів на найближчі до ушкодженої ділянки гідранти і з'єднання їх пожежними рукавами чи трубами. При тривалому користуванні в зимовий час обвідну лінію з металевих труб утеплюють, установлюючи коробка з засипанням теплоізолюючим матеріалом (шлаком, торфом, тирсою), присипкою землею, снігом.

У зимовий час ділянки трубопроводів, що оголилися, особливо при невеликому водоразборі, можуть бути заморожені, що викликає додаткові руйнування.

Розморожують водопровідні і каналізаційні металеві труби невеликих діаметрів паяльною лампою, великих діаметрів - пуском усередину гарячої води чи пари низького тиску. Швидше і зручніше за все труби (за винятком чавунних при цементних і азбестоцементних заробках) можна розморозити електропрогрівом. На водостоках малого діаметра часто утворюються снігові або крижані пробки. Для їхньої ліквідації експлуатаційники застосовують пересувні котельні. Пара від цих котелень може бути також використана для розморожування водопровідних і каналізаційних труб.

Питання до самоконтролю

1. Що таке стійкість систем водопостачання?
2. Назвіть основні засоби забезпечення надійності систем водопостачання.
3. Назвіть основні способи забору води з поверхневих джерел.
4. Основні вимоги до виконання аварійно-відновлювальних робіт.
5. Назвіть основні аварійно-відновлювальні роботи, зв'язані з ліквідацією загрози затоплення сховищ і підвалів.
6. Які аварійно-відновлювальні роботи проводяться на трубопроводах і мережній арматурі.

Лекція 8. Захист систем централізованого господарчо-питного водопостачання

8.1 Загальні вимоги до захисту систем централізованого господарчо-питного водопостачання

Закон України №1859-III “Про правові засади цивільного захисту” визначає правові та організаційні засади у сфері цивільного захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного, природного та військового характеру, повноваження органів виконавчої влади та інших органів управління, порядок створення і застосування сил, їх комплектування, проходження служби, а також гарантії соціального та правового захисту особового складу органів та підрозділів цивільного захисту.

Стаття 11. Інженерний захист територій.

З метою створення умов безпечного проживання населення на території з підвищеним техногенним навантаженням та ризиком виникнення надзвичайних ситуацій здійснюються заходи інженерного захисту територій, які включають:

урахування під час розроблення генеральних планів забудови населених пунктів і ведення містобудування в умовах підвищеного ризику можливості виникнення надзвичайних ситуацій на окремих територіях та в регіонах;

здійснення контролю за раціональним розміщенням потенційно небезпечних об'єктів з урахуванням можливих наслідків надзвичайних ситуацій для безпеки населення і довкілля в разі виникнення таких ситуацій;

будівництво споруд, будинків, інженерних мереж та транспортних комунікацій із заданими рівнями безпеки і надійності;

розроблення і запровадження заходів щодо безаварійного функціонування потенційно небезпечних об'єктів;

створення комплексних схем захисту населених пунктів та об'єктів від небезпечних природних процесів шляхом організації будівництва протизсувних, протиповіневих, протиселевих, протилавинних, протиерозійних та інших інженерних споруд спеціального призначення.

Захист систем централізованого господарчо-питного водопостачання (СГПВ) від небезпечних для життя та здоров'я людини речовин (НЖЗЛР) повинен бути спрямований на забезпечення безперебійного постачання населення доброякісною питною водою при аварійному забрудненні вододжерела, аваріях або руйнуваннях радіаційно-, хімічно-, біологічно-, пожежо-, вибухо- і гідродинамічнонебезпечних об'єктів, виключенні з роботи головних споруджень СГПВ.

У нашій державі питаннями щодо НС на системах водопостачання займаються:

- Міністерство з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи;
- Міністерство екології та природних ресурсів;
- Державний комітет по водному господарству;
- інші центральні і місцеві органи виконавчої влади в межах визначеної компетенції.

Захист СГПВ повинен:

- забезпечувати можливість роботи системи в умовах НС;
- здійснюватися завчасно на основі прогнозних даних про можливе зараження (забрудненні) поверхневих джерел водопостачання і території СГПВ;
- ґрунтуватися на використанні вітчизняних приладів, реагентів, реактивів і устаткування;
- погоджуватися з заходами щодо захисту обслуговуючого персоналу;
- здійснюватися при мінімальних витратах паливно-енергетичних, матеріально-технічних і трудових ресурсів.

8.2 Надзвичайні ситуації у роботі систем централізованого господарчо-питного водопостачання

Надзвичайними ситуаціями у роботі систем централізованого господарчо-питного водопостачання вважають:

- режим роботи, при якому вода протягом доби систематично подається населенню з перебоями й у зв'язку з цим небезпечна в санітарно-епідеміологічному відношенні;
- режим роботи, при якому вода з порушенням гігієнічних вимог до якості води подається по СГПВ більш тривалий час, чим це передбачено;
- припинення подачі води населенню через досягнення рівня забруднення поверхневого вододжерела, що перевершує технологічну та санітарну надійність (ТСН) СГПВ або через вихід з ладу (руйнування, ушкодження) основних споруд СГПВ.

Захист СГПВ здійснюється на водозабірних спорудах; водоочисних станціях; системах подачі і розподілу води; резервуарах питної води; в лабораторіях, що контролюють якість води; водорозбірних пунктах.

При захисті СГПВ необхідно враховувати:

- геологічні умови залягання підземних вод і ступінь їхньої захищеності;
- наявність радіаційно-, хімічно-, біологічно-, пожежо-, вибухо- і гідродинамічнонебезпечних об'єктів у районах водопостачання;
- наявність, склад, стан і продуктивність водопровідних споруджень, резервованих джерел електроенергії і засобів, використовуваних для знезаражування споруджень, території і обладнання від небезпечних для життя та здоров'я людей речовин;

- місцеві матеріальні ресурси, що можуть бути використані для захисту систем водопостачання;
- виключення з роботи частково або цілком головних споруд СГПВ із переходом на роботу в надзвичайній ситуації.

Захист СГПВ повинен забезпечуватися виконанням організаційних, інженерно-технічних, санітарно-гігієнічних і протиепідемічних вимог.

8.3 Задачі захисту систем господарчо-питного водопостачання

8.3.1 Організаційні вимоги

Організаційні вимоги повинні забезпечувати:

- водопостачання населення з урахуванням можливих порушень роботи СГПВ у результаті аварійного забруднення вододжерел, через вплив сучасних засобів враження супротивника, при аваріях або руйнуваннях радіаційно-, хімічно-, біологічно-, пожежо-, вибухо- і гідродинамічнонебезпечних об'єктів, самих централізованих СГПВ, а також з урахуванням надходження додаткового контингенту населення (евакуйованих) з постраждалих районів;
- ефективне використання фінансових засобів і матеріально-технічних ресурсів, що виділяються на захист централізованих СГПВ;
- дотримання інженерно-технічних норм проектування захисту СГПВ;
- установлення порядку переходу водоочисних станцій на режими спеціального очищення води і режими їхньої роботи при забрудненні (зараженні) небезпечними для життя і здоров'я людини речовинами вододжерел і територій СГПВ;
- обмеження подачі питної води на технічні потреби і на гаряче водопостачання в НС;
- ефективну охорону СГПВ, вододжерела, на якому вона розташована, і прилягаючих територій;
- постачання служб експлуатації СГПВ необхідною нормативною документацією, що регламентує їхню роботу в надзвичайній ситуації;
- створення незнижуваного запасу питної води по нормі не менш 30 л на людину в добу для чисельності населення мирного часу з застосуванням засобів консервації води для продовження термінів її зберігання.

8.3.2 Інженерно-технічні вимоги

Інженерно-технічні вимоги повинні забезпечувати:

- залучення в баланс СГПВ більшої частини наявного ресурсу підземних вод, захист їх від виснаження і забруднення;
- очищення повітря, що надходить у резервуари питної води (РПВ) і трубопроводи системи подачі та розподілу води (СПРВ), герметизацію

водозабірних свердловин, будинків насосних станцій, наземних павільйонів над водоочисними спорудами;

- спорудження укриттів для захисту обслуговуючого персоналу від небезпечних для життя і здоров'я людини речовин на об'єктах СГПВ;
- дообладнання водоводов і магістральних мереж СПРВ, РПВ і введів води в підвальні приміщення будинків пунктами забору і роздачі води в пересувну і переносну тару;
- створення на водоочисних станціях резерву реагентів, хлору, аміаку, зернистих і порошкоподібних сорбентів, спеціального устаткування і приладів контролю, автономних джерел електроенергії;
- створення на об'єктах СГПВ резерву мобільних, а також найпростіших засобів і пристроїв очищення води від небезпечних для життя і здоров'я людини речовин;
- влаштування укриттів для захисту особового складу й устаткування від небезпечних для життя і здоров'я людини речовин на створених водорозбірних пунктах;
- влаштування укриттів для захисту запасу хлору і реагентів;
- спорудження додаткових ємностей РПВ;
- приведення в готовність запірно-регулюючої арматури на основних водопровідних магістралях;
- автоматизацію контролю забруднення води небезпечними для життя і здоров'я людини речовинами у джерелах водопостачання, у лабораторіях СГПВ, у районах розміщення радіаційно-, хімічно-, біологічно-, пожежо-, вибухо- і гідродинамічнонебезпечних об'єктів;
- ліквідацію наслідків зараження (забруднення) території, споруд і устаткування СГПВ небезпечними для життя і здоров'я людини речовинами.

8.3.3 Санітарно-гігієнічні і протиепідемічні вимоги

Санітарно-гігієнічні та протиепідемічні вимоги повинні забезпечувати:

- режими спеціального очищення, тобто освітлення, знебарвлення, знешкодження і знезаражування води на водоочисних станціях і режими їхньої роботи при забрудненні (зараженні) небезпечними для життя і здоров'я людини речовинами джерел водопостачання і територій СГПВ;
- очищення РПВ і трубопроводів СПРВ, їхню дезінфекцію, дезактивацію і дегазацію;
- відповідність рівня технологічної та санітарної надійності СГПВ рівневі забруднення вододжерела;
- систематичний контроль за процесом транспортування води по СПРВ і збереження її якості в РПВ.

8.4 Вимоги до застосування організаційно-технічних методів і засобів

8.4.1 Джерела водопостачання і водозабірні споруди

СГПВ середніх і великих міст повинні базуватися не менш ніж на двох незалежних джерелах водопостачання.

Головні споруди повинні бути розташовані по периметру міста, забезпечувати швидкий перерозподіл води між споживачами і маневрування подачі води по районах міста, при виході з ладу окремих головних споруд.

Для цілей господарсько-питного водопостачання населення повинні бути притягнуті всі ресурси прісних підземних вод за рахунок:

- невикористаних експлуатаційних запасів;
- скорочення використання прісних підземних вод питної якості на технічні потреби підприємств;
- використання віддалених джерел природно-чистих вод;
- використання вод із природними домішками, для видалення яких існують апробовані технологічні методи і засоби.

Мінімальна частка підземних вод у загальному обсязі водопостачання міста повинна бути достатньою, щоб мати можливість забезпечувати безперебійну подачу води населенню при відключенні головних споруджень поверхневих вододжерел у період їхнього аварійного забруднення.

Оголовки водозабірних свердловин повинні бути надійно герметизовані.

Не менше половини свердловин повинні бути приєднані до резервних джерел електропостачання, мати пристрої для підключення насосів до пересувних електростанцій і патрубків на напірних лініях для наповнення пересувних цистерн і забору води в переносну тару.

У зонах санітарної охорони повинен забезпечуватися надійний захист поверхневих і підземних джерел водопостачання від зовнішнього забруднення.

Конструкція поверхневих водозаборів повинна запобігати підсмоктуванню в оголовки самопливних ліній донних і берегових відкладень, а також плаваючих предметів і поверхневих плівок.

Для зниження надходження на водоочисні станції планктону, водозабірні вікна й устя усмоктувальних патрубків варто розташовувати в кілька ярусів по висоті.

При загрозах періодичного або аварійного забруднення поверхневого вододжерела в складі водозабірної вузла варто влаштовувати наливні водоймища. Корисний об'єм наливного водоймища повинний визначатися з врахуванням прогнозованого для даної місцевості періоду ймовірного забруднення джерел водопостачання, але не менш десятидобової продуктивності водоочисної станції. Комунікації наливного водоймища повинні забезпечувати надходження води від насосної станції першого підйому через наливне водоймище до водоочисної станції і мати вільні лінії для

переключення. Наливні водоймища повинні обладнуватися пристроями, що забезпечують активний водообмін у них.

8.4.2 Водочисні станції

Технологічна схема, склад споруд і продуктивність вододжерела повинні відповідати найбільш несприятливому рівневі і складові забруднень джерела водопостачання, при яких стабільно забезпечується одержання питної води, що відповідає вимогам ДСТ 2874-82.

У надзвичайних ситуаціях допускається зниження вимог до якості питної води відповідно до існуючих інструкції.

Для визначення відповідності бар'єрної ролі водочисної станції рівневі і складові забруднень на водочисній станції повинні влаштовуватися технологічні установки або дослідні станції і відпрацьовуватися оптимальні режими експлуатації і максимальні навантаження на споруди. Повинні визначатися також умови, при яких необхідно виключати водочисні станції із роботи. Режими повинні прийматися комісіями, що організуються органами місцевого самоврядування за участю представників територіальних органів МНС України і Держкомсанепідназора.

При недостатності бар'єрної ролі діючих водочисних станцій повинні проводитися роботи з підвищення їх технологічної та санітарної надійності за рахунок технічного переозброєння і реконструкції діючих споруд, улаштування додаткових технологічних ланок (сорбційних фільтрів, озонування, біоокисників, мікрофільтрів) і ін.

8.4.3 Системи подачі і розподілу води

Число водогонів, якими подають питну воду від головних споруд у системи подачі і розподілення води міста, повинне бути не менш двох. Транспортування питної води по одному водогону може бути допущене для малих міст і населених місць за узгодженням з місцевими органами МНС України.

У знижених точках магістральних трубопроводів і розподільчої мережі повинні бути обладнані пункти роздачі питної води у пересувну і переносну тару. У підвальних приміщеннях будинків необхідно мати в доступному місці крани для наповнення переносної тари.

Металеві трубопроводи СГПВ, особливо які базуються на поверхневих джерелах, повинні мати внутрішні покриття, що захищають їх від біокорозійних обростань, утворення відкладень і бути такими, що запобігають вторинному забрудненню питної води.

СПРВ повинні мати засоби дистанційного регулювання витрат води для обмеження водоспоживання в періоди дефіциту водопостачання.

Для запобігання вторинного забруднення питної води у протяжних водогонах і великих ємнісних резервуарах варто застосовувати поетапне хлорування води по довжині водогонів.

8.4.4 Резервуари чистої води

Загальний об'єм питної води, необхідний для забезпечення населення міста в період НС при повному відключенні всіх головних споруд і водоочисної станції, повинен розраховуватися, виходячи з мінімальних фізіолого-гігієнічних нормативів і зберігатися в РПВ, у водогонах, магістральних трубопроводах і розподільчій мережі. Кількість РПВ і їхнє розташування по площі міста слід встановлювати, виходячи зі зручності доставки води населенню.

РПВ повинні бути герметичними, внутрішні поверхні залізобетонних конструкцій повинні бути гладкими, без раковин і пор. РПВ повинні бути обладнані фільтрами для очищення забрудненого повітря, що надходить у них.

У РПВ повинно бути організовано активний обмін питної води по всьому об'єму, що виключає утворення застійних місць, випадання і накопичення осадів, появу обростань. Усі РПВ повинні бути обладнані засобами для забору з них ПВ у пересувну тару. До місць забору води повинні бути забезпечені під'їзди для автоцистерн. Щорічно повинна проводитися перевірка герметичності РПВ, їхнє чищення, дезінфекція, перевірятися працездатність фільтрів для очищення повітря, пристроїв для роздачі води, запірної арматури й устаткування для консервації води. На промислових підприємствах повинні бути власні РПВ, корисний об'єм яких повинний забезпечувати їх потреби у питній воді протягом усього періоду надзвичайної ситуації. Для тривалого збереження питної води у періоди надзвичайних ситуацій РПВ повинні заповнюватися питною водою, у яку вводиться хлор і аміак у співвідношенні 1:2.

8.5 Контроль якості води

Лабораторії водоочисної станції і центральна лабораторія СГПВ повинні бути оснащені відповідним устаткуванням і приладами, укомплектовані кваліфікованим персоналом, що забезпечує оперативний контроль за вмістом антропогенних домішок, що містяться у воді даного джерела водопостачання і в питній воді, передбачених ДСТ 2761-84, ДСТ 2874-82 і СанПіН № 4630-88.

При сильному забрудненні джерела водопостачання, поряд із традиційним контролем, для інтегральної оцінки якості води повинні використовуватися методи біотестування.

Перелік контрольованих показників і частота відбору проб повинні визначатися місцевими органами Держкомсанепіднадзора.

Повинен вестися також систематичний контроль за вмістом небезпечних для життя та здоров'я людини речовин I і II класів небезпеки в осадах, що накопичуються в спорудах водоочисних станцій, резервуарах чистої води, систем подачі та розподілу води і в місцях обробки і складування осадків.

8.6 Режими експлуатації

Основні споруди і водопровідні магістралі повинні бути оснащені засобами централізованого регулювання, що підтримують безперебійну подачу питної води населенню в періоди її дефіциту за рахунок скорочення подачі питної води підприємствам на технічні потреби, часткового або повного відключення житлового фонду від гарячого водопостачання й ін.

Всі основні виробничі ланки СГПВ повинні мати декілька варіантів функціональних схем із зазначенням джерел водопостачання, водозабірних споруд, водоочисних споруд, систем подачі та розподілу води, резервуарів питної води, а також місць забору питної води з нумерацією засувки, що забезпечують відключення або регулювання потоків води за сигналом з диспетчерського пункту. Схема повинна містити чіткі вказівки диспетчерам і технічному персоналові про порядок їхніх дій у періоди дефіциту води й у НС.

В умовах перевантаження споруд і недостатньої бар'єрної ролі водоочисних станцій за узгодженням з органами Держкомсанепіднагляду, допускається на певний строк подача води населенню питної води зі зніженими вимогами до її якості. У цьому випадку можливо використовувати побутові (поквартирні) і групові, у тому числі мобільні установки для доочищення води в медичних і дитячих установах, на підприємствах харчової промисловості, для населення, що потребує за станом здоров'я воду більш високої якості й ін. Зазначені установки повинні бути сертифіковані, організоване їхнє сервісне обслуговування за участю і під контролем місцевих комунальних і санітарних органів.

У надзвичайній ситуації при мінімальному споживанні питної води населенням повинне бути забезпечене безперебійне відведення концентрованих стоків по комунальних каналізаційних мережах, запобігання їхнього засмічення і переповнення.

Питання до самоконтролю

1. Назвіть загальні вимоги до захисту систем централізованого господарчо-питного водопостачання.
2. Які ситуації у роботі систем централізованого господарчо-питного водопостачання вважаються надзвичайними?
3. Назвіть задачі захисту систем господарчо-питного водопостачання.
4. Назвіть основні вимоги до застосування організаційно-технічних методів і засобів.

5. Як здійснюється контроль якості води?
6. Як та залежно від чого можуть змінюватися режими експлуатації систем централізованого господарчо-питного водопостачання?

Лекція 9. Охорона природних джерел. Санітарні зони

9.1 Основні джерела забруднення природних вод

Основні джерела забруднення природних вод: промисловість, сільське господарство, теплоенергетика, водний транспорт, атмосферні викиди, комунальні стоки.

Проблема охорони природних вод найгостріше стоїть в промислово розвинених країнах. Найбільше забруднення природних вод дає промисловість таких галузей, як нафтопереробна, хімічна, миловарна, целюлозно-паперова, текстильна, металургійна, гірничодобувна та інші.

Майже всі стічні води, що містять нафтопродукти, негативно впливають на якість води. Навіть зміст нафти в кількості 0,2-0,4 мг/л додає воді запах, не зникаючий після хлорування. Фенолові з'єднання стоків хімічних виробництв порушують біологічні процеси у воді і вона набуває різкого, неприємного запаху. Стічні води підприємств електрохімічної промисловості, рудозбагачувальних фабрик і підприємств по виробництву пестицидів, а також шахтні і копальневі води містять значну кількість цинку і міді. Вміст у водах синтетичних поверхнево-активних речовин (СПАР) викликає різке погіршення біохімічної очисної здатності водоймищ, що приводить до припинення зростання водної рослинності, до посилення присмаків, запаху і т.п.

В даний час випускають і використовують тисячі хімічних з'єднань, багато з яких не розкладається на нешкідливі продукти, а накопичуються у воді і перетворюються в ще токсичніші продукти. Інтенсифікація сільськогосподарського виробництва супроводжується збільшенням кількостей мінеральних добрив і хімічних засобів захисту рослин від бур'янів, шкідників і хвороб. Внаслідок цього в навколишнє середовище потрапляє багато хімічних речовин, зокрема пестицидів, що діють на природу протягом тривалого часу, накопичуються в ґрунті, а потім потрапляють у водоносні пласти і водоймища.

Сільське господарство є основним джерелом забруднення водних ресурсів біогенними речовинами, які сприяють швидкому розвитку фітопланктону («цвітінню» вод), викликають прогресуючу евтрофікацію (вміст у воді живильних речовин) водних об'єктів, приводять до порушення процесів самоочищення. Азот, що поступає в ґрунт з добривами, перетворюється на легкокорозивні дуже рухливі нітратні форми, та сприяє забрудненню ґрунтових підземних вод і робить їх непридатними для водопостачання. Зрошуване землеробство при існуючій технології дає великі зворотні стоки, які забруднені добривами і пестицидами, а також сильно мінералізовані.

Джерелом забруднень водоймищ стали численні крупні тваринницькі ферми. Відходи тваринницьких господарств містять яйця гельмінтів і патогенні мікроорганізми, що є джерелом захворювань. Особливо небезпечні свинарські комплекси. Одна така ферма на 100 тис. голів за наслідками забруднень рівнозначна місту з населенням близько 250 тис. людей.

Широко поширено забруднення поверхневих джерел (водосховищ) продуктами розпаду синьо-зелених водоростей. Особливо великий збиток ці забруднення приносять системам комунального і виробничого водопостачання, а також рибному господарству. Для усунення цього типу забруднень потрібні збільшення витрати коагулянту, розширення площ відстійників, витрати електроенергії на мікрофільтри. На теплових електростанціях ці забруднення знижують ефект охолодження, приводять до перевитрати палива. Окрім цього, погіршуються умови використання водних ресурсів для рекреації, лікування, спорту і туризму.

З розвитком теплоенергетики з'явилося «теплове» забруднення водоймищ в результаті скидання відпрацьованих підігрітих вод. При підвищенні температури води посилюється її випаровування, підвищується мінералізація, відбувається швидкий розвиток водної рослинності і, отже, накопичення органічних речовин, а їх розклад знижує зміст розчиненого кисню. Що негативно позначається на життєдіяльності водоймища.

Розвиток водного транспорту привів до додаткового забруднення річок, озер і морів унаслідок скидання в них недостатньо очищених відходів. Особливо велика кількість забруднень поступає від нафтоналивних судно в результаті аварій: 1 т нафти утворює плівку площею 10-12 км², що утрудняє надходження у воду кисню.

Радіоактивні відходи деяких виробництв представляють велику небезпеку для природних вод і споживаючих її живих організмів і тому підлягають похованню. Забруднення водоймищ відбувається і через атмосферу. Газоподібні викиди виробництв, що містять оксиди азоту, окисел вуглецю, двоокис сірки, пил, золу і ін., переносяться по повітрю і, розчиняючись в атмосферній волозі, випадають на поверхню землі у вигляді «кислотних» дощів.

Найбільш стародавнім видом забруднень водоймищ є комунальні стоки міст і населених пунктів.

9.2 Законодавчі, технологічні та санітарні заходи захисту водних об'єктів від забруднень

Захист водних об'єктів від забруднень забезпечується законодавчими, технологічними та санітарними заходами.

Нормативні документи, які регламентують вимоги використання водних ресурсів виходячи з інтересу різних користувачів (гідротранспорт, енергетика, рибне господарство та ін.):

1. Закон України №1264-12 від 25.06.1991 "Про охорону навколишнього природного середовища";
2. Закон України №4004-12 від 24.02.1994 "Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення";
3. Закон України №1389-14 від 14.01.2000 "Про меліорацію земель";

4. Кодекс про надра від 27.07.1994;
та ряд законодавчих актів містобудівного, підприємницького, адміністративного та цивільного законодавства.

Основним документом, який регулює водні правовідносини в Україні, включаючи й моніторинг вод, є Водний Кодекс України, прийнятий Верховною Радою України у червні 1995 року (з доповненнями від 2000 р.). Відповідно до його положень, державне управління в галузі використання і охорони вод та відтворення водних ресурсів здійснюють Кабінет Міністрів України разом зі спеціально уповноваженими органами державної виконавчої влади.

За станом поверхневих вод суші та морських екосистем ведуть спостереження Мінекоресурсів, Міністерство охорони здоров'я. Національне космічне агентство України. Держводгосп веде радіологічні та гідрохімічні спостереження за водами, переформуванням берегів та гідрогеологічним станом у прибережних зонах водосховищ, а також облік ресурсів поверхневих вод. Держбудом забезпечується спостереження за якістю питної води у централізованих системах водопостачання та станом стічної води міської каналізаційної мережі.

Контроль за промисловими викидами ведеться за допомогою різних показників, в тому числі ГДК, ТДП та ін.

Гранично допустима концентрація (ГДК) – концентрація хімічної речовини в воді водойми, яка не повинна оказувати впливу на організм людини на протязі всього його життя та на здоров'я послідуєчих поколінь та не повинна погіршувати гігієнічні умови водокористування.

Тимчасово допустима концентрація (ТДК) – орієнтовний безпечний рівень впливу хімічних речовин в воді, якій встановлюється розрахунковим шляхом.

Забезпечення регламентованих значень ГДК та ТДК може бути досягнуто двома шляхами – механічним розсіюванням хімічних речовин в водному середовищі або суровим контролем за їх поступленням в зовнішнє середовище.

Розсіювання хімічних речовин досягається розбавленням стоків в поверхневих водах. Цей спосіб є дуже не досконалим та повинен бути замінений обмеженням або повним припиненням викидів забруднених вод в водойми. Необхідно суворо дотримуватись величин гранично допустимих викидів, встановлених для кожного підприємства і це є одним із діючих засобів охорони води, повітря і ґрунтів.

Заходи зі зменшення викиду забруднень в водойми:

- використання повторного та зворотного водопостачання;
- застосування маловодних та безводних технологій;
- використання замкнених систем водного господарства;
- створення прибережних водоохоронних зон (лісна та гідротехнічна меліорація);

9.3 Зони санітарної охорони джерел водопостачання та водозабірних споруд

З метою забезпечення санітарно-епідеміологічної надійності водопроводів господарсько-питного водопостачання в місцях розташування водозабірних споруд і оточуючих їх територіях влаштовуються *зони санітарної охорони (ЗСО)*.

Зона джерела водопостачання в місці забору води повинна складатися з трьох поясів: першого - строгого режиму, другого і третього - режимів обмеження. Зона водопровідних споруд повинна складатися з першого поясу і смуги (при розташуванні водопровідних споруд за межами другого поясу зони джерела водопостачання). Зони водопроводу повинні включати зону джерела водопостачання в місці забору води (включаючи водозабірні споруди), зону і санітарно-захисну смугу водопровідних споруд (насосних станцій, станцій підготовки води, ємностей) і санітарно-захисну смугу водоводів.

9.3.1 Межі зон санітарної охорони

Для поверхневих джерел водопостачання:

- для водосховищ і озер: перший пояс зони санітарної охорони охоплюється межею, що проходить на відстані 100 м від водозабору по акваторії джерела на всіх напрямках, а по прилеглому до водозабору берегу на відстані не менше 100 м від урізання води.
- для водотоків (річки, канали): вгору за течією - не менше 200 м; вниз за течією - не менше 100 м; на водозаборах ковшового типу в межі першого поясу включається вся акваторія ковша і територія навколо нього смугою не менше 100 м.

Межі другого поясу зони водотоку належить встановлювати:

- вгору за течією, включаючи притоки, - виходячи з швидкості перебігу води, усередненої по ширині і довжині водотоку або на окремих його ділянках і часі протікання води від межі поясу до водозабору;
- вниз за течією - не менше 250 м;
- бічні межі - на відстані від урізання води при літньо-осінній межені - при рівнинному рельєфі - 500 м, при гористому рельєфі місцевості - до вершини першого схилу, повернутого у бік водотоку, але не більше 750 м при пологому схилі і 1000 м при крутому схилі.

Межі третього поясу зони поверхневого джерела водопостачання повинні бути вгору і вниз за течією водотоку або на всі боки по акваторії водоймища такими ж, як для другого поясу; бічні межі - по вододілу, але не більше 3-5 км від водотоку або водоймища.

Для підземних джерел водопостачання:

Межі першого поясу зони підземного джерела водопостачання повинні встановлюватися від одиночного водозабору (свердловина, шахтний колодязь,

каптаж) або від крайніх водозабірних споруд групового водозабору на відстанях:

30 м при використанні захищених підземних вод;

50 м при використанні недостатньо захищених підземних вод.

У межі першого поясу зони інфільтраційних водозаборів слід включати прибережну територію між водозабором і поверхневим джерелом водопостачання, якщо відстань між ними менше 150 м.

Межі другого поясу зони підземного джерела водопостачання встановлюються розрахунком, що враховує час просування мікробного забруднення води до водозабору, що приймається залежно від кліматичних районів і захищеності підземних вод від 100 до 400 сут.

Межа третього поясу зони підземного джерела водопостачання визначається розрахунком, що враховує час просування хімічного забруднення води до водозабору, яке повинне бути більше прийнятої тривалості експлуатації водозабору, але не менше 25 років.

Для майданчику водопровідних споруд:

Межа першого поясу зони водопровідних споруд повинна співпадати з огорожею майданчика споруд і передбачатися на відстані:

від стін резервуарів фільтрованої (питний) води, фільтрів (окрім напірних), контактних освітлювачів з відкритою поверхнею води - не менше 30 м;

від стін решти споруд і стовбурів водонапірних башт - не менше 15 м.

Санітарно-захисна смуга навколо першого поясу зони водопровідних споруд, розташованих за межами другого поясу зони джерела водопостачання, повинна мати ширину не менше 100 м.

Для водоводів:

Ширину санітарно-захисної смуги водоводів, що проходять по незабудованій території, належить приймати від крайніх водоводів:

при прокладці в сухих ґрунтах - не менше 10 м при діаметрі до 1000 мм і не менше 20 м при великих діаметрах; у мокрих ґрунтах - не менше 50 м незалежно від діаметру.

При прокладці водоводів по забудованій території ширину смуги за узгодженням з органами санітарно-епідеміологічної служби допускається зменшувати.

9.3.2 Санітарні заходи на територіях зон

Територія першого поясу повинна бути спланована, озеленена і обгороджена, а на акваторії поверхневих джерел поставлені попереджувальні знаки. Для території першого поясу зони повинна передбачатися сторожова (тривожна) сигналізація.

На території першого поясу зони:

а) забороняються:

всі види будівництва, за винятком реконструкції або розширення основних водопровідних споруд (підсобні будівлі, безпосередньо не пов'язані з подачею і обробкою води, повинні бути розміщені за межами першого поясу зони);

розміщення житлових і громадських будівель, мешкання людей, зокрема що працюють на водопроводі;

прокладка трубопроводів різного призначення, за винятком трубопроводів, обслуговуючих водопровідні споруди;

випуск в поверхневі джерела стічних вод, купання, водопій і випас худоби, прання білизни, рибний лов, застосування для рослин отрутохімікатів і добрив;

б) будівлі повинні бути каналізовані з відведенням стічних вод в найближчу систему побутової або виробничої каналізації або на місцеві очисні споруди, розташовані за межами першого поясу зони з урахуванням санітарного режиму в другому поясі. За відсутності каналізації повинні влаштовуватися водонепроникні вигреби, розташовані в місцях, що виключають забруднення території першого поясу при вивозі нечистот;

в) повинно бути забезпечено відведення поверхневих вод за межі першого поясу;

г) допускаються тільки рубки догляду за лісом і санітарні вирубування лісу.

На території другого поясу зони поверхневого джерела водопостачання належить:

а) здійснювати регулювання відведення територій для населених пунктів, лікувально-профілактичних і оздоровчих установ, промислових і сільськогосподарських об'єктів, а також можливих змін технології промислових підприємств, пов'язаних з підвищенням ступеня небезпеки забруднення джерел водопостачання стічними водами;

б) упорядковувати промислові, сільськогосподарські та інші підприємства, населені пункти і окремі будівлі, передбачати організоване водопостачання, водовідведення, пристрій водонепроникних вигребів, організацію відведення забруднених поверхневих стічних вод і др.;

в) проводити тільки рубки догляду за лісом і санітарні вирубування лісу.

У другому поясі зони поверхневого джерела водопостачання забороняється:

а) забруднення територій нечистотами, сміттям, гноєм, промисловими відходами та ін.;

б) розміщення складів паливно-мастильних матеріалів, отрутохімікатів і мінеральних добрив, накопичувачів, шламосховищ і інших об'єктів, які можуть викликати хімічні забруднення джерел водопостачання;

в) розміщення кладовищ, скотомогильників, полів асенізації, полів фільтрації, землеробських полів зрошування, гноєсховищ, силосних траншей, тваринницьких і птахівничих підприємств і інших об'єктів, які можуть викликати мікробні забруднення джерел водопостачання;

г) застосування добрив і отрутохімікатів.

В межах другого поясу зони поверхневого джерела водопостачання:

- допускаються птахівництво, прання білизни, купання, туризм, водний спорт, устрій пляжів і рибний лов у встановлених місцях при забезпеченні спеціального режиму, узгодженого з органами санітарно-епідеміологічної служби;
- слід встановлювати місця переправ, мостів і пристаней;
- належить за наявності судноплавства обладнати судна спеціальними пристроями для збору побутових вод і твердих відходів, на пристанях передбачати зливні станції і приймачі для збору твердих відходів;
- забороняються здобич піску і гравію з водотоку або водоймища, а також днопоглиблювальні роботи;
- забороняється в прибережній смузі шириною не менше 300 м розташування пасовищ.

Одночасно з цим в другому поясі забороняється забруднення території, розміщення складів паливно-мастильних матеріалів, отрутохімікатів, добрив, накопичувачів і інших об'єктів, які можуть привести до хімічного забруднення водоймищ. Крім того, не допускається пристрій полів фільтрації, проведення зрошування сільгоспугідь і т.п., що може викликати мікробне забруднення джерел водопостачання. Забороняються закачування відпрацьованих вод в підземні пласти, підземне складування твердих відходів і розробка надр землі.

На території третього поясу поверхневого джерела водопостачання передбачають такі ж санітарні заходи, як і в другому поясі. На відміну від другого тут допускаються лісозаготівельні роботи. На каналах і водосховищах у межах третього поясу повинні проводитися роботи по очищенню дна від відкладень і рослинності; у хімічних методах боротьби допускається застосування тільки тих препаратів, які дозволені органами санітарно-епідеміологічної служби. Санітарні заходи в даному поясі підземних джерел в основному співпадають із заходами для поверхневих джерел.

Для майданчиків водопровідних споруд:

На території першого поясу зони майданчика водопровідних споруд повинні передбачатися санітарні заходи, вказані для першої зони.

В межах санітарно-захисної смуги майданчиків водопровідних споруд повинні передбачатися такі санітарні заходи:

а) здійснювати регулювання відведення територій для населених пунктів, лікувально-профілактичних і оздоровчих установ, промислових і сільськогосподарських об'єктів, а також можливих змін технології промислових підприємств, пов'язаних з підвищенням ступеня небезпеки забруднення джерел водопостачання стічними водами;

б) упорядковувати промислові, сільськогосподарські та інші підприємства, населені пункти і окремі будівлі, передбачати організоване водопостачання, водовідведення, пристрій водонепроникних вигребів, організацію відведення забруднених поверхневих стічних вод і др.;

забороняється:

а) забруднення територій нечистотами, сміттям, гноєм, промисловими відходами та ін.;

б) розміщення складів паливно-мастильних матеріалів, отрутохімікатів і мінеральних добрив, накопичувачів, сховищ для шламу і інших об'єктів, які можуть викликати хімічні забруднення джерел водопостачання;

в) розміщення кладовищ, скотомогильників, полів асенізації, полів фільтрації, землеробських полів зрошування, гноєсховищ, силосних траншей, тваринницьких і птахівничих підприємств і інших об'єктів, які можуть викликати мікробні забруднення джерел водопостачання;

г) застосування добрив і отрутохімікатів.

Водоводи:

В межах санітарно-захисної смуги водоводів повинні бути відсутніми джерела забруднення ґрунту і ґрунтових вод (убиральні, помийні ями, гноєсховища, приймачі сміття і ін.). На ділянках водоводів, де смуга граничить з вказаними забруднювачами, слід застосовувати пластмасові або сталеві труби. Забороняється прокладка водоводів по території звалищ, полів асенізації, полів фільтрації, землеробських випалин зрошування, кладовищ, скотомогильників, а також по території промислових і сільськогосподарських підприємств.

Питання до самоконтролю

1. Назвіть основні джерела забруднення природних вод.
2. Назвіть основні законодавчі, технологічні та санітарні заходи захисту водних об'єктів від забруднень.
3. З якою метою створюються зони санітарної охорони джерел водопостачання та водозабірних споруд?
4. Основні санітарні заходи на територіях зон санітарної охорони.

Література

1. Абрамов Н.Н. Водоснабжение. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1982.
2. Андронов В.А., Буц Ю.В., Крайнюк О.В., Коврегин В.В. Екологія. Навч. посібник. / Х.:УЦЗУ, 2008. – 382 с.
3. Антіпов І.А., Кулешов М.М., Петухова О.А. Протипожежне водопостачання. Підручник / Харків, 2004. – 255 с.
4. Водний кодекс України №2120-14 від 07.12.2000 р.
5. ДБН В.2.2-9-99 “Будинки і споруди: Громадські будинки та споруди”.
6. Депутат О.П., Коваленко І.В., Мужик І.С. Цивільна оборона. Навчальний посібник / За ред. полковника В.С. Франчука. – 2-ге вид., доп. – Л.: Афіша, 2001. – 336 с.
7. Державні санітарні правила і норми 383-96: "Вода питна. Гігієнічні умови до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання."
8. ДР-97: "Допустимі рівні радіонуклідів цезію-137 та стронцію-90 у харчових продуктах та питній воді”.
9. ДСТ 2761-84: "Джерела централізованого господарсько-питного водопостачання: Гігієнічні норми і правила вибору”;
10. ДСТ 2874-82 “Вода питна. Гігієнічні вимоги та контроль якості води”
11. Епоян С.М., Копелевич І.Л., Друшляк О.Г. та ін. Спеціальні методи очистки природних вод. / Навч.-мет. посібник. – Х.: ХДТУБА, 2007. – 63 с.
12. Епоян С.М., Сухоруков Г.І., Друшляк О.Г., Шилін В.В. Водопостачання (очистка природних вод). Навч. посібник / – Х.: Основа, 2001. – 191 с.
13. Закон України №1264-12 від 25.06.1991 "Про охорону навколишнього природного середовища”;
14. Закон України №2988-14 від 31.03.2005 “Про загальнодержавну програму розвитку водного господарства”.
15. Закон України №1389-14 від 14.01.2000 "Про меліорацію земель”.
16. Закон України №1809-04 “Про захист населення і території від НС техногенного та природного характеру”.
17. Закон України №1859-IV “Про правові засади цивільного захисту”.
18. Закон України №2918-III “Про питну воду та питне водопостачання”.
19. Закон України №4004-12 від 24.02.1994 "Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення”;
20. Карелин В.Я., Минаев А.В. Насосы и насосные станции: Учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1986. – 320 с.
21. Николадзе Г.И. Водоснабжение. - М.: Стройиздат, 1989. – 496 с.
22. СНиП 2.04.02-84* Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. – М.: Стройиздат, 1985. –136 с.
23. СНиП 2.04.01 – 85* «Внутренний водопровод и канализация зданий». – М.: Стройиздат, 1986. – 72 с.
24. Тугай А.М., Орлов В.О. Водопостачання. – Рівне: РДТУ, 2001. – 429 с.