

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

**В. Е. Абракітов**

**БЕЗПЕКА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ  
ТА КОМУНІКАЦІЙ**

**КУРС ЛЕКЦІЙ**

*(для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти  
всіх форм навчання зі спеціальності 263 – Цивільна безпека)*

**Харків**  
**ХНУМГ ім. О. М. Бекетова**  
**2024**

**Абракітов В. Е.** Безпека експлуатації інженерних систем та комунікацій : курс лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти всіх форм навчання зі спеціальності 263 – Цивільна безпека / В. Е. Абракітов ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2024. – 92 с.

Автор

канд. техн. наук, доц. В. Е. Абракітов

Рецензент

**М. О. Мороз**, доцент, кандидат технічних наук, доцент кафедри охорони праці та безпеки життєдіяльності (Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова)

*Рекомендовано кафедрою охорони праці та безпеки життєдіяльності, протокол № 1 від 16.08.2024*

Курс лекцій складено з метою допомогти здобувачам вищої освіти під час підготовки до занять та контрольних заходів із дисципліни «Безпека експлуатації інженерних систем та комунікацій».

© В. Е. Абракітов, 2024

© ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2024

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1 КРИТЕРІЇ БЕЗПЕКИ СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ І КАНАЛІЗАЦІЇ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ ТА БУДІВЕЛЬ.....	10
1 ЗАГАЛЬНЕ УЯВЛЕННЯ ПРО МІСЬКІ ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ І СПОРУДИ.....	10
1.1 Призначення інженерних систем та інженерних споруд.....	10
1.2 Коротка історія розвитку інженерних мереж.....	10
1.3 Комплексний благоустрій міських територій .....	12
1.4 Комплексність системи інженерних мереж.....	14
Контрольні запитання до теми 1 .....	15
2 МІСЬКІ ІНЖЕНЕРНІ МЕРЕЖІ ТА ЇХНЯ РОЛЬ У СТРУКТУРІ МІСТА .....	15
2.1 Класифікація міських інженерних мереж.....	15
2.2 Методи прокладання інженерних мереж.....	18
2.3 Класифікація міських інженерних споруд.....	20
Контрольні запитання до теми 2.....	23
3 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ .....	23
3.1 Системи водопостачання.....	23
3.1.1 Джерела та схеми водопостачання міст.....	23
3.1.2 Схеми водопостачання промислових підприємств .....	24
3.2 Різновиди системи водопостачання .....	26
3.3 Основні споживачі води .....	27
3.4 Водопровідна мережа як елемент системи водопостачання.....	27
Контрольні запитання до теми 3.....	28
4 ВОДОПРОВІДНІ МЕРЕЖІ .....	28
4.1 Основні принципи трасування та проєктування водопровідних мереж ...	28
4.2 Типи водопровідних мереж.....	29
Контрольні запитання до теми 4.....	31
5 ВЛАШТУВАННЯ ВОДОПРОВІДНОЇ МЕРЕЖІ З УРАХУВАННЯМ ВИМОГ БЕЗПЕЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ.....	31
5.1 Матеріали труб водопровідних мереж та способи їх з'єднання .....	31
5.2 Глибина закладання водопровідної мережі й особливості прокладання ..	33
5.3 Вимоги до розташування мережі.....	33
Контрольні запитання до теми 5.....	34

<b>6 АРМАТУРА ТА СПОРУДИ НА ВОДОПРОВІДНІЙ МЕРЕЖІ. ПРИСТРОЇ БЕЗПЕКИ</b> .....	34
6.1 Типи водопровідної арматури.....	34
6.2 Споруди на водопровідних мережах.....	35
6.2.1 Водопровідні колодязі.....	35
6.2.2 Упертя.....	36
6.2.3 Переходи водопровідних ліній через річки, дороги і яри.....	37
6.3 Пожежні гідранти та їх призначення.....	38
Контрольні запитання до теми 6.....	40
<b>7 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО БЕЗПЕЧНЕ ВЛАШТУВАННЯ КАНАЛІЗАЦІЇ</b> .....	40
7.1 Системи водовідведення. Види стічних вод.....	40
7.2 Системи водовідведення міст.....	41
7.3 Схеми каналізаційних мереж.....	42
7.4 Визначення розрахункових витрат стічних вод.....	43
7.5 Трасування та основи проектування каналізаційних мереж.....	44
Контрольні запитання до теми 7.....	45
<b>8 БЕЗПЕКА ВЛАШТУВАННЯ МЕРЕЖ ВОДОВІДВЕДЕННЯ</b> .....	45
8.1 Вибір матеріалу труб і спосіб їх з'єднання.....	45
8.2 Влаштування основ під трубами.....	47
8.3 Ізоляція труб.....	48
8.4 Глибина закладання каналізаційних мереж.....	48
Контрольні запитання до теми 8.....	49
<b>ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2 КРИТЕРІЇ БЕЗПЕКИ СИСТЕМ І СПОРУД ТЕПЛО-ГАЗОПОСТАЧАННЯ</b> .....	50
<b>9 СПОРУДИ НА ІНЖЕНЕРНИХ МЕРЕЖАХ ТА ЇХНЄ БЕЗПЕЧНЕ ВЛАШТУВАННЯ</b> .....	50
9.1 Колодязі і камери.....	50
9.2 Дощоприймачі.....	52
9.3 Перетинання трубопроводів із перешкодами.....	52
9.3.1 Дюкери.....	53
9.3.2 Естакади.....	53
9.3.3 Переходи під залізницями і автомобільними дорогами.....	53
Контрольні запитання до теми 9.....	54

10 ТЕПЛОВІ МЕРЕЖІ.....	55
10.1 Призначення. Основні принципи трасування і розміщення теплових мереж .....	55
10.2 Теплові мережі у кварталі / мікрорайоні .....	55
10.3 Способи прокладання теплових мереж.....	56
Контрольні запитання до теми 10.....	58
11 БЕЗПЕКА ГАЗОПОСТАЧАННЯ .....	58
11.1 Призначення, класифікація, влаштування систем газопостачання.....	58
11.2 Класифікація систем газопостачання.....	58
11.3 Газові мережі .....	60
Контрольні запитання до теми 11 .....	61
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3 КРИТЕРІЇ БЕЗПЕКИ ПРИ ПРОЄКТУВАННІ, БУДІВНИЦТВІ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ .....	62
12 МІСЬКІ ЕЛЕКТРИЧНІ МЕРЕЖІ.....	62
12.1 Призначення і класифікація систем електропостачання.....	62
12.2 Джерела і режими електропостачання.....	62
12.3 Основні типи електричних станцій .....	63
12.4 Призначення і склад міських електричних мереж.....	64
12.5 Лінії електропередачі.....	65
12.6 Електроприймачі споживачів.....	66
Контрольні запитання до теми 12.....	67
13 БЕЗПЕЧНЕ РОЗМІЩЕННЯ ПІДЗЕМНИХ МЕРЕЖ РІЗНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ НА ТЕРИТОРІЇ НАСЕЛЕНИХ МІСЦЬ .....	67
13.1 Розміщення підземних мереж і колекторів у плані .....	67
13.2 Глибина закладання підземних мереж і їх перетинання .....	70
Контрольні запитання до теми 13.....	71
14 СПОСОБИ БЕЗПЕЧНОГО ПРОКЛАДАННЯ МІСЬКИХ ІНЖЕНЕРНИХ МЕРЕЖ.....	72
14.1 Роздільне й спільне прокладання мереж в одній траншеї .....	72
14.2 Прокладання підземних мереж у загальних колекторах.....	73
14.3 Безтраншейні (закриті) методи будівництва трубопроводів .....	74
14.3.1 Загальні вказівки .....	74
14.3.2 Прокладання труб у футлярах.....	75
14.3.3 Щитовий спосіб прокладання .....	76
Контрольні запитання до теми 14.....	77

15 ОРГАНІЗАЦІЙНІ ПИТАННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ІНЖЕНЕРНИХ МЕРЕЖ ..	77
15.1 Нормативні документи в галузі експлуатації інженерних мереж .....	77
15.2 Вміст і планування заходів з технічної експлуатації інженерних мереж .....	79
15.3 Завдання служб експлуатації інженерних мереж .....	82
15.4 Технічний нагляд за будівництвом та приймання в експлуатацію інженерних мереж .....	83
15.5 Забезпечення надійності елементів інженерних мереж .....	86
Контрольні запитання до теми 15.....	89
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	90

## ВСТУП

Сучасні населені пункти обладнані всіма видами інженерного благоустрою – водопостачанням, каналізацією, тепло-, газо-, електропостачанням, зв'язком та ін.

У процесі вивчення дисципліни студенти повинні чітко засвоїти, що інженерне обладнання в нових побудованих і реконструйованих населених пунктах здійснюється комплексно. Одночасно споруджуються і вводяться в дію всі види інженерного обладнання селитьби і виробничої зони сучасного міста.

Інженерні споруди і комунікації розміщують з урахуванням взаємної ув'язки та обов'язкового дотримання вимог безпеки. Усі системи водопостачання, каналізації, газо-, тепло-, електропостачання вирішують централізовано, тому при розв'язанні цих питань незалежно від кількості населення, природно-кліматичних умов, народно-господарського профілю об'єкта необхідно передбачити комплексний підхід до інженерного обладнання.

У зв'язку з цим до навчального плану спеціальності в блок вибіркових дисциплін професійної та практичної підготовки бакалаврів включено вивчення дисципліни «Безпека експлуатації інженерних систем та комунікацій».

Під час експертизи проєктів систем водопостачання, водовідведення, теплопостачання та газопостачання, керуючись проєктними матеріалами, використовуючи знання законів гідравліки, механіки рідини та газів, довідникові дані, враховуючи технічні вимоги до систем водопостачання, водовідведення, теплопостачання та газопостачання, вимоги будівельних норм, стандартів, норм та правил з питань охорони праці, виробничої санітарії, протипожежного стану та охорони навколишнього середовища в умовах виробництва майбутні фахівці спеціальності 263 повинні вміти:

- встановити правильність вибору системи водопостачання, водовідведення, теплопостачання та газопостачання залежно від специфіки небезпечних факторів об'єкту, та відповідність цього вибору вимогам будівельних норм для розроблення рекомендацій щодо забезпечення безпечної експлуатації об'єкта;

- встановити відповідність вимогам будівельних норм прийнятих у проєктах розрахункових величин витрат і напорів води для ліквідування надзвичайних ситуацій для розроблення рекомендацій щодо усунення виявлених недоліків.

Під час експертизи проєктів систем опалення, вентиляції і кондиціонування, враховуючи теоретичні положення законів механіки рідин та газів, положення ЄСКД, ЄСТД, технологічні вимоги до об'єкта та його специфіку, керуючись вимогами ДСТУ, ТУ, будівельних норм, чинних стандартів, норм та правил з питань охорони праці, виробничої санітарії, протипожежного стану та охорони навколишнього середовища, використовуючи дані технічних характеристик систем захисту в умовах виробництва потребується вміти класифікувати системи опалення та визначати

їх призначення та галузь застосування для встановлення відповідності вибору системи залежно від специфіки небезпечних факторів об'єкту.

Під час роботи у комісіях з приймання в експлуатацію закінчених будівництвом, реконструкцією або технічним переозброєнням об'єктів виробничого та соціально-культурного призначення, проведення перевірок, обстежень технічного стану будівель та споруд, використовуючи нормативні положення з охорони праці, виробничої санітарії, протипожежного стану та охорони навколишнього середовища в умовах виробництва для визначення запобіжних заходів треба вміти:

- аналізувати відповідність влаштування зовнішнього та внутрішнього протипожежного водопостачання;

- аналізувати відповідність влаштування систем зовнішнього та внутрішнього водовідведення, теплопостачання, газопостачання населених пунктів та промислових підприємств вимогам відповідних нормативних документів.

На певному об'єкті в умовах виробничої діяльності, керуючись вимогами чинної нормативної документації, на підставі технічних характеристик систем захисту будівель і споруд, даними про безпеку об'єктів, з урахуванням особливостей фахової й соціально-виробничої та побутової діяльності, разом з органами, що здійснюють державний нагляд у відповідній сфері в межах своєї компетенції, для виявлення небезпеки потребується вміти перевіряти організацію ремонту та обслуговування систем водопостачання.

В умовах повсякденної діяльності під час участі у проведенні експертизи проєктної документації на нове будівництво (реконструкцію, технічне переоснащення) підприємств, виробничих об'єктів та об'єктів соціально-культурного призначення на відповідність нормативно-правовим актам з питань забезпечення безпеки, використовуючи дані конструктивних особливостей будівель та споруд, теоретичні основи процесів передачі тепла, керуючись чинним законодавством, нормативними актами з охорони праці, виробничої санітарії, протипожежного стану та охорони навколишнього середовища, у складі групи фахівців для визначення відповідності нормативним вимогам систем захисту будівель та споруд студенти повинні вміти:

- перевіряти розрахунки очисних споруд систем водопостачання та водовідведення;

- перевіряти розрахунки витрат теплоти для теплопостачання районів забудови, здійснювати вибір обладнання для вироблення та відпуску теплоти, здійснювати вибір схем приєднання споживачів до теплових мереж;

- перевіряти розрахунки основних споруд системи газопостачання.

Інженерні системи та споруди є основним елементом інженерного благоустрою міських територій.

У дисципліні «Безпечна експлуатація інженерних систем та комунікацій» здобувачі вивчають широке коло питань з питань безпеки при спорудженні комунікацій – раціонального улаштування мереж різного призначення, монтажу на них арматури, пристроїв, що забезпечують їх надійну та безпечну



експлуатацію тощо.

Перелік можливих надзвичайних ситуацій (НС) в них за відповідним Державним Класифікатором надзвичайних ситуацій ДК 019:2010 включає такі:

- 10760: НС унаслідок аварії в електричних мережах;
- 10770: НС унаслідок втрати стійкості або розділення об'єднаної енергосистеми України на складові частини;
- 10800: НС унаслідок аварій у системах життєзабезпечення;
- 10810: НС унаслідок аварії в каналізаційній системі із скиданням забруднювальних речовин;
- 10820: НС унаслідок аварії в теплових мережах (системах гарячого водопостачання) холодної пори року;
- 10830: НС унаслідок аварії в системах забезпечення населення питною водою;
- 110840: НС унаслідок аварії на газопроводі систем газопостачання та газифікації.

Здобувачам вищої освіти пропонується для вивчення наука про раціональне влаштування та прокладання інженерних систем та мереж, які служать для забезпечення населених місць і промислових підприємств водою, різними видами енергії (теплом, газом, електрикою), а також для відведення стічних вод побутової й промислової каналізації.

Метою вивчення дисципліни є надання студентам необхідного обсягу знань у галузі безпечної експлуатації інженерних систем і споруд.

Завданням цього курсу є висвітлення теоретичних основ, питань методики, технології та організації безпечної експлуатації систем і споруд водопостачання, водовідведення, теплопостачання та газопостачання.

Кінцевим результатом вивчення дисципліни є підготовка фахівця, який буде володіти знаннями, пов'язаними з вирішенням питань безпеки прокладання і взаємного впливу мереж різного призначення між собою.

Успішне оволодіння знаннями, уміннями та навичками у цій галузі бакалаврами і магістрами допомагає їм порівняно легко включатися в професійну діяльність, переводити наукові знання в площину практичного використання.

# **ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1 КРИТЕРІЇ БЕЗПЕКИ СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ І КАНАЛІЗАЦІЇ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ ТА БУДІВЕЛЬ**

## **1 ЗАГАЛЬНЕ УЯВЛЕННЯ ПРО МІСЬКІ ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ І СПОРУДИ**

### **1.1 Призначення інженерних систем та інженерних споруд**

Вода потрібна людині для господарсько-питних, санітарно-гігієнічних, виробничих і протипожежних цілей. Для транспортування води до місць її споживання в населених місцях і на промислових підприємствах служать мережі водопостачання.

Для організованого відведення забруднених стічних вод служать каналізаційні мережі. Вони складаються із дворових або внутрішньоквартальних, а також вуличних мереж, по яких стічні води відводяться за межі житлової забудови до очисних споруд, після яких їх випускають у водойми.

Теплова енергія відіграє величезну роль у житті людини. Тепло та чисте повітря сприяють підтримці в житлових, комунальних і виробничих приміщеннях найбільш сприятливих умов для життя та діяльності людей. Весь комплекс споруд і пристроїв, що служать для вироблення тепла, його транспортування і споживання, називають централізованим тепlopостачанням.

Система теплових мереж у підземному господарстві вимагає для свого розміщення певних умов.

Газопостачання широко використовують для господарсько-побутових, комунальних і промислових цілей.

Від місця видобутку до місця споживання газ транспортують по підземній мережі трубопроводів, на якій улаштовують споруди різного призначення.

Існування сучасних міст неможливо без електропостачання. Електрична енергія необхідна для промислових, будівельних, комунальних, побутових та інших потреб. Тому в підземному господарстві міст є розгалужені електричні мережі.

Роздільне прокладання підземних мереж вимагає значних капіталовкладень, витрат праці й створює в населених пунктах великі труднощі для руху транспорту і пішоходів у період будівництва, ремонту й експлуатації цих мереж. Тому в останні роки часто влаштовують підземні колектори і тунелі для сумісного прокладання в них мереж різного призначення.

### **1.2 Коротка історія розвитку інженерних мереж**

Перші відомості про штучні споруди для добування води відносять до третього тисячоріччя до н.е., коли у Древньому Єгипті використовували механізми для підйому води з колодязів. У Вавилоні володіли засобом підйому

води на досить значну висоту за допомогою різних пристосувань. У Єгипті і Вавилоні воду з резервуарів розподіляли за допомогою гончарних, дерев'яних, а також металевих (свинцевих і мідних) труб. У період розквіту Древньої Греції й Рима вже існували більш централізовані системи водопостачання. Рим імператорської епохи мав кілька водопроводів. Вода подавалася до міста самопливом по каналах. При перетинанні долин або ярів канали прокладалися по спеціальних мостах – акведуках. Акведуки, що збереглися частково до наших днів становлять найцікавіші зразки давнього інженерного мистецтва.

Ще до нашої ери давні народи Єгипту і Індії будували вдосконалені системи для видалення нечистот за межі населених місць. Каналізаційні споруди в епоху Середньовіччя склалися з каналів, прокладених по вулицях або з тильної сторони домоволодінь, по яких видалялися нечистоти. Змив цих нечистот здійснювався в період дощів і сніготанення. Оскільки в суху пору року в цих каналах відбувалося нагромадження нечистот, то з метою зменшення смороду їх перекидали і вони перетворювалися в деяку подібність колекторів.

Початкові відомості про влаштування централізованих міських водопроводів у Європі відносять до XII в. Наприкінці XII в. був побудований перший самопливний водопровід у Парижі. У 1832 р. в Парижі почалося будівництво водовідвідних мереж.

Слідом за системами водопостачання в XIX столітті почалося інтенсивне будівництво систем каналізації. До 1837 р. довжина колекторів у Парижі перевищувала 80 км, а в 1856 р. досягла 140 км.

Гамбург був першим містом Німеччини, в якому побудували каналізацію (1843 р.), потім каналізація з'явилася в інших містах (у Берліні – у 1873 р.). В США до 1902 р. були каналізовані майже 1 000 міст. Істотним недоліком водовідвідних систем Англії, Франції й Німеччині було те, що стічні води по колекторах надходили безпосередньо в ріки у межах міста і забруднювали їх. Це приводило до епідемій кишкових захворювань.

У міру розростання населених пунктів санітарний стан їх погіршувався. Однак благоустрою міського населення не приділялося належної уваги, що приводило до спалахів епідемій і загибелі великої кількості людей. Ці епідемії послужили поштовхом для початку будівництва в англійських містах споруд з відведення стічних вод. В 1859 р. у Лондоні почали інтенсивно будувати колектори для відведення стічних вод із центру, до 1865 р. їхня довжина склала 130 км.

В наступні роки бурхливими темпами починає розвиватися міський підземний простір. Почалося будівництво централізованих систем водопостачання і каналізації в усіх значних містах. Поступово кількість міст і селищ, обладнаних водопроводом і центральною каналізацією, збільшувалася й, відповідно, в багато разів зростала довжина водопровідних і каналізаційних мереж.

Першим містом в нашій державі, де був побудований повний комплекс споруд каналізації, була Одеса. Введення загальносплавної системи каналізації в експлуатацію відбулося у 1875 році. Загальна довжина вуличних мереж у

місті складала 100 км, очисні споруди були представлені полями зрошення загальною площею 1 150 га, що дозволяло очищати близько 50 000 м<sup>3</sup> стічних вод за добу.

Перші роздільні системи каналізації були побудовані в 1893 р. у Києві, в 1914 р. у Харкові, Катеринославі (сучасн. – Дніпро) й інших містах. Таким чином, до революції тільки сім міст України мали повноцінні системи каналізації – це Одеса, Львів, Харків, Ялта, Севастополь і Дніпро.

Розвиток техніки енергопостачання (теплопостачання, електропостачання й газопостачання) відноситься до порівняно недавнього часу. Для одержання тепла люди тривалий час користувалися примітивними вогнищами й печами, у яких спалювалося тверде паливо. Лише на початку ХІХ ст. із розвитком будівництва котлів з'явилися централізовані системи теплопостачання з теплоносієм у вигляді пари або гарячою водою, що транспортувалася мережами. Розвиток централізованого теплопостачання тісно пов'язаний з електрифікацією країни.

У другій половині ХІХ ст. з'являються два нові види централізованого енергопостачання – газопостачання й електропостачання.

На тепер усі великі міста мають системи централізованого водопостачання і каналізації, будують водопроводи і в селах.

### **1.3 Комплексний благоустрій міських територій**

На сьогодні у всіх великих містах є централізоване водопостачання та каналізація, в багатьох містах – теплопостачання та газопостачання, у всіх містах зараз є електропостачання для освітлення, побутових і комунально-виробничих потреб.

Підземний простір сучасних великих міст, а також промислових підприємств має складну систему, він насичений різними інженерними спорудами й комунікаціями. Він складається з мереж, колекторів і споруд на них.

Підземний простір міст – це складна система підземних комунікацій, що вимагає для їхнього спорудження, будівництва й експлуатації високої кваліфікації інженерно-технічного персоналу. Найбільш складною в інженерному відношенні є каналізація, тому що вона укладається з ухилом у знижених місцях, часто в складних гідрогеологічних умовах і на значній глибині.

Інженерне устаткування населених місць, що становить комплекс технічних пристроїв, призначено для забезпечення комфортних умов побуту й трудової діяльності населення, комунальних і промислових підприємств. Інженерні споруди і комунікації розміщують з урахуванням взаємної ув'язки. Усі системи водопостачання, каналізації, газо-, тепло-, електропостачання вирішуються централізовано, тому при вирішенні цих питань незалежно від кількості населення, природно-кліматичних умов, народногосподарського профілю об'єкта та інших умов, необхідно передбачити комплексний підхід до інженерного обладнання.

Створення комфортних умов для людини багато в чому залежить від надійності магістральних і міських інженерних мереж, насамперед від якісної

роботи джерел водо-, газо-, тепло- і енергопостачання, очисних споруд які забезпечують прийом фекальних і дощових вод від каналізаційних мереж міст і населених пунктів.

Інженерні мережі є основним елементом інженерного благоустрою міських територій. Озеленення вулиць і мікрорайонів повинне виконуватися в повному узгодженні з розташуванням інженерних мереж у підземному просторі. Проїзні частини вулиць і проїзди в мікрорайонах, як правило, повинні бути вільними від роздільної прокладки трубопроводів і кабелів. Проектувати інженерні мережі необхідно як комплексну систему, що поєднує всі підземні, наземні й надземні мережі й споруди з урахуванням перспективного розвитку міста.

На підставі дослідницьких робіт розробляється проєкт планування міста. У ньому вирішується весь комплекс питань, пов'язаних з його будівництвом – розселення жителів, розміщення промислових підприємств та житлових районів, організація транспортного обслуговування, влаштування водопровідно-каналізаційних споруд, енергопостачання, озеленення й інші питання загального благоустрою.

У проєктах детального планування у великому масштабі вирішується планування не всього міста, а якої-небудь його частини, наприклад житлового будинку або мікрорайону. У цій частині проєкту повинні бути надані вичерпні рішення того, як будуть забезпечені водою, теплом, енергією, каналізацією, дорогами, транспортом, телефонізацією й т. д. кожний із проєктованих мікрорайонів і окремих об'єктів, визначені поперечні профілі вулиць з урахуванням транспортних потоків і створення необхідних зон прокладки підземних мереж. При цьому повинно вирішуватися питання, пов'язане зі зручностями не тільки будівництва, але й також їх експлуатації (поточного й капітального ремонтів).

З огляду на зазначене вище необхідною умовою створення всього комплексу інженерного устаткування й благоустрою, що відповідає сучасним вимогам містобудування, є комплексна розробка технічної документації для інженерного забезпечення об'єкта будівництва.

Системи водопостачання, каналізації, теплопостачання, газопостачання, електропостачання, зв'язку й санітарного очищення селитьби міста розробляються на основі генерального плану розвитку міста, генеральної схеми розвитку відповідних галузей міського господарства і відповідно до вимог нормативних документів.

На стадії складання проєкту планування міста розробляються тільки питання інженерного устаткування й благоустрою міста з визначенням обсягу й вартості будівництва.

У проєктно-конструкторській документації прийняті такі позначення інженерних мереж (відповідно до ЕСКД): В – водопровідні мережі; КО – каналізаційні мережі; ГО – газові мережі; ТО – теплові мережі; ВО – силові електричні мережі; VO – слабкострумкові електричні мережі.

Одним з основних вимог пропонованих до сучасного містобудування, є глибоке проникнення в екологічні процеси і створення відповідно до цього гармонічної взаємодії міста і його оточення. Інженерний благоустрій міської території нерозривно пов'язаний із зовнішнім природним середовищем. Захист

природи та раціональне використання її ресурсів є основним завданням сучасного містобудування. Наприклад, не допускається будівництво інженерних мереж і споруд на територіях заповідників, національних природних парків, ботанічних садів, водоохоронних смуг, у перших поясах зон санітарної охорони джерел водопостачання тощо.

Інженерні мережі є основним елементом інженерного благоустрою міських територій. Озеленення вулиць і мікрорайонів повинне виконуватися в повному узгодженні з розташуванням інженерних мереж у підземному просторі.

Проїзна частина вулиць і проїзди в мікрорайонах, як правило, повинні бути вільними від роздільного прокладання трубопроводів і кабелів.

У цілому, благоустрій міста є сукупність заходів, що забезпечують найкраще сполучення виробничих, культурно-побутових і гігієнічних умов для життя й виробничої діяльності населення.

### 1.4 Комплексність системи інженерних мереж

Створення комфортних умов для людини багато в чому залежить від надійності магістральних й міських інженерних мереж, у першу чергу, від якісної роботи джерел водо-, газо-, тепло-, і електропостачання, очисних споруд, що забезпечують приймання фекальних і дощових вод від каналізаційних мереж міст і населених пунктів.

Проектувати інженерні мережі треба як комплексну систему, що поєднує всі підземні, наземні й надземні мережі і споруди, з урахуванням перспективного розвитку міста (рис. 1.1, 1.2).

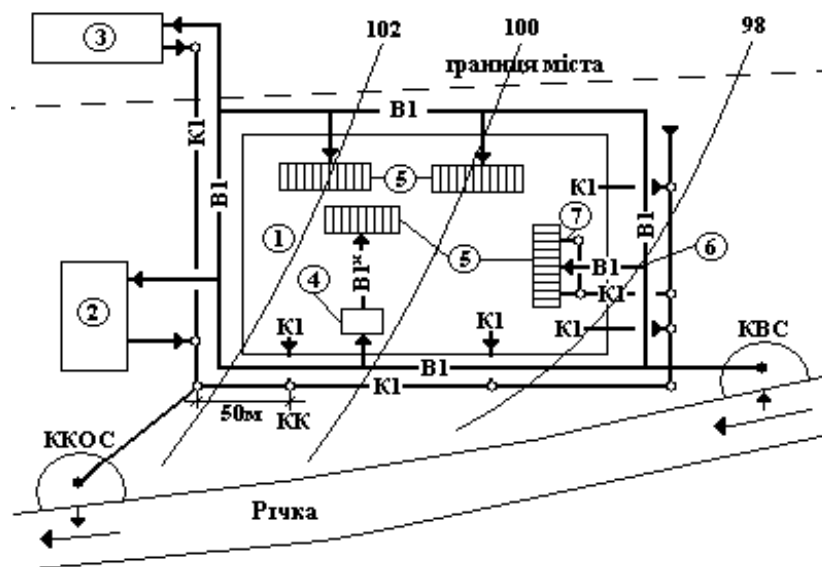


Рисунок 1.1 – Принципова схема водопостачання і каналізації міста (селища):

- 1 – селища; 2 – промислова зона; 3 – ТЕЦ – теплоелектроцентрально;
- 4 – ПНУ (підвищувальна насосна установка) і ЦТП (центрально тепловий пункт); 5 – будинки мікрорайону; 6 – ввід водопроводу;
- 7 – каналізаційний випуск; КВС – комплекс водозабірних споруд;
- ККОС – комплекс каналізаційних очисних споруд

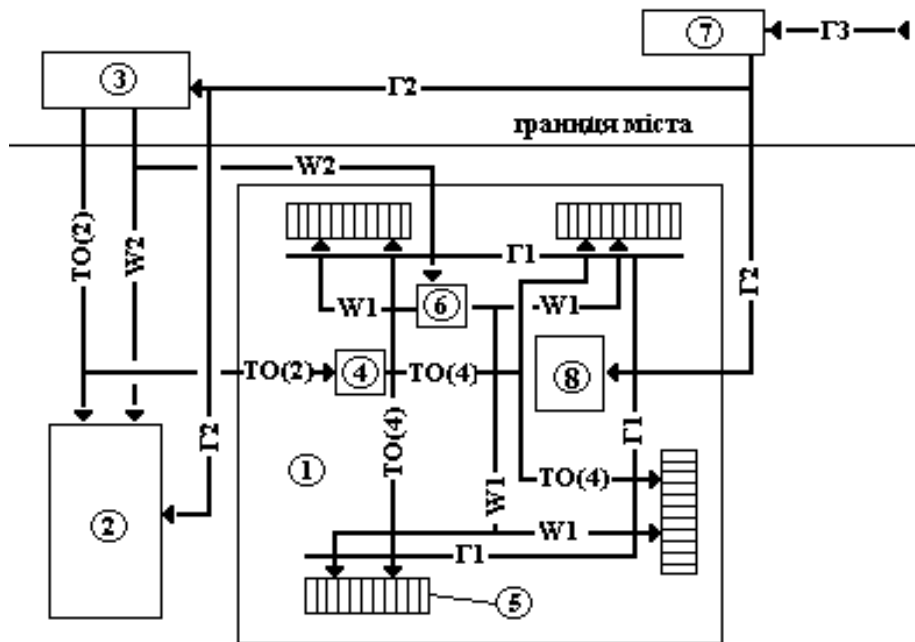


Рисунок 1.2 – Принципова схема енергопостачання міста:  
 1 – селитьба; 2 – промислова зона; 3 – ТЕЦ – теплоелектроцентраль;  
 4 – ЦТП (центральный тепловий пункт); 5 – споживачі зони селитьби;  
 6 – ТП – трансформаторна підстанція; 7 – ГРС – газорозподільна станція;  
 8 – ГРП – газорегулюючий пункт

## Контрольні запитання до теми 1

1. Роль інженерних мереж у структурі міста.
2. Комплексний благоустрій міських територій.

## 2 МІСЬКІ ІНЖЕНЕРНІ МЕРЕЖІ ТА ЇХНЯ РОЛЬ У СТРУКТУРІ МІСТА

### 2.1 Класифікація міських інженерних мереж

Трасування інженерних мереж визначає їхній напрямок на плані міста.

При виборі траси необхідно враховувати:

- мінімальну довжину мереж;
- прямолінійність (паралельність червоної лінії забудови, осям вулиць), перетинання вулиць під кутом  $90^0$ ;
- категорію ґрунту;
- висоту ґрунтових вод;
- наявність існуючих і нових намічуваних до будівництва комунікацій;
- мінімальне розбирання дорожнього покриття;
- індустріальність робіт;

- максимальну механізацію будівельно-монтажних робіт;
- створення шумозахисних зелених смуг;
- архітектурно-планувальні рішення.

Виконання цих умов забезпечує найменші капітальні й експлуатаційні витрати, але велика кількість різноманітних інженерних мереж у підземному господарстві міста і необхідність установа для них загальних норм і правил розміщення в підземному просторі вимагає їхньої класифікації.

Міські інженерні мережі класифікуються за наступними ознаками:

- 1 – видом;
- 2 – технологічними особливостями;
- 3 – параметрами робочого середовища;
- 4 – матеріалами;
- 5 – терміном служби;
- 6 – конфігурацією;
- 7 – місцем прокладки;
- 8 – методом прокладки;
- 9 – глибиною розміщення;
- 10 – призначенням.

Трубопровідне транспортування має переваги в порівнянні з доставкою з транспортними засобами:

- 1) збереження чистоти і гігієнічності речовин, що транспортуються, і матеріалів (постачання населених пунктів питною водою);
- 2) захист навколишнього середовища і людини від негативного впливу (попередження захворювань отруєнь людей) – заміна відкритих стічних каналів закритою мережею господарсько-побутової (фекальної) каналізації, переміщення токсичних і радіоактивних розчинів на промпідприємства;
- 3) зменшення трудовитрат – доставка безпосередньо до місця споживання, відсутність необхідності процесів навантаження й вивантаження;
- 4) пожежо- й вибухонебезпечність при перекачуванні нафти, газу, нафтопродуктів, бензину, розчину аміаку. Трубопровідне транспортування є найбільш безпечним видом, оскільки захищає від доступу вогню і кисню, необхідних для процесу горіння.

До складу підземного господарства міст входить безліч мереж різного призначення. Всі міські інженерні мережі можуть бути класифіковані на три групи:

- 1) трубопроводи: (ТО, ВО, КО, ГО);
- 2) кабелі: (WO, VO);
- 3) канали (загальні колектори): (ТО, ВО, WO, VO).

До першої групи відносяться мережі водопроводу, каналізації, газові й теплові мережі, а також спеціальні мережі промислових підприємств (нафтопроводи, паропроводи та ін.).

До другої групи відносяться мережі сильних струмів високої й низької напруги (для освітлення, електротранспорту) і мережі слабого струму.

До третьої групи відносяться тунелі (колектори) для розміщення кабелів та загальні колектори, призначені для спільного розміщення мереж різного



призначення (теплові мережі, водопровідні, електричні).

За технологічними особливостями підземні мережі бувають:

- теплопроводи систем централізованого теплопостачання з максимальною температурою води від джерела тепла 150 °С;
- газопроводи високого, середнього й низького тиску;
- водопроводи господарсько-питного водопостачання;
- каналізаційні мережі систем міської каналізації, включаючи водостік для відведення атмосферних вод;
- електричні мережі систем електропостачання (кабелі напругою до 1кВ і високої напруги 6–10 кВ).

За матеріалом:

- для влаштування інженерних мереж застосовують трубопроводи сталеві (теплові, газові, водопровідні мережі), чавунні, залізобетонні, азбестоцементні, пластмасові (водопровідні, каналізаційні мережі);
- кабелі електричних і телефонних мереж мають алюмінієві або мідні жили з металевою оболонкою або без неї.

Канали бувають непрохідні, напівпрохідні та прохідні (колектори).

Улаштовують їх із залізобетонних елементів з високим ступенем заводської готовності.

Канали (колектори) глибокого закладання роблять для відведення стічних вод самопливом з міської території на каналізаційні насосні станції.

За терміном служби інженерні мережі можна розділити на такі групи:

- сталеві труби і кабелі – 30 років;
- всі інші труби – 50 років;
- канали – 100 років.

За призначенням всі інженерні мережі, крім каналізаційних підрозділяють на:

– магістральні – живильні (П), їх розташовують, як правило, у польових умовах від джерела постачання до мережі міста. Трасуються ці мережі паралельно залізничним та автомобільним дорогам;

– розподільні (Р<sub>с</sub>) – розміщаються на вулицях у розділових смугах і під тротуарами;

– розводящі (Р<sub>з</sub>) – прокладаються в мікрорайонах від інженерних споруд до будинків, вони обслуговують квартали та групи будинків. Вони є необхідними підземними спорудами кожної вулиці й проїзду міста.

Каналізаційні мережі за призначенням підрозділяються на:

– мережі, що приймають (П<sub>р</sub>) – вони служать для прийому стічних вод від систем внутрішньої каналізації, розташовуються в мікрорайонах від будинків або приймальних зливових колодязів до мереж, що збирають;

– мережі, що збирають (З) – прокладають у розділових смугах вулиць або на території мікрорайону.

– мережі, що відводять (О<sub>т</sub>) – розміщають їх, як правило, від мережі до очисних споруд.

## 2.2 Методи прокладання інженерних мереж

За методом прокладання – застосовують наступні методи прокладання мереж:

– роздільний метод прокладання трубопроводів і кабелів (підземний, надземний на низьких опорах і надземний на високих опорах). Застосовується при влаштуванні живильних мереж та інженерних мереж, що відводять за межі міста. У межах міста цей метод використовують при прокладанні каналізаційних мереж, що збирають і приймають, влаштуванні поливального водопроводу й зовнішнього освітлення (рис. 2.1);

– сумісний метод прокладання в прохідному каналі (колекторі) – цей метод варто застосовувати у тому випадку, коли передбачається влаштування централізованого теплопостачання. У колекторі дозволяється розміщати ТО, ВО, ВО, ВО та напірну каналізацію (рис. 2.2);

– сумісний підземний метод прокладання трубопроводів і кабелів в одній траншеї, який дозволяє розмістити в одній траншеї мережі ВО, ТО, ВО, ВО (рис. 2.3);

– сумісний метод прокладання в напівпровідних каналах висотою 1,4 м – може бути рекомендований для прокладання розводящих інженерних мереж ВО, ВО, ВО при відсутності в будинках централізованого теплопостачання;

– сумісний метод прокладання транзитних розводящих мереж у технічних підпіллях будинків, «зчіпках» між ними (ТО, ВО, ВО, ВО).

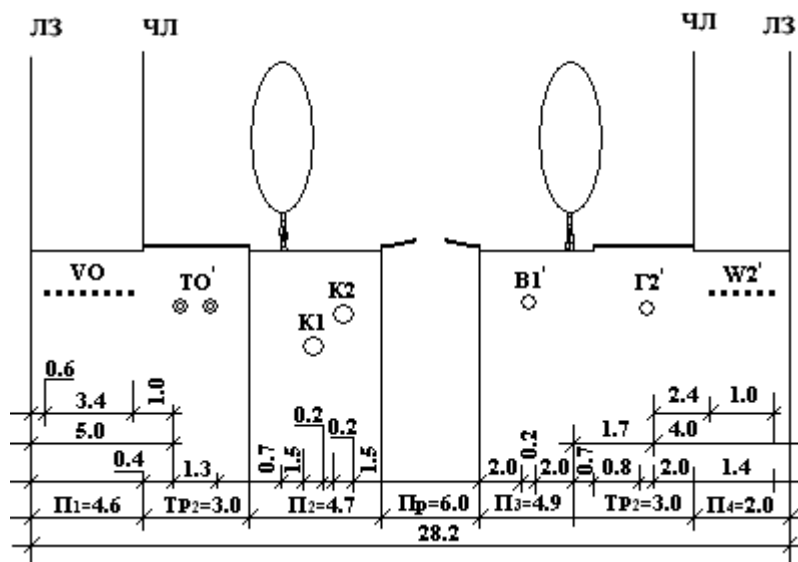


Рисунок 2.1 – Роздільний підземний метод прокладання інженерних мереж у поперечному профілі вулиці

Роздільний надземний метод прокладання на території міст можливий з дозволу архітектурного нагляду для газопроводів, транспортуючих природний газ, кабелів слабкострумової електричної мережі. Звичайно ці мережі прокладають по двірських фасадах на висоті не менше 2 м (вище вікон першого поверху). Для газопроводів допускається цокольна прокладка.

Недолік цього методу – порушення зовнішнього вигляду будинку.  
Переваги в порівнянні з роздільним підземним методом прокладання:

- зменшення вартості будівництва;
- зниження експлуатаційних витрат;
- зменшення трудомісткості будівельних робіт;
- підвищення надійності за рахунок зниження кількості аварій через можливість постійного спостереження за станом мереж;
- зниження трудомісткості ізоляційних робіт;
- зменшення корозії трубопроводів.

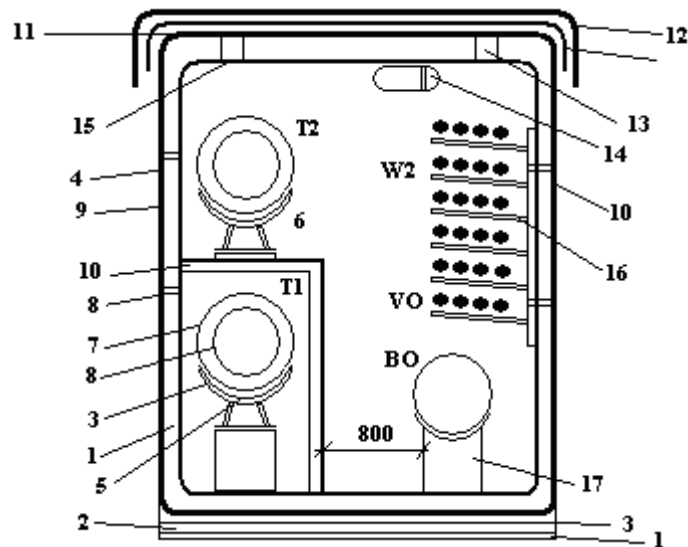


Рисунок 2.2 – Загальноміський колектор з інженерними мережами:  
1 – щелепена основа; 2 – бетонна підготовка; 3 – цементний розчин;  
4 – об’ємний залізобетонний блок колектору; 5 – рухома опора;  
6 – теплопроводи; 7 – термоізоляція; 8 – закладна деталь; 9 – гідроізоляція;  
10 – металева опора; 11 – шар цементного розчину, що вирівнює;  
12 – гідроізоляція перекриття; 13 – захисний шар з цементного розчину;  
14 – світильник; 15 – отвір для стропувального троса; 16 – кронштейн;  
17 – залізобетонна опора

Сумісний метод прокладання інженерних мереж в одній траншеї передбачає прокладання наступних комунікацій: ТО, ВО, ГО, К2, К1.

Переваги цього методу в порівнянні з роздільним методом прокладання мереж у землі:

- зниження вартості будівництва;
- зменшення обсягу земельних робіт;
- зменшення ширини технічної смуги;
- скорочення термінів будівництва.

Недоліки цього методу:

- збільшення глибини закладання;
- складність розробки східчастих траншей механізованим способом;

- складність влаштування введів мереж у будинки;
- зниження надійності за рахунок корозії трубопроводів і кабелів.

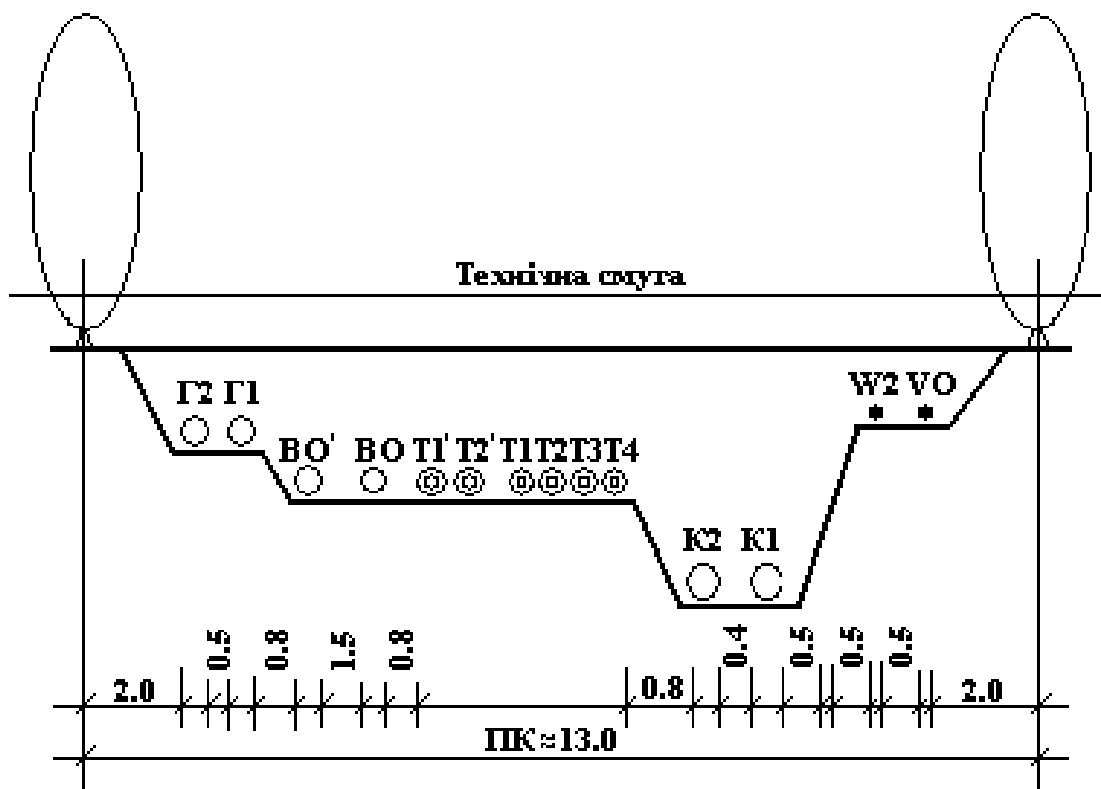


Рисунок 2.3 – Поперечний розріз траншеї при суміщеному методі прокладання інженерних мереж

За глибиною закладання інженерні комунікації підрозділяються на мережі дрібного і глибокого закладання. Межею є глибина промерзання ґрунту, що залежить від кліматичних і гідрогеологічних умов (рис. 2.4).

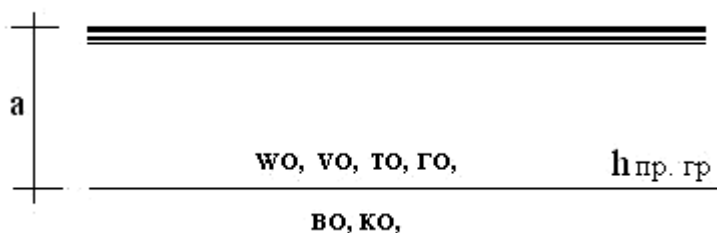


Рисунок 2.4 – Глибина закладання інженерних мереж:

а – залежить від статичного і динамічного навантажень, на глибині 0,8 м динамічне навантаження  $\approx 0$

### 2.3 Класифікація міських інженерних споруд

Забезпечення міст і населених пунктів водою, газом, тепловою та електричною енергією залежить не тільки від правильного влаштування інженерних мереж, але й від чіткої роботи технологічного устаткування

інженерних споруд, встановлених на мережах.

До інженерних споруд належать:

- газорегулюючий пункт (ГРП) (рис. 2.5),
- центральний тепловий пункт (ЦТП) або тепловий розподільний пункт (ТРП) (рис. 2.6),
- трансформаторна підстанція (ТП),
- каналізаційна насосна станція (КНС),
- підвищувальна водопровідна насосна станція (ПНС),
- телефонна розподільна шафа (ТРШ).

Інженерні споруди класифікують за наступними ознаками:

- технологічними особливостями,
- матеріалами,
- місцем розташування,
- методом будівництва,
- параметрами роботи,
- габаритами.

ГРП – призначений для зниження тиску газу до низького і його очищення від механічних домішок. Технологічне устаткування розміщується в окремому одноповерховому цегляному будинку (6 м × 3 м) або металевій шафовій установці (0,5 м × 1 м), що розташовуються всередині кварталів або мікрорайонів.

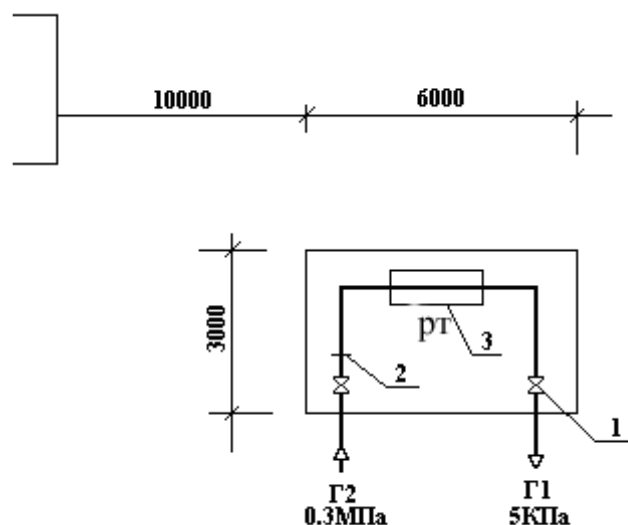


Рисунок 2.5 – Принципова схема ГРП:

1 – запірна арматура; 2 – фільтр; 3 – регулятор тиску; Г2 – газопровід середнього тиску; Г1 – газопровід низького тиску

ГРП обов’язково забезпечується під’їзними шляхами і відокремлюється від житлової зони смугою зелених насаджень. Радіус дії ГРП – до 1 км, максимальне навантаження – до 1 500 м<sup>3</sup>/год. У ГРП не передбачене перебування постійного обслуговуючого персоналу. Контроль за роботою

устаткування здійснюється автоматизованим способом і технічним персоналом Управління газового господарства.

ЦТП (ТРП) – призначений для приготування гарячої води на потреби гарячого водопостачання і розподілу теплоносія від джерела на потреби опалення і вентиляції по споживачах.

У ЦТП розміщена контрольна-вимірювальна апаратура, відключаючи арматура, швидкісні водопідігрівачі, система водопідготовки (зм'якшення і зниження корозійної здатності води). ЦТП розташовується в мікрорайоні в центрі теплового навантаження в окремо розміщеному одно – чи двоповерховому цегляному або збірному залізобетонному будинку, може бути вбудованим, а також виконаним у підземному варіанті, забезпечується під'їзними шляхами. Розміри ЦТП залежать від теплової потужності (до 30 Гкал/год), у плані найчастіше складають 12 м × 12 м. У ЦТП передбачається наявність постійного обслуговуючого персоналу. Радіус обслуговування теплових мереж – до 1,5 км.

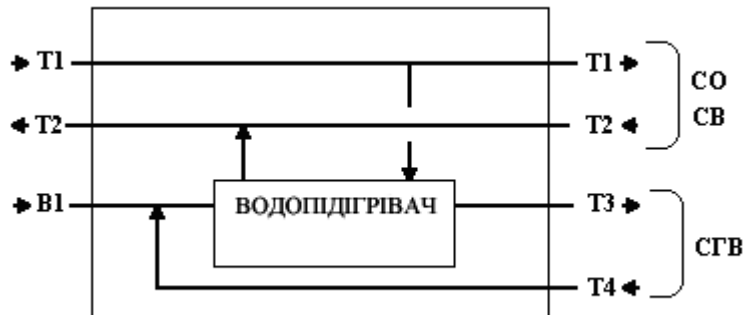


Рисунок 2.6 – Принципова схема ЦТП (ТРП):

T1 – теплопровід від джерела,  $t_1 = 150\text{ }^\circ\text{C}$ ; T2 – зворотний теплопровід,  $t_2 = 70\text{ }^\circ\text{C}$ ;

T3 – трубопровід теплоносія на потреби гарячого водопостачання,  $t_3 = 55\text{ }^\circ\text{C}$ ;

T4 – циркуляційний трубопровід; СО – система опалення;

СВ – система вентиляції; СГВ – система гарячого водопостачання

ТП – забезпечує зниження напруги змінного електричного струму з 10 кВ до 380/220 В. Розташовується ТП усередині мікрорайону поряд із розворотними майданчиками і проїздами на відстані не більше 1,2 м від проїзду в окремо розміщених цегляних, залізобетонних або металевих будинках, іноді безпосередньо вбудовується в інші будинки, розміщується підземно. Розміри в плані 6 м × 6 м.

ПНС, ПНУ – підвищувальна насосна станція або установка, призначена для підвищення тиску води у водогінній мережі. Її існування обумовлене наявністю в мікрорайоні 12–16 – поверхових будинків, розміщується разом із ЦТП або на технічному поверсі окремо взятого будинку.

КНС – забезпечує перекачування господарсько-фекальних каналізаційних вод на очисні споруди міста.

ТРШ – забезпечує телефонізацію мікрорайону, виконується у вигляді

металевої шафи, встановленої на зовнішніх стінах, у технічних підпіллях або в під'їздах будинків.

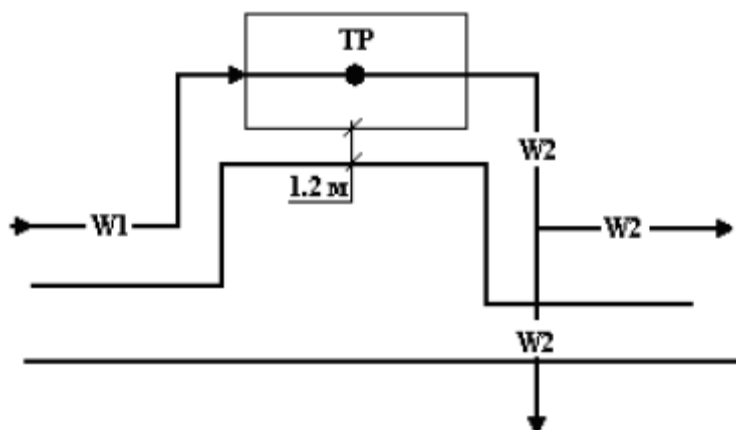


Рисунок 2.7 — Схема розміщення ТП:  
ТП – трансформатор; W1 – силовий кабель напругою до 10кВ;  
W2 – силовий кабель із напругою 380/220В

### Контрольні запитання до теми 2

1. Класифікація інженерних мереж за призначенням.
2. Класифікація інженерних споруд.

## 3 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ

### 3.1 Системи водопостачання

#### 3.1.1 Джерела та схеми водопостачання міст

Джерела водопостачання бувають закритого (підземні) й відкритого (поверхневі) типу.

До підземних джерел водопостачання належать підземні води, які утворюються внаслідок проникнення в землю атмосферних і поверхневих вод.

Підземні води можуть бути безнапірними й напірними (артезіанськими).

Безнапірні підйомні води першого від поверхні водоносного горизонту, викритого колодзями  $K_1$  на рисунку 3.1, називаються ґрунтовими. Ґрунтові води характеризуються підвищеним забрудненням, тому повинні бути очищені.

Напірні (артезіанські) води заповнюють водоносні горизонти повністю.

Артезіанські води, як правило, характеризуються високою якістю і можуть використовуватись без очищення.

Прикладом напірних вод може служити вода у водоносному горизонті викритому колодзями  $K_3$  й  $K_4$  (рис. 3.1).

У колодязі, який відкриває напірний водоносний горизонт, вода піднімається до п'єзометричної лінії. Якщо п'єзометрична лінія проходить вище поверхні землі, спостерігається виливання води з колодязя

(колодязь  $K_3$  на рис. 3.1). Такі колодязі називаються самовиливними. Безнапірні й напірні води можуть виходити на поверхню (джерела).

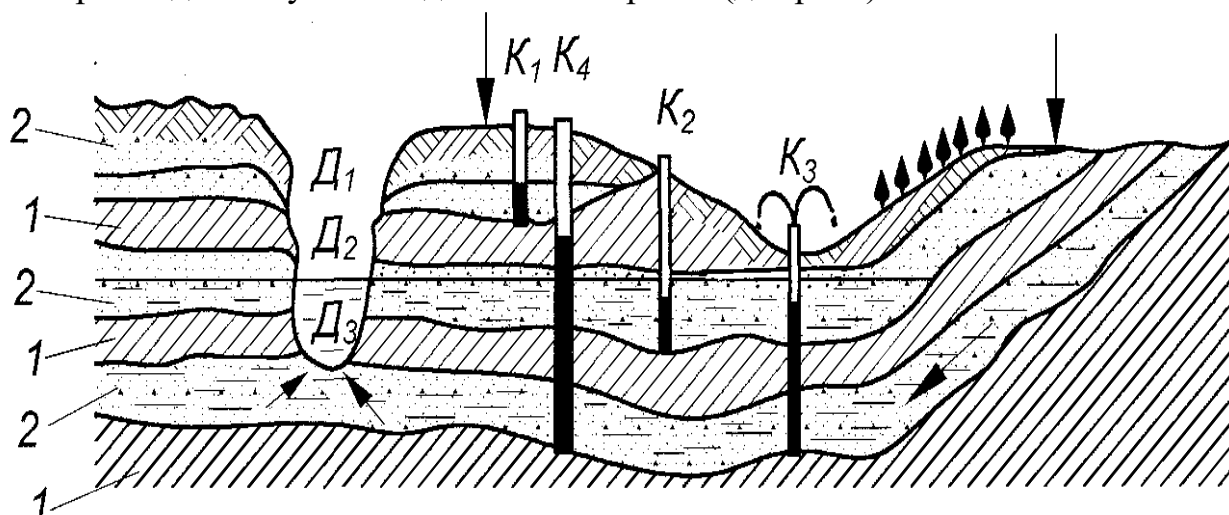


Рисунок 3.1 – Схема утворення і залягання підземних вод:  
1 – водопойні породи; 2 – водоносні породи;  $K_1 - K_4$  – колодязі;  
 $D_1 - D_3$  – джерела

До поверхневих джерел водопостачання відносять ріки, водосховища.

Морська вода після опріснення може також використовуватись для господарсько-питних потреб. Вибір джерела водопостачання залежить від якості води та його потужності.

Схема водопостачання міста залежить від виду джерела водопостачання, якості води та його потужності.

На рисунку 3.2 наведена схема водопостачання міста з забором води із ріки. Річна вода надходить до водозабірної споруди, з якої насосами станції першого підйому подається на очисні споруди.

Очищена вода надходить до резервуарів чистої води, відкіля забирається насосами станції другого підйому для подачі по водоводам і магістральним трубопроводам до водопровідної мережі міста. Водонапірна башта, яка звичайно розташовується на підвищенні, також, як й резервуари чистої води, служить для зберігання й акумулювання запасів води.

### 3.1.2 Схеми водопостачання промислових підприємств

Промислові підприємства, які вирізняються різноманітністю технологічних операцій, споживають для окремих процесів воду різної якості, потребують подачі її під різними тисками, мають складні схеми водопостачання. Промислові підприємства, розташовані на території сучасного міста, зазвичай отримують господарсько-питну воду безпосередньо з міського водопроводу.

Водопостачання промислових підприємств може бути прямоточним, оборотним й з послідовним використанням води. На рисунку 3.3 наведена схема прямоточного водопостачання підприємства. Насосна станція (4), яка



розташована поблизу водозабірної споруди (5), подає воду для виробничих потреб по мережі (2) до цеху (1). Для господарсько-протипожежних потреб селища (6) й цехів (1) насосна станція (4) подає воду в самостійну мережу (7). Попередньо воду очищують на очисних спорудах (3).

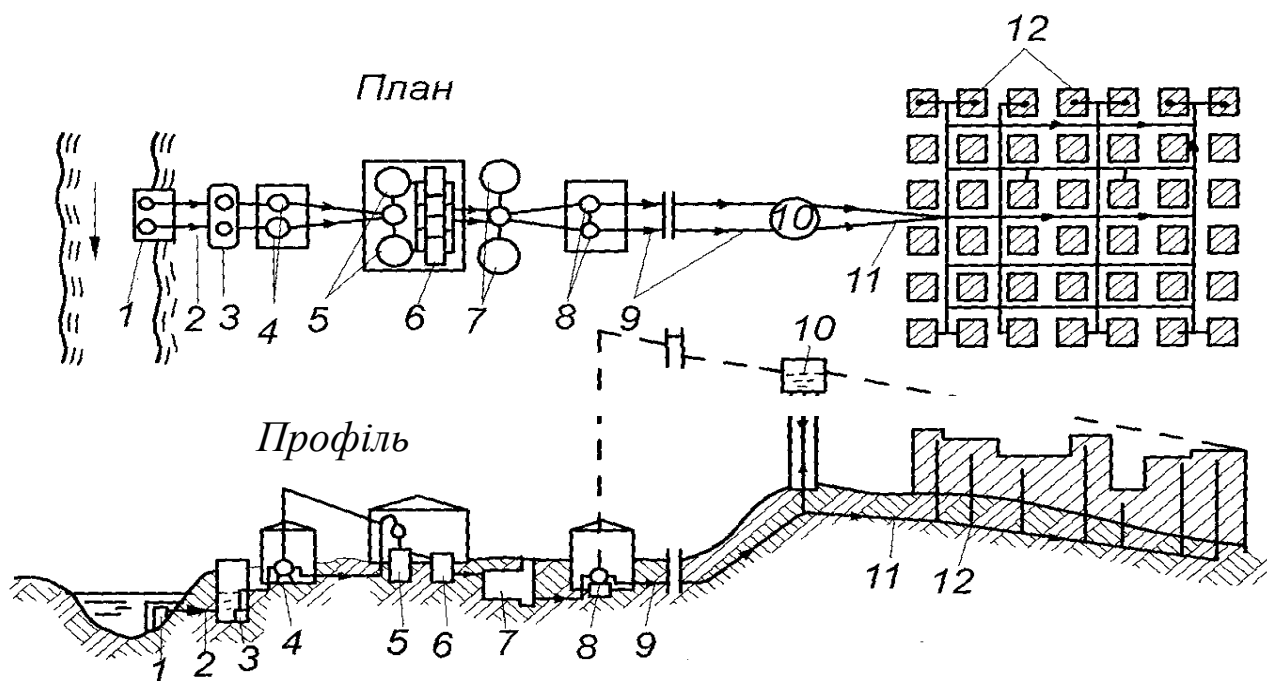


Рисунок 3.2 – Схема водопостачання міста:

- 1 – водоприймач; 2 – самотечна труба; 3 – береговий колодязь; 4 – насоси станції першого підйому; 5 – відстійники; 6 – фільтри; 7 – запасні резервуари чистої води; 8 – насоси станції другого підйому; 9 – водоводи; 10 – водонапірна башта; 11 – магістральні трубопроводи; 12 – розподільчі трубопроводи

На ряді підприємств (хімічні, металургійні та ін.) воду застосовують для потреб охолодження і вона майже не забруднюється, а лише нагрівається.

На рисунку 3.4 наведена схема оборотного водопостачання підприємства.

Нагріту воду по самотечному трубопроводу (10) подають до насосної станції (2), звідки насосами (7) перекачують по трубопроводу (3) на спеціальні споруди (4), призначені для охолодження води (бризкальні басейни або градирні).

Охолоджену воду по самотечному трубопроводу (6) повертають до насосної станції (2) і насосами (8) по напірних трубопроводах (9) спрямовують до цехів. При оборотному водопостачанні частина води (3–5 % від загальної витрати) втрачається. Для відновлення втрат води до мережі подають чисту воду по трубопроводу (5).

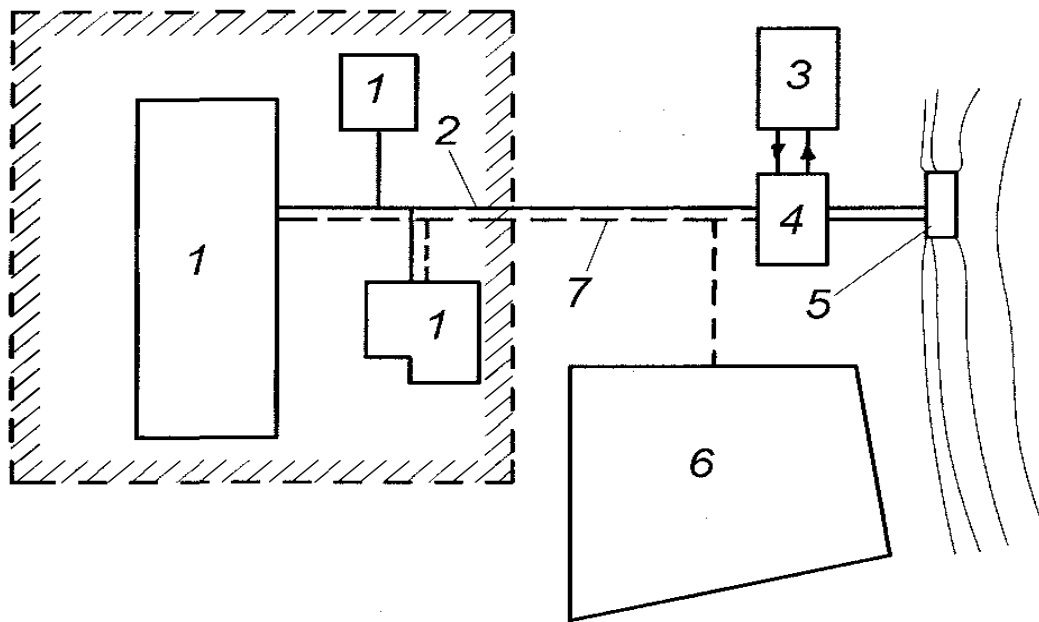


Рисунок 3.3 – Схема прямого водопостачання підприємства

Схему водопостачання з вторинним використанням води застосовують у тих випадках, коли воду, що скидають після одного технологічного циклу, можна використовувати у другому, а іноді й у третьому технологічному циклі.

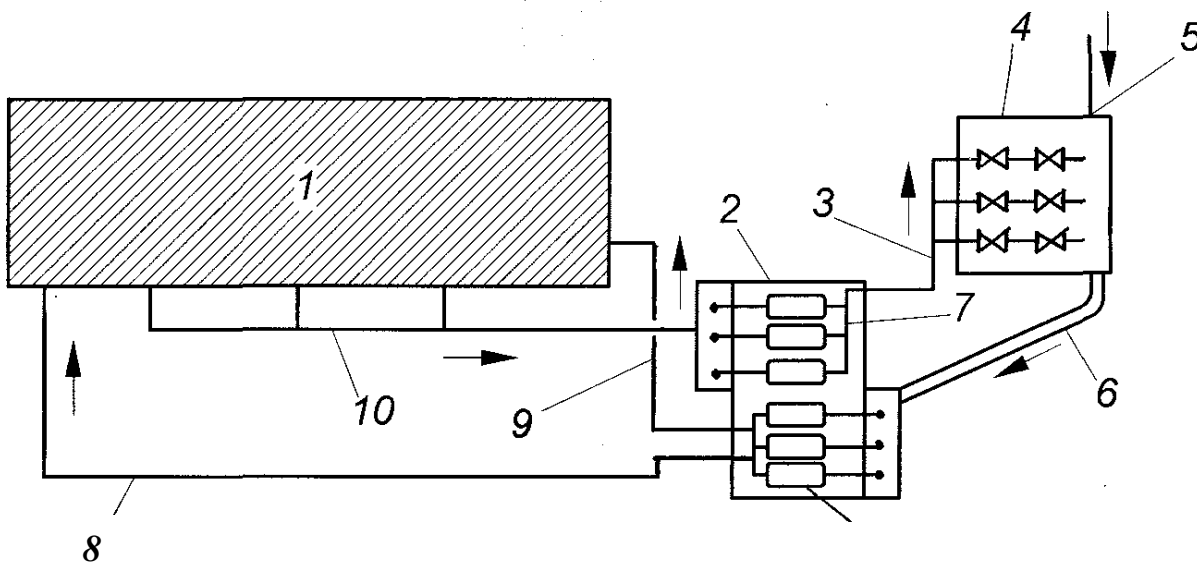


Рисунок 3.4 – Схема оборотного водопостачання промислового підприємства

### 3.2 Різновиди системи водопостачання

Система водопостачання становить комплекс інженерних споруд, призначених для забезпечення потреб у воді різних об'єктів – міських, селищних, промислових, сільськогосподарських та інших.

Відповідно до виду водоспоживання розрізняють господарсько-питні, виробничі й протипожежні системи водопостачання.

У загальному випадку система водопостачання включає наступні основні елементи або споруди:

– водозабірні споруди, які здійснюють забір води з обраного для заданого об'єкта джерела. Джерела водопостачання бувають підземні й поверхневі. споруди для підйому й перекачування води – насосні станції, які створюють у водопровідних трубах тиск, необхідний для подачі заданої кількості води на необхідну висоту:

- споруди для очистки води;
- резервуари чистої води;
- споруди для транспортування води до місць її розподілу – водоводи;
- споруди для розподілу води по території об'єкта й роздачі її споживачам;
- водопровідна мережа;
- споруди для зберігання та акумулювання води (водонапірна башта).

Схема водопостачання міст і населених пунктів визначається видом джерела водопостачання, якістю води у ньому, рельєфом місцевості, режимом водоспоживання.

При використанні поверхневих джерел водопостачання річкова вода надходить у водозабірну споруду, з якої насосною станцією I підйому подається на очисні споруди. Очищена вода надходить у резервуари чистої води, звідки забирається насосами станції II підйому і перекачується по двох водоводах у розводящу водопровідну мережу, що розподіляє воду на окремі райони і квартали населеного пункту. Для вирівнювання нерівномірності споживання води протягом доби і створення необхідного напору влаштовують водонапірну башту або напірний резервуар.

### **3.3 Основні споживачі води**

Різновиди споживання води можуть бути зведені до наступних основних категорій:

- 1) господарсько-питні потреби людей;
- 2) виробниче водоспоживання, пов'язане із забезпеченням технологічних процесів різних виробництв і технологічних потреб;
- 3) витрати води, пов'язані із забезпеченням благоустрою населених пунктів і промислових підприємств (поливання і мийка вулиць, площ і зелених насаджень);
- 4) витрати води на зовнішнє пожежогасіння.

### **3.4 Водопровідна мережа як елемент системи водопостачання**

Одним з основних елементів системи водопостачання є водопровідна мережа, робота якої нерозривно пов'язана із водоводами, насосними станціями й регулюючими ємностями. На відміну від водоводів, водопровідна мережа призначена не тільки для транспортування, але й для розподілу води споживачам. Вона повинна забезпечувати подачу заданих кількостей води

необхідної якості до місць її споживання під необхідним напором, надійну роботу системи водопостачання при найменших витратах на будівництво й експлуатацію як самої мережі, так і насосних станцій, і напірно-регулюючих ємностей. Дотримання зазначених вимог досягається правильним вибором конфігурації мережі й матеріалу труб, визначенням діаметрів труб з урахуванням техніко-економічних міркувань.

Водопровідна мережа повинна задовольняти основній вимозі – безперебійна подача води в необхідній кількості до місць її відбору під необхідним напором. Відповідно до цього до водопровідних мереж висувають наступні вимоги: герметичність, мінімальні гідравлічні опори на тертя під час руху води по трубах, високий опір внутрішнім і зовнішнім навантаженням, тривалий термін служби труб і устаткування на мережі. Крім цього, водопровідні труби повинні задовольняти вимогам максимальної економічності.

### **Контрольні запитання до теми 3**

1. Назвіть елементи систем водопостачання, їх призначення.
2. Як визнати витрату води на господарсько-питні потреби населення?
3. Назвіть основні категорії споживання води.

## **4 ВОДОПРОВІДНІ МЕРЕЖІ**

### **4.1 Основні принципи трасування та проєктування водопровідних мереж**

Для транспортування води від джерел до об'єктів водопостачання служать водоводи. Їх виконують з двох або більшої кількості ниток трубопроводів, що укладаються паралельно один одному. Для подачі води безпосередньо до місць її споживання (житловим будинкам, цехам промислових підприємств) служить водопровідна мережа.

Проєктування і гідравлічний розрахунок водопровідної мережі ведуть в такій послідовності:

- 1) трасують мережу та встановлюють схему її живлення;
- 2) намічають вузлові точки та визначають величини відборів води з них при заданих умовах роботи мережі;
- 3) роблять попередній розподіл потоку води по лініях кільцевої мережі;
- 4) визначають діаметр труб розрахункових ділянок мережі та втрати напору на них;
- 5) ув'язують кільцеву мережу за втратами напору, в результаті чого встановлюють фактичні витрати й втрати напору на кожній лінії;
- 6) будують п'єзометричні лінії по ділянках мережі для розрахункових випадків її роботи;
- 7) визначають необхідну висоту водонапірної башти і підбирають насоси для живлення водопровідної мережі з необхідною витратою та напором.

Першочерговим завданням при проєктуванні й розрахунку водоводів і водопровідних мереж є обґрунтування вибору трас ліній у плані. Трасування мереж роблять виходячи з умови забезпечення необхідної надійності їх роботи і найменшої будівельної вартості.

Розміщення ліній водоводів та мереж залежить від таких умов:

- місця розташування джерел водопостачання, характеру планування населеного пункту або промислового підприємства, розміщення великих споживачів води, форми і розмірів житлових кварталів, цехів, зелених насаджень, розташування проїздів тощо;

- наявності природних або штучних перешкод для прокладки труб (річки, яри, канали, залізниці і шосейні дороги та ін.);

- рельєфу місцевості;

- наявності інших комунікацій (газопроводи, каналізаційні колектори тощо).

При трасуванні потрібно враховувати наступне:

- магістралі повинні розташовуватися уздовж основного напрямку руху води в місті;

- до кожного споживача вода повинна йти найкоротшим шляхом; мережа повинна як можна повніше охоплювати селитьбу; необхідно враховувати перспективу розвитку населеного пункту; варто перетинати мінімальне число природних перешкод;

- траси водопроводів бажано прокладати поблизу автодоріг і проїздів паралельно лініям забудови, поза асфальтовими й бетонними покриттями;

- перетинання проїздів і інших комунікацій необхідно виконувати під прямим кутом;

- траси трубопроводів повинні мати мінімальне число штучних споруд і бути легко доступними для експлуатації й виробництва ремонтних робіт.

Потрібно, щоб трубопроводи більших діаметрів були прокладені на височині.

Розрахунок водопровідної мережі полягає у визначенні економічно вигідних діаметрів труб всіх її ділянок і втрат напору на них.

Виконавши трасування мережі, задають режим подачі води в неї й визначають витрати води, які надходять у мережу, а також обсяги регулюючих ємностей. Подальша методика розрахунку і проєктування мережі полягає в такому: намічають розрахункову схему відбору води з мережі; задають початковий розподіл потоків води по окремих лініях мережі й знаходять розрахункові витрати води по ділянках; керуючись тиском води, геологічними й іншими місцевими умовами вибирають матеріал труб; визначають діаметри труб, втрати напору на ділянках; здійснюють гідравлічне ув'язування мережі, підбір насосів, уточнюють прийняті спочатку витрати води, які подаються в мережу.

## 4.2 Типи водопровідних мереж

При виборі конфігурації мережі необхідно враховувати таке:

- 1) мережа повинна забезпечувати подачу води до всіх споживачів;

2) обрана конфігурація мережі повинна гарантувати мінімальні витрати на її будівництво й експлуатацію;

3) мережа повинна відповідати заданій категорії надійності подачі води.

За накресленням в плані водопровідні мережі бувають:

– розгалужені (або тупикові);

– кільцеві (рис. 4.1);

– змішані.

Тупикові мережі дешевші, ніж кільцеві, але вони менш надійні відносно постачання водою споживачів, оскільки не забезпечують безперервності водопостачання. Вони можуть бути застосовані в тих випадках, коли за умовами споживання води можливі перерви в її подачі на час, необхідний для ліквідації аварії, або коли існують запаси води для постачання об'єкта на час відновлення трубопроводу. При кільцевих мережах завдяки наявності паралельно працюючих ліній аварія на будь-якій ділянці не приводить до припинення подачі води споживачам, окрім тих, що живляться безпосередньо від ушкодженої ділянки.

У міських і виробничих водопроводах мережі, як правило, передбачають замкненими (кільцевими). Розгалужені мережі звичайно передбачають у невеликих селищах (при діаметрі труб до 100 мм), якщо у випадку аварії можна допустити перерву у водопостачанні.

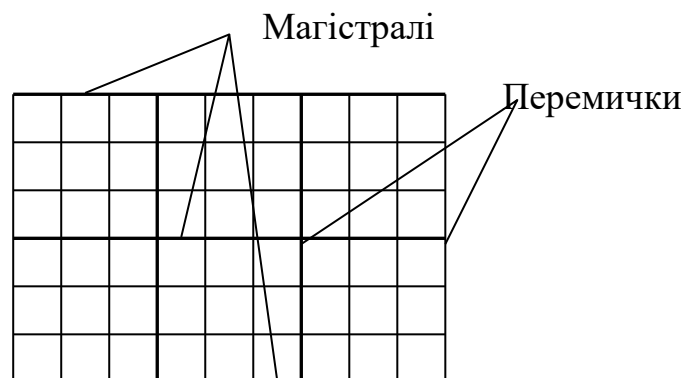


Рисунок 4.1 – Схема конфігурації кільцевої мережі

При прокладанні транзитних ліній, по яких вода надходить у місто, за межами населеного місця відстань між двома водоводами повинна бути не менш 10 м.

Умовно кільцеву водопровідну мережу можна розбити на магістралі й перемички. Магістралі прокладаються уздовж основного руху води населеного пункту, а перемички працюють повною мірою при аварії на магістральних лініях.

Залежно від характеру роботи лінії водопровідної мережі розділяються на магістральні й розподільні. Основне завдання магістральних ліній – транспортування води транзитом у більш вилучені райони території, що постачається водою. Від магістральних ліній йде розводяща мережа. Розподіл і віддачу води споживачам через будинкові введення й пожежні гідранти (при

пожежі) покладають на розподільні лінії. Діаметри розподільних ліній, на відміну від магістральних, не розраховують, а приймають відповідно до пожежної витрати, що пропускається.

Діаметри труб зовнішньої водопровідної мережі визначають шляхом розрахунку, але вони повинні бути не менше ніж 100 мм.

У водопроводах малих населених пунктів або в кінцевих ділянках міської мережі немає розходження між магістральними й розподільними лініями, тому що вони беруть участь і в транспортуванні й у віддачі води споживачам. Основні магістральні лінії з'єднують між собою перемичками, які служать для вирівнювання завантаження основних магістралей або перекидання води з однієї магістралі в інші при аварії на одній з її ділянок.

Магістральні лінії доцільно прокладати, як правило, на підвищених місцях міста, тому що це забезпечує створення необхідних напорів в розподільній мережі.

При великій різниці відміток поверхні землі улаштовують зонні системи водопостачання.

Умовно схеми водопровідних мереж поділяють на три види:

- з баштою на початку мережі;
- з баштою наприкінці мережі;
- система без башти.

#### **Контрольні запитання до теми 4**

1. Наведіть схеми розгалуженої та кільцевої мережі, їх переваги й недоліки.

2. У чому полягає принципова різниця між магістральною та розподільчою мережею?

3. Від чого залежить розміщення ліній водоводів та водопровідних мереж?

4. Основні принципи трасування водопровідних мереж.

### **5 ВЛАШТУВАННЯ ВОДОПРОВІДНОЇ МЕРЕЖІ З УРАХУВАННЯМ ВИМОГ БЕЗПЕЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ**

#### **5.1 Матеріали труб водопровідних мереж та способи їх з'єднання**

Відповідно до умов роботи водопровідних ліній у процесі їх експлуатації до них пред'являються такі вимоги:

- 1) міцність, тобто високий опір всім можливим внутрішнім і зовнішнім навантаженням;
- 2) герметичність (водонепроникність);
- 3) гладкість внутрішньої поверхні стінок, що забезпечує найменші втрати напору при русі води у трубах;
- 4) довговічність;
- 5) мінімальна вартість.

Для водопровідних ліній необхідно застосовувати насамперед неметалічні труби – азбестоцементні, залізобетонні, пластмасові й, якщо буде потреба, сталеві – сталеві, чавунні. У сучасній практиці будівництва водоводів і зовнішніх водопровідних мереж широко застосовують труби чавунні, сталеві й залізобетонні.

Сталеві труби застосовуються:

- 1) при техніко-економічному обґрунтуванні;
- 2) для переходу під залізницями і шосейними дорогами (під ділянками, де є динамічні навантаження);
- 3) при робочому тиску більше 1,2 МПа;
- 4) при переході через яри, водні перешкоди;
- 5) при прокладанні у просадних ґрунтах, тих, що набухають, та на заторфованих ґрунтах.

Сталеві труби мають високу міцність, порівняно невеликою масою, здатністю чинити опір зовнішнім динамічним навантаженням і вібраціям. До основного недоліку сталевих труб відносять їх сильну корозію і у порівнянні з іншими трубами вони мають менший термін служби.

Сталеві труби випускають електрозварними холоднокатаними на тиск до 2,5 МПа, діаметром 100–1 400 мм і з'єднують зварюванням.

Чавунні розтрубні труби (діаметр 65–1 200 мм; довжина 2–7 м), відрізняються високою міцністю, значною протикорозійною опірністю, простотою з'єднань і довговічністю. Стики розтрубних з'єднань зашпаровують гумовими ущільненнями або смоленням, бітумним пасмом і чеканять азбестоцементною сумішшю.

Азбестоцементні труби – випускають діаметром 100–500 мм і довжиною 3–4 м. З'єднуються за допомогою муфт і мають низку переваг порівняно із трубами сталевими і чавунними: невелика вага, гладка внутрішня поверхня, краща стійкість до корозії, діелектричність. Однак їм властиві й недоліки – мала опірність ударам і крихкість.

Залізобетонні труби напірні (діаметр 500–1 600 мм, довжина 5 м) мають високу стійкість до корозії, діелектричні, довговічні, здатні в умовах експлуатації зберігати гладку поверхню. З'єднання розтрубне з ущільненням гумовими кільцями і цементним розчином.

Пластмасові труби – розділяються на поліетиленові високої та низької щільності й вінілпластові. Поліетиленові труби випускають діаметром 10–630 мм, довжиною 6, 8, 10, 12 м. Пластмасові труби значно легші, ніж інші труби, мають більшу пропускну здатність, не піддаються корозії й не заростають, монтаж їх нескладний. Однак у них великий коефіцієнт лінійного розширення, вони старіють внаслідок дії сонячного світла й низьких температур.

При виборі матеріалу труб необхідно приділяти увагу технологічній безвідмовності трубопроводів, що враховує рівень пошкоджуваності в процесі експлуатації.

Ушкодження трубопроводів обумовлені впливом зовнішніх і внутрішніх факторів і пов'язані з фізико-хімічними властивостями матеріалу труб, міцністю й конструктивними особливостями їх з'єднання.



Для сталевих труб основним видом ушкодження є свищі, для чавунних – порушення стикових з'єднань, для пластмасових – розриви навколошовних зон внаслідок порушення технології зварювання, для залізобетонних і азбестоцементних – порушення стикових з'єднань.

## **5.2 Глибина закладання водопровідної мережі й особливості прокладання**

Глибина закладання водопровідних труб залежить від глибини промерзання ґрунту, температури води в трубах і режиму її подачі.

Варто враховувати, що глибина промерзання ґрунту неоднакова не тільки в різних районах, але й у тому самому районі.

Глибина закладання водопровідних труб повинна бути такою, щоб виключалося замерзання води в них. Глибина закладання труб, якщо рахувати до їх низу, повинна бути на 0,5 м більше, ніж розрахункова глибина промерзання ґрунту (1,2 м – для м. Харкова).

Мінімальне закладання труб визначають за умови захисту їх від впливу зовнішніх навантажень і запобігання води від нагрівання в літню пору. Орієнтовно її можна прийняти 1 м.

Водопровідні лінії прокладають відповідно рельєфу місцевості з постійною глибиною закладання. Трубам повинен надаватися ухил, що забезпечує спорожнювання мережі та випуск повітря. Для цього в знижених місцях улаштовують випуски, а в підвищених – вантузи.

Водопровідні лінії слід прокладати з урахуванням розташування інших підземних споруд. У містах і на промислових підприємствах, які мають велику кількість підземних комунікацій різного призначення, доцільно прокладати їх у прохідних або напівпрохідних колекторах.

Під залізничними коліями водопровідні лінії звичайно прокладають у прохідних каналах або в металевих футлярах – кожухах.

Перетинання водопровідних ліній з річками доцільно виконувати шляхом прокладки під дном ріки – так званим дюкером.

Труби прокладають уздовж вулиць і проїздів, під проїзною частиною, ближче до тротуару.

## **5.3 Вимоги до розташування мережі**

Водопровідні мережі прокладаються паралельно лінії забудови і по можливості поза бетонними й асфальтовими покриттями. Трубопроводи між собою й проїздами повинні перетинатися під прямим кутом.

Відстані від трубопроводу приймаються наступні (не менше):

- до осі залізничної колії – 4 м (але не менше глибини траншеї);
- до осі трамвайних шляхів – 2,75 м;
- до бордюрного каменю автодороги – 2 м;
- до кабелів зв'язку – 1,5 м;
- до газопроводу – 1-2 м;
- до електрокабеля напругою до 35 В – 1 м;

– до опор зовнішнього освітлення, зв'язку – 1,5 м до обгороджень територій – 1,5 м;

– до фундаментів будинків та споруд більше 5-ти метрів (при відповідному обґрунтуванні допускається 3 м, але з обов'язковим укладанням у футлярах);

– до стовбурів дерев – 2 м.

Відстані між мережами по горизонталі у світлі:

– до дренажних ліній і водостоків – 1,5 м;

– до газопроводів, залежать від тиску  $P$ , МПа:  $0 < P < 0,6$  – 1,5 м;  $P > 0,6$  – 2 м;

– до силових кабелів – 0,5 м; до кабелів зв'язку – 0,5 м; до теплотраси – 1,5 м;

– до каналізаційних мереж при діаметрі водопровідних труб, мм: до 200 – 1,5 м; понад 200 – 3 м.

Водопровідні труби в місцях перетинання треба, як правило, прокладати вище каналізаційних, а відстань між стінками труб по вертикалі повинне бути не менше 0,4 м.

При прокладці водопровідних труб нижче каналізаційних, вони повинні бути сталевими і розмішатися в сталевому футлярі. При цьому відстань від кінця футляра до каналізаційних труб повинне бути не менш 5 м для глинистих ґрунтів і не менш 10 м для пісків (в обидва боки від осі перетинання).

## **Контрольні запитання до теми 5**

1. Від чого залежить глибина закладання водопровідних труб?
2. Які матеріали труб застосовують для труб водопровідних мереж?
3. З'єднання водопровідних труб різних матеріалів.

## **6 АРМАТУРА ТА СПОРУДИ НА ВОДОПРОВІДНІЙ МЕРЕЖІ. ПРИСТРОЇ БЕЗПЕКИ**

### **6.1 Типи водопровідної арматури**

Підтримка необхідного режиму експлуатації й підвищення надійності водоводів і водопровідних мереж забезпечується запірно-регулюючою, запобіжною, водорозбірною, контрольно-вимірювальною арматурою.

Запірно-регулююча арматура необхідна для часткового або повного перекриття окремих ділянок трубопроводів. До неї ставляться засувки, вентиля, поворотні затвори. За допомогою засувок можна змінювати ступінь їхнього відкриття змінювати витрату води в лініях та відключати для ремонту окремі ділянки. Засувки зазвичай встановлюють у колодязях.

До водозабірної арматури належать водорозбірні крани, водорозбірні колонки, пожежні гідранти, крани для поливання, фонтанчики. Через водорозбірні колонки здійснюється водопостачання селищ і будинків, які не обладнані внутрішнім водопроводом. Для забору води з мережі з метою пожежогашіння застосовують гідранти.

Запобіжна арматура перешкоджає руйнуванню трубопроводів і сприяє збереженню постійної пропускної здатності. До неї належать зворотні клапани й запобіжні клапани, вантузи, гасителі ударів. Запобіжні клапани виключають підвищення тиску понад припустимого, зворотні клапани допускають рух води тільки в одному напрямку. Повітряні вантузи призначені для видалення повітря, що накопичується в підвищених відмітках розташування водоводів і магістральних мереж, встановлюються в колодязях.

Для виміру витрат води використовують контрольно-вимірювальну апаратуру – крильчасті і турбінні водоміри.

## **6.2 Споруди на водопровідних мережах**

### **6.2.1 Водопровідні колодязі**

При підземному прокладанні трубопроводів арматура на них (засувки, пожежні гідранти, вантузи, регулятори тиску і витрати води) повинна встановлюватись у колодязях чи камерах.

Колодязі на водопровідній мережі передбачають із монолітного (прямокутні в плані) і збірного залізобетону (круглі і прямокутні), а також із цегли (прямокутні і круглі). Розміри колодязів у плані визначаються діаметром труб, а також типом арматури й фасонних частин, розташованих у колодязі. Глибина закладання колодязів диктується глибиною розташування труб.

Оглядові колодязі на водопровідній мережі влаштовують у місцях розташування вузлів із засувками, вантузів і випусків, зворотних клапанів, запобіжних клапанів і іншої арматури, а також у місцях уведень в будинки.

Колодязь складається з робочої камери й горловини над нею, необхідної для спуску у колодязь. Робоча камера має певну висоту, достатню для зручності роботи в колодязі. Висота горловини залежить від глибини закладання колодязя. У верхній частині горловини встановлюють стандартний чавунний або сталевий люк заводського виготовлення із кришкою. Люки випускають двох модифікацій: важкі – для встановлення на проїзній частині й легкі – для розміщення на тротуарах і в непроїзних місцях. На трубопроводах, що проходять по незабудованій території, люк повинен підніматися над поверхнею землі на 20 см. Для опускання в колодязь обслуговуючого персоналу на його горловині і стінках встановлюють рельєфні сталеві або чавунні скоби.

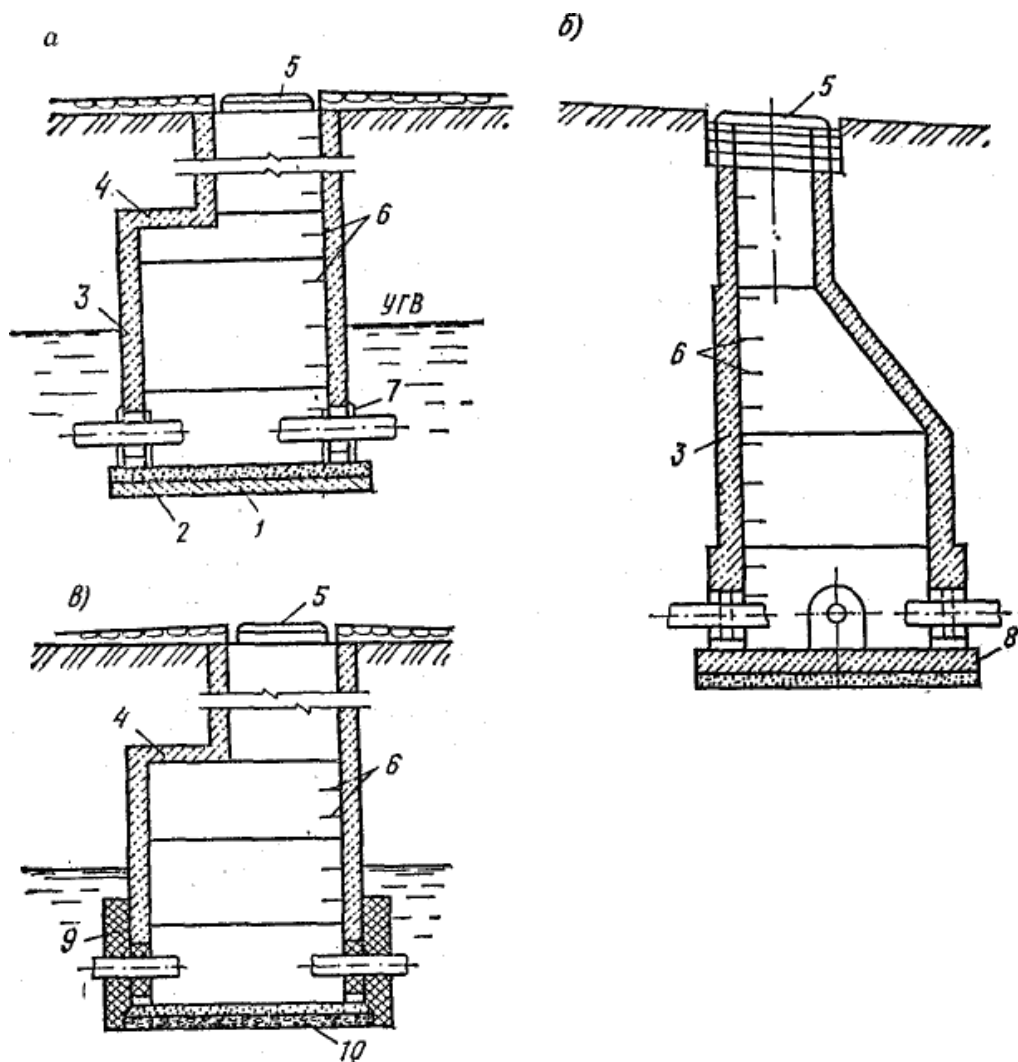


Рисунок 6.1 – Збірний круглий (а, б) та прямокутний (в) залізобетонні колодязі, що влаштовуються у ґрунтах:

а – водонасичених; б – сухих; в – просідаючих;

- 1 – бетонна підготовка; 2 – плита днища з асфальтовим покриттям;  
 3 – залізобетонні кільця; 4 – плита перекриття; 5 – чавунний люк з кришкою;  
 6 – скоби; 7 – гідроізоляційне покриття; 8 – плита днища на утрамбованому ґрунті;  
 9 – водопірний замок; 10 – шар щебеню

### 6.2.2 Упертя

Під дією внутрішніх сил тиску у трубопроводі виникають розтяжні зусилля. На ділянках, що прилягають до поворотів ліній, на відгалуженнях і тупикових ділянках ці зусилля можуть викликати порушення розтрубних з'єднань (вихід гладких кінців труб з розтрубів). Для виключення зміщення і ушкодження трубопроводів в оглядових колодязях або у ґрунті встановлюють упори в напрямку дії розтяжних зусиль (рис. 6.2).

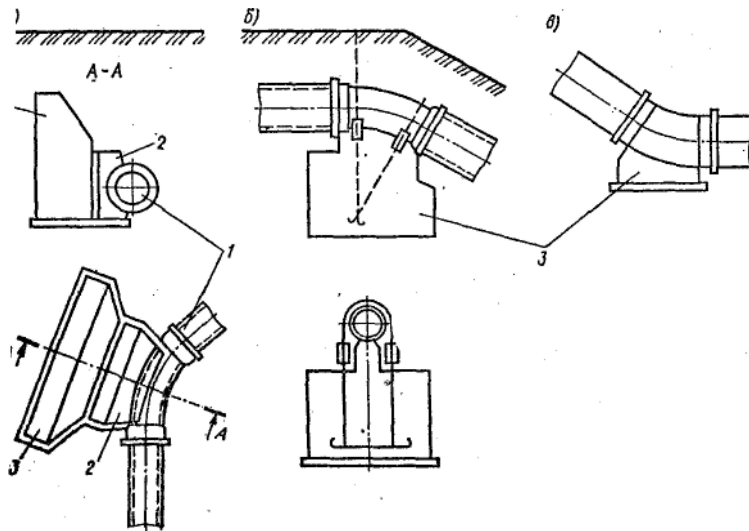


Рисунок 6.2 – Бетонні упертя:  
1 – відведення; 2 – упертя; 3 – подушка

### 6.2.3 Переходи водопровідних ліній через річки, дороги і яри

При перетинанні водопровідних ліній із залізницями й автомобільними дорогами їх прокладають по мостах, у водопропускних трубах під насипами або в шляхопроводах. При неможливості такої прокладки водопровідні лінії I та II категорії прокладають у футлярі, який представляє собою трубу більшого діаметра. Футляр охороняє полотно дороги від руйнування у випадку розриву водопровідної лінії й дозволяє робити її ремонт без припинення руху.

При перетинанні яра або річки трубопровід укладають по дну у вигляді так званого дюкера (рис. 6.3). Для запобігання вимивання ґрунту з-під трубопроводів його укладають у траншеї на глибині не менш 0,5 м від поверхні дна ріки до верху труби.

Дюкер споруджують зі сталевих труб у дві нитки, дотримуючись відстані між ними не менш 1,5 м. Оскільки ремонт дюкера робити дуже складно, необхідно забезпечити його високу надійність. При гідравлічному розрахунку дюкера приймають збільшені швидкості руху води в трубах до 2–2,5 м/с, щоб не допустити утворення в них осаду. Тому діаметр кожної лінії повинен бути менше діаметра основного трубопроводу.

Якщо за напрямом траси водовода є міст, то водовод прокладають по цьому мосту. Найчастіше трубопровід підвішують на металевих підвісках до проїзної частини мосту або під тротуаром у такому місці, щоб він був доступний для огляду й ремонту. При цьому з метою запобігання замерзання трубопровід утеплюють теплоізолюючими матеріалами і покривають зверху толем або покрівельним оцинкованим залізом.

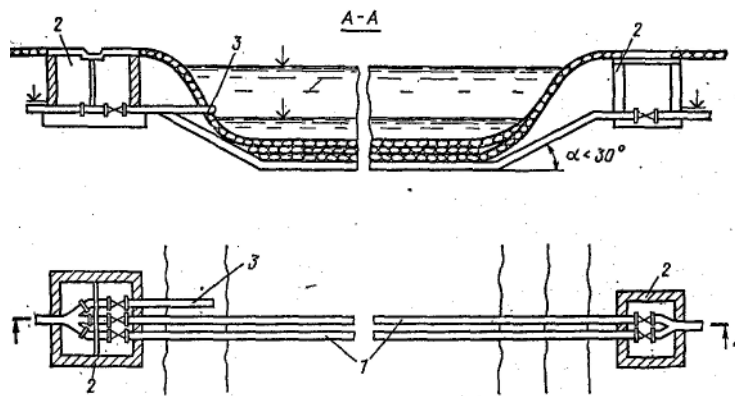


Рисунок 6.3 – Схема влаштування дюкера:  
1 – дюкер; 2 – камера перемкнення; 3 – випуск

### 6.3 Пожежні гідранти та їх призначення

Гідрант – це гідротехнічний пристрій, що є важливим елементом пожежної безпеки, що забезпечує забір води із магістрального водопроводу для гасіння пожежі. Він підключається до водопровідної труби за допомогою спеціальної підставки під пожежний гідрант та має патрубки для приєднання пожежних рукавів. Установка гідрантів є обов'язковою вимогою під час прокладання водопровідних мереж на етапі будівництва будівель та споруд будь-якого призначення: житлових, адміністративних, громадських, складських та промислових.



Рисунок 6.4 – Пожежний гідрант

Для успішної ліквідації вогнищ займання пожежні гідранти повинні відповідати вимогам державних стандартів ДСТУ EN 14339:2016. Вони можуть бути підземними, які встановлюються в колодязях водопровідної мережі, кришка яких пофарбована в червоний колір, або наземними, що монтується над поверхнею землі.

Гідранти повинні мати конструкцію, яка відповідає таким вимогам:

- корпус – міцний та герметичний, оснащений відкидною кришкою, яка не повинна перешкоджати прикручуванню пожежної колонки;
- наявність зворотного клапана в зливному отворі – він необхідний для запобігання попаданню води в корпус пристрою, при встановленні його у водонаповнюваний колодезь;
- матеріал виготовлення – чавун із кулястим або пластинчастим графітом (EN 1503-3) або нержавіюча сталь (EN 1503-1);
- маса при висоті пристрою 1,0 м – не більше 95 кг;
- наявність ущільнювальних прокладок з еластомерів, передбачених стандартами, що забезпечують герметичність корпусу при тиску води до 10 атм;
- здатність витримувати тиск до 15 атм. під час випробувань.

Крім того, є низка вимог і до технічних характеристик пожежного гідранту. Він повинен мати:

- робочий тиск до 1 МПа;
- робочу температуру від  $-5$  до  $+40$  °С;
- число обертів штока, необхідні повного відкриття клапана 5-15 для діаметра DN80 і 6-15 для DN100;
- люфт шпинделя до 04 мм;
- витрата води 10 л/с для будівель висотою до 2 поверхів, 20 л/с для будівель висотою 5–12 поверхів.

Залишковий об'єм води в корпусі гідранту після його використання не повинен перевищувати 100 см<sup>3</sup>, щоб уникнути ризику замерзання пристрою при сильних морозах.

Не допускається наявність на корпусі пожежного гідранту тріщин, сколів та протікань, він повинен мати захисне лакофарбове покриття та маркування із зазначенням типу пристрою, року випуску та виробника.

Розміщувати гідранти можна виключно на прохідних магістральних трубопроводах підведення холодної води, за умови дотримання таких вимог:

- відстань від гідранту до стіни будівлі має бути не менше ніж 50 м і не більше 200 м;
- гранично допустиме віддалення від краю автодороги – не більше 2,5 м, при цьому підземні гідранти допускається розташовувати у колодезях, що знаходяться під проїжджою частиною;
- відстань від осі підземного гідранту до стін колодезя – не менше 175 мм; при цьому пристрій повинен бути встановлений вертикально, а кришка люка повинна вільно відкриватися;
- відстань від верхнього торця гідранта до люка має бути в межах 150–400 мм.

При монтажі пожежного гідранту в ґрунт він повинен бути повністю оброблений антикорозійною мастикою.

Для однієї будівлі або споруди має бути передбачено щонайменше 2 гідранти. При цьому розташовувати їх потрібно таким чином, щоб у будь-який час до них було забезпечено безперешкодний доступ та під'їзд пожежних машин.

Введення гідрантів в експлуатацію після монтажу здійснюють працівники державної служби з надзвичайних ситуацій, які мають провести перевірку технічного стану цих пристроїв.

Види гідрантів за розмірами:

– номінальним діаметром вхідного патрубку 80 та 100 мм (DN80 та DN100);

– внутрішнім діаметром корпусу 100, 125 та 150 мм – ці розміри строго стандартизовані;

– висотою від 0,5 м до 4,0 м з інтервалом 0,25 м.

Зовнішній діаметр корпусу може бути будь-яким, але не повинен перевищувати 300 мм.

Пожежний гідрант може використовуватись для таких цілей:

– гасіння пожежі за допомогою приєднаного до вихідного патрубку;

– влаштування стаціонарного пожежного рукава;

– подачі води на насос пожежної машини;

– для господарських потреб.

### **Контрольні запитання до теми 6**

1. Якою арматурою обладнують водопровідні мережі?

2. З яких основних елементів складається водопровідний колодезь?

3. Призначення упертів на водопровідних мережах, у яких місцях їх споруджують?

4. Як прокладають водопровідні лінії при перетинанні із залізницями й автомобільними дорогами?

5. У яких випадках споруджують дюкери? Їх влаштування.

## **7 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО БЕЗПЕЧНЕ ВЛАШТУВАННЯ КАНАЛІЗАЦІЇ**

### **7.1 Системи водовідведення. Види стічних вод**

Під системою каналізації розуміють комплекс інженерних споруд, які призначені для приймання й транспортування стічних вод за межі населених місць і промислових підприємств, їхнього очищення, знезаражування й випуску у водойми. Крім того, водовідвідні системи повинні забезпечувати відвід і очищення дощових і талих вод.

Стічні води, які утворюються в межі населених місць і промислових підприємств, поділяться так:

– побутові, які утворюються в житлових, адміністративних, комунальних будинках, а також у побутових приміщеннях промислових підприємств;

– виробничі, які утворюються при використанні води в різних технологічних процесах виробництва;

– дощові, які утворюються в результаті випадання осадів, танення снігу.



Стічні води всіх зазначених категорій містять певну кількість забруднень, різних по хімічному складу, фазовому стану. Найнебезпечнішими в санітарному відношенні є побутові стічні води.

Каналізаційна мережа складається з наступних основних елементів:

- 1) внутрішні домові пристрої;
- 2) зовнішня внутрішньоквартальна мережа;
- 3) зовнішня вулична водовідвідна мережа;
- 4) насосні станції, напірні водоводи;
- 5) очисні споруди;
- 6) випуски очищених стічних вод.

Для прийому та відведення дощових вод улаштовують систему внутрішніх водостоків.

## **7.2 Системи водовідведення міст**

У сучасних упоряджених населених місцях для видалення стічних вод за межі території влаштовують різні системи централізованої каналізації. Залежно від того, які категорії стічних вод відводить каналізаційна мережа, розрізняють такі системи каналізації:

– загальносплавна – це система, при якій всі категорії стічних вод надходять на очисні споруди по одній підземній мережі трубопроводів. Переваги цієї системи – повне знешкодження стічних вод, при цьому якість очищеної суміші стічних вод відповідає необхідним для водойми показникам. Специфічною особливістю загальносплавної каналізації є наявність ливневипусків, призначених для розвантаження мережі від великих витрат, що виникають при сильних дощах, безпосередньо у водойму (без очищення), що в санітарному відношенні є одним з недоліків такої системи;

– повна роздільна, при якій прокладають дві самостійні підземні мережі трубопроводів: одна – для відведення побутових та виробничо-побутових стічних вод, а друга – для відведення дощових вод. Перевагами такої системи є рівномірна робота головних колекторів насосних станцій і очисних споруд, які розраховані тільки на витрати побутових і виробничо-побутових стічних вод. Недоліки – необхідність будівництва двох роздільних мереж, скидання дощових вод без очищення у водойми;

– напівроздільна, при якій також, як і при повної роздільної, улаштовуються дві самостійні мережі: одна для побутових і виробничих стоків, інша – для дощових і талих вод. Головні колектори, що відводять стоки на очисні споруди, улаштовуються загальносплавними. Стоки дощової каналізації надходять у них через розподільні камери, які пропускають лише обмежену витрату дощових вод. При його перевищенні відбувається скидання дощових вод у водойму (тільки дощових). Таким чином при такій системі під час дощу у водойму надходить найменша кількість забруднень. У цьому велика перевага напівроздільної системи каналізації;

– неповна роздільна система – має одну водовідвідну мережу для відводу побутових й виробничо-побутових стічних вод. Відвід дощових вод у водойми

передбачається по відкритих лотках, кюветах, каналах;

– комбінована система каналізації, яка допускає будівництво в окремих районах міста різних систем каналізації.

Вибір тої або іншої системи водовідведення роблять на підставі техніко-економічних порівнянь, з урахуванням рельєфу місцевості і санітарно-гігієнічних вимог.

### 7.3 Схеми каналізаційних мереж

Схеми каналізаційних мереж залежать від рельєфу місцевості, розташування водоймищ, очисних споруд, геологічних і гідрогеологічних умов будівництва трубопроводу.

Схеми водовідвідних мереж можуть бути такими:

1. Перпендикулярна – колектори басейнів каналізування трасують перпендикулярно напрямку руху води у водоймі. Таку схему застосовують при ухилі поверхні землі до водойми й при відводі стічних вод, які не вимагають очищення (дощові, умовно чисті).

2. Пересічена – колектори басейнів каналізування трасують перпендикулярно напрямку руху води у водоймі й перехоплюються головним колектором, трасування якого здійснюється паралельно річці. Таку схему застосовують при плавному падінні рельєфу місцевості й необхідності очищення стічних вод.

3. Паралельна – колектори басейнів каналізування трасують паралельно або під невеликим ухилом до напрямку руху води у водоймі й перехоплюються головним колектором, що транспортує стічні води до очисних споруд перпендикулярно до напрямку руху води у водоймі. Цю схему застосовують при різкому падінні рельєфу місцевості до водойми. Вона дозволяє уникнути в колекторах підвищення швидкостей руху води, яке сприяє руйнуванню трубопроводів.

4. Зонна схема – територія, що каналізується, розбивається на дві зони: з верхньої стічні води надходять до очисних споруд самопливом, а з нижньої вони перекачуються насосною станцією. Кожна зона має схему, аналогічну однієї з наведених вище.

5. Радіальна – очищення стічних вод здійснюється на двох або більше очисних станціях. Дану схему застосовують при складному рельєфі місцевості й каналізуванні великих міст.

Трасування вуличних каналізаційних мереж може бути здійснене за трьома основними схемами (рис. 7.1):

– охоплююча схема трасування – вуличні мережі прокладають по проїзній, частині, що охоплює кожний квартал з всіх чотирьох сторін (рис. 7.1, а). Цю схему застосовують при плоскому рельєфі місцевості (ухил до 0,005–0,007) та великих розмірах кварталів;

– трасування по зниженій стороні кварталу – вуличні мережі прокладають лише зі знижених сторін кварталів, що обслуговуються. Цю схему використовують при значному падінні місцевості з падінням поверхні рівня

землі до однієї або двох границь кварталу (ухил поверхні землі більше ніж 0,008–0,01), (рис. 7.1, б);

– через квартальна схема трасування – вуличні мережі прокладають усередині кварталів – від розташованих вище до розташованих нижче. Така схема дозволяє значно скоротити довжину мереж і вартість їх будівництва, але створює труднощі експлуатації (рис. 7.1, в).

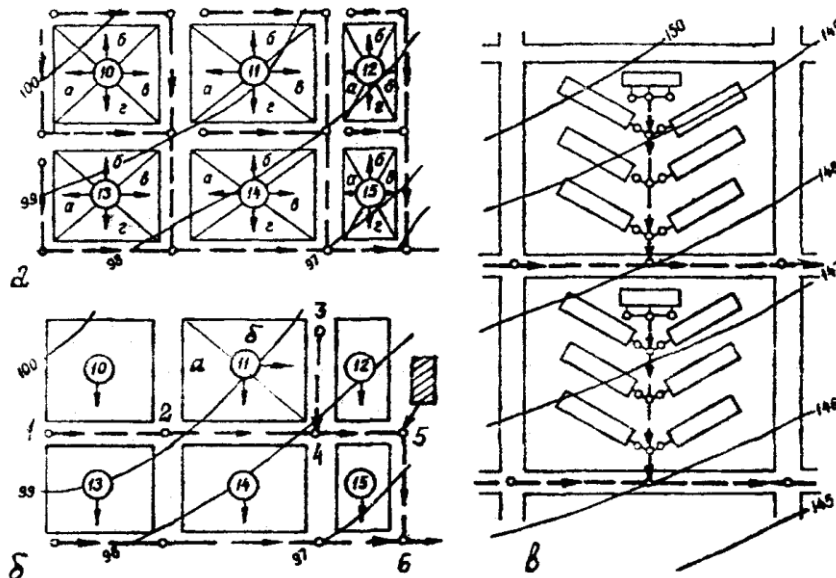


Рисунок 7.1 – Схеми трасування каналізаційних мереж:  
 а – за охоплюючою схемою; б – трасування по зниженій стороні кварталу;  
 в – через квартальна; а, б, в, г – сектори кварталів; 1–6 – вузлові колодязі;  
 10–15 – номери кварталів

#### 7.4 Визначення розрахункових витрат стічних вод

Одним із найважливіших параметрів для розрахунку водовідвідних мереж є величина припливу (витрата) стічних вод. Для розрахунку припливу стічних вод від житлових кварталів потрібно знати кількість стічної води від одного жителя, тобто норму водовідведення.

Норма водовідведення залежить від багатьох факторів: життєвого рівня, рівня культури, кліматичних умов, ступеня благоустрою житлової забудови тощо.

При розрахунку водовідвідних споруд виходять з середніх і максимальних добових, годинних і секундних витрат. Величина цих витрат являє собою суму розрахункових витрат від населення, побутових стічних вод від промислових підприємств, душових та виробничих стічних вод.

Формули для визначення середніх витрат побутових стічних вод від населення міста:

$$Q_{\text{сер.добу}} = n N_p / 1000, \text{ м}^3 / \text{добу}, \quad (7.1)$$

де  $Q_{\text{сер.добу}}$  – середньодобова витрата,  $\text{м}^3 / \text{добу}$ ;  $n$  – питома середньодобова (за рік) водовідведення на одного мешканця, л/добу.

Максимальна витрата ( $Q_{\max}$ ) побутових стічних вод:

$$Q_{\max} = n \cdot N_p \cdot K_{\text{доб}} / 1000, \text{ м}^3 / \text{добу}, \quad (7.2)$$

Максимальна годинна витрата:

$$Q_{\max.\text{год}} = n \cdot N_p \cdot K_{\text{ген.макс}} / (241\,000), \text{ м}^3 / \text{год}, \quad (7.3)$$

Максимальна секундна витрата:

$$Q_{\max.\text{с}} = n \cdot N_p \cdot K_{\text{ген.макс}} / (243\,600), \text{ л / с}. \quad (7.4)$$

## 7.5 Трасування та основи проєктування каналізаційних мереж

Трасування каналізаційних мереж здебільшого залежить від рельєфу місцевості, ґрунтових умов і розташування водоймищ. Проєктування мереж здійснюється в такій послідовності:

1. Територію об'єкта, що каналізується, розділяють лініями водорозділів на басейни каналізування.
2. По знижених місцях трасують колектори басейнів каналізування.
3. Трасують головні колектори, перехоплюючи колектори басейнів каналізування в напрямку до очисних споруд.
4. Трасують вуличні мережі з таким розрахунком, щоб кожна гілка вуличної мережі мала мінімальну довжину.

Основні правила проєктування каналізаційних мереж:

1. Трубопроводи водовідведення потрібно укладати прямолінійно. У місцях приєднань, а також зміни напрямку, ухилів і діаметрів варто передбачати влаштування колодязів.
2. Кут повороту потоку стічних вод у плані повинен бути не більше  $90^\circ$ . За необхідності більшого кута повороту варто передбачати в поворотному колодязі перепад.
3. Розрахункова швидкість потоку за течією не повинна падати, а повинна зростати при збільшенні витрат.
4. Розрахункова швидкість у бічному приєднанні не повинна перевищувати швидкість в основному трубопроводі.

Недотримання пунктів 3 і 4 призводить до замулювання трубопроводу.

При проєктуванні каналізаційної мережі вирішують основне завдання гідравлічного розрахунку – визначення розрахункової витрати стічних вод  $q$ , л/с діаметра труби  $d$ , мм, швидкості  $v$ , м/с, наповнення  $h/d$ , ухилу колектора  $i$  з урахуванням ухилу місцевості уздовж траси колектора.

При цьому необхідно враховувати, що каналізаційну мережу розраховують на часткове наповнення труб. Часткове наповнення труб характеризується ступенем наповнення  $h/d$ , де:  $h$  – глибина наповнення труби (мм),  $d$  – діаметр труби (мм).

Самопливний режим течії з частковим наповненням перерізу трубопроводів дозволяє:

- 1) створити деякий резерв у перерізі труб для пропуску витрати, що перевищує розрахункову;
- 2) створити кращі умови для транспортування завислих забруднень;
- 3) забезпечити вентиляцію мережі для видалення шкідливих і небезпечних газів, що виділяються зі стічної рідини.

Для запобігання замулювання колекторів приймають мінімальні самоочищуючі швидкості руху стічних вод залежно від їх діаметра за таблицею 7.1.

Максимально припустиме значення  $h/d$  для труб виробничо-побутової мережі різного діаметра також обмежено значеннями, які надані в таблиці 7.1.

Таблиця 7.1 – Максимально припустиме наповнення труб

Діаметр $d$ , мм	Мінімальна самоочищувальна швидкість, $v$ , м/с	Максимально припустиме наповнення, $h/d$
150–250	0,7	0,
300–400	0,8	0,
450–500	0,9	0,7
600–800	1,0	0,7
>900	1,15	0,

При проектуванні також необхідно дотримуватися так званого «правила швидкостей» – швидкість на наступній ділянці повинна бути більша, або, як виняток, дорівнювати попередній, тобто повинна постійно збільшуватися.

### Контрольні запитання до теми 7

1. Призначення та види систем каналізації населених місць.
2. Схеми трасування вуличних каналізаційних мереж.
3. Мережі водовідведення як елемент системи водовідведення.
4. Як визначається витрата побутових та виробничих стічних вод міста?
5. Від чого залежить трасування каналізаційних мереж? Основні принципи трасування.

## 8 БЕЗПЕКА ВЛАШТУВАННЯ МЕРЕЖ ВОДОВІДВЕДЕННЯ

### 8.1 Вибір матеріалу труб і спосіб їх з'єднання

Матеріали, які використовуються для виготовлення труб, повинні задовольняти будівельним, технологічним і економічним вимогам. Будівельні вимоги полягають у забезпеченні міцності й довговічності конструкцій і можливості індустріалізації будівництва; технологічні – у забезпеченні

водонепроникності й максимальної пропускну́ї здатності труб, а також виключенні їх стирання і корозії; економічні – у забезпеченні мінімальної вартості матеріалів.

Викладеним вимогам задовольняють керамічні, азбестоцементні, бетонні, залізобетонні, чавунні та пластмасові труби.

Вибір матеріалу труб для влаштування мереж водовідведення залежить від глибини їх закладання, самопливного або напірного руху стічних вод, складу стічних і ґрунтових вод, характеру ґрунтів.

Для самопливних каналізаційних трубопроводів застосовують, як правило, неметалічні труби: керамічні, азбестоцементні безнапірні, бетонні й залізобетонні, а також залізобетонні елементи (для влаштування каналів).

Для напірних трубопроводів використовують напірні залізобетонні, азбестоцементні, пластмасові, а також сталеві труби.

Каналізаційні труби з'єднують за допомогою розтрубів, фальців з накладним поясом та за допомогою муфт.

Стикові з'єднання труб повинні бути міцними, водонепроникними, стійкими проти корозії і температурних впливів. Розтрубні стики з'єднують на розтрубах, труби із гладкими кінцями – на муфтах. Стики розтрубних з'єднань зашпаровують асфальтовою мастикою, азбестоцементом і цементом. Фальцеві з'єднання зашпаровують мастикою або цементом.

Основи під труби потрібно приймати за несучою здатністю ґрунту і за фактичними навантаженнями.

Труби керамічні каналізаційні для влаштування безнапірних мереж випускають діаметром 150–300 мм, довжина  $L = 900–1\,500$  мм, з'єднання розтрубне.

Переваги: водонепроникність, гладкість стін (покриття глазур'ю), висока опірність агресивним впливам ґрунтових і стічних вод, надійність розтрубних з'єднань.

Недолік – маленька довжина, тому необхідно виконувати багато стикових з'єднань.

Азбестоцементні труби (безнапірні) виготовляються з діаметром 100–400 мм, довжина – до 4 м, з'єднання за допомогою муфт із ущільненням гумовими кільцями.

Переваги: водонепроникність, гладка поверхня, висока опірність агресивному середовищу, більша довжина.

Недолік – крихкість, що перешкоджає їхньому транспортуванню.

Труби залізобетонні безнапірні виготовляють із діаметром 400–2 400 мм, за способом з'єднання підрозділяють на розтрубні й фальцеві. Розтрубні ущільнюють герметиками або гумовими кільцями, фальцеві ущільнюють герметиками. Вони бувають нормальної й підвищеної міцності.

Труби залізобетонні напірні виготовляються з діаметром 300–2 400 мм. Вони з'єднуються за допомогою розтрубів з ущільненням із гумових кілець.

Для виробництва пластмасових труб зазвичай використовують полівінілхлорид, поліетилен й інші термопластики.

Переваги: стійкість до агресивного середовища, до високих температур (до 45 °С), стійкість до механічних ударів і довговічність – до 50 років. Діаметри труб – до 2 400 мм, довжина – до 12,5 м, але їхня вартість дуже велика.

Чавунні напірні й безнапірні труби: з'єднання розтрубне, діаметр – 50–400 мм.

Недоліки: недостатній опір динамічним навантаженням, піддаються корозії, тому на чавунні труби обов'язково наносять антикорозійне покриття.

Сталеві напірні трубопроводи з діаметром 100–600 мм. З'єднання здійснюється шляхом зварювання, довжина – до 24 м. Їх використовують при значному внутрішньому тиску, укладанні труб у сейсмічних районах по мостах, естакадах, для прокладки дюкерів, переходів під залізницями і автодорогами, тобто там, де потрібний великий опір динамічним навантаженням і стискальним зусиллям.

Недоліки – піддаються корозії, що зменшує термін служби трубопроводів.

## **8.2 Влаштування основ під трубами**

Забезпечення цілісності й стійкості трубопроводів вимагає влаштування основ під трубами. Конструкція основи залежить від несучої здатності ґрунту, глибини закладання, матеріалу і діаметра трубопроводу. Можуть застосовуватися природні й штучні основи.

Природною основою для труб можуть служити: середні й грубозернисті піски, супісі, дрібний і великий гравій, глини й важкі суглинки, а також скельні й близькі до них породи.

Штучна основа під труби потрібна при прокладанні в слабких сухих ґрунтах, водоносних ґрунтах із дрібного піску, глинистих ґрунтах, що володіють великою неоднорідністю, водонасичених суглинках, болотистих і торф'яних ґрунтах.

Керамічні, азбестоцементні, бетонні й залізобетонні трубопроводи діаметром менше 350 мм у сухих піщаних і глинистих ґрунтах з нормальним опором, можуть прокладатися на природній основі. Під трубопроводи діаметром 350–600 мм природну основу варто профілювати за формою труби з кутом охоплення 90°.

У глинистих ґрунтах укладання труб необхідно виконувати на подушку з піску.

Залізобетонні труби більших діаметрів рекомендується укладати на основу, виконану зі збірного залізобетону.

У скельних ґрунтах труби укладаються на піщану подушку товщиною не менше 10 см.

### 8.3 Ізоляція труб

Однією з найважливіших умов довговічності служби каналізаційних труб є запобігання їх від впливу ґрунтових і стічних вод, для чого застосовують спеціальний цемент й ізоляційні покриття.

Захисна ізоляція внутрішніх і зовнішніх поверхонь труб може бути жорсткою або пластичною.

Найбільш надійною та довговічною є бітумно-гумова й полімерна липка стрічка, що навивається на поверхню труби.

Залежно від складу ґрунтових і стічних вод, труби укладають без ізоляції або вибирають той або інший тип ізоляції.

### 8.4 Глибина закладання каналізаційних мереж

Глибину закладання каналізаційної мережі розраховують від поверхні ґрунту до лотка трубопроводу.

Мінімальну глибину закладення трубопроводу визначають, виходячи з необхідності:

- виключення промерзання труб;
- виключення руйнування труб під дією зовнішніх навантажень;
- забезпечення приєднання до трубопроводу внутрішньоквартальних мереж і бічних гілок;
- перетинання з водопроводом.

Глибина закладання побутової каналізації повинна забезпечити прийом стічних вод у будь-якій точці об'єкта, який каналізується, від прилягаючих кварталів, що приєднуються до даної ділянки мережі каналізаційних ліній, будинків суспільного призначення й промислових підприємств.

При проектуванні каналізаційних мереж необхідно враховувати присутність інших підземних мереж, особливо водопроводу. Каналізаційні мережі повинні проходити нижче водопровідних (для питного водопроводу на 0,4 м). У свою чергу, водопровідні труби прокладають на глибині  $h^{\text{вод}}$ , що дорівнює (до низу труби), залежно від глибини промерзання,  $h_{\text{пром}}$ :

$$h^{\text{вод}} = h_{\text{пром}} + 0,5, \text{ м.} \quad (8.1)$$

Найбільшу глибину закладання труб при будівництві мереж відкритим способом із практичних міркувань приймають для сухих ґрунтів не більше 7–8 м, а для водонасичених – не більше 5–6 м.

Глибину закладання варто вибрати мінімальною. При цьому треба прагнути звести до мінімуму перетинання з інженерними об'єктами й комунікаціями, а також природними перешкодами.

Найменшу глибину закладання лотка каналізаційних труб приймають на підставі досвіду експлуатації каналізації в даному районі. При його відсутності глибина закладання лотка може бути прийнята для труб діаметром до 500 мм на 0,3 м, а для труб більших діаметрів – 0,5 м менше найбільшої глибини промерзання ґрунту в районі укладання, але не менш 0,7 м до верху труби.



Для внутрішньої квартальної мережі найменшу глибину закладання визначають за формулою

$$h = h_{\text{пром}} (0,3 - 0,5) \geq (0,7 + d), \text{ м}, \quad (8.2)$$

де  $h_{\text{пром}}$  – глибина промерзання ґрунту, м.

Проектування висотної схеми мережи водовідведення становить складання поздовжнього профілю мережі.

### **Контрольні запитання до теми 8**

1. Які матеріали труб застосовують для влаштування каналізаційних мереж?
2. Від чого залежить вибір матеріалу труб?
3. Як улаштовуються основи під труби?
4. Призначення й типи ізоляції труб.
5. Від чого залежить мінімальна глибина закладання каналізаційних мереж?
6. Чому дорівнює найбільша глибина закладання каналізаційних мереж при будівництві відкритим способом?

## ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2 КРИТЕРІЇ БЕЗПЕКИ СИСТЕМ І СПОРУД ТЕПЛОГАЗОПОСТАЧАННЯ

### 9 СПОРУДИ НА ІНЖЕНЕРНИХ МЕРЕЖАХ ТА ЇХНЄ БЕЗПЕЧНЕ ВЛАШТУВАННЯ

#### 9.1 Колодязі і камери

Оглядовим колодязем або камерою (колодязь великого діаметра) називають шахту, що розташована над каналізаційною трубою або колектором, у середині якого труба або колектор замінені відкритим лотком (рис. 9.1). Оглядові колодязі служать для забезпечення доступу до трубопроводів, для періодичного огляду, спостереження й очищення каналізаційних мереж.

Оглядові колодязі на каналізаційних мережах передбачають у таких місцях:

- приєднання або злиття двох-трьох каналізаційних мереж (вузлові колодязі);
- зміни напрямку (поворотні);
- зміни ухилів і діаметрів трубопроводів;
- на прямих ділянках на відстанях, зручних для експлуатації (лінійні колодязі).

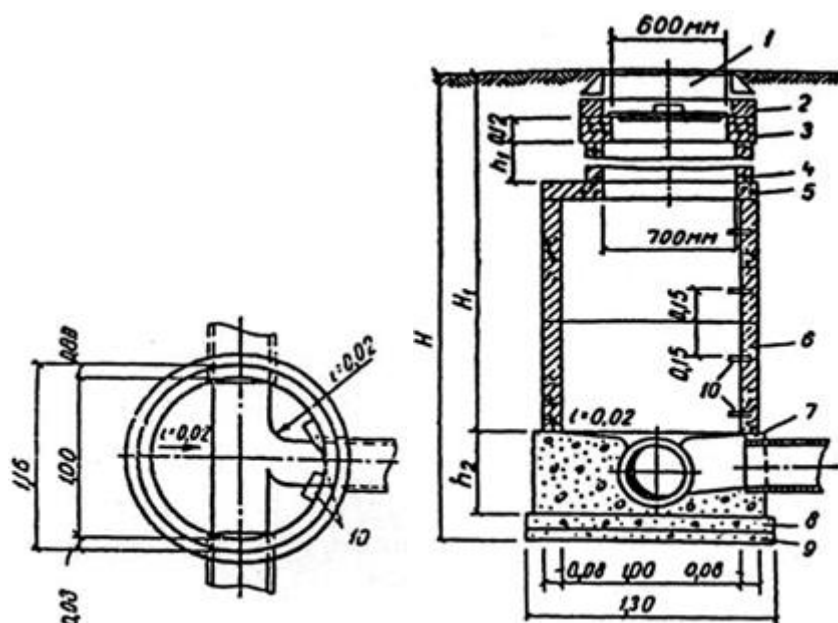


Рисунок 9.1 – Оглядовий колодязь для вуличної мережі діаметром 600 мм:  
1 – чавунний люк із кришкою; 2,3 – кільця: відповідно – регульовальне й опорне; 4, 6 – залізобетонні кільця відповідно діаметром 700 і 1 000 мм;  
5 – плита; 7 – регульовальні блоки або цегляні камені; 8 – основа;  
9 – підготовка; 10 – скоби

На прямих ділянках залежно від діаметра труб колодязі влаштовують у такий спосіб (табл. 9.1).

Таблиця 9.1 – Інтервал між колодязями

Діаметр труби, мм	Інтервал, м	Діаметр труби, мм	Інтервал, м
150	35	1 000–1 400	150
200–450	50	1 500–2 000	200
500–600	75	понад 2 000	250–300
700–900	100	–	–

Оглядові колодязі складаються з основи, робочої камери, перекриття, горловини, люка із кришкою й ходовими скобами (або навісними сходами).

Оглядові колодязі розподіляють на малі (для труб діаметром до 600 мм) і великі (для труб діаметром 700 мм і більше), в плані вони можуть бути круглими або прямокутними.

Розміри колодязів у плані залежать від максимального розміру труб, що проходять через колодязь. Діаметр робочої частини круглих у плані колодязів може бути таким:

- для труб із діаметром 600 мм – 1 000 мм;
- для труб із діаметром 700 мм – 1 250 мм;
- для труб із діаметром 800 мм – 1 000, 1 500 мм;
- для труб із діаметром 1 200 мм і більше – 2 500 мм.

З'єднання труб, прокладених на різній глибині, здійснюють за допомогою перепадних колодязів. Їх застосування виникає в наступних випадках:

При приєднанні бічних гілок до колекторів або приєднання внутрішньо кварталних мереж до вуличних трубопроводів;

- при перетинанні трубопроводів з інженерними спорудами й природними перешкодами;
- при влаштуванні затоплених випусків у водойми;
- при великих ухилах поверхні землі, для виключення перевищення максимально припустимої швидкості руху стічних вод.

Перепадні колодязі бувають малої (до 6 м) і великої висоти.

На випусках у міську систему водовідведення стічних вод від промислових підприємств встановлюють контрольні колодязі. У цих колодязях міські підприємства водопровідно-каналізаційного господарства контролюють концентрацію забруднень стічних вод, що надходять від промислових підприємств.

Промивні колодязі встановлюють на початкових ділянках мережі, де швидкості менше за нормативні й можливо замулювання мережі, яке усувається за допомогою промивання.

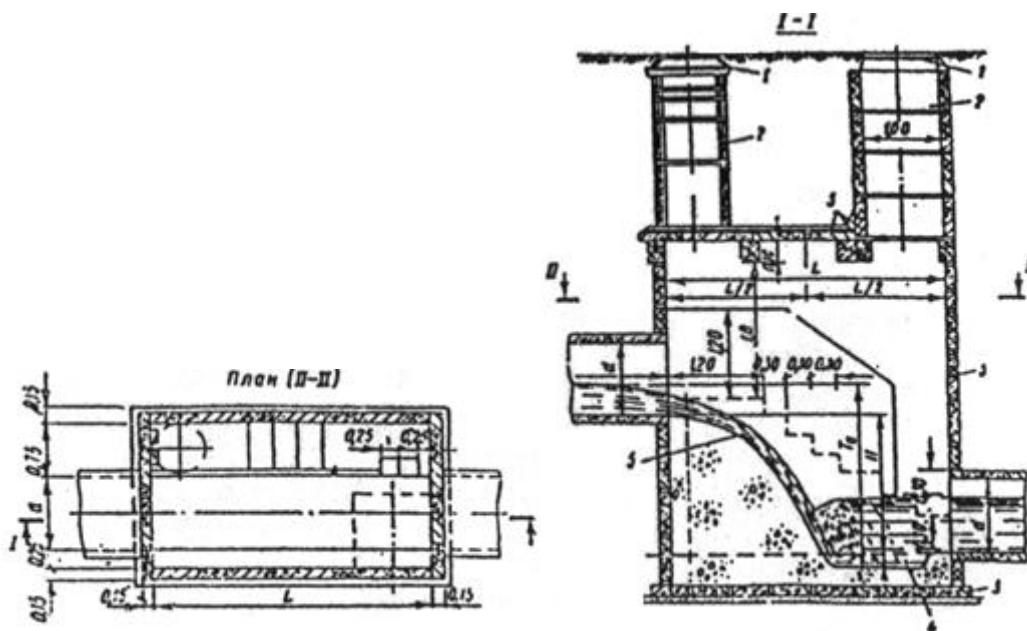


Рисунок 9.2 – Перепадний колодязь з водозливом практичного профілю:

- 1 – люк; 2 – горловина; 3 – стіни із збірних залізобетонних блоків;  
4 – водобійний прямок; 5 – водозлив

## 9.2 Дощоприймачі

Дощоприймачі слугують для прийому до водовідвідних мереж дощових і талих вод. Їх встановлюють на затяжних ділянках спусків, на перехрестях та пішохідних переходах, у знижених місцях, у місцях, що не мають стоку поверхневих вод.

Відстані між дощоприймачами слід приймати за таблицею 9.2, що складена на підставі досвіду експлуатації.

Таблиця 9.2 – Відстані між дощоприймачами

Ухили вулиці	Відстані, м	Ухили вулиці	Відстані, м
0,004	50	0,006–0,01	70
0,004–0,006	60	0,01–0,03	80

## 9.3 Перетинання трубопроводів із перешкодами

При проектуванні самопливних трубопроводів часто виникають ситуації, коли трубопровід може лежати в одній площині зі штучними або природними перешкодами. Вирішити це завдання іноді можна шляхом влаштування перепаду, тобто додаткового заглиблення трубопроводу, але, як правило, таке рішення економічно недоцільно.

До природних перешкод відносяться струмки, ріки, яри тощо, до штучних – автомобільні дороги й залізниці, трубопроводи різного призначення, пішохідні переходи, тунелі метрополітену й інші споруди.

Конструкція перетинання залежить від взаємного розташування (різниці відміток) трубопроводу і перешкоди. У місцях перетинання каналізаційних

мереж із природними або штучними перешкодами влаштовують дюкери, естакади, переходи.

### 9.3.1 Дюкери

При незначній різниці відміток землі найчастіше перетинання виконується у вигляді дюкеру – напірного трубопроводу, що з'єднує два самопливних трубопроводи. Дюкер складається з наступних основних елементів: напірних трубопроводів, верхньої й нижньої камер (рис. 9.3).

Напірні трубопроводи дюкеру виконуються не менш ніж із двох ниток сталевих труб з посиленою антикорозійною ізоляцією. Кожна з ліній повинна бути діаметром не менше 150 мм і забезпечувати пропуск розрахункової витрати. Обидві лінії повинні бути робочими.

Розрахункова швидкість у дюкері повинна бути не менше 1 м/с, а в підвідному до дюкера трубопроводі не більше швидкості в дюкері.

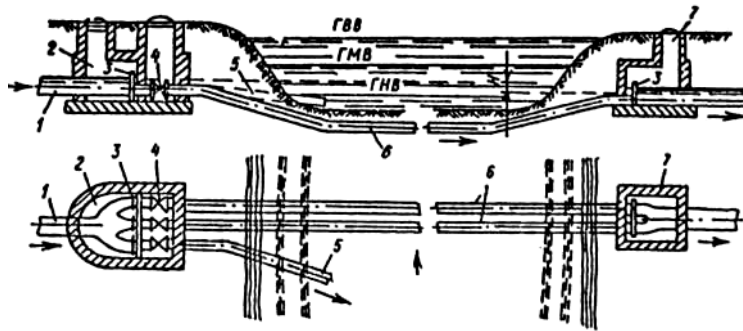


Рисунок 9.3 – Схема дюкера на самопливній каналізаційній мережі:  
1 – самопливний колектор; 2 – входна камера; 3 – шибер; 4 – засувка;  
5 – аварійний випуск; 6 – напірні труби; 7 – вихідна камера

### 9.3.2 Естакади

Естакади влаштовують при перетинанні самопливних трубопроводів з ярами, коли трубопровід розташований значно вище перешкоди.

Естакада становить мостовий перехід, по якому укладають самопливний трубопровід. Його роблять з ухилом із металевих або поліетиленових труб в утепленому футлярі для захисту від промерзання. При великій довжині естакади замість колодязів встановлюють ревізії для прочищення труб. По естакадах і мостах можуть укладатися або підвішуватися напірні трубопроводи в утеплених футлярах.

### 9.3.3 Переходи під залізницями і автомобільними дорогами

При перетинанні водовідвідних трубопроводів залізниць або автомобільних доріг можна влаштовувати дюкери або переходити прямолінійними самопливними трубами, покладеними з ухилом. З метою запобігання залізничного й автодорожнього полотна від підмиву у випадку

аварії трубопроводи укладають в сталевому кожусі на опорах. На трубопроводах по обидва боки переходу під залізницями передбачаються колодязі з установкою в них запірної арматури.

Якщо автомобільні дороги і залізниці проходять у глибоких виїмках, тоді переходи при перетинанні із самопливним трубопроводом можуть улаштуватися у вигляді дюкеру. У цьому випадку трубопроводи прокладають у металевих або залізобетонних футлярах, або здійснюють їх бетонування.

Якщо трубопроводи розташовуються нижче перешкоди, то перетинання виконується у вигляді самопливного трубопроводу з посилених сталевих або залізобетонних труб, покладених у футлярі, непрохідних або прохідних тунелях. Глибина закладання труби, футляра або тунелю повинна бути не менше 1 м – при відкритому способі провадження робіт і не менше 1,5 м – при закритому. Поперечні розміри футляра й тунелю залежать від способу виробництва і розмірів трубопроводу.

Кожухи і тунелі призначені для запобігання робочого трубопроводу від навантажень, що виникають при русі транспорту над ними.

Футляри повинні влаштовуватися із протикорозійною ізоляцією.

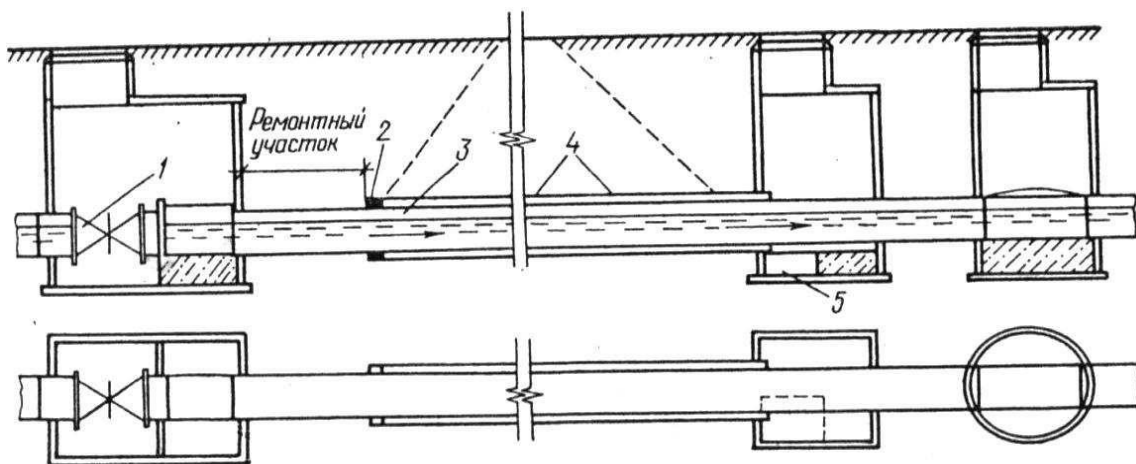


Рисунок 9.3 – Схема переходу самопливного колектору під залізницею або автомобільною дорогою у футлярі:

- 1 – засувка; 2 – ремонтна ділянка; 3 – самопливний колектор;  
4 – футляр зі сталевих труб; 5 – прямок

### Контрольні запитання до теми 9

1. Для чого призначені колодязі на каналізаційній мережі?
2. Типи каналізаційних колодязів.
3. Які споруди улаштовують на мережах каналізації?
4. Влаштування дюкерів.
5. Влаштування оглядових колодязів.

## **10 ТЕПЛОВІ МЕРЕЖІ**

### **10.1 Призначення. Основні принципи трасування і розміщення теплових мереж**

Теплові мережі призначені для транспортування тепла споживачам з метою забезпечення комунально-побутових і технологічних потреб.

Розрізняють районне і централізоване теплопостачання.

Комплекс споруд і пристроїв, які служать для вироблення тепла, його транспортування та споживання, називається централізованим теплопостачанням. Централізоване теплопостачання населених місць теплом передбачає потреби опалення, вентиляції, гарячого водопостачання, а також потреби промислового виробництва.

Система централізованого теплопостачання включає джерело тепла, теплову мережу, теплові пункти, споруди і промислові установки.

У великих містах джерелом теплопостачання є теплоенергоцентралі (ТЕЦ), на яких виробляється електрична енергія, а відпрацьована пара використовується для потреб теплопостачання.

Розрізняють дві системи централізованого теплопостачання – теплофікацію і районне теплопостачання. Теплофікація передбачає одержання тепла від теплових електричних станцій (ТЕС). При районному теплопостачанні джерелом тепла служать великі котельні.

Трасування теплових мереж на генеральному плані об'єкта залежать від розташування ТЕЦ, радіуса дії мережі, рельєфу місцевості, гідрогеологічних умов, характеру планування міських кварталів тощо.

За конфігурацією теплові мережі населених місць розділяють на променеві і кільцеві. Променеві мережі прості, економічні при будівництві й зручні в експлуатації. Основним їх недоліком є небезпека припинення подачі тепла абонентам при аварії на мережі. Кільцеві мережі більш надійно забезпечують споживачів теплом, але при цьому строки ліквідації аварій подовжуються, тому що в цьому випадку складніше визначити місце аварії й зробити необхідні перемикання засувки.

Найважливішим завданням проєктування теплових мереж є вибір траси теплопроводів. При виборі траси тепломережі необхідно прагнути до забезпечення її надійної й безперебійної роботи й найменшої довжини. При трасуванні необхідно враховувати також розташування інших підземних споруд, наявність удосконалених дорожніх покриттів і різних елементів міського благоустрою.

Траса тепломережі повинна бути прямолінійна і йти паралельно осі проїздів або ліній забудови кварталів.

### **10.2 Теплові мережі у кварталі / мікрорайоні**

Основним завданням теплових мереж є безперебійне постачання

споживачів теплоносієм зі встановленими параметрами при мінімальних втратах.

Джерелами теплопостачання даної групи будівель є районна котельня.

Теплопостачання окремих будівель здійснюється від ЦТП.

Як теплоносієм використовується гаряча вода з параметрами 130–70 °С. Глибина заставляння тепломережі приймається 1,5–2,0 м

Компенсація теплових подовжень сприймається ділянками поворотів теплотраси і П-подібними компенсаторами.

Усі будівлі підключаються до тепломереж з улаштуванням індивідуальних теплових пунктів (ІТП) в техпідпіллях.

Тепловий пункт – це комплекс інженерного устаткування, що з'єднує тепломережу із споживачами теплоти, призначений для прийому, підготовки, розподілу, регулювання, виміру теплоносія, а також контролю і управління за роботою тепломережі і місцевих систем теплоспоживання.

При роздільному методі прокладення в місцях розгалуження мереж встановлюються теплові камери, які призначені для розміщення замкової, регулюючої, запобіжної та ін. арматури.

Відстань від трубопроводів тепломереж до дерев і кущів приймається не менше 2 м і 1 м відповідно.

Антикорозійна ізоляція трубопроводів тепломережі може бути виконана органічно силікатним покриттям.

Теплоізоляція трубопроводів тепломережі може бути виконана шнурами з мінеральної вати в обплетенні із скляної нитки завтовшки 40 мм для діаметрів труб  $\leq 70$  мм; з матів мінераловатних прошивних з покривним матеріалом із склотканини (товщина 80 мм) для діаметрів труб  $\leq 300$  мм.

Передбачений захист теплотраси од підтоплення.

Для захисту теплопроводів тепломережі від корозії, викликаній блукаючими струмами, передбачена електроізоляція ковзаючих і нерухомих опор.

Введення тепломереж в будівлі герметизовані з метою недопущення проникнення через негерметичні з'єднання вологи і газу в техпідпілля будівлі.

Дренаж тепломереж здійснюється з найбільш низьких точок теплотраси у відстійних колодязях з наступним відкачуванням води пересувними насосами.

### **10.3 Способи прокладання теплових мереж**

Теплові мережі прокладають або над поверхнею землі (надземні мережі), або в землі (підземні мережі). З огляду на необхідність забезпечення нормального наземного руху, з архітектурних міркувань, у містах теплові мережі прокладають під землею. Споруджують також і повітряні лінії. Траси повітряних ліній вибирають так, щоб опори і труби не порушували руху автотранспорту й по можливості гармонізували із навколишньою забудовою.

При будівництві тепломережі, так само як і інших підземних споруд, слід враховувати гідрогеологічні умови місцевості. Відстань від траси теплових мереж до інших споруд і паралельно прокладених комунікацій повинна забезпечувати цілісність цих споруд і комунікацій.



Підземні прокладки теплових мереж ведуть:

- безканальним способом;
- у напівпрохідних каналах;
- у прохідних каналах.

Теплові мережі повинні мати надійну тепло- і гідроізоляцію. Існує кілька видів теплової ізоляції: обгорткова, сегментна, набивна й ізоляція мастикою.

При безканальній прокладці теплових мереж теплова ізоляція безпосередньо стикається із ґрунтом. Тому вона повинна бути міцною і водонепроникною.

Безканальна прокладка на 25–35 % зменшує вартість мереж у порівнянні з вартістю мереж, прокладених у непрохідних каналах. Досвід експлуатації мереж при безканальній прокладці свідчить і про їх довговічність.

Конструкції ізоляції теплових мереж у цьому випадку можуть бути набивними, литими, збірно-литими й збірно-блочними.

При прокладанні теплових мереж у каналах конструкції останніх можуть бути непрохідні, прохідні й напівпрохідними (тунелі).

Непрохідні канали бувають прямокутними, циліндричними та із залізобетонними зводами. Непрохідні канали зі збірними зводами застосовуються для прокладання теплових мереж діаметром до 350–400 мм.

Напівпрохідні канали застосовуються для прокладки теплових мереж у межах міських проїздів з удосконаленими покриттями. У таких каналах можна без розкриття вдосконаленого покриття не тільки робити експлуатаційні роботи (огляд і дрібний ремонт теплопроводів), але й частково замінити ушкоджені труби.

Прокладку в прохідних каналах застосовують головним чином на територіях промислових підприємств і на виведеннях теплопроводів від потужних теплоелектроцентралей. Прохідні канали дуже зручні в експлуатації, тому що забезпечують постійний доступ обслуговуючого персоналу до теплопроводів і зручність проведення ремонтних робіт, однак вони мають більші габарити та високу будівельну вартість.

У міських умовах прохідні канали можуть використовуватися не тільки для прокладки теплових мереж, але й одночасно для прокладки інших підземних комунікацій – водопроводу, кабелів різного призначення тощо.

Конструкція прохідних каналів (тунелів) залежить від прийнятого способу виробництва робіт. При закритому способі виробництва робіт тунелі круглого перетину споруджують, як правило, методом щитової проходки. Роботи ведуться без розкриття вулиць, що в умовах великих міст має незаперечні переваги. Для влаштування теплопроводів застосовують, як правило, безшовні сталеві гарячекатані труби діаметром 50–350 мм.

Теплопроводи діаметром більше 400 мм прокладають із сталевих електрозварних труб з поздовжнім швом.

Для компенсації теплових подовжень використовують повороти і вигини трубопроводів, за їх відсутністю встановлюють компенсатори (сальникові або гнуті).

На теплових мережах встановлюють запірну і регулюючу арматуру: на

трубопроводах невеликих діаметрів – вентиля, а на трубопроводах більших діаметрів – засувки.

Компенсатори та різну запірно-регулювальну арматуру розміщують у камерах, які встановлюються на теплопроводах. У камерах розміщують також і відгалуження до окремих об'єктів.

При перетинанні теплових мереж з водними перешкодами, залізничними коліями, ярами і підземними спорудами улаштовують підводні переходи типу дюкерів і тунелів, мостові переходи та естакади, підземні переходи мереж у футлярах і тунелях.

### **Контрольні запитання до теми 10**

1. Призначення систем централізованого тепlopостачання.
2. Способи прокладання теплових мереж.
3. Вибір траси теплових мереж. Схеми трасування.

## **11 БЕЗПЕКА ГАЗОПОСТАЧАННЯ**

### **11.1 Призначення, класифікація, влаштування систем газопостачання**

Системи газопостачання призначені для транспортування і розподілу газу між споживачами на побутові, комунально-побутові й технологічні потреби. Газопостачання міст може здійснюватися природним газом, що добувається з надр землі, зрідженим газом, одержуваним з побіжного нафтового газу, і коксовим газом, вироблюваним на заводах шляхом термічної обробки твердого палива без доступу повітря.

Газове господарство населених місць складається з таких основних споруд: газорозподільні станції ГРС (природний газ) або газові заводи (штучний газ), газгольдерні станції, зовнішні розподільні газопроводи різного тиску, газорегуляторні пункти ГРП, відгалуження і вводи на об'єкти, які використовують газ, а також внутрішні газопроводи і прилади споживання газу.

### **11.2 Класифікація систем газопостачання**

Основним елементом міських систем газопостачання є газопроводи, які класифікують за тиском газу і призначенням.

Залежно від максимального робочого тиску газу газопроводи підрозділяють на такі категорії:

- 1) низького тиску – із тиском газу не більше 5 кПа;
- 2) середнього тиску – із тиском газу від 5 кПа до 0,3 МПа;
- 3) високого тиску:
  - I категорії з тиском газу від 0,6 до 1,2 МПа;
  - II категорії з тиском газу від 0,3 до 0,6 МПа.

Газопроводи низького тиску призначаються для постачання газом

житлових і громадських будівель, а також дрібних промислових і комунально-побутових підприємств.

Газопроводи середнього і високого (II категорії) тиску прокладають для живлення розподільних газопроводів низького і середнього тиску (через газорегуляторні пункти), а також промислових і комунально-побутових підприємств (через місцеві газорегуляторні установки).

Газопроводи високого тиску (з тиском газу більше 0,6 МПа) призначені для подачі газу до міських газорегуляторних пунктів, а також до підприємств, технологічні процеси яких потребують застосування газу високого тиску. За виглядом у плані системи розподілу газу поділяються на тупикові, кільцеві й змішані. Конфігурація газових мереж, а також робочий тиск в них в умовах міста впливають на розміщення ГРС, ГРП.

За числом ступенів тиску в газових мережах системи газопостачання поділяються на одно-, дво-, три- і багатоступінчасті (рис. 11.1). Необхідність сумісного застосування декількох ступенів тиску газу в містах виникає з-за великої протяжності міських газопроводів, які несуть великі газові навантаження, наявності споживачів, які потребують різних тисків, через умови експлуатації та ін.

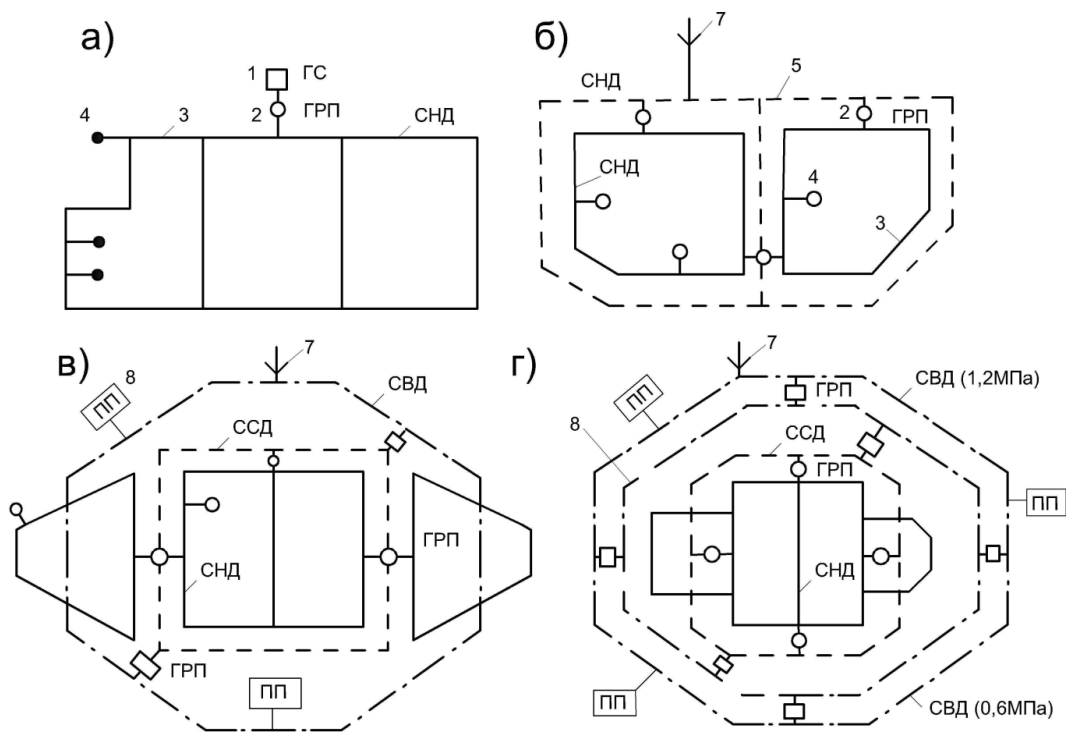


Рисунок 11.1 – Системи газопостачання населених місць:

а – одноступінчаста; б – двоступінчаста; в – триступінчаста;

г – багатоступінчаста; 1 – група установка газу зрідженого (ГС);

2 – газорегуляторний пункт (ГРП); 3, 5, 6 – відповідно трубопроводи низького (СНД), середнього (ССД) і високого (СВД) тиску; 4 – відгалуження до споживачів; 7 – газорозподільна станція; 8 – промислове підприємство (ПП)

Провести чітку класифікацію міських газопроводів за призначенням представляється задачею достатньо складною, бо структура і побудова мереж в основному визначаються ієрархічними рівнями. Але міські газопроводи можна поділити на такі три групи:

1) розподільні газопроводи, по яких газ транспортують по території, яка забезпечується газом, і подають його промисловим споживачам, комунальним підприємствам і в житлові будинки. Розподільні газопроводи бувають високого, середнього і низького тиску, кільцеві й тупикові, а їх конфігурація залежить від характеру планування міста;

2) абонентські відгалуження, що подають газ від розподільних мереж до окремих споживачів або до групи споживачів;

3) внутрішньодомові газопроводи, що транспортують газ всередині будівлі й розподіляють його по окремих приладах.

### 11.3 Газові мережі

Газові мережі призначені для транспортування й розподілу газу між споживачами на побутові, комунально-побутові й технологічні потреби.

Газопостачання міст може здійснюватися природним, зрідженим або штучним газом. Найбільш досконалим видом палива для житлово-комунального господарства і промисловості є природний газ.

Система газопостачання населених місць складається з газових родовищ, магістральних газопроводів високого тиску, газорозподільних станцій (ГРС), розподільних газопроводів середнього і високого тиску, газорегулювальних пунктів (ГРП), розвідних газопроводів низького тиску та введень споживачам.

ГРС служить для очищення газу, зниження тиску; розміщається за містом.

Розподільні газопроводи прокладають вулицями міста роздільно від інших інженерних мереж.

ГРП служить для очищення газу від механічних домішок, зниження тиску до низького і розподілу між споживачами; розміщається в мікрорайоні у відокремленому будинку.

За конфігурацією в плані системи розподілу газу, за аналогією з системами водопостачання, діляться на тупикові, кільцеві й змішані.

Для забезпечення безперервності газопостачання слід проектувати кільцеві й змішані мережі. Тупикові мережі споруджують тільки в тих випадках, коли можлива перерва в подачі газу на об'єкт споживання.

Конфігурація газових мереж, а також прийняті в них робочі тиски в умовах міста залежать від розміщення ГРС, газгольдерних станцій і ГРП.

При трасуванні газопроводів з економічних міркувань слід прагнути до того, щоб газ із мережі надходив на об'єкт за найкоротшою відстанню.

Газопроводи високого тиску трасують по окраїні населеного місця або в районах з малою щільністю заселення, а газопроводи середнього й високого тиску – по всіх вулицях, прагнучі при цьому прокладати газопроводи більших діаметрів по можливості вулицями з неінтенсивним рухом.

Газові мережі звичайно прокладають під землею (підземні прокладки).

Допускається прокласти два чи більше газопроводи в одній траншеї. У цьому випадку відстань між газопроводами у світлі варто призначати з умов зручності монтажу і ремонту трубопроводів.

Газопроводи, що транспортують вологий газ, прокладають нижче рівня промерзання ґрунту (рахуючи до верху труби). Для видалення вологи, яка конденсується, їх кладуть з ухілами а в нижніх точках розміщують збірник конденсату.

Газопроводи, що транспортують осушений газ, прокладають у зоні промерзання ґрунту на глибині не менше 0,8 м від поверхні землі (до верху труби).

Газові мережі споруджують з металевих труб. У сучасних умовах для прокладки газових мереж різного призначення використовують сталеві безшовні й зварні труби. Сталеві газопроводи, що прокладають під землею, з'єднують зварюванням. Нарізні з'єднання труб і арматури при підземних прокладках газопроводів не допускаються.

На мережі газопроводів встановлюють різну арматуру і фасонні частини. Для влаштування поворотів і відгалужень, а також переходів при зміні діаметра труб використовують фасонні частини, зварні або із застосуванням гарячого гнуття.

Коливання температури ґрунту викликають зміну напруги в газопроводах і арматурі, що на них встановлюється. З метою зниження цих напруг, а також демонтажу й наступної установки засувок застосовують компенсатори.

Колодязі улаштовують на підземних газопроводах, як правило, у містах, де встановлюють пристрої для відключення і компенсатори. Їх улаштовують із вологостійких, гниlostійких матеріалів, які не згорають (бетону, залізобетону, цегли), влаштовують збірними або монолітними.

### **Контрольні запитання до теми 11**

1. Системи газопостачання.
2. Призначення та методи прокладання газових мереж.
3. Трасування газових мереж.
4. Які матеріали труб застосовують для спорудження газових мереж?

# **ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3 КРИТЕРІЇ БЕЗПЕКИ ПРИ ПРОЄКТУВАННІ, БУДІВНИЦТВІ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ**

## **12 МІСЬКІ ЕЛЕКТРИЧНІ МЕРЕЖІ**

### **12.1 Призначення і класифікація систем електропостачання**

До складу електричних систем входять джерела електропостачання, які обладнані електрогенераторами; позаміські й міські лінії електропередач; підвищуючі та знижуючі підстанції; міські електричні мережі й споживачі електричної енергії.

Електрична система є частиною енергетичної системи, що становить сукупність джерел електро- та теплопостачання, ліній електропередачі, міських електричних і теплових мереж, які зв'язані загальним режимом роботи та безперервним процесом виробництва, розподілу і споживання електричної та теплової енергії в містах.

В Україні діє об'єднана енергосистема, що складається з кількох паралельно працюючих електроенергетичних систем, мережі яких охоплюють споживачів усіх областей.

Системи електропостачання можна класифікувати за такими ознаками:

- 1) за напругою;
- 2) за типом джерела і режимом роботи;
- 3) за видом схеми розподільних мереж;
- 4) залежно від категорії електроприймачів;
- 5) за методом прокладання електричних мереж;
- 6) за призначенням опор;
- 7) за матеріалом струмоведучих жил кабелю.

Система електропостачання міста включає елементи енергетичної системи, що забезпечують розподіл електроенергії споживачам. До міських електричних мереж відносять:

– електропостачаючі мережі напругою 110 (35) кВ і вище, які вміщують кільцеві мережі із знижуючими підстанціями (ПС);

– лінії і підстанції глибоких введів (під підстанцією глибокого вводу розуміється закрита підстанція, яка розташована у житловій або промисловій зоні міста, яка живиться радіальною зарезервованою повітряною або кабельною лінією електропередачі);

– розподільні мережі напругою від 6 до 20 кВ, які вміщують трансформаторні підстанції (ТП) і лінії, які з'єднують центри живлення з ТП й ТП між собою; розподільні мережі до 1 000 В.

### **12.2 Джерела і режими електропостачання**

Одним з основних елементів генерального плану розвитку міста є схема його електропостачання, яка розробляється комплексно з урахуванням розвитку

енергетики всього енергетичного району. Такі схеми дозволяють передбачати при плануванні міста місця для розміщення енергетичних споруд: електростанцій (ЕС), підвижуючих і знижуючих трансформаторних підстанцій (ПС, ТП), живильних і розподільних ліній, електроприймачів та інших джерел.

Згідно з існуючим директивним положенням населені місця постачаються електроенергією централізовано, тобто від діючих у даному місці електроенергетичних об'єктів (повітряних ліній, електростанцій), які є елементами енергосистем. При неможливості або недоцільності такого приєднання через віддаленість населених пунктів або наявність природних перешкод (проливів, гірських масивів) необхідне проектування самостійних електростанцій.

Енергетичною системою (енергосистемою) називається сукупність електростанцій, енергетичних і теплових мереж, які з'єднані між собою і зв'язані загальною режимів у неперервному процесі виробництва, перетворення і розподілу енергії.

Режим споживання електроенергії залежить від виду споживання (комунально-побутові споживачі, промислові підприємства, електрифікований транспорт). Крім того, на режим електроспоживання впливає коливання електричного навантаження за годинами доби і періодом року (наприклад, у літній час навантаження, як правило, нижче, ніж у зимовий час).

Протягом доби навантаження регулярно знижується у нічні години, а протягом неділі зниження навантаження має місце в неробочі дні.

### **12.3 Основні типи електричних станцій**

Залежно від виду первинної енергії розрізняють теплові електростанції (ТЕС), гідроелектричні станції (ГЕС), атомні електростанції (АЕС) та ін. До ТЕС відносяться конденсаційні електростанції (КЕС) і теплові або теплоелектроцентралі (ТЕЦ).

Електростанції, обслуговуючі великі і житлові райони, дістали назву державних районних електростанцій (російською ГРЕС). До їх складу, як правило, входять конденсаційні електростанції, що використовують органічне паливо і що не виробляють теплової енергії разом з електричною. ТЕЦ також працюють на органічному паливі, але, на відміну від КЕС, виробляють як електричну, так і теплову енергію у вигляді гарячої води і пари для цілей теплофікації. Атомні електростанції переважно конденсаційного типу використовують енергію ядерного палива.

У ТЕЦ, КЕС і ГРЕС потенційна хімічна енергія органічного палива (вугілля, нафти або газу) перетворюється в теплову енергію водяної пари, яка, у свою чергу, переходить в електричну. Саме так виробляється приблизно 80 % отримуваний у світі енергії, основна частина якої перетворюється на електричну на величезних теплових електростанціях.

Варто зазначити, що сучасна атомна і, можливо, майбутня термоядерна електростанції також є тепловими станціями. Відмінність полягає в тому, що топка парового котла (генератора теплової енергії у вигляді водяної пари

критичних та надкритичних параметрів) замінюється на ядерний або термоядерний реактор.

Гідравлічні електростанції (ГЕС), на відміну від ТЕС і АЕС, використовують поновлювану первинну енергію, а саме енергію потоку води, яка перетворюється в електричну, що падає.

З усіх видів виробництва енергії найбільший розвиток в Україні отримала теплоенергетика як енергетика парових турбін на органічному паливі.

Різні типи електростанцій мають режими роботи, що суттєво відрізняються. Гідроелектростанції розраховані, як правило, на піковий режим роботи з короткочасним (2–6 год на добу) використанням повної потужності в години максимального навантаження. Річне число годин використання встановленої потужності ГЕС складає 2–3 тис. Для атомних електростанцій характерна робота в базисному режимі з високим річним часом використання (до 6 000–6 500 год.)

#### **12.4 Призначення і склад міських електричних мереж**

Електричні мережі служать для транспортування і забезпечення споживачів електричною енергією на побутові й технологічні потреби.

Система електропостачання міста містить елементи енергетичної системи, які забезпечують розподіл електроенергії споживачам.

Енергетичною системою називається сукупність електростанцій, ліній електропередачі, підстанцій і теплових мереж, з'єднаних в одне ціле спільністю режиму і безперервністю процесу виробництва, а також розподілів електричної енергії.

Система електропостачання складається із джерела електропостачання, що знижують, розподільних і трансформаторних підстанцій, що живлять, розподільних і розвідних мереж.

До джерел електропостачання міст і населених місць належать теплоелектроцентраль (ТЕЦ), конденсаційна електростанція (КЕС), теплоелектростанція (ТЕС), атомна електростанція (АЕС), гідроелектростанція (ГЕС).

Розподільні електричні мережі  $W_2$  прокладають вулицями міста безканальним способом при роздільному методі прокладання або у міському колекторі при сумісному методі прокладання.

Трансформаторні підстанції (ТП) слугують для прийому, зниження напруги і розподілу електричної енергії.

Розводящі електричні мережі  $W_1$  від ТП до будинків мікрорайону чи до прохідних каналів прокладають паралельно проїзду на відстані 1 м або відразу від ТП перпендикулярно через проїзд до будинку в технічне підпілля. Від розводящих електричних мереж, що проходять через технічні підпілля будинків і прохідні «зчіпки», роблять відгалуження до електричних щитів, що встановлюють у сходових клітках. При роздільній прокладці мережі  $W_1$  прокладають від будинку на відстані не менше 0,6 м.



Низьковольтні кабельні мережі є необхідною приналежністю міського господарства. Основи прокладки і пристрою цих мереж збігаються із принципами побудови силових електричних мереж.

## 12.5 Лінії електропередачі

Передача електричної енергії від електричних станцій до споживачів здійснюється за допомогою повітряних і кабельних електричних мереж. На територіях за містом найчастіше використовують повітряний метод прокладення електричних мереж на високих опорах.

Основними елементами повітряної лінії є опори, які підтримують проводи на певній висоті від землі, проводи для передачі енергії, ізолятори і арматура для кріплення.

Електрична мережа насамперед повинна бути безпечною в експлуатації. Це досягається шляхом проектування мережі відповідно до «Правил устрою електроустановок» (ПУЕ). Згідно з ПУЕ щодо улаштування силового кабеля перевага повинна надаватися кабелям з алюмінієвими жилами і алюмінієвою оболонкою. Як ізоляцію, при напрузі до 35 кВ використовують просочену масло-каніфольним складом кабельний папір. При напрузі до 6 кВ застосовують також гумову ізоляцію з оболонкою із пластика.

У системах електропостачання міст найбільше поширення одержала прокладка кабелів під землею (у траншеях під газонами, уздовж будинків і під тротуарами). Кабелі потрібно прокладати по найкоротшій відстані так, щоб вони не проходили під існуючими або споруджуваними спорудами, а також не перетинали підвали й складські приміщення.

При виборі траси слід уникати ґрунтів, що агресивно впливають на металеві оболонки, а також обходити зони, де виявляються блукаючі струми.

В одній траншеї допускається прокладати не більше шести кабелів. Припустимі відстані між кабелями, а також між ними та іншими спорудами регламентуються ПУЕ та ДБН.

При перетині кабелями вулиць і площ, полотно залізниць і автомобільних доріг, трамвайних шляхів, водовідвідних каналів, траншей тощо, а також коли потрібно зменшити відстань між самими кабелями і між ними та іншими підземними комунікаціями, кабелі прокладають у трубах.

Коли велика кількість кабелів перетинає вулиці й площі з вдосконаленим покриттями і інтенсивним рухом, де їх розкриття виключається, кабелі прокладають в блоках із труб, у яких передбачені резервні канали. Матеріал труб (сталеві, азбестоцементні, бетонні та ін.) вибирається з урахуванням особливостей ґрунтів (агресивності, наявності блукаючих струмів).

У районах з розвиненими підземними комунікаціями, а також при виведенні великої кількості кабелів від підстанцій виправдана їх прокладка в колекторах і тунелях.

У колекторах кабелі укладають сумісно з теплопроводом і водопроводом. Причому внизу розташовують теплопроводи та водопроводи, потім кабелі зв'язку, а вище силові кабелі (у порядку зростання їх напруги). При

двосторонньому розташуванні комунікацій з однієї сторони розміщують зверху кабелі зв'язку, а внизу теплопроводи, а з іншого боку – зверху силові кабелі, а внизу водопроводи. Між різними комунікаціями передбачаються негорючі перегородки і необхідні проходи. Поверх перекриття колектору насипають шар землі висотою не менше 0,5 м. Блоки і колектори влаштовують з ухілами (не менше 0,1 %) для забезпечення стоку.

## 12.6 Електроприймачі споживачів

Вирішальна роль електроенергії у забезпеченні нормальної життєдіяльності міста потребує високої надійності електропостачання.

Електроприймачі споживачів поділяються на три категорії.

До першої категорії належать електроприймачі, перерва в електропостачанні яких може спричинити небезпеку для життя людей, значні втрати в господарстві, порушення функціонування особливо важливих елементів комунального господарства. Електроприймачі першої категорії повинні забезпечуватись електроенергією від двох незалежних джерел живлення, перерва електропостачання від одного з джерел живлення може бути припустима лише на час автоматичного відновлення живлення. Особлива за надійністю група електроприймачів першої категорії повинна передбачати додаткове живлення від третього незалежного джерела живлення.

До другої категорії належать електроприймачі, перерва в електропостачанні яких призводить до масового зменшення вироблення продукції, масових простоїв робітників, механізмів і промислового транспорту, порушення нормальної діяльності мешканців міста.

Електроприймачі другої категорії забезпечуються електроенергією від двох незалежних джерел живлення.

При порушенні електропостачання від одного з джерел живлення припустимі перерви, необхідні для включення резервного живлення черговим персоналом. Припустиме живлення електроприймачів однією повітряною лінією (ПЛ) або двох ланцюговою кабельною при забезпеченні аварійного ремонту цієї лінії за час не більше доби.

До третьої категорії належать всі інші електроприймачі, які не належать до перших двох. Живлення цих приймачів допускається від одного джерела живлення при умові ремонту системи протягом не більше доби.

Схема електропостачання міста, яка задовольняє вимоги щодо раціональної схеми, базується на системі напруг 110/10 кВ. Мережу виконують у вигляді дволанцюгового кільця, яке охоплює місто і відіграє роль збірних шин, які приймають енергію від центрів живлення, що розташовані на окраїнах або за межами міста. Глибокі вводи в райони з високою щільністю і поверховістю забудови виконуються кабельними лініями 110 кВ. Пропускна здатність кільця 110 кВ повинна забезпечувати перетики потужності в нормальних і післяаварійних режимах при відключенні окремих елементів мережі.

На рисунку 12.1 зображена схема будови міської електричної мережі з обладнанням глибокого введення кабельних ліній із напругою 110 кВт у районах з високою щільністю забудови.

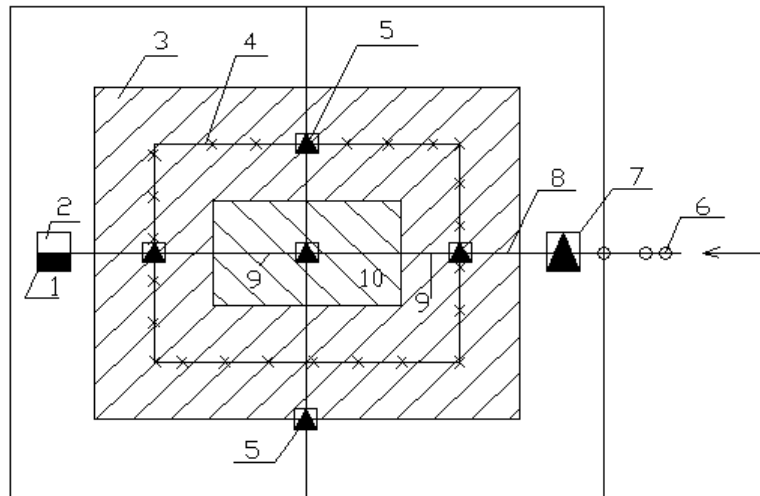


Рисунок 12.1 – Схема електропостачання міст:

- 1 – територія за межами міста; 2 – електростанція напругою 110 кВ; 3 – середня частина міста; 4 – кабель 110 кВ; 5 – підстанція 110/10 кВ; 6 – ЛЕП 220 кВ;  
7 – підстанція 220/110 кВ; 8 – ЛЕП 110 кВ; 9 – кабель 110 кВ;  
10 – центральна частина міста

### Контрольні запитання до теми 12

1. Призначення міських інженерних мереж.
2. Особливості прокладання та розміщення кабельних мереж.

## 13 БЕЗПЕЧНЕ РОЗМІЩЕННЯ ПІДЗЕМНИХ МЕРЕЖ РІЗНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ НА ТЕРИТОРІЇ НАСЕЛЕНИХ МІСЦЬ

### 13.1 Розміщення підземних мереж і колекторів у плані

При створенні нових або при реконструкції існуючих населених місць інженерне устаткування, як правило, проєктують у вигляді комплексу систем водопостачання, каналізації, тепло-, газо-, електропостачання та ін. При цьому підземні мережі також необхідно проєктувати як комплексне господарство, ретельно погоджуючи їх розміщення із поперечним профілем проєктованих вулиць, із транспортною мережею та із внутрішньомікрорайонними проїздами.

Для забезпечення споруджуваних районів міста водою, газом, теплом і електроенергією підземні мережі слід прокладати до початку забудови мікрорайонів: магістральні (міські й районні) мережі уздовж вулиць, розводящі (мікрорайонні) мережі уздовж внутрішньомікрорайонних проїздів.

При трасуванні магістральних підземних мереж необхідно враховувати структурно-планувальні рішення населеного місця, розміри міжмагістральних територій, характер шляхово-транспортної мережі, рельєф, розміщення водоймищ і, звичайно, місце розташування найбільш великих споживачів води, тепла, газу й електроенергії. Як правило, магістральні підземні мережі трасують через щільно забудовані території житлових районів у напрямку до великих споживачів води. Магістральні міські мережі прокладають уздовж транспортних вулиць у технічних смугах, що відводяться спеціально для них, а магістральні районні мережі – уздовж житлових вулиць і проїздів. При цьому слід прагнути проєктувати спільне прокладання підземних комунікацій в одній траншеї або в загальному колекторі (каналі).

Магістральні міські й районні мережі водопостачання й тепlopостачання по можливості трасують на місцевості із підвищеними відмітками поверхні землі, а газопроводи низького тиску – на місцевості з низькими відмітками. Це дозволяє більш раціонально використовувати напори в мережах. Для забезпечення рівномірних напорів у мережах і запобігання перерв у роботі при аваріях, основні транзитні магістралі доцільно з'єднувати перемичками.

Схема підземних мереж населеного місця повинна передбачати можливість будівництва об'єкта по черзі, а також його подальше розширення і реконструкцію.

На поперечному профілі вулиці (рис. 13.1) необхідно розміщувати мережі з урахуванням призначення вулиці в планувальному і транспортному відношенні, роду забудови, наявності перехресть і в'їздів на території мікрорайонів, кварталів або дворів. При будівництві нових районів з озеленими вулицями й вільним плануванням житлової забудови підземні мережі розміщують поза проїзною частиною – під смугами зелених насаджень і під тротуарами (рис. 13.2). Ці місця можна розглядати як спеціальні технічні смуги, які повинні бути досить широкими. При реконструкції старих районів житлової забудови, а також при будівництві нових районів із вулицями, що мають невелику ширину, підземні мережі прокладають і під проїзною частиною.

Розміщення підземних мереж, що прокладаються роздільно, проєктують з урахуванням строку їх служби. Так, кабельні мережі, які вимагають частого розкриття в період експлуатації, розміщують, як правило, у смузі тротуарів. Магістральні мережі водопроводу, каналізації, тепло- й газопроводів, що мають тривалий термін служби, розташовують під смугами зелених насаджень, а у випадку, якщо ширина їх виявиться недостатньою, у середній частині вулиці.

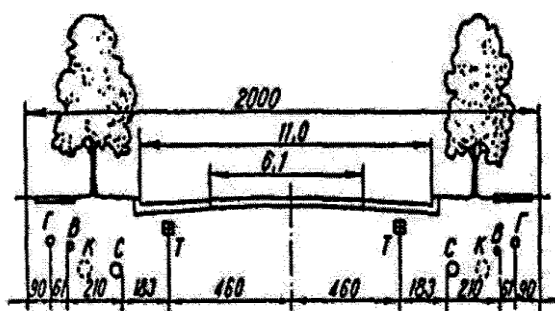


Рисунок 13.1 – Схема розміщення підземних мереж на вулицях шириною 20 м:  
 Г – газопровід; В – водопровід; К – побутово-виробнича каналізація;  
 С – водостік; Т – телефонна мережа

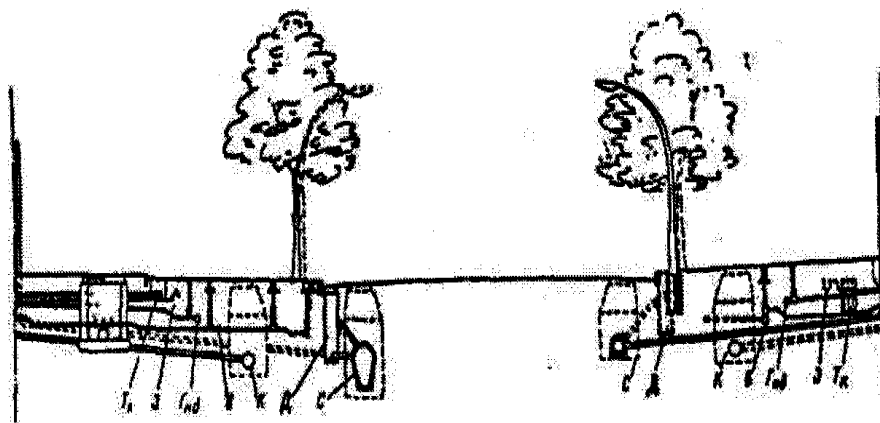


Рисунок 13.2 – Схема розміщення підземних мереж на широких вулицях:  
 Тк – телефонні кабелі; Е – електрокабелі; Г – газопровід; В – водопровід;  
 К – побутово-виробнича каналізація; Д – дощоприймальний колодязь;  
 С – водостік

Поперечний профіль вулиці проєктують з урахуванням наступних положень. Ширина тротуару для однієї лінії пішоходів приймається рівною 0,75 м. У смузі тротуару або прилягаючого до нього газону на відстані не менше 0,5 м від червоної лінії забудови прокладають кабелі слабого струму (пожежної сигналізації, радіо, телебачення, міжміського зв'язку й спеціального призначення), потім – кабелі телефонного зв'язку з розривом 0,5–0,6 м – силові кабелі з напругою до 10 кВ. Кабелі постійного струму (тролейбуса, метро, трамваю) розміщують на відстані 0,5 м від крайнього силового кабелю, а кабелі ліній високовольтної передачі напругою 35 кВ прокладають у смугах зелених насаджень або під проїзною частиною на відстані не менше 2 м від найближчих підземних мереж. Інші підземні мережі розташовують у плані від червоної лінії забудови до осі вулиць за зростаючою глибиною їх закладання (рис. 13.3).

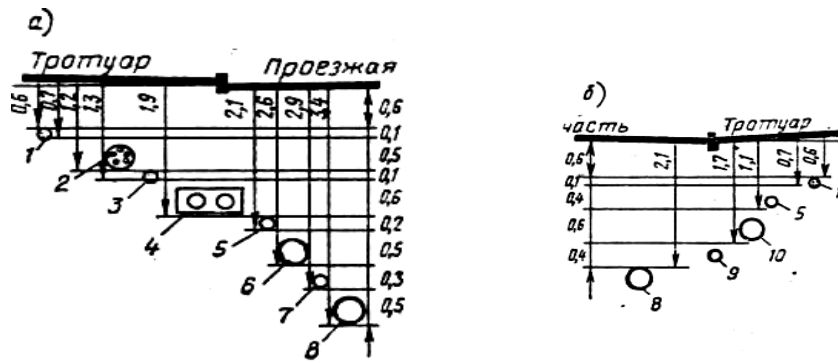


Рисунок 13.3 – Варіанти (а та б) вертикально – горизонтального зонування:  
 1 – кабелі слабого струму; 2 – кабелі телефонного зв'язку; 3 – силові кабелі;  
 4 – теплопровід; 5 – газопровід; 6 – дощова мережа; 7 – водопровід;  
 8 – побутова каналізація; 9 – водопровід розводящий; 10 – магістральні мережі;  
 11 – кабелі зв'язку

При будівництві мереж і колекторів відкритим способом необхідно виконати підготовчі роботи, до яких відносяться: розбивка траси трубопроводу в плані і по висоті з прив'язкою до незмінних орієнтирів, розмітка місць перетинання існуючих підземних споруд і установка інвентарних огорожень траншей.

Спеціальні технічні смуги у вигляді газонів з посадками та деревами використовують для прокладання розводящих напірних трубопроводів і вуличних самопливних ліній каналізації і водостоків. Прокладку трубопроводів поблизу існуючих дерев здійснюють не ближче 1,5–2 м від їх стовбурів до осі труби.

Відстань від осі найближчого трубопроводу до крайніх рейкових ниток трамвая повинна бути не менше 2 м для забезпечення можливості виробництва будівельних робіт без перерви трамвайного руху.

Розміщення підземних мереж на вулицях роблять з урахуванням глибини їх закладання. Першими від лінії забудови прокладають менш заглиблені кабелі зв'язку, потім телефон, силові кабелі, трубопроводи тепломережі, газопроводи, водопровід, каналізацію і водостік.

### 13.2 Глибина закладання підземних мереж і їх перетинання

При розміщенні підземних мереж у профілі вулиці повинно передбачатися не тільки горизонтальне, але й вертикальне їх зонування.

Найбільш часто здійснюють вертикальне зонування розводящих мереж, тому що при цьому забезпечуються раціональні рішення розміщення введень і перетинання підземних мереж на різних рівнях. При вертикальному зонуванні також можливі два варіанти прокладки підземних мереж – із дублюванням або без дублювання.

Глибину закладання підземних мереж призначають з урахуванням їх технологічних особливостей, гідрогеологічних умов і рельєфу місцевості, а також способів провадження робіт.

Максимальну глибину закладання повинні мати підземні мережі каналізації (6,5–8 м). Теплові мережі розміщують вище мереж каналізації,

водопроводу і газопроводу. Найменшу глибину закладання мають кабелі слабкого струму й силові кабелі.

У всіх випадках глибину закладання мереж призначають із урахуванням глибини промерзання ґрунту в даній місцевості й запобігання руйнування їх статичними й динамічними навантаженнями з поверхні землі. При проектуванні підземних мереж глибину їхнього закладення не слід приймати менш зазначеної в таблиці 13.1.

Таблиця 13.1 – Найменша глибина закладання підземних мереж від їхнього верху

Підземні мережі	Глибина закладання мереж
Водопровід за діаметром труб: до 300 мм..... від 300 до 600 мм..... більше 600 мм.....	Нижче глибини промерзання на 0,2 м. Вище глибини промерзання на 0,25 діаметра. Вище глибини промерзання на 0,5 діаметра
Каналізація за діаметром труб: до 500 мм..... більше 500 мм.....	Вище глибини промерзання на 0,3 м. Вище глибини промерзання на 0,5 м, але не менше 0,7 м від запланованої відмітки
Газопровід: вологого газу..... осушеного газу в непучинистих ґрунтах в зоні проїзної частини: з удосконаленим покриттям... без удосконалених покриттів..	Нижче глибини промерзання  0,8 м 0,9 м
Теплопровід: при прокладанні у каналі..... при безканальному прокладанні...	0,5 м 0,7 м
Кабелі: поза проїздами..... при перетинанні проїздів.....	0,7 м 1,0 м

При перетинанні підземних мереж мінімальну відстань між ними по вертикалі (у світлі) приймають від 15 см до 40 см залежно від матеріалу труб і призначення мереж. При перетинанні водопровідних мереж з каналізаційними їх по санітарних міркуваннях прокладають у футлярах (кожухах).

### Контрольні запитання до теми 13

1. Комплексне проектування інженерних мереж на території населених місць.
2. Принцип горизонтального зонування при трасуванні міських інженерних мереж.
3. Принцип вертикального зонування при трасуванні міських інженерних мереж.
4. Особливості прокладання магістральних підземних мереж.

## **14 СПОСОБИ БЕЗПЕЧНОГО ПРОКЛАДАННЯ МІСЬКИХ ІНЖЕНЕРНИХ МЕРЕЖ**

Міські інженерні мережі прокладають під землею відкритим або закритим способами. Відкритий спосіб прокладання мереж із влаштуванням траншей одержав у будівництві найбільше поширення. Закриті способи прокладання трубопроводів застосовують головним чином у стиснутих міських умовах, коли неможливо або небажано вирити траншею.

### **14.1 Роздільне й спільне прокладання мереж в одній траншеї**

Роздільне прокладання підземних мереж донедавна було дуже поширене. Воно застосовується й тепер, зокрема при заміні старих мереж новими. Однак при новому будівництві цілих житлових комплексів (квартал, мікрорайон), а також при більших обсягах будівництва застосування цього способу прокладання мереж недоцільно як у технічному, так і в економічному відношенні.

При роздільному підземному методі прокладання трубопроводів і кабелів для кожної комунікації влаштовується своя траншея. Незважаючи на низку недоліків цей метод широко використовується в містах при будівництві інженерних мереж.

Недоліки роздільного підземного методу прокладання:

- великий обсяг земельних робіт;
- корозія сталевих і чавунних трубопроводів;
- труднощі в проведенні ремонтних робіт;
- більша розкопка території.

Роздільне прокладання мереж вимагає більших розривів між ними, а також збільшення обсягів земляних робіт порівняно з іншими способами прокладання. У першу чергу варто прокласти мережі глибокого закладання, а потім більш дрібного. Ширина зони прокладання мереж водопроводу, каналізації й теплопроводу визначається розмірами камер, що споруджуються на них, і колодязів. Ширина зони прокладання газопроводів низького тиску великих діаметрів, а також газопроводів середнього і високого тиску встановлюється технічними правилами залежно від відстані до будинків та споруд.

Спільне прокладання підземних мереж в одній траншеї в техніко-економічному відношенні, як правило, більш раціональне. Спільний метод прокладання інженерних мереж в одній траншеї застосовують з 1954 р.

Переваги цього методу в порівнянні з роздільним методом прокладання мереж під землею:

- зниження вартості будівництва;
- зниження обсягу земельних робіт;
- зменшення ширини технічної смуги;
- скорочення строків будівництва.



Недоліки цього методу:

- збільшення глибини закладання;
- складність розробки збіжних траншей, механізованим способом;
- складність устрою введення мереж у будинки;
- зниження надійності за рахунок корозії трубопроводів і кабелів.

При проектуванні прокладання підземних мереж в одній траншеї їх зазвичай розміщують паралельно одна до одної, задаючи для всіх, крім каналізації, однаковий ухил. Відстані між мережами в цьому випадку скорочують, що знижує вартість будівництва.

Схеми сполученого прокладання відрізняються великим різноманіттям. Вони залежать від призначення підземних мереж, їх з'єднання в траншеї, розмірів трубопроводів і камер, гідрогеологічних умов та ін.

## **14.2 Прокладання підземних мереж у загальних колекторах**

Прокладання мереж різного призначення (газопроводу, водопроводу, теплопроводу та ін.) в одній траншеї хоча і більш раціональне, ніж роздільне прокладання, однак зіткнення трубопроводів із ґрунтом скорочує строк їхньої служби та викликає необхідність частого розкриття дорожніх покриттів. І те і інше сприяє збільшенню вартості будівництва й експлуатацію підземних мереж.

Найбільш прогресивним способом спорудження підземних мереж варто вважати прокладання їх у загальних колекторах. У таких колекторах звичайно розміщують мережі водопроводу й напірної каналізації, теплопроводу, електричні кабелі різного призначення, а іноді і газопроводи.

При спільному методі прокладання інженерних мереж у прохідних каналах (колекторах) всі напірні трубопроводи, а також кабелі прокладають разом у залізобетонному колекторі.

Переваги спільного методу прокладання в колекторах:

- розміщення на порівняно невеликій площі великої кількості напірних трубопроводів і кабелів;
- відсутність розкопки території під час проведення ремонтних робіт і можливість прокладання нових мереж без порушення роботи транспорту та руху пішоходів;
- більш надійний захист від корозії, механічних ушкоджень і дії динамічних навантажень від міського транспорту;
- зменшення обсягу земельних робіт і трудомісткості будівництва за рахунок підвищення рівня індустріалізації й застосування прогресивних конструкцій.

Окрім прокладання колекторів, сьогодні у багатьох містах на територіях мікрорайонів широко застосовують сполучене прокладання мереж холодного і гарячого водопроводу, а також мереж теплопостачання в непрохідних каналах.

Найбільш широко застосовують односекційні колектори. При наявності великої кількості підземних мереж та ще й більших діаметрів, що характерно для промислових районів населених місць або промислових підприємств,

доцільно застосовувати двохсекційні колектори.

Магістральні мережі побутової й дощової каналізації, що мають великі діаметри і вимагають певні ухили при їх прокладці, розмістити в загальних колекторах, як правило, не вдається.

Колектори обладнують освітленням, вентиляцією, сигналізацією та іншими пристроями, що забезпечують нормальну експлуатацію прокладених у них мереж.

У плані колектори слід прокладати уздовж основних вулиць, доріг паралельно осі проїзної частини або червоної лінії забудови. Найбільше доцільно розміщати їх у технічних смугах, під смугами зелених насаджень або під тротуарами. Перетинання колекторів з іншими спорудами краще виконувати під прямим кутом.

### **14.3 Безтраншейні (закриті) методи будівництва трубопроводів**

#### **14.3.1 Загальні вказівки**

При проходженні трубопроводів під залізницями і автомобільними дорогами, а також у випадках щільної міської й промислової забудови, коли території покриті густою мережею підземних комунікацій (мережі водопостачання, каналізації, теплові, електричні мережі, кабелі зв'язку, газо-, нафто- і продуктопроводи тощо), їх прокладання відкритим способом дуже складне, а іноді й неможливе. У цих випадках застосовують різні методи закритої прокладки трубопроводів, до яких відносяться проколювання (без виїмки ґрунту), продавлювання (з виїмкою ґрунту), горизонтальне буріння, віброударний, а також щитовий способи проходки. Область застосування кожного з цих методів визначається діаметром трубопроводу, його довжиною, характером пересічної споруди, ґрунтовими умовами і необхідною точністю прокладки трубопроводу в плані й профілі. Глибина закладання не впливає на вибір способу, за винятком щитової проходки, яку доцільно застосовувати при глибині закладання більше 6–7 м.

Споруди підземних переходів трубопроводів через автомобільні дороги і залізниці треба передбачати в місцях проходження доріг під насипами, або в місцях з нульовими відмітками. При цьому прокладання трубопроводів через тіло насипу не допускається.

Технологічна схема виконання робіт із безтраншейного (закритого) прокладання трубопроводів передбачає такі операції: підготовчі роботи, захист кожуха від корозії, прокладка кожуха під пересічною спорудою, укладання робочого трубопроводу всередині кожуха, влаштування ущільнень, витяжної труби, контрольного колодязя і відвідної канами.

Вибір того або іншого методу закритої проходки залежить від гідрогеологічних умов будівництва, робочого діаметра труби, стану наземних споруд і здійснюється на основі техніко-економічного порівняння варіантів.

### 14.3.2 Прокладання труб у футлярах

Футляр призначений для запобігання робочого трубопроводу від навантажень, що виникають при русі транспорту над трубопроводом, а також для захисту трубопроводу від агресивних ґрунтів і блукаючих струмів. Крім того, кожух захищає дорогу від руйнування у випадку аварії трубопроводу під нею.

У практиці містобудування найбільше поширення при спорудженні футлярів набули такі методи закритої (безтраншейної) прокладки мереж: прокол, продавлювання, горизонтальне буравлення й щитова проходка.

Метод проколювання застосовують для влаштування захисних кожухів у суглинках і глинах нормальної вологості, що не містять твердих включень. Для зменшення сил бокового тертя трубу-футляр (кожух) оснащують наконечником. Діаметр наконечника повинен бути на 30–40 мм більше від зовнішнього діаметра труби-футляра. Відмінною ознакою методу проколювання є проходження без виїмки ґрунту.

Прокол може здійснюватися шляхом ущільнення ґрунту, часткового випуску ґрунту всередину кожуха і вдавнення з утворенням ґрунтового корка. Спосіб проколювання залежить від довжини проколу, гідрогеологічних умов і діаметра кожуха. У свою чергу, від способу проколювання залежить вибір конструкції наконечника.

Метод продавлювання – найпоширеніший метод безтраншейної прокладки, що дозволяє споруджувати переходи трубопроводів діаметром від 700 до 2 000 мм у будь-яких ґрунтах, крім скельних і тих, які володіють пливунними властивостями. Середня швидкість продавлювання становить 1,8 м/зміну, продуктивність праці прохідників – 0,61 м/люд.-зміну. Практично з одного робочого котловану можна продавлювати труби на довжину до 60–80 м.

При прокладанні труб способом продавлювання необхідно розробляти і видаляти ґрунт, що надходить у трубу через її відкритий передній кінець.

Залежно від умов робіт його розробляють механізованим способом або вручну.

Способом продавлювання можна прокладати не тільки металеві труби, але й залізобетонні колодязі, труби, тунельні блоки різного поперечного перерізу.

Метод горизонтального буріння – найбільш індустріальний метод, його реалізують за допомогою установок, до складу яких входять такі: машина з двигунами внутрішнього згорання, шнековий транспортер з ріжучою голівкою, механізм подачі з лебідкою і системи блоків-поліспастів.

При використанні для прокладання трубопроводів способів продавлювання й проколювання трубу вдавлюють в ґрунт під дією горизонтальних зусиль, що створюються домкратами або іншими механізмами.

Роботи із продавлювання або проколювання труб починають з риття робочого котловану, з якого ведуть проходження, і прийомного котловану, у який виходить кінець труби, що прокладається. У робочому котловані розміщують усі устаткування та пристосування, тому його розміри залежать від

способу провадження робіт, устаткування, яке застосовується, довжини і діаметра труб, що прокладаються. Зазвичай довжина робочого котлована становить 10–12 м, а ширина – 2–5 м. Довжина прийомного котлована по дну становить 1–1,5 м, а ширина приймається залежно від діаметра труби, що прокладається.

Для збільшення термінів служби кожухів і робочих трубопроводів зовнішні поверхні їх покривають антикорозійною ізоляцією. Високою механічною міцністю володіє азбестоцементна або піщано-цементна армована ізоляція, що наноситься товщиною 20–30 мм.

### 14.3.3 Щитовий спосіб прокладання

Щитовий спосіб робіт можна успішно застосовувати в найрізноманітніших ґрунтових умовах (вапняки, піски, глини, пливуні) при глибині від 6–7 до 25 м і більше. Цим способом побудована велика кількість тунелів та колекторів для комунального господарства під магістральними залізничними коліями, будинками, річками й каналами.

Щит для спорудження підземних тунелів (рис. 14.1) становить пересувне кругле металеве кріплення, під прикриттям якого розробляють ґрунт і зміцнюють стінки виробки. Пересування щита вперед у процесі роботи здійснюється за допомогою гідравлічних домкратів, розташованих у середній частині щита по його периметру. При включенні домкратів їхні штоки впираються в раніше покладене первинне оброблення тунелю, і щит, просуваючись вперед, вривається в ґрунт. Після пересування щита штоки домкратів забирають, збирають наступне кільце первинного оброблення тунелю, розробляють ґрунт у вибої й знову пересувають щит.

Тунелі, побудовані щитовим способом, широко використовують як самопливні каналізаційні магістралі і як загальні колектори для прокладки трубопроводів різного призначення.

Прохідницький щит складається із трьох основних частин: передньої – ріжучої, середньої – опорної, задньої – хвостової.

У комплекс робіт при щитовій прокладці колекторів входять такі основні операції:

- 1) підготовчі роботи;
- 2) щитова проходка;
- 3) внутрішнє оброблення колекторів.

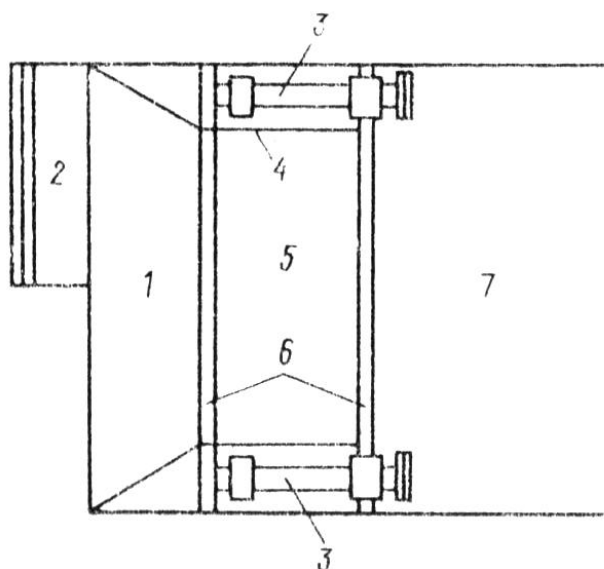


Рисунок 14.1 – Схема щита для підземного прокладання мереж:  
 1 – передня ріжуча частина; 2 – козирок; 3 – гідравлічні домкрати; 4 – ребро жорсткості; 5 – середня опорна частина; 6 – опірні кільця; 7 – задня частина

Щитове проходження полягає в розробці ґрунту у вибої, пересуванні щита, влаштуванні первинного оброблення колектора, нагнітанні розчину за оброблення і виконанні транспортних операцій.

### Контрольні запитання до теми 14

1. Які способи застосовують для прокладання мереж?
2. Переваги і недоліки роздільного та сумісного прокладання трубопроводів в одній траншеї?
3. Назвіть методи безтраншейної прокладки інженерних мереж.
4. Прокладання трубопроводів способом щитового проходження.

## 15 ОРГАНІЗАЦІЙНІ ПИТАННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ІНЖЕНЕРНИХ МЕРЕЖ

### 15.1 Нормативні документи в галузі експлуатації інженерних мереж

Проектно-кошторисна документація з будівництва та експлуатації інженерних мереж розробляється з дотриманням чинного законодавства України, постанов Кабінету міністрів України, рішень міської ради, а також нормативних документів і актів по проектуванню і будівництву. До таких нормативних документів належать:

- ДСТУ на проектування і будівництво (ЄСКД – єдина система конструкторської документації);
- різні норми технологічного і будівельного проектування (ДБН);
- каталоги устаткування, матеріалів і приладів;

– загальнодержавні будівельні каталоги типових збірних залізобетонних, металевих, дерев'яних, пластмасових і азбестоцементних конструкцій і виробів для усіх видів будівництва і територіальні каталоги типових будівельних конструкцій і виробів для промислового, сільськогосподарського і житлово-цивільного будівництва, затверджені Міністерством регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України;

– відомчі каталоги будівельних конструкцій і виробів, затверджені профільними міністерствами і відомствами за узгодженням з Міністерством регіонального розвитку, будівництва та житлово- комунального господарства України.

Проектування нового будівництва, розширення, реконструкція і технічне переозброєння інженерних мереж здійснюються на підставі прийнятих і затверджених техніко-економічних обґрунтувань (ТЕО) або техніко-економічних розрахунків (ТЕР) будівництва, погоджених з підрядною організацією (замовником).

Об'єкти як житлово-цивільного, так і промислового призначення проєктуються відповідно до затверджених генеральних планів міст, селищ і сільських населених пунктів і генеральними планами груп підприємств (промислових вузлів). Стадії проєктування об'єктів, як правило, передують дослідницькі роботи, які проводяться або спеціалізованими організаціями, або відділами при проєктних організаціях.

Проєктні і дослідницькі організації при виконанні робіт повинні забезпечувати в проєктах реалізацію досягнень науки, техніки і передового вітчизняного і зарубіжного досвіду, а також ефективність капітальних вкладень, високий техніко-економічний рівень проєктованих об'єктів, сучасний рівень містобудівних і архітектурних рішень широке застосування типових рішень, раціональне використання земель, охорону природного довкілля від забруднень, необхідний рівень автоматизації управління інженерними системами (АСУ), широке використання винаходів в області будівництва і експлуатації інженерних мереж.

Проєктно-дослідницькі роботи (ПДР) рекомендується виконувати із застосуванням сучасних економіко-математичних методів з використанням міжгалузевих і галузевих засобів для обчислювальної техніки, систем автоматизованого проєктування (САПР) і систем обробки інформації (СОІ).

Проєктування може здійснюватися в одну стадію – виконується тільки робочий проєкт (РП) – або в дві стадії, коли розробляються проєкт (П) і робоча документація (РД). Стадійність проєктно-кошторисної документації визначається складністю, вартістю і новизною проєктованого об'єкта і встановлюється за ТЕО (ТЕР).

При складанні робочих проєктів або проєктів на складні об'єкти окремі технологічні, конструктивні, архітектурні і інші рішення можуть розроблятися в декількох варіантах і на конкурсній основі. Завдання на проєктування інженерних мереж і споруд, пов'язаних з ними, складається замовником проєкту за участю генерального проєктувальника на підставі затверджених ТЕО (ТЕР) і вимог Положення про оцінку якості проєктно-кошторисної

документації (ПКД) для будівництва.

Робочий проєкт на нове будівництво, розширення і реконструкцію об'єктів включає:

- загальну пояснювальну записку;
- генеральний план району і майданчиків будівництва і транспорту;
- будівельні рішення;
- організацію будівництва;
- розробки з охорони довкілля, екологічної безпеки та протипожежних заходів;
- кошторисну й робочу документацію та паспорт робочого проєкту.

## **15.2 Вміст і планування заходів з технічної експлуатації інженерних мереж**

На кожному підприємстві розробляється і впроваджується система технічного обслуговування та ремонтів, яка має запобіжний характер.

Організацію технічного обслуговування, ремонтів і контролю за їх проведенням повинен здійснювати адміністративно-технічний персонал, за яким закріплено устаткування, що підлягає ремонту.

Система планово-попереджувальних ремонтів (ППР) – це сукупність організаційних і технічних заходів щодо обслуговування обладнання, устаткування та мереж за заздалегідь складеним планом. Основні завдання системи ППР полягають у попередженні передчасного фізичного зносу всіх елементів системи, забезпеченні й підтримці надійності їхньої роботи, зниженні витрат і підвищенні якості проведення ремонтних робіт. Аналіз показує, що при відсутності чіткої організації системи ППР, витрати на капітальний ремонт збільшуються в 3–4 рази.

Нормативний термін служби мереж забезпечується у тому випадку, якщо в плановому порядку виконуються необхідні ремонтно-налагоджувальні роботи, а також своєчасно усуваються виникаючі несправності в міжремонтний період. Періодичність ремонтних і налагоджувальних робіт залежить від довговічності матеріалів, з яких виготовлена інженерна система, інтенсивності навантаження і дії довкілля, а також технологічних і інших чинників.

Система ППР передбачає виконання наступних технічних заходів:

- визначення конструкцій й інженерного устаткування, що підлягають ремонту;
- визначення виду й характеру ремонтних робіт;
- визначення тривалості міжремонтних циклів й їхньої структури;
- планування ремонтних робіт;
- організація проведення ремонтних робіт;
- забезпечення проєктно-кошторисною документацією;
- забезпечення ремонтних й експлуатаційних робіт необхідними матеріалами й запасними частинами;
- організація виробничої бази для виконання ремонтних робіт;
- організація служби ППР.

Проведення перерахованих робіт у встановлені терміни є завданням технічної експлуатації мереж.

До комплексу заходів щодо технічної експлуатації мереж входять:

– технічне обслуговування (огляди, налагодження устаткування, випробування, підготовка до сезонної експлуатації, міжремонтне обслуговування),

– поточний ремонт;

– капітальний ремонт;

– реконструкція.

На всі види ремонтів складаються річні та місячні графіки ППР, затверджені керівником або технічним керівником підприємства.

У сукупності перераховані заходи становлять систему технічного обслуговування й ремонту мереж. Для організації, планування й фінансування ремонтів важливо знати їхні принципові розбіжності, що полягають не тільки в обсягах і характері робіт, але й у їхніх цілях.

Поточний ремонт попереджає передчасний фізичний знос конструкцій, обладнання, елементів та ін. При цьому не змінюють фізичний стан матеріалу конструкції або мережі. Заходи щодо поточного ремонту вимагають консервації матеріалу конструкції або мережі відповідно до проектного стану.

Може здатися, що ці заходи не мають істотного значення для забезпечення нормативного терміну служби конструкції. Однак несвоєчасне проведення робіт з поточного ремонту може привести до значних додаткових витрат на капітальний ремонт. У практиці немає чіткого розподілу робіт, що виконуються при поточному або капітальному ремонті, однак принципове їхнє розходження полягає в меті, що переслідується тим чи іншим ремонтом. Часто до поточного ремонту відносять невеликі за обсягом роботи із заміни елементів. У цьому випадку поточний ремонт не переслідує цілей відновлення зносу мереж.

До виводу в капітальний ремонт обладнання, устаткування або мережі в цілому необхідно виконано такі підготовчі заходи:

– складено відомості про дефекти, обсяги робіт, які уточнюються після розкриття та огляду установки;

– складено графік виконання ремонтних робіт;

– заготовлено згідно з відомостями дефектів та обсягів робіт необхідні матеріали і запасні частини;

– укомплектовано і приведено до ладу інструменти, пристрої, такелажне знаряддя та підйомно-транспортні механізми;

– підготовлено робочі місця до ремонту, сплановано ремонтний майданчик із позначенням місця розташування частин і деталей устаткування.

При цьому не допускається пробивання отворів і прорізів у несучих і огорожувальних конструкціях, встановлення, підвищення і кріплення до будівельних конструкцій технологічного устаткування, транспортних засобів, трубопроводів та інших пристроїв без узгодження з проектною організацією;



– укомплектовано ремонтні бригади, які мають забезпечити якісне виконання всього обсягу робіт у визначені терміни;

– передбачені вимоги з пожежної безпеки та охорони праці.

Капітальний ремонт передбачає усунення фізичного зносу всіх конструкцій й інженерного устаткування, якщо їхній технічний стан вимагає ремонту. Умовою для призначення системи на плановий капітальний ремонт є не наявність несправностей, а терміни служби цих елементів.

Кожна мережа й елемент на ній мають певне призначення, залежно від якого приймаються матеріали, конструктивні схеми, планувальні рішення, а також ті або інші будівельні матеріали тощо.

Між прокладкою мережі (інженерними вишукуваннями, проектуванням і будівництвом) і процесом її використання існує прямий зв'язок. Експлуатаційна придатність мережі, безвідмовність і довговічність її конструктивних елементів визначаються вже на стадії проектування й будівництва. Враховуються методи експлуатації, можливість доступу до окремих елементів інженерних систем для їхнього технічного обслуговування й ремонту. Таким чином, проєктні рішення, якість зведення системи визначають його споживчу вартість й експлуатаційні властивості. У цьому – прямий зв'язок процесу експлуатації із процесом зведення мережі.

Таким чином, завдання експлуатації мережі можна визначити як комплекс заходів, що забезпечують комфортне й безвідмовне функціонування елементів і систем для певних цілей протягом нормативного строку. Якість системи формується при проектуванні, будівництві, експлуатації. Найбільш істотний вплив на якість будинку робить експлуатаційний період, тому що він є заключним і найбільш тривалим за часом. При цьому в період експлуатації можуть виявитися недоліки, допущені при проектуванні й будівництві системи, що негативно впливають на його якість. Завданням експлуатаційних служб у цьому випадку є усунення зазначених недоліків за допомогою відповідних будівельних і проєктних організацій.

Фізичний знос – це поступова втрата основними фондами своєї первісної споживної вартості, яка обумовлена не тільки їх функціонуванням, а й їх бездіяльністю (руйнування від зовнішнього, атмосферного впливу, корозії). Унаслідок фізичного зносу основних фондів погіршуються їх техніко-економічні та соціальні характеристики – знижується продуктивність, збільшуються експлуатаційні витрати, змінюється режим роботи тощо. На фізичний знос впливають якість основних фондів, їх технічна досконалість (конструкції, вид і якість матеріалів); особливості технологічного процесу (величина швидкості та сили різання, подання тощо), режим роботи, організація догляду, якості і своєчасність ремонту, якість переробленої сировини, ступінь захищеності від зовнішніх умов (вологості, кислотності, атмосферних опадів) тощо.

Розрізняють фізичний частковий та фізичний повний знос основних фондів. Частковий знос можна усунути. Це означає, що споживні вартості основних фондів відновлюються за рахунок ремонту. Повний знос не можна усунути, він зумовлює необхідність ліквідації зношених фондів та заміни їх

новими. Рівень зносу основних фондів та оцінку їхньої придатності визначають під час інвентаризації та переоцінки основних фондів.

Моральний знос – це зменшення вартості основних фондів під впливом підвищення продуктивності праці в галузях, що виробляють засоби праці (скорочення суспільно необхідних витрат на їх відтворення), а також у результаті створення нових, більш продуктивних і економічно вигідних машин та устаткування, ніж ті, що перебувають в експлуатації.

Таким чином, моральний знос виявляється у двох формах. Перша полягає у втраті цінності старих засобів через зниження вартості їх відтворення, друга – як наслідок втрати цінності старих основних фондів через створення нових, більш ефективних.

Моральному зносу другої форми підлягає в основному активна частина основних фондів.

### **15.3 Завдання служб експлуатації інженерних мереж**

При експлуатації мереж керуються Правилами технічної експлуатації систем та мереж, що затверджуються Міністерством регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, а розробляються безпосередньо галузевими відомствами. Експлуатація зовнішніх мереж у містах і населених пунктах здійснюється спеціальними експлуатаційними службами в складі управлінь комунальних підприємств або відповідних відділів при міських і селищних комунальних органах. На промислових підприємствах експлуатацію цих мереж здійснюють спеціальні служби, що входять звичайно до складу відділу головного інженера, головного енергетика, головного механіка або головного технолога.

Нормативи чисельності робітників для обслуговування мереж встановлюються залежно від їхньої довжини й з урахуванням числа робітників, зайнятих ліквідацією аварій на мережах.

При обслуговуванні мереж в особливих кліматичних умовах, а також мереж з підвищеним ступенем засміченості до нормативних даних уводяться поправочні коефіцієнти, які встановлюються на місцях вищестоящими організаціями залежно від конкретних умов експлуатації.

Експлуатаційна надійність інженерних мереж залежить від якості проєктування й будівництва.

До складу основних робіт при експлуатації водопровідно– каналізаційних мереж входять:

- утримання мережних споруд у робочому стані й спостереження за їхньою справністю;
- вивчення гідравлічного режиму роботи мережі й споруд на них із метою встановлення оптимальних режимів і виявлення ділянок мережі, що вимагають подальшого розвитку;
- визначення ділянок мереж, споруджень і пристроїв, що вимагають капітального ремонту або заміни;

- нагляд за новим будівництвом і приймання в експлуатацію новоспоруджених або капітально відремонтованих мереж і споруд на них;
- попередження й усунення в найкоротший термін аварій;
- ведення технічної статистики й інвентаризації мережних споруд.

Основні завдання *експлуатації енергетичного господарства* такі:

- надійне й постійне постачання теплотою споживачів тепла і споживачів електроенергії електричним струмом необхідних параметрів;
- забезпечення максимально можливої економічної роботи енергосистеми при раціональній витраті палива на виробництво теплоти й електроенергії й гідроресурсів і найменшої собівартості виробництва;
- забезпечення ощадливої витрати вироблених теплоти й електричного струму споживачами, для чого необхідний постійний контроль за їхньою витратою;
- забезпечення постійної подачі й правильного розподілу теплової й електричної енергії споживачам, у тому числі й в аварійних ситуаціях.

Виконання зазначених робіт забезпечується експлуатаційними й ремонтно-аварійними бригадами, кількість яких визначається довжиною мережі району, обсягом робіт, технічною оснащеністю й кліматичними умовами. Технічна інвентаризація ведеться з метою обліку наявності й стану мережних споруджень.

#### **15.4 Технічний нагляд за будівництвом та приймання в експлуатацію інженерних мереж**

Здійснення технічного нагляду замовника для всіх об'єктів будівництва забезпечується юридичними й фізичними особами, що мають відповідну ліцензію (сертифікат) на проведення технічного нагляду замовника й дозвіл на будівництво об'єкта в Інспекції Державного архітектурно-будівельного контролю (ДАБК), у порядку, що встановлений будівельними нормами й правилами (ДСТУ та ДБН).

Авторський нагляд проєктних організацій проводиться протягом усього періоду будівництва й приймання в експлуатацію закінчених будівництвом об'єктів. Нагляд здійснюється з метою забезпечення відповідності технічних рішень і техніко-економічних показників об'єктів будівництва, що введені в експлуатацію, рішенням і показникам, передбаченим у затвердженому проєкті або робочому проєкті, а також для забезпечення високої якості будівництва.

Проєктні організації в процесі авторського нагляду зобов'язані:

- перевіряти в ході будівництва відповідність виконаних робіт проєктним рішенням, передбаченим робочими кресленнями, і затвердженій кошторисній вартості;
- вчасно вирішувати виникаючі в процесі будівництва питання по ПКД (проєктно-кошторисній документації);
- вести журнал авторського нагляду, у якому фіксуються виявлені в ході будівництва відступи від проєкту;

- стежити за своєчасним й якісним виконанням вказівок, внесених у журнал авторського нагляду;
- брати участь у прийманні замовником відповідальних конструкцій як технічний нагляд;
- контролювати якість виконуваних робіт;
- вносити у встановленому порядку доповнення й зміни в ПКД.

При здійсненні авторського нагляду за проєктними організаціями закріплені права:

- можливість забороняти застосування в будівництві матеріалів й устаткування, що не відповідає вимогам державних стандартів, технічним умовам і ПКД;
- надавати вказівки замовникові й підрядникові про припинення робіт, що виконуються з порушенням проєкту й нормативних документів, сповіщаючи про це в писемній формі замовникові, генпідрядникові й в органи Державного архітектурно-будівельного контролю (ДАСК);
- вносити у відповідні органи подання про притягнення посадових осіб, що допустили недоброякісне виконання робіт, до відповідальності;
- перевіряти відповідність паспортів й іншої технічної документації на конструкції, деталі, матеріали й устаткування;
- надавати пропозиції про зниження вартості, поліпшення якості, скорочення тривалості будівництва й удосконалення технології проведення робіт.

Авторський нагляд здійснюється за договором, що укладає замовник з генеральною проєктною організацією на весь період будівництва.

Будівництво підземних мереж, як і будь-якого іншого виду будівництва, починається з підготовчих робіт. До них належать розбивка й закріплення траси на місцевості й підготовка території для будівництва. Ці роботи проводяться в присутності замовника й представника проєктної організації.

Закріплену на місцевості трасу передають будівельникам за актом, у якому вказується дата приймання-здачі траси, її довжина, кількість колодязів. На звороті акту наноситься абрис траси з позначенням кутів повороту й вказівкою відстаней між колодязями.

Протягом усього періоду будівництва експлуатуюча й проєктна організації здійснюють, як уже зазначалося, технічний контроль за будівництвом, перевіряючи правильність укладання труб у плані й профілі, якість стикових з'єднань труб, надійність підстави під трубопроводами, і інші роботи, після чого дозволяється засипати окремі ділянки, де будівництво закінчено і попередньо перевірено на міцність і щільність. При цьому на сховані роботи складаються акти.

Основними завданнями технічного нагляду від замовника є:

- контроль за обґрунтуванням строків виконання робіт і вірогідністю визначення кошторисної вартості й договірної ціни виконуваних робіт;
- контроль за будівництвом будинків, споруд та мереж виробничого й невиробничого призначення, що включає в себе систематичну перевірку відповідності обсягу, вартості, методів, технології і якості виконуваних

будівельно-монтажних робіт затвердженим проектам і кошторисам,

– контроль за виконанням робіт у договірний термін й уведенням в експлуатацію виробничих потужностей і об'єктів у встановлений термін.

Приймання в експлуатацію споруд, установок та мереж здійснюється державними приймальними комісіями. Експлуатація споруд, установок та мереж, їхніх черг, не прийнятих державними приймальними комісіями, забороняється.

Для забезпечення належного експлуатаційного і санітарно-технічного стану території, будівель і споруд, де розміщуються споруди, пункти та установки або прокладено мережі, має бути виконано та утримуватися в справному стані:

- проєктні огорожі;
- системи відведення поверхневих і ґрунтових вод;
- мережі водопроводу, каналізації, дренажу, теплопостачання, енергопостачання та їхні споруди;
- споруди для очищення забруднених стічних вод та промислової зливної каналізації;
- системи очищення вентиляційних викидів;
- глушники шуму вихлопних трубопроводів;
- системи захисту від блискавок і заземлення;
- засоби освітлення та протипожежної сигналізації.

Допустимі рівні шуму на робочих місцях і захист від шуму повинні відповідати ДСН 3.3.6.037.

Обмеження несприятливого впливу вібрації на персонал, забезпечення вібробезпеки та вібраційні характеристики устаткування повинні задовольняти вимоги ДСН 3.3.6.039.

Освітленість території, будівель, споруд та приміщень повинна відповідати вимогам ДБН В.2.5-28-2006.

Мікроклімат у виробничих приміщеннях повинен відповідати ДСН 3.3.6.042.

Підземні комунікації водопроводу, каналізації, теплопроводів, газопроводів, повітропроводів, кабелів тощо має бути позначено на поверхні землі або стінах будівель покажчиками.

За наявності блукаючих струмів захист підземних металевих комунікацій і споруд слід забезпечувати електрохімічним способом. Металеві конструкції будівель і споруд повинні бути захищені від корозії.

До початку приймальних випробувань обладнання, установок і мереж слід укомплектувати, підготувати і атестувати персонал, призначити осіб, відповідальних за їхній справний стан і безпечну експлуатацію.

Усі будівлі, споруди та приміщення, де розташовані обладнання, установки, а також мережі та арматура на них, слід закріпити за підрозділами, що будуть відповідати за їхній справний стан.

## 15.5 Забезпечення надійності елементів інженерних мереж

Метою дослідження й впровадження надійності у виробництво й виробничі процеси є створення умов сталої роботи об'єктів за певний період часу, виключення аварійних ситуацій, підвищення якості продукції, що випускається, і кінцевої метою є підвищення економічності роботи різних пристроїв і підприємств у цілому.

Надійність як технічне поняття для названих систем може бути сформульоване так: властивість пристроїв, споруджень, систем та об'єктів у цілому, а також здатність виробів (продуктів) виконувати задані функції, зберігаючи в часі значення нормованих (розрахункових) експлуатаційних показників у заданих межах, що відповідають заданим режимам та умовам використання, технічного обслуговування, ремонтів, зберігання й транспортування (за ДСТУ 2470-94).

У поняття надійності входить не тільки визначення термінів служби тих або інших технічних пристроїв і споруджень, але й виявлення напрямків, за допомогою яких можливе продовження вже встановлених строків їхньої експлуатації.

Надійність як наука займається рішенням таких завдань:

- вивченням критеріїв та кількісних характеристик надійності;
- дослідженням методів аналізу надійності;
- розробкою методів випробування устаткування на надійність;
- розробкою наукових методів експлуатації об'єктів.

Безвідмовність – властивість споруджень і систем зберігати роботоздатність протягом певного часу або деякого наробітку; для більшості видів обладнання, споруджень і систем ця характеристика є основною й оцінюється ймовірністю безвідмовної роботи  $P(t)$ , інтенсивністю відмов  $\lambda(t)$ , середнім виробітком до відмови  $t$ , параметром потоку відмов  $\omega(t)$ , середнім наробітком на відмову  $t_{\text{серед.}}$  й  $\gamma$  – процентним наробітком до відмови  $t_{\gamma}$ .

Довговічність – властивість об'єкта зберігати роботоздатність до настання граничного стану (після якого застосування за призначенням є неприпустимим або недоцільним) при встановленій системі обслуговування й ремонту; довговічність характеризується середнім ресурсом (термін служби)  $t_p$ ,  $\gamma$ -відсотковим ресурсом  $t_{\gamma p}$ , призначеним ресурсом  $t$ , середнім терміном служби  $t_{cp}$ ,  $\gamma$ -відсотковим терміном служби  $t_{\gamma c}$ , призначеним терміном служби  $t_{nc}$ .

Ремонтопридатність – властивість або пристосованість споруд і систем до попередження й виявлення причин виникнення відмов, підтримки й відновлення працездатного стану шляхом проведення технічного обслуговування й ремонтів; цей параметр характеризується ймовірністю відновлення працездатного стану  $P(t_v)$ , середнім часом відновлення працездатного стану  $t$ .

Збереженість – властивість споруджень і систем зберігати значення показників безвідмовності, довговічності й ремонтпридатності протягом і після зберігання або транспортування; збереженість характеризується середнім

терміном зберігання  $t$ ,  $\gamma$ -відсотковим терміном зберігання  $t_\gamma$ .

В теорії надійності найважливішим поняттям є поняття відмови.

Відмова – подія, що полягає в повній або частковій втраті працездатності споруд, устаткування або систем у цілому, подія випадкова, що підлягає законам теорії ймовірності. Під механізмом відмови розуміють сукупність фізичних і хімічних процесів, що призводять до виникнення відмови. Класифікація процесів наведена в таблиці 15.1.

Таблиця 15.1 – Класифікація відмов залежно від умов експлуатації об'єкта

Ознаки відмов	Визначення
1	2
І Види відмов за характером їхнього прояву	
За характером виникнення	
Раптовий	Відмова, що характеризується стрибкоподібною зміною значень одного або декількох основних параметрів
Поступовий	Відмова, що характеризується поступовою зміною значень одного або декількох основних параметрів об'єкта
За взаємопов'язаністю	
Незалежні	Відмова, що необумовлена пошкодженнями або відмовами інших елементів об'єкта
Залежні	Відмова, що обумовлена пошкодженнями або відмовами інших елементів об'єкта
За часом впливу	
Повний	Після відмови використання об'єкта за призначенням до відновлення його працездатності неможливе
Частковий	Після виникнення відмови використання об'єкта за призначенням можливе, але при цьому значення одного або декількох основних параметрів перебуває поза припустимими межами
За обсягом та характером відновлення	
Розлад	Відмова, що обумовлена порушенням взаємодії між причинами й наслідком дії на ці причини (наприклад, невідповідність доз реагенту параметрам, що змінилися, до води)
Пошкодження	Відмова, що приводить до незначного порушення працездатності
Аварія	Відмова, що приводить до повного виходу з ладу об'єкта або його окремих елементів

Продовження таблиці 15.1

1	2
За засобом усунення відмов	
Збій	Відмова, що самоусувається та характеризується короткочасною втратою працездатності
Пережегований	Багаторазово виникаючий збій того самого характеру
Безповоротні	Відмови, що усуваються зовнішніми впливами
За повторюваністю	
Систематичні	Відмови певного виду об'єктів, що багаторазово виникають з однією й тією же причиною та мають той самий механізм відмови
Несистематичні	Відмови однократні й виникаючі за різних причин
II Види відмов із причин їхнього виникнення	
Відмови, пов'язані з людьми	
Конструкційні	Відмова, що виникає внаслідок помилок при конструюванні або недосконалості конструкції
Виробничі (технологічні)	Відмова, що виникає внаслідок порушення або недосконалості процесу виготовлення продуктів
Експлуатаційні	Відмова, що виникає внаслідок порушення встановлених умов експлуатації
Відмови, пов'язані зі станом пристроїв, матеріалу тощо	
Через втомленість	Відмова, що виникла внаслідок втомленого руйнування матеріалів об'єкта
Через знос	Відмова, що виникає внаслідок зносу елементів виробу
Через старіння	Відмова, що виникає внаслідок впливу процесу старіння матеріалів виробу
III Види відмов за збитку	
Критичний	Відмова, що створює небезпеку для людей і веде до значних матеріальних втрат
Значний	Відмова, що не створює небезпеки для людей, але веде до значних матеріальних втрат
Незначний	Відмова, при якій мають місце незначні матеріальні втрати

Оцінка надійності систем за допомогою математичного апарату полягає у визначенні закономірностей розподілу випадкових величин (відмов).



Закономірності визначаються, як правило, шляхом проведення експериментів або збору даних за спостереженням за поведінкою системи і її елементів протягом тривалого часу.

Надійність систем розраховується або встановлюється на етапах проєктної (конструкторської) розробки, заводських випробувань або при повсякденній експлуатації на об'єктах. Для створення систем із заданим ступенем надійності в процесі проєктування використовуються такі методи:

- резервування (дублювання);
- спрощення систем з метою зниження інтенсивності відмов і самих відмов;
- вибір найбільш надійного встаткування,
- можливість створення систем з обмеженими наслідками відмови, при яких значення розрахункових параметрів не буде різко відрізнятися від формулювання відмови;
- забезпечення режимів роботи;
- контроль за основними робочими параметрами в процесі експлуатації системи.

### **Контрольні запитання до теми 15**

1. На підставі чого здійснюється проєктування нового будівництва, розширення, реконструкція і технічне переозброєння інженерних мереж?
2. Що передбачає робочий проєкт?
3. Охарактеризуйте вимоги до проєктно-дослідницьких робіт.

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Класифікатор надзвичайних ситуацій ДК 019:2010 [Електрон. ресурс]. – Чинний від 01–01–2011. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va457609-10#Text>, вільний (дата звернення: 25.10.2024). – Назва з екрана.
2. Про теплопостачання [Електрон. ресурс] : Закон України від 30.06.2024 // Відомості Верховної Ради України (ВВР). – 2005. – № 28. – Ст. 373. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2633-15#Text>, вільний (дата звернення: 26.10.2024). – Назва з екрана.
3. Про затвердження Правил технічної експлуатації систем водопостачання та водовідведення населених пунктів України [Електрон. ресурс] : Наказ Державного комітету України по житлово-комунальному господарству від 05.07.1995 № 30. – Чинний від 22–03–2016.– Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0231-95#Text>, вільний (дата звернення: 26.10.2024). – Назва з екрана.
4. Питання прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом об'єктів [Електрон. ресурс] : Постанова КМУ від 13.04.2011 № 466. – Чинний від 13–06–2011. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/461-2011-%D0%BF#Text>, вільний (дата звернення: 26.10.2024). – Назва з екрана.
5. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проєктування [Електрон. ресурс] : ДБН В.2.5 – 74:2013. – Чинний від 01–01–2014. – Електрон. текст. дані. – Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. – 287 с. – Режим доступу: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-1084>, вільний (дата звернення: 27.10.2024). – Назва з екрана.
6. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проєктування [Електрон. ресурс] : ДБН В.2.5-75:2013. – Чинний від 01–01.2014. – Електрон. текст. дані. – Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. – 134 с. – Режим доступу: [https://mpk.ua/wp-content/uploads/2021/01/dbn\\_v.2.5-75\\_2013.pdf](https://mpk.ua/wp-content/uploads/2021/01/dbn_v.2.5-75_2013.pdf), вільний (дата звернення: 27.10.2024). – Назва з екрана.
7. Про затвердження Правил технічної експлуатації теплових установок і мереж [Електрон. ресурс] : Наказ міністерства палива та енергетики України № 71 від 14.02.2007. – Чинний від 05–09–2007. – Електрон. текст. дані.– Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0197-07#Text>, вільний (дата звернення: 27.10.2024). – Назва з екрана.
8. Гіроль М. М. Охорона праці у водопровідно-каналізаційному господарстві [Електрон. ресурс] : навч. посіб. / М. М. Гіроль, М. В. Бернацький, В. Є. Хомко. – Електрон. текст. дані. – Рівне : НУВГП, 2011. – 351 с. – Режим доступу: <https://ep3.nuwm.edu.ua/2382/1/715120%20zah.pdf>, вільний (дата звернення: 27.10.2024). – Назва з екрана.

9. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування [Електрон. ресурс]. – Чинний від 01–01–2014. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-1018>, вільний (дата звернення: 27.10.2024). – Назва з екрана.

10. ДСТУ Б EN ISO 7730. Ергономіка теплого середовища. Аналітичне визначення та інтерпретація теплого комфорту на основі розрахунків показників PMV і PPD і критеріїв локального теплого комфорту [Електрон. ресурс]. – Чинний від 01–07–2013. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: [http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id\\_doc=28002](http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=28002), вільний (дата звернення: 27.10.2024). – Назва з екрана.

11. ДСТУ Б EN 15251. Розрахункові параметри мікроклімату приміщень для проєктування та оцінки енергетичних характеристик будівель по відношенню до якості повітря, теплого комфорту, освітлення та акустики [Електрон. ресурс]. – Чинний від 01–07–2013. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=28004](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=28004), вільний (дата звернення: 27.10.2024). – Назва з екрана.

*Електронне навчальне видання*

**АБРАКІТОВ** Володимир Едуардович

## **БЕЗПЕКА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ ТА КОМУНІКАЦІЙ**

**КУРС ЛЕКЦІЙ**

*(для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти  
всіх форм навчання зі спеціальності 263 – Цивільна безпека)*

Відповідальна за випуск *Ю. С. Левашова*

*За авторською редакцією*

Комп'ютерне верстання *В. Е. Абракітов*

План 2022, поз. 33Л

---

Підп. до друку 31.10.2024. Формат 60 × 84/16.

Ум. друк. арк. 5,4.

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет  
міського господарства імені О. М. Бекетова,  
вул. Черноглазівська (Маршала Бажанова), 17, Харків, 61002.

Електронна адреса: office@kname.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 5328 від 11.04.2017.