

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

**С. В. Павловський, О. В. Гвоздецький, О. Ф. Редько**

**МІСЬКІ ІНЖЕНЕРНІ МЕРЕЖІ**

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**

*(для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти всіх форм навчання зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія, галузі знань 19 – Архітектура та будівництво, освітня програма «Міське будівництво та господарство», «Промислове та цивільне будівництво», «Цивільна інженерія»)*

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

УДК 628:711.8](076.6)

**Павловський С. В.** Міські інженерні мережі : конспект лекцій (для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти всіх форм навчання зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія, галузі знань 19 – Архітектура та будівництво, освітня програма «Міське будівництво та господарство», «Промислове та цивільне будівництво», «Цивільна інженерія») / С. В. Павловський, О. В. Гвоздецький, О. Ф. Редько; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2024. – 180 с.

#### Автори

канд. техн. наук, доц. С. В. Павловський,  
канд. техн. наук, доц. О. В. Гвоздецький,  
д-р техн. наук, проф. О. Ф. Редько

#### Рецензент

**Ю. І. Чайка**, кандидат технічних наук, професор кафедри теплогазопостачання і вентиляції (Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова)

*Рекомендовано кафедрою теплогазопостачання і вентиляції, протокол № 16 від 18.01.2024*

© С. В. Павловський, О. В. Гвоздецький, О. Ф. Редько, 2024  
© ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2024

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 КЛАСИФІКАЦІЯ МІСЬКИХ ІНЖЕНЕРНИХ МЕРЕЖ. СХЕМИ І СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ .....	7
1.1 Види інженерних мереж.....	7
1.2 Комплексний благоустрій міських територій .....	9
1.3 Класифікація міських інженерних мереж .....	11
1.4 Схеми та системи водопостачання .....	14
Питання для самоконтролю.....	18
2 ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ТРАСУВАННЯ І ПРОЄКТУВАННЯ ВОДОПРОВІДНИХ МЕРЕЖ, ЇХ ТИПИ.....	18
2.1 Основні принципи трасування та проєктування водопровідних мереж ....	18
2.2 Типи водопровідних мереж .....	20
2.3 Споруди на міських водопровідних мережах .....	23
Питання для самоконтролю.....	25
3 ТРУБИ ТА АРМАТУРА ВОДОПРОВІДНИХ МЕРЕЖ.....	26
3.1 Матеріал для труб водопровідних мереж та способи їхнього з'єднання ...	26
3.2 Вимоги до розташування мережі.....	28
3.3 Різновиди арматури на водопровідних мережах та її призначення .....	29
Питання для самоконтролю.....	30
4 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ВОДОВІДВЕДЕННЯ.....	30
4.1 Призначення та класифікація систем каналізації .....	30
4.2 Системи водовідведення. Різновиди стічних вод .....	31
4.3 Відведення стічних вод від населених пунктів. Основні елементи водовідведення .....	37
4.4 Схеми каналізаційних мереж.....	41
4.5 Трасування та основи проєктування каналізаційних мереж .....	44
Питання для самоконтролю.....	45
5 ТЕПЛОВІ МЕРЕЖІ.....	46

5.1 Класифікація систем тепlopостачання .....	46
5.2 Класифікація споживачів тепла .....	49
5.3 Класифікація теплових навантажень.....	50
5.4 Вимоги до теплових пунктів.....	52
5.5 Види прокладання теплових мереж.....	54
Питання для самоконтролю.....	69
<b>6 ТРУБИ ТА АРМАТУРА ТЕПЛОВИХ МЕРЕЖ .....</b>	<b>69</b>
6.1 Труби в теплових мережах.....	69
6.2 Арматура в теплових мережах.....	75
Питання для самоконтролю.....	91
<b>7 БУДІВЕЛЬНИЙ ПЛАН ТА МОНТАЖНА СХЕМА ТЕПЛОВИХ МЕРЕЖ ....</b>	<b>92</b>
7.1 Деталювання трубопроводів .....	92
7.2 Поздовжній профіль .....	98
Питання для самоконтролю.....	102
<b>8 ГАЗОВІ МЕРЕЖІ .....</b>	<b>103</b>
8.1 Класифікація систем газопостачання .....	103
8.2 Труби та арматура .....	114
8.2 Зовнішні газопроводи.....	120
8.3 Надземні і наземні газопроводи.....	126
Питання для самоконтролю.....	130
<b>9 ЕЛЕКТРИЧНІ МЕРЕЖІ .....</b>	<b>130</b>
9.1 Системи електропостачання міст .....	130
9.2 Схеми міських електричних мереж.....	132
9.3 Повітряні електричні мережі .....	136
9.4 Кабельні електричні мережі.....	138
9.5 Розподільні пункти та трансформаторні підстанції .....	139
9.6 Прокладання кабельних ліній .....	141
Питання для самоконтролю.....	143
<b>10 РОЗМІЩЕННЯ ІНЖЕНЕРНИХ МЕРЕЖ РІЗНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ НА ТЕРИТОРІЇ НАСЕЛЕНИХ МІСЦЬ .....</b>	<b>144</b>

10.1 Розміщення підземних мереж на плані міста.....	144
10.2 Розміщення інженерних мереж у поперечному розрізі вулиць .....	146
10.3 Горизонтальне і вертикальне зонування .....	147
Питання для самоконтролю.....	153
11 СПОСОБИ ПРОКЛАДАННЯ МІСЬКИХ ІНЖЕНЕРНИХ МЕРЕЖ.....	154
11.1 Роздільне й спільне прокладання мереж в одній траншеї.....	154
11.2 Прокладання підземних мереж у загальних колекторах .....	156
11.3 Експлуатація підземних мереж і колекторів .....	159
Питання для самоконтролю.....	166
12 БЕЗТРАНШЕЙНІ МЕТОДИ БУДІВНИЦТВА ТРУБОПРОВОДІВ .....	167
12.1 Особливості будівництва підземних мереж і колекторів відкритим способом .....	167
12.2 Метод щитової проходки ґрунтів .....	168
12.3 Метод проколювання і продавлювання .....	171
12.4 Метод горизонтального буріння.....	174
12.5 Правила здачі і приймання в експлуатацію інженерних мереж .....	176
Питання для самоконтролю.....	177
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	178

## ВСТУП

Метою вивчення навчальної дисципліни є підготовка фахівця з питань прокладання зовнішніх інженерних мереж різного призначення. У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен знати, як раціонально улаштувати підземні мережі різного призначення.

Основними завданнями, що мають бути вирішені в процесі викладання дисципліни, є: опанування новими науковими результатами для поповнення фахових знань; розвивати у студентів здібності до творчого мислення; навчити працювати з науково-дослідною та технічною літературою.

Курс складається з дванадцяти лекцій та практичних завдань. Він супроводжується текстовим матеріалом та груповими завданнями. Студенти матимуть можливість застосовувати отримані знання та вирішувати практичні завдання протягом обговорень в аудиторії.

Предмет навчальної дисципліни – це широке коло питань щодо спорудження підземних комунікацій – раціонального улаштування підземних мереж різного призначення, монтажу на них арматури, пристроїв, що забезпечують їхню надійну експлуатацію тощо.

Навчальна дисципліна «Міські інженерні мережі» базується на знаннях, вміннях і навичках, отриманих у результаті вивчення навчальних дисциплін: «Термодинаміка», «Вища математика», «Фізика».

# 1 КЛАСИФІКАЦІЯ МІСЬКИХ ІНЖЕНЕРНИХ МЕРЕЖ. СХЕМИ І СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ

## 1.1 Види інженерних мереж

Міські інженерні мережі складаються з наступних видів:

- Водопостачання.

Воду використовують для господарсько-питних, санітарно-гігієнічних, виробничих і протипожежних потреб. До місць споживання в населених пунктах і на промислових підприємствах воду транспортують за допомогою мереж водопостачання. У процесі використання у воду потрапляють різноманітні домішки, які змінюють її склад і властивості, вода стає непридатною для подальшого використання й потребує очищення. Крім того, вона стає небезпечною в санітарно-гігієнічному відношенні.

- Водовідведення.

Стічні води здебільшого забруднюються органічними речовинами, які є нестійкими і в разі надходження у водойми загнивають, що дуже небезпечно як для людей, так і для тварин та риби. Найнебезпечнішими в плані санітарної безпеки є хвороботворні бактерії, що призводять до виникнення й поширення інфекційних захворювань. З огляду на це стічні води необхідно видаляти за межі населених місць і промислових підприємств, очищати й знезаражувати перед скиданням у водойму.

Умови водовідведення стічних вод від місць їхнього утворення за межі об'єкта на очисні споруди мають важливе санітарно-гігієнічне, технічне, економічне та природоохоронне значення.

Відповідно до вимог [1] спосіб відведення стічних вод не повинен призводити до їхнього можливого контакту з людьми і спричиняти розповсюдження збудників хвороб – хвороботворних бактерій та вірусів, які можуть потрапляти до стічних вод, а також не повинен погіршувати санітарний

стан об'єкта водовідведення – забруднювати атмосферу, поверхню землі, ґрунти і ґрунтові води. Ці вимоги задовольняє є спосіб відведення стічних вод із закритою мережею трубопроводів, ізолюваною від зовнішнього середовища.

Для організованого відведення забруднених стічних вод використовують каналізаційні мережі. Вони складаються з дворових або внутрішньо-квартирних, а також вуличних мереж, якими стічні води відводяться за межі житлової забудови до очисних споруд, після чого їх спускають у водойми.

- Теплопостачання.

Важливу роль у житті людини відіграє теплова енергія. Тепло та чисте повітря сприяють підтримці в житлових, комунальних і виробничих приміщеннях найбільш сприятливих умов для життя та діяльності людей. Комплекс споруд і пристроїв для вироблення тепла, його транспортування і споживання називають централізованим теплопостачанням.

- Газопостачання.

Для господарсько-побутових, комунальних і промислових цілей широко використовують газопостачання. Від місця видобутку до місця споживання газ транспортують підземною мережею трубопроводів, уздовж якої влаштовують споруди різного призначення.

- Електропостачання.

Сучасні міста не можуть функціонувати без електропостачання. Електричну енергію використовують для промислових, будівельних, комунальних, побутових та інших потреб.

Роздільне прокладання підземних мереж вимагає значних капіталовкладень, ускладнює рух транспорту та пішоходів у період будівництва, ремонту й експлуатації цих мереж. Із цієї причини останнім часом влаштовують підземні колектори й тунелі, у яких прокладають мережі різного призначення.



## 1.2 Комплексний благоустрій міських територій

Всі великі міста обладнані централізованим водопостачанням, каналізацією, тепло- і газопостачанням. Зазвичай, усі міста забезпечені електроенергією для освітлення, побутових і комунально-виробничих потреб. Система підземного простору сучасних великих міст, а також промислових підприємств складна. В підземному просторі розміщені різні інженерні споруди, комунікації і колектори. Для спорудження, будівництва й експлуатації підземних комунікацій потрібен висококваліфікований інженерно-технічний персонал.

Найбільш складним з погляду інженерного забезпечення є прокладання каналізації, оскільки її укладають з ухилом у знижених місцях, часто в складних гідрогеологічних умовах і на значній глибині.

Інженерне обладнання населених пунктів, що становить собою комплекс технічних пристроїв, призначене для забезпечення комфортних умов побуту й трудової діяльності людей, функціонування комунальних і промислових підприємств. Інженерні споруди й комунікації розміщують із урахуванням взаємного ув'язування. Усі системи водопостачання, каналізації, газо-, тепло-, електропостачання розміщують централізовано. Отже під час вирішення цих питань, незалежно від кількості населення, природно-кліматичних умов, народногосподарського профілю об'єкта та інших умов, необхідно передбачити комплексний підхід до інженерного обладнання населених пунктів.

Комфортність умов для життєдіяльності людини значною мірою залежить від надійності магістральних і міських інженерних мереж, насамперед, від якості роботи джерел водо-, газо-, тепло- й енергопостачання, очисних споруд, які забезпечують приймання фекальних і дощових вод від каналізаційних мереж населених пунктів.

Інженерні мережі є базовим елементом інженерного благоустрою міських територій. Озеленення вулиць і мікрорайонів повинно узгоджуватися з розташуванням інженерних мереж у підземному просторі. Під проїзними

частинами вулиць і проїздів в мікрорайонах, трубопроводи і кабелі зазвичай не прокладають.

Проектувати інженерні мережі необхідно як комплексну систему, що поєднує всі підземні, наземні й надземні мережі та споруди, з урахуванням перспективного розвитку міста.

Проект планування міста розробляється на підставі проведення дослідницьких робіт. У цьому проекті розробляють комплекс питань, пов'язаних з розбудовою міста – розселення мешканців, розміщення житлових районів, організація транспортного обслуговування, облаштування водопровідно – каналізаційних споруд, теплопостачання, газопостачання, електропостачання, озеленення й інші питання загального благоустрою.

У проектах детального планування вирішують проблеми планування не всього міста, а якої-небудь його частини, наприклад житлового будинку або мікрорайону. У цій частині проекту подають вичерпні рішення щодо того, як буде забезпечений водою, теплом, електроенергією, каналізацією, дорогами, транспортом, телефонізацією та іншим кожний із проєктованих мікрорайонів і окремих об'єктів; визначають поперечні профілі вулиць з урахуванням транспортних потоків і створення необхідних зон прокладання підземних мереж. Одночасно необхідно вирішувати питання, пов'язані зі зручностями не тільки будівництва, але й їхньої експлуатації (поточного й капітального ремонтів).

Із огляду на зазначене вище, можна зробити висновок, що необхідною умовою створення комплексу інженерного устаткування й благоустрою, який відповідає сучасним вимогам містобудування, є комплексне розроблення технічної документації інженерного забезпечення об'єкта будівництва.

Системи водопостачання, каналізації, теплопостачання, газопостачання, електропостачання, зв'язку й санітарного очищення селітебної зони міста розробляють на підставі генерального плану розвитку міста, генеральної схеми розвитку відповідних галузей міського господарства і згідно з вимогами нормативних документів.

Під час складання проєкту планування міста розробляють тільки питання забезпечення інженерним устаткуванням і благоустрою міста, визначивши обсяг і вартість будівництва.

Однією з головних вимог, що стоять перед сучасним містобудуванням, є необхідність глибокого вивчення екологічних процесів, які повинні бути враховані під час проведення будівництва. Ступінь інженерного благоустрою міської території обумовлюється умовами зовнішнього природного середовища. Наприклад, заборонено будівництво інженерних мереж і споруд на територіях заповідників, національних природних парків, ботанічних садів, водоохоронних смуг, у перших поясах зон санітарної охорони джерел водопостачання тощо.

Отже, благоустрій міста є сукупністю заходів, що забезпечують найоптимальніше поєднання виробничих, культурно-побутових і гігієнічних умов життя й виробничої діяльності населення.

### **1.3 Класифікація міських інженерних мереж**

До складу інженерних комунікацій міст входять мережі різного призначення. Усі міські інженерні мережі розподіляють на три групи – трубопроводи, кабелі і канали (загальні колектори):

- до першої групи належать мережі водопроводу, каналізації, газові й теплові мережі, а також технологічні мережі промислових підприємств (нафтопроводи, паропроводи тощо);
- до другої групи належать мережі сильного струму з високою і низькою напругою (для освітлення, електротранспорту) і мережі слабого струму (телефонні, телеграфні мережі, мережі радіомовлення);
- до третьої групи належать тунелі (колектори) для розміщення кабелів та загальні колектори, призначені для спільного розміщення мереж різного призначення (теплові мережі, водопровідні, електричні).

За технологічними особливостями розрізняють такі підземні мережі:

- теплові мережі 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, зокрема й водостік для відведення атмосферних вод;
- електричні мережі систем електропостачання (кабелі з напругою до 1 кВ і високої напруги 6–10 кВ);
- телефонна мережа.

За матеріалом підземні мережі класифікують так:

- трубопроводи сталеві (теплові, газові, водопровідні мережі), чавунні;
- залізобетонні, азбестоцементні, пластмасові (теплові, водопровідні, каналізаційні мережі);
- кабелі із алюмінієвими або мідними прожилками, із металевою оболонкою або без неї.

Канали можуть бути непрохідними, напівпрохідними та прохідними (колектори). Улаштовують їх із залізобетонних елементів з високим ступенем заводської готовності.

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

За призначенням усі інженерні мережі, крім каналізаційних, розподіляють так:

- магістральні, або живильні, розміщують, зазвичай, у польових умовах;
- від джерела постачання до мережі міста, трасують ці мережі паралельно із залізничними та автомобільними дорогами;
- розподільні, розміщують на вулицях у розділових смугах і під тротуарами;

- розвідні, прокладають у мікрорайонах від інженерних споруд до будинків; вони обслуговують квартали та групи будинків і є необхідними підземними спорудами для кожної вулиці й проїзду міста.

За призначенням каналізаційні мережі розподіляють так:

- мережі, що приймають, їх використовують для приймання стічних вод від систем внутрішньої каналізації; розташовують від будинків або приймальних зливових колодязів до збиральних мереж;

- мережі, що збирають, прокладають у розділових смугах вулиць або на території мікрорайону;
- відвідні мережі, їх розміщують зазвичай від мережі до очисних споруд.

Застосовують такі методи прокладання мереж:

- роздільний, для прокладання трубопроводів і кабелів (підземний, надземний на низьких опорах і надземний на високих опорах); застосовують під час влаштування живильних мереж та інженерних мереж, що відводять за межі міста (у межах міста цей метод використовують під час прокладання збірних і приймальних каналізаційних мереж, влаштування поливального водопроводу й зовнішнього освітлення);

- сумісний, для прокладання трубопроводів і кабелів в одній траншеї, що дає змогу розмістити в ній мережі водо-, теплопостачання та кабелі;

- сумісний, для прокладання в прохідному каналі, у якому дозволено розміщувати теплові, водопровідні мережі, кабелі та напірну каналізацію;

- сумісний, для прокладання в напівпрохідних каналах, рекомендований для прокладання розвідних інженерних мереж водопостачання, кабельних мереж, за відсутності в будинках централізованого теплопостачання;

- сумісний, для прокладання транзитних розвідних мереж у технічних підвалах будинків, «зчепленнях» між ними.

## 1.4 Схеми та системи водопостачання

Однією з необхідних умов забезпечення благоустрою міста є налагоджена система водопостачання. Системи водопостачання будинків повинні забезпечувати всі об'єкти мережі водою в необхідному обсязі, певної якості й під необхідним тиском. Якість води, яка подається залежить від призначення систем водопостачання. Під час облаштування системи водопроводу визначають кількість споживачів і норми споживання води. Для різних категорій споживачів установлені різні норми. Населенню вода потрібна для задоволення фізіологічних потреб: готування їжі, підтримання гігієни, господарсько-побутової діяльності. Установлювані норми води, що споживає особа за добу, залежить від ступеня благоустрою міста. Ураховують також витрати води на пожежогасіння, полив зелених насаджень тощо.

Ще одним споживачем є промислові підприємства, технологічний процес на яких майже завжди пов'язаний з витратами великої кількості води.

До системи водопостачання входить комплекс інженерних споруд, які призначені для добування води з природних джерел, поліпшення її якості, зберігання, транспортування й подавання споживачам. До неї належать водоприймальні, водопідіймальні, очисні, водонапірні і регулюючі споруди, магістральні водоводи й розподільні мереж, засоби автоматизації.

Залежно від різновиду водоспоживання розрізняють господарсько-питні, виробничі й протипожежні системи водопостачання.

Загалом до системи водопостачання належать такі основні елементи:

- водозабірні споруди, які здійснюють забір води з обраного об'єкта джерела; джерела водопостачання можуть бути підземними й поверхневими;
- споруди для піднімання й перекачування води – насосні станції, які створюють у водопровідних трубах тиск, необхідний для подачі заданої кількості води на необхідну висоту;
- споруди для очищення води;

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

*Схема водопостачання* – це взаємне розміщення споруд системи водопостачання. На вибір схеми водопостачання міст і населених пунктів впливають такі фактори: тип використаного джерела і якість води в ньому; різновид споживачів та їхні вимоги до якості води; рельєф місцевості; розміщення споживачів на плані; режим водоспоживання, продуктивність джерела і відстань від нього до споживачів; наявність штучних і природних перешкод для будівництва споруд; санітарні й екологічні умови.

Необхідну витрату води для міста забирають із джерел водопостачання, які можуть бути поверхневими (річки, озера, водосховища, ставки, тощо) або підземними (напірні й безнапірні, підруслові, артезіанські, джерельні водні шари). Для виробничих цілей промислових підприємств використовують також очищені промислові стоки.

Класичним прикладом системи водопостачання є система водопостачання міста з поверхневого джерела (рис. 1.1). За цією схемою вода з відкритої водойми надходить до водозабірних споруд, із яких насосами станції першого підйому подається на очисні споруди. На водоочисній станції поліпшують якість води, після чого вона подається в резервуар чистої води (далі – РЧВ), звідки забирається насосами станції другого підйому і перекачується у водопровідну мережу, що розподіляє воду окремими районами й кварталами населеного пункту. Для вирівнювання нерівномірності споживання води протягом доби і створення необхідного напору влаштовують водонапірну башту, яка, як і РЧВ, призначена для зберігання води, регулювання роботи насосів. Башта наповнюється водою коли насоси подають її більше, ніж витрачають споживачі; витрачається вода, коли споживання перевищує подачу.

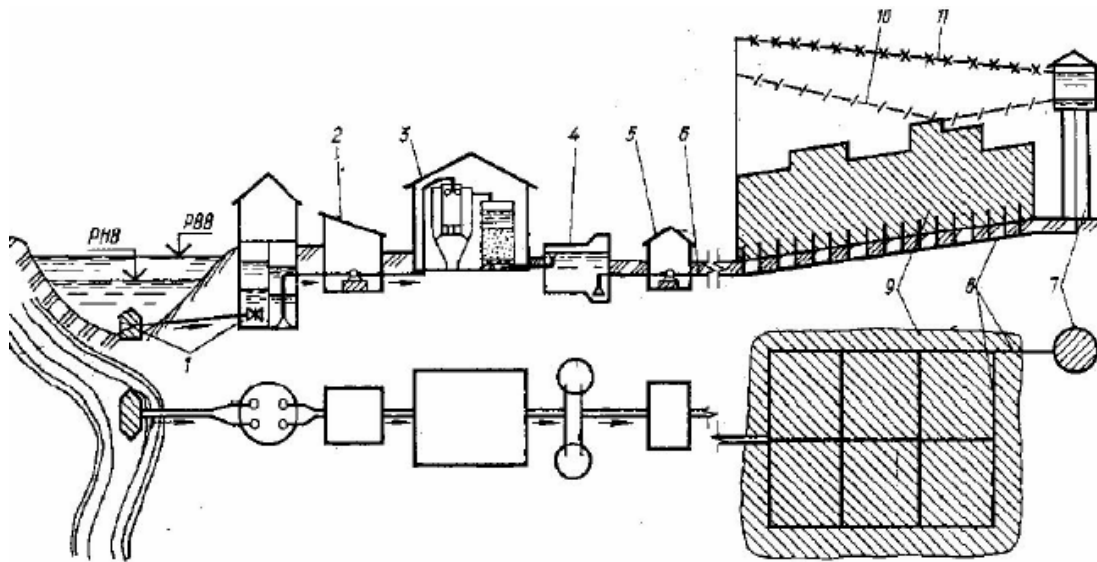


Рисунок 1.1 – Система водопостачання міста з поверхневого джерела:

1 – річковий водозабір; 2 – насосна станція першого підняття; 3 – водоочисна станція; 4 – резервуар чистої води; 5 – насосна станція другого підняття; 6 – водовід; 7 – водонапірна башта; 8 – водопровідна мережа; 9 – об’єкт водопостачання; 10 – п’єзометрична лінія в мережі в годину максимального водоспоживання; 11 – те саме в годину максимального транзиту води в башту

Для водопостачання використовують також підземні води, які порівняно з поверхневими мають менший вміст домішок, зокрема й радіоактивних, а також простішу будову водопровідних споруд. Якщо якість підземних вод не задовольняє вимогам споживачів, застосовують схему з очищенням води (рис. 1.2), а якщо підземні води за своїми фізико – хімічними та санітарними показниками відповідають вимогам щодо питної води, то застосовують найпростішу схему водопостачання.

Водопровідна мережа повинна забезпечувати подачу води до всіх точок її споживання не тільки в потрібній кількості, а й під належним вільним напором.

Під вільним напором розуміють висоту стовпа води над поверхнею землі, який установлюється у п’єзометричній трубці, підключеній до будь-якої точки водопровідної мережі. Подавання води від місця її видобування до місця споживання, називають транспортуванням.



Водоводи, що призначені для транспортування води від джерела до об'єкта, повинні бути економічними та надійними.

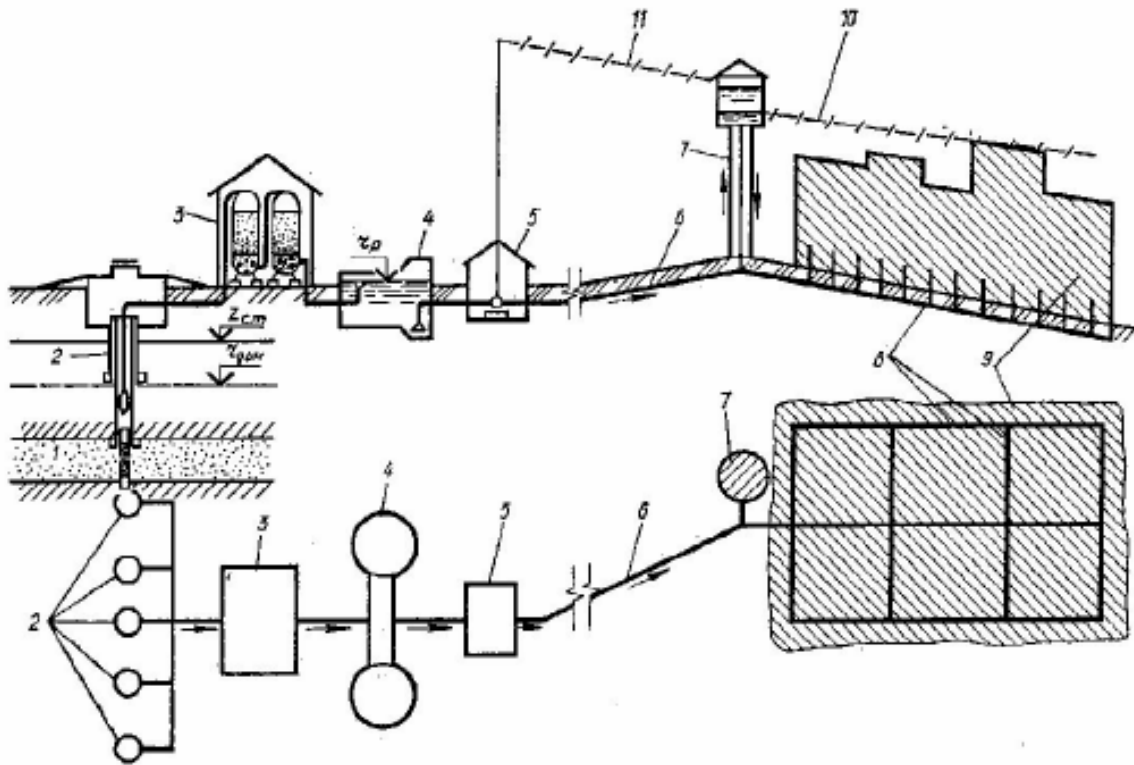


Рисунок 1.2 – Схема водопостачання з очищенням підземних вод:

1 – водоносний шар; 2 – свердловина; 3 – водоочисна станція; 4 – резервуар чистої води; 5 – насосна станція другого підняття; 6 – водовід; 7 – водонапірна башта; 8 – водопровідна мережа; 9 – об'єкт водопостачання; 10 – п'єзометрична лінія в мережі в годину максимального водоспоживання; 11 – те саме у

водоводі

Економічність полягає в тому, що вартість будівництва та експлуатації водоводу та пов'язаних із ним споруд має бути найменшою за умови безперервності подавання води споживачам, вона та обумовлюється економічно вигідним діаметром.

Надійність роботи водоводу забезпечується безперервністю подавання води, чого досягають за допомогою таких способів: влаштуванням на водоводі

різноманітних пристроїв і споруд, що забезпечують безаварійність його роботи; дублюванням ліній водоводу, що уможлиблює відімкнення окремих ліній на ремонт, не припиняючи при цьому подавання води споживачам (найчастіше використовують дві гілки); встановленням у кінцевих (а іноді й у проміжних) точках резервних ємностей, які подають воду споживачеві під час ремонту й ліквідації аварії на водоводі, здебільшого це роблять у групових водопроводах.

### **Питання для самоконтролю**

1. Як класифікують інженерні мережі, поясніть їх призначення?
2. Яку роль відіграють інженерні мережі у структурі міста?
3. Поясніть комплексний благоустрій міських територій.
4. Назвіть елементи систем водопостачання, їхнє призначення.
5. Якими є основні завдання роботи система водопостачання?
6. Як класифікують системи водопостачання?

## **2 ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ТРАСУВАННЯ І ПРОЄКТУВАННЯ ВОДОПРОВІДНИХ МЕРЕЖ, ЇХ ТИПИ**

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

Для транспортування води від джерел до об'єктів водопостачання використовують водоводи. Їх зазвичай виконують з двох гілок трубопроводів, що укладають паралельно одну до одної. Для подавання води безпосередньо до місць її споживання (до житлових будинків, цехів промислових підприємств) використовують водопровідну мережу.

Першочерговим завданням під час проєктування й розрахунку водоводів і водопровідних мереж є обґрунтування вибору трас ліній у плані. Трасування

мереж проводять виходячи з умови забезпечення необхідної надійності їхньої роботи й найменшої будівельної вартості.

Розміщення ліній водоводів та мереж обумовлюється такими умовами:

- місце розташування джерел водопостачання, особливості планування населеного пункту або промислового підприємства, розміщення великих споживачів води, форма і розміри житлових кварталів, цехів, зелених насаджень, розташування проїздів тощо;

- наявність природних або штучних перешкод для прокладання труб (річки, яри, канали, залізниця й шосейні дороги тощо);

- рельєф місцевості;

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

Під час трасування потрібно враховувати наступне:

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

- до кожного споживача вода повинна надходити найкоротшим шляхом;

- мережа повинна як найповніше охоплювати селітебну зону;

- необхідно враховувати перспективи розвитку населеного пункту;

- потрібно перетинати мінімальну кількість природних перешкод;

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

- перетинати проїзди й інші комунікації необхідно під прямим кутом;

- на трасах трубопроводів потрібно розміщувати мінімальну кількість штучних споруд, вони повинні бути зручними для експлуатації і проведення ремонтних робіт.

Трубопроводи з більшим діаметром необхідно прокладати на височині. Розрахунок водопровідної мережі полягає у визначенні економічно вигідних діаметрів труб усіх її ділянок і втрат напору на них.

Виконавши трасування мережі, установлюють режим подачі в неї води й визначають витрати води, які надходять у мережу, а також обсяги регулювальних ємностей. Подальша методика розрахунку і проєктування мережі полягає в наступному: намічають розрахункову схему відбору води з мережі; задають початковий розподіл потоків води окремими лініями мережі й знаходять розрахункові витрати води на ділянках; відповідно до тиску води, геологічних і інших місцевих умов обирають матеріал труб; визначають діаметр труб, втрати напору на ділянках; здійснюють гідравлічне ув'язування мережі, підбирають насоси, коригують прийняті спочатку витрати води, які подають в мережу.

## **2.2 Типи водопровідних мереж**

Під час вибору конфігурації мережі необхідно враховувати наступне:

- мережа повинна забезпечувати подачу води до всіх споживачів;
- обрана конфігурація мережі повинна гарантувати мінімальні витрати на її будівництво й експлуатацію;
- мережа повинна відповідати заданій категорії надійності подачі води.

За накресленням у плані водопровідні мережі можуть бути такими:

- розгалужені (або тупикові);
- кільцеві;
- змішані.

Тупикові мережі дешевші за кільцеві, але вони менш надійні щодо постачання водою споживачів, оскільки не забезпечують безперервності водопостачання. Їх застосовують в тих випадках, коли за умовами споживання можливі перерви в подаванні води на період, необхідний для ліквідації аварії, або коли в наявності є запаси води для постачання об'єкта протягом відновлення трубопроводу. У разі використання кільцевих мереж та наявності паралельно працюючих ліній аварія на будь-якій ділянці не спричиняє припинення подачі

води споживачам, винятком є ті, що безпосередньо живляться від ушкодженої ділянки.

Згідно з [2], водопровідні мережі мають бути кільцевими. Тупикові відгалуження можна використовувати для таких потреб:

- виробничих, якщо умови підприємства дають змогу переривати подавання води на час ліквідації аварії;
- господарсько-питних, якщо діаметр труб не перевищує 100 мм;
- пожежних, якщо довжина ліній не перевищує 200 мм;
- у населених пунктах, де кількість мешканців не більше 5 тис., а витрати води на зовнішнє пожежогасіння – до 10 л/с (довжина тупика може бути більшою за 200 м при наявності пожежних резервуарів і водойм, башти чи контррезервуара).

Міські й виробничі водопровідні мережі здебільшого передбачаються замкненими (кільцевими). Розгалужені мережі передбачають переважно в невеликих селищах (діаметр труб до 100 мм), якщо у випадку аварії можна допустити перерву у водопостачанні. На рисунку 2.1 наведені схеми водопровідних мереж.

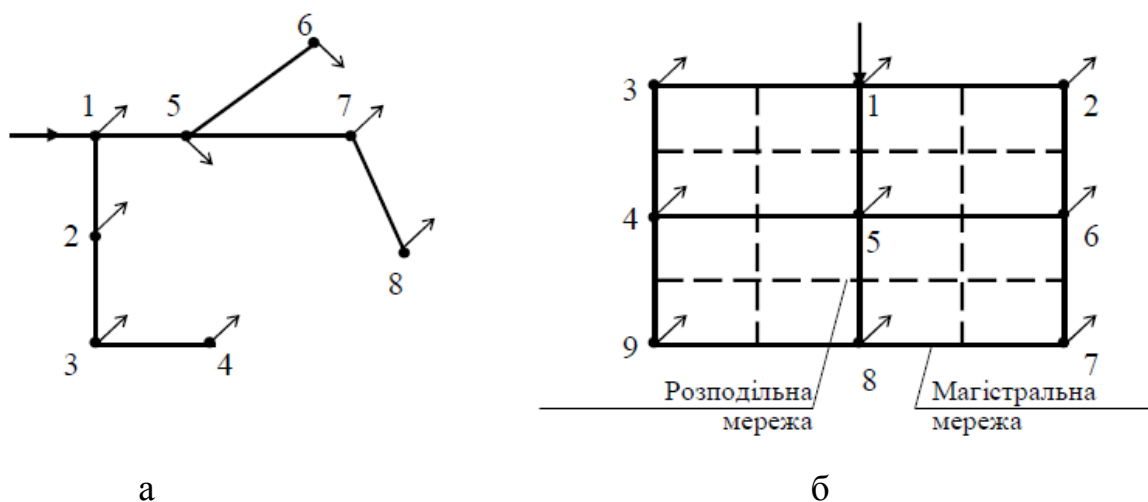


Рисунок 2.1 – Схеми водопровідних мереж:

а – тупикова, б – кільцева

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

Кільцеву водопровідну мережу умовно можна поділити на магістралі й перегородки. Магістралі прокладають уздовж основного руху води в населеному пункті, а перегородки використовують повною мірою у разі аварії на магістральних лініях.

Залежно від характеру роботи лінії водопровідної мережі розподіляють на магістральні й розподільні. Основне завдання магістральних ліній – транспортування води транзитом у віддалені райони. Від магістральних ліній відгалужується розвідна мережа. Воду розподіляють споживачам через будинкові вводи й пожежні гідранти (при пожежі), для цього використовують розподільні лінії. Діаметр розподільних ліній, на відміну від магістральних, не розраховують, а приймають відповідно до пропускної пожежної витрати.

В населених пунктах лінії водопровідних мереж прокладають, здебільшого, по вулицях і проїздах, тому обриси міської водопровідної мережі в значною мірою визначаються в процесі планування міста.

При трасуванні магістральної мережі варто виходити з таких міркувань:

- основний напрямок ліній магістральної мережі повинен співпадати з головним напрямком руху води по території міста, у цьому напрямку укладають декілька магістральних ліній, підключених паралельно, що забезпечує надійність водопостачання;
- основні транзитні магістралі повинні з'єднуватися між собою перемичками для можливості перерозподілу витрати води між магістралями в разі зміни режиму роботи мережі або у випадку аварії на окремих лініях; форма кілець, утворених магістралями і перемичками, повинна бути витягнутою уздовж основного напрямку води, а кількість працюючих паралельно магістральних ліній повинна бути найменшою при відстані між ними 300–1 000 м і 200–1 300 м між перемичками;

- магістральна мережа повинна забезпечувати водою всіх найбільших споживачів води, подавати воду до регулювальних ємностей і отримувати воду від усіх джерел живлення, водночас вона повинна рівномірно розташовуватися усією територією міста;
- магістральні лінії мережі повинні прокладатися по найвищих місцях, щоб напір у магістралях був невеликим і достатнім у розподільній мережі.

### **2.3 Споруди на міських водопровідних мережах**

*Колодязі* призначені для розміщення засувок, гідрантів й інших видів арматури й фасонних частин. Вони влаштовуються із залізобетону, цегли, бутобетону й інших місцевих матеріалів. У рідких випадках колодязі роблять із дерева. Якщо рівень ґрунтових вод вище дна колодязя, то в колодязі із зовнішньої сторони роблять гідроізоляцію на 0,5 м вище цього рівня. Для спуска в колодязь на горловині й стінках колодязя встановлюють сталеві рифлені або чавунні скоби, у деяких випадках допускається пристрій металевих сходів. Навколо люків колодязів, розташованих на ділянках без дорожніх покриттів або в зеленій зоні, улаштовуються вимощення шириною до 1 м з ухилом від люків. Вимощення й відповідно люки повинні бути вище прилягаючої території на 0,05 м. Люки колодязів на водоводах, що прокладають по незабудованій території, необхідно встановлювати вище денної поверхні землі на 0,2 м. На проїзній частині вулиць із удосконаленими покриттями кришки люків варто розташовувати на одному рівні з поверхнею проїзної частини. Колодязі бувають з горловиною та без горловини.

Деякі типи колодязів для сухих і мокрих ґрунтів наведені на рисунку 2.2, 2.3, 2.4.

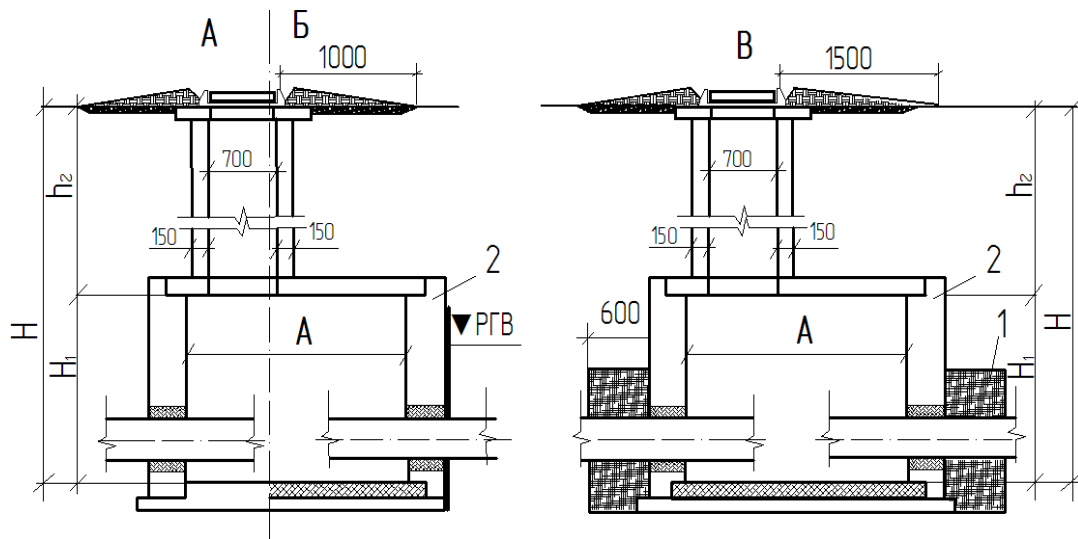


Рисунок 2.2 – Прямокутні колодязі з цегли або бетону:

1 – водотривкий замок; 2 – ґрунтовка;  $h_г$  – висота горловини;  $h_к$  – висота конуса;  
 $H$  – загальна висота колодязя;  $H_1$  – висота робочої частини

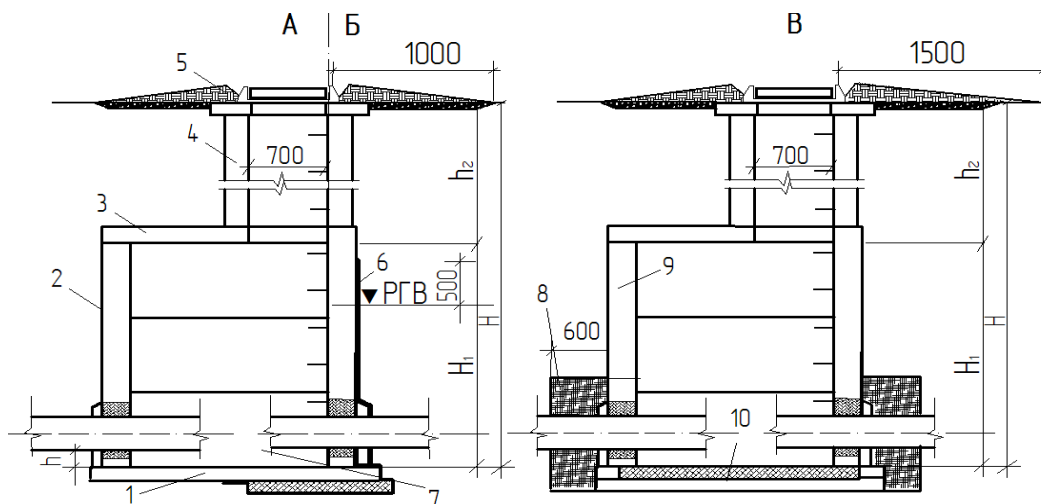


Рисунок 2.3 – Круглі колодязі діаметрами 1 000, 1 500 й 2 000 мм із збірного залізобетону:

А – для сухих ґрунтів; Б – при наявності ґрунтових вод; В – для ґрунтів поза межами міста; 1 – плита днища (утрамбований ґрунт із щебнями); 2 – кільця;  
 3 – плита; 4 – кільце горловини; 5 – вимощення; 6 – ґрунтовка бітумом, розведеним у бензині; 7 – трубопроводи; 8 – водотривкий замок; 9 – стінове кільце; 10 – гідроізоляція, плита днища, бетон, ущільнений ґрунт;  $h_г$  – висота горловини;  $h_к$  – висота конуса;  $H$  – висота колодязя загальна;  $H_1$  – висота робочої частини



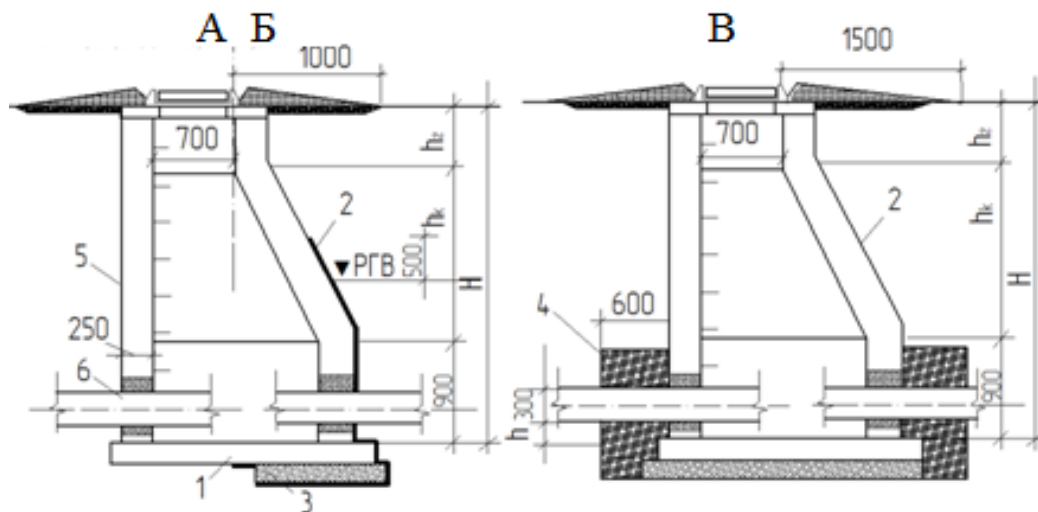


Рисунок 2.4 – Конусні колодязі діаметрами 1 000, 1 500 й 2 000 мм із цегли й бетону:

А – для сухих ґрунтів; Б – при наявності ґрунтових вод; В – для ґрунтів по за межами міста; 1 – плита днища (утрамбований ґрунт із щебнями); 2 – ґрунтовка бітумом, розведеним у бензині; 3 – плита днища (асфальт, бетон); 4 – водотривкий замок; 5 – стінове кільце; 6 – трубопроводи;  $h_r$  – висота горловини;  $h_k$  – висота конуса; Н – висота колодязя загальна

### Питання для самоконтролю

1. Яким є призначення магістральних водоводів?
2. Для чого призначені розподільні мережі?
3. Охарактеризуйте водопровідні мережі за типом і накресленням у плані.
4. Наведіть схеми розгалуженої і кільцевої мережі, перелічіть їх переваги й недоліки.
5. У чому полягає принципова різниця між магістральною та розподільною мережею?
6. Чим обумовлюється розміщення ліній водоводів та водопровідних мереж?
7. Назвіть основні принципи трасування водопровідних мереж.

## 3 ТРУБИ ТА АРМАТУРА ВОДОПРОВІДНИХ МЕРЕЖ

### 3.1 Матеріал для труб водопровідних мереж та способи їхнього з'єднання

Відповідно до умов роботи водопровідних ліній в процесі їхньої експлуатації до них пред'являються такі основні вимоги:

- міцність, тобто значний опір всім можливим внутрішнім і зовнішнім навантаженням;
- герметичність (водонепроникність);
- гладкість внутрішньої поверхні стінок, що забезпечує найменші втрати напору під часу руху води у трубах;
- довговічність;
- мінімальна вартість.

Для водопровідних ліній насамперед необхідно застосовувати неметалічні труби, і тільки якщо буде потреба – металеві – сталеві й чавунні. У сучасному будівництві водоводів і зовнішніх водопровідних мереж використовують чавунні, сталеві й пластикові труби.

Сталеві труби застосовують:

- у разі техніко-економічного обґрунтування;
- для переходів під залізницями й шосейними дорогами (під ділянками, де є динамічні навантаження);
- якщо робочий тиск більше ніж 1,2 МПа;
- для переходів через яри й водні перешкоди;
- у разі прокладання в мерзлих і просадних ґрунтах, що набухають, а також в заторфованих ґрунтах.

*Сталеві труби* мають високу міцність, порівняно невелику масу, здатність чинити опір зовнішнім динамічним навантаженням і вібраціям. Головним недоліком сталевих труб є те, що вони сильно піддаються корозії і у порівнянні з іншими трубами вони мають менший термін використання.

Випускають електрозварні холоднокатані сталеві труби, вони витримують тиск до 2,5 МПа, їхній діаметром становить 100–1 400 мм, з'єднують їх за допомогою зварювання.

*Чавунні розтрубні труби* ( $d = 65\text{--}1\ 200$  мм; довжина 2–7 м) міцні, мають значну протикорозійну стійкість, характеризуються простотою з'єднань і довговічністю.

Стики розтрубних з'єднань зашпаровують гумовими ущільнювачами або просмоленим, бітумним пасмом і чеканять азбестоцементною сумішшю. Недоліками цих труб є неоднакова міцність стиків, несприйнятливість повздовжніх зусиль, руйнування в разі ударних дій.

Виготовляють чавунні труби тільки розтрубні.

*Пластмасові труби* розподіляють на поліетиленові високої або низької щільності і вінілпластові. Залежно від величини витримуваного тиску відокремлюють чотири типи таких труб. Діаметр поліетиленових труб становить 10–630 мм, (з поліетилену високої щільності) і від 10 до 160 мм (з поліетилену низької щільності), а довжина 6, 8, 10, 12 м. Довжина труб з вінілпласту становить 5–12 м, діаметр – від 6 до 150 мм, робочий тиск – 0,25, 0,6 та 1 МПа.

Пластмасові труби значно легші за інші труби, мають більшу пропускну здатність, не піддаються корозії й не заростають, монтувати їх нескладно.

Однак вони відрізняються великим коефіцієнтом лінійного розширення, вони швидше зношуються внаслідок дії сонячного світла й низьких температур.

Під час вибору матеріалу для труб необхідно приділити увагу технологічній безвідмовності трубопроводів, що визначається рівнем пошкоджуваності в процесі експлуатації.

### 3.2 Вимоги до розташування мережі

Водопровідні мережі прокладають паралельно до лінії забудови й по можливості, поза бетонними й асфальтовими покриттями. Між собою й проїздами трубопроводи повинні перетинатися під прямим кутом.

Відстані від трубопроводу повинні бути такими (не менше):

- до осі залізничної колії – 4 м (але не менше глибини траншеї);
- до осі трамвайних шляхів – 2,75 м;
- до бордюрного каменю автодороги – 2м;
- до кабелів зв'язку – 1,5 м;
- до газопроводу – 1–2 м;
- до електрокабеля з напругою до 35 В – 1 м;
- до опертів зовнішнього освітлення, зв'язку – 1,5 м;
- до огорожень територій – 1,5 м
- до фундаментів будинків та споруджень – більше 5 м (за відповідного обґрунтування допускається 3 м, але з обов'язковим укладанням у футляри);
- до стовбурів дерев – 2 м.

Відстані між мережами по горизонталі у світлі:

- до дренажних ліній і водостоків – 1,5 м;
- до газопроводів:  $P < 0,3$  МПа;  $0,3 < P < 0,6$ –1,5;  $P > 0,6$  – 2 м;
- до силових кабелів – 0,5 м;
- до кабелів зв'язку – 0,5 м;
- до теплотраси – 1,5 м;
- до каналізаційних мереж, якщо діаметр водопровідних труб до 200 мм – 1,5 м; понад 200 мм – 3 м.

Водопровідні труби в місцях перетинання потрібно прокладати вище за каналізаційні, а відстань між стінками труб по вертикалі повинна бути не меншою ніж 0,4 м.

У разі прокладання водопровідних труб нижче за каналізаційні, потрібно використовувати сталеві труби й і розміщувати їх в сталевому футлярі. При цьому відстань від кінця футляра до каналізаційних труб повинна бути не менше ніж 5 м для глинястих ґрунтів і не менше ніж 10 м для піщаних (в обидва боки від осі перетинання).

Водопровідні лінії прокладають відповідно до рельєфу місцевості з постійною глибиною закладання. Труби потрібно укласти з ухилом, 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 облаштовані великою кількістю підземних комунікацій різного призначення, доцільно прокладати їх у прохідних або напівпрохідних колекторах.

Під залізничними коліями водопровідні лінії зазвичай прокладають у прохідних каналах або в металевих футлярах – кожухах. Перетинання водопровідних ліній з річками доцільно виконувати шляхом прокладання труб під дном ріки – так званім дюкером.

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

### **3.3 Різновиди арматури на водопровідних мережах та її призначення**

Необхідний режим експлуатації й підвищення надійності водоводів і водопровідних мереж забезпечується запірною, регулюючою, запобіжною, водорозбірною, контрольно–вимірною арматурою.

Запірну арматуру використовують для повного перекриття окремих ділянок трубопроводів. До такої арматури належать засувки, кульові крани, вентилі, поворотні затвори.

При великих діаметрах трубопроводів і відносно невеликих тисках замість засувок можуть встановлюватися дискові поворотні затвори. Ці затвори дозволяють швидше перекривати потік води.

До водозабірної арматури належать водорозбірні крани, водорозбірні колонки, пожежні гідранти, крани для поливання, фонтанчики. Водорозбірні колонки встановлюють у районах житлової забудови з будинками, що не містять внутрішнього водопроводу.

Запобіжна арматура перешкоджає руйнуванню трубопроводів і сприяє збереженню їхньої постійної пропускної здатності. До неї належать зворотні клапани й запобіжні клапани, вантузи, гасильники ударів. Запобіжні клапани унеможливають підвищення тиску понад припустимий, зворотні клапани сприяють спрямуванню руху води тільки в одному напрямі.

### **Питання для самоконтролю**

1. Які труби використовуються для водопровідних мереж?
2. Наведіть основні види з'єднань труб для водопровідних мереж.
3. Перелічіть фасонні частини для з'єднання водопровідних труб.
4. Яка арматура використовується в водопровідних мережах та її призначення?

## **4 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ВОДОВІДВЕДЕННЯ**

### **4.1 Призначення та класифікація систем каналізації**

Системи каналізації населених місць призначені для приймання і транспортування стічних вод, їхнього очищення і знешкодження, утилізації корисних речовин, що утримуються в них, і скидання очищених вод.

Система каналізації складається із наступних елементів: внутрішніх каналізаційних улаштувань будівель, зовнішньої внутрішньоквартальної каналізаційної мережі, зовнішньої вуличної каналізаційної мережі, насосних станцій і напірних трубопроводів, очисних споруд і улаштувань для випуску очищених стічних вод до водоймищ.

Системи каналізації можна класифікувати за наступними ознаками:

- залежно від надходження стічних вод;
- за напором;
- за схемою відводу стічних вод;
- за схемою трасування;
- за призначенням;
- за басейнами каналізування;
- за методом видалення стічних вод.

#### **4.2 Системи водовідведення. Різновиди стічних вод**

Стічні води, які утворюються в межах населених пунктів і промислових підприємств, поділяють на:

- побутові, які утворюються в житлових, адміністративних, комунальних будинках, а також у побутових приміщеннях промислових підприємств;
- виробничі, які утворюються під час використання води в різних технологічних процесах виробництва;
- дощові, які утворюються внаслідок випадання опадів, танення снігу.

Стічні води зазначених категорій містять певну кількість забруднень, що різняться за хімічним складом, фазовим станом. Найнебезпечнішими щодо санітарної безпеки є побутові стічні води.

У сучасних упоряджених населених місцях для видалення стічних вод за межі території влаштовують різноманітні системи централізованої каналізації.

Залежно від того, які категорії стічних вод відводить каналізаційна мережа, розрізняють такі системи каналізації:

- Загальносплавна. Усі різновиди стічних вод надходять до очисних споруд по одній підземній мережі трубопроводів. Перевагами цієї системи є повне знешкодження стічних вод, до того ж якість очищеної суміші стічних вод відповідає необхідним для водойми показникам.

- Повна роздільна. 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 на витрати тільки побутових і виробничо-побутових стічних вод. Недоліки: необхідність будівництва двох окремих мереж, скидання неочищених дощових вод у водойми.

- Напівроздільна. Як і за повної роздільної системи улаштовують дві окремі мережі: одну – для побутових і виробничих стоків, іншу – для дощових і талих вод. Головні колектори, що відводять стоки до очисних споруд, улаштовують загальносплавними. Стоки дощової каналізації надходять у них через розподільні камери, які пропускають лише обмежений обсяг дощових вод. У разі його перевищення відбувається скидання дощових вод у водойму (тільки дощових). Отже, за такої системи під час дощу у водойму потрапляє найменша кількість забруднень.

- Неповна роздільна. Використовують одну водовідвідну мережу для відводу побутових і виробничо-побутових стічних вод. Дощові води у водойми відводяться відкритими лотками, кюветами, каналами.

- Комбінована. У різних районах міста будують різні системи каналізації.

- Систему водовідведення обирають на підставі техніко-економічних порівнянь, урахувавши рельєф місцевості і санітарно-гігієнічних вимоги.



Характерною особливістю загальносплавних систем (рис. 4.1) є влаштування на головному колекторі зливоспусків, через які під час інтенсивних дощів у разі перевищення витрати, частина суміші стічних вод скидається до водойми. Унаслідок того, що витрата дощових вод у десятки разів перевищує витрату побутових стічних вод відбувається розведення і концентрація забруднень у суміші стає значно меншою. Таке скидання суміші побутових і дощових стічних вод спостерігається протягом короткого часу – близько 100 годин на рік. Частину стічних вод до водойми скидають, щоб зменшити обсяги головних колекторів і напірних водогонів, потужності насосних станцій та очисних споруд і зменшити початкові будівельні витрати.

Загальносплавну систему не можна застосувати, при малоповерховій та розосередженій забудові. Це обумовлено тим, що в суху погоду, за відсутності дощу швидкість руху води в трубопроводах буде недостатньою для самоочищення і це призведе до випадіння осаду та його загнивання.

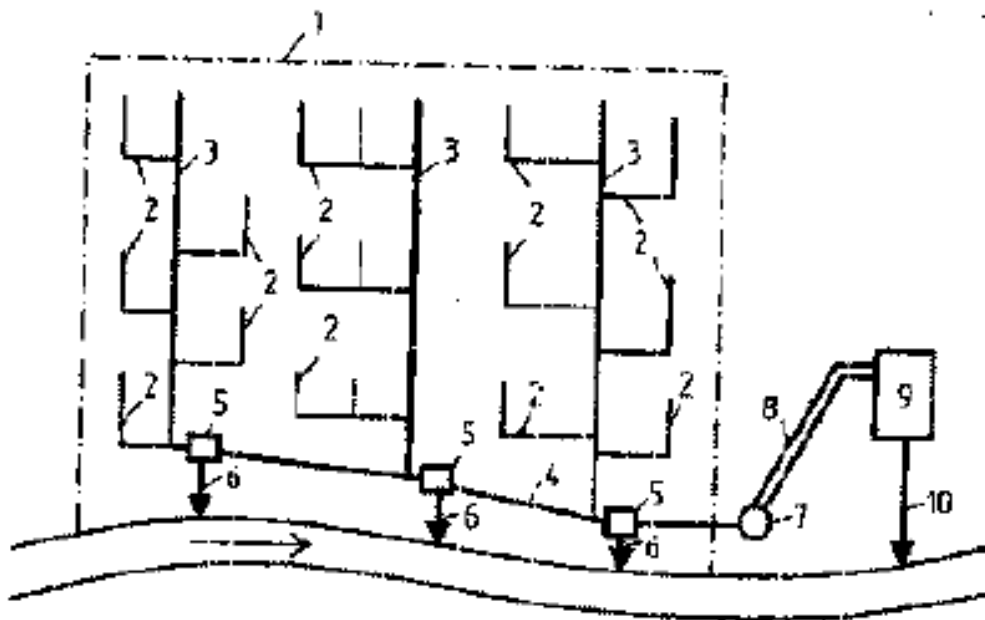


Рисунок 4.1 – Схема загальносплавної системи водовідведення:  
 1 – межа міста; 2 – вулична мережа; 3 – колектори басейнів; 4 – головний колектор; 5 – зливоспуски; 6 – випуск дощових вод; 7 – насосна станція;  
 8 – напірні водогони; 9 – очисні споруди; 10 – випуск

Загальносплавна система має такі недоліки:

- побутові стічні води надходять до водойми, що може призвести до його бактеріального забруднення;
- під час сильних злив унаслідок переповнення мережі, особливо в низьких місцях, можливе підтоплення підвалів будинків;
- під час повені в районах, розташованих нижче горизонту повеневих вод можуть бути підтоплені підвали будинків;
- складність експлуатації насосних станцій та очисних споруд через нерівномірність припливу дощових вод.

Обов'язковою умовою застосування загальносплавної системи є наявність поряд з об'єктом водовідведення потужних проточних водойм, у які можна скидати неочищені стічні води, адже об'єм стічних вод, що скидаються, та їхня забрудненість залежать від витрат води в річці та здатності річки до самоочищення.

Повна роздільна система має дві або більше водовідвідних мереж, кожна з яких призначена для відведення стічних вод певної категорії (рис. 4.2).

На локальні чи централізовані очисні споруди для очищення подають не всі дощові води, а лише найбільш забруднену їх частину, що становить приблизно 70 % річного стоку; 30 % дощових вод, менш забруднених, під час сильних злив скидають до водойми без очищення. Для розділення дощового стоку на частини використовують розподільні камери.

Перевагою роздільних систем є те, що робота мереж і споруд, призначених для відведення побутових стічних вод, є рівномірною і постійною, тому, що на неї не впливають атмосферні явища. Недоліками повної роздільної системи водовідведення є те, що дощові й поливально-мийні стічні води скидають до водойми без очищення (за відсутності очисних споруд); необхідність будівництва двох окремих мереж – побутової й дощової. Щодо санітарно-гігієнічних вимог повна роздільна система з очищенням поверхневого стоку є кращою за загальносплавну, а роздільна система без очищення дощового стоку рівнозначна до загальносплавної.

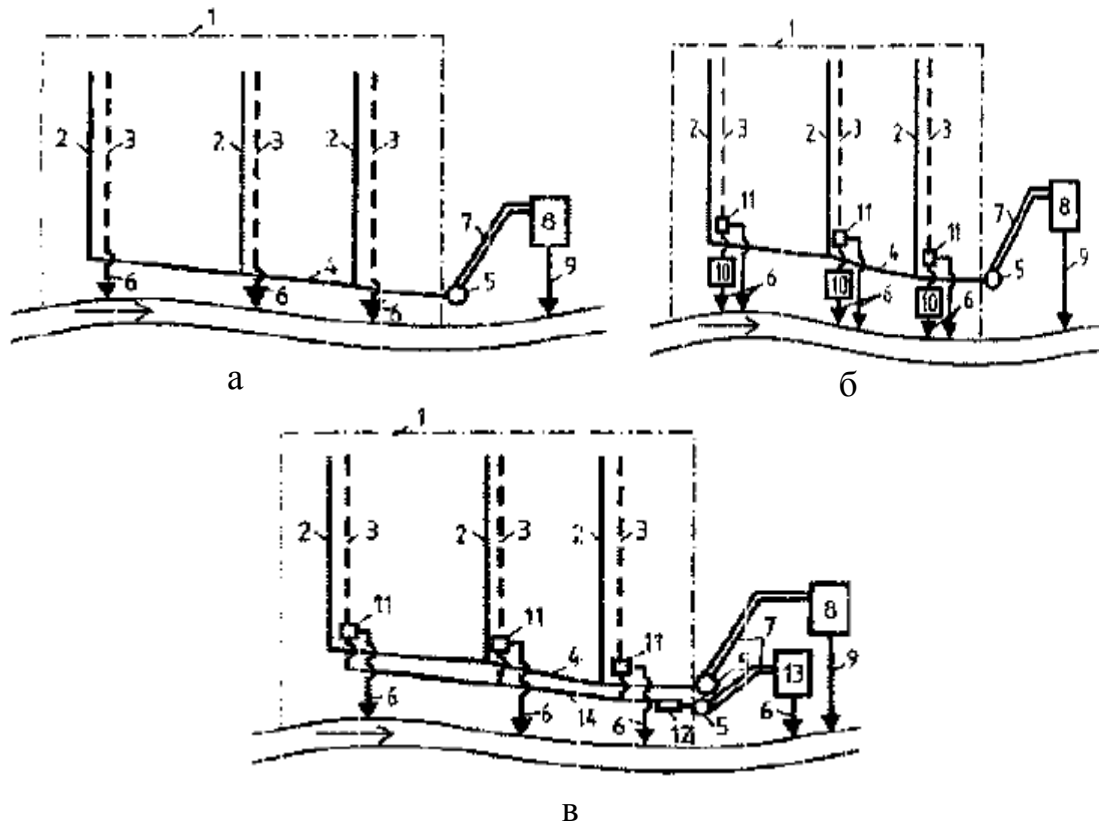


Рисунок 4.2 – Схеми повної роздільної системи:

а – без очищення поверхневого стоку; б – з очищенням поверхневого стоку на локальних очисних спорудах; в – з очищенням поверхневого стоку на централізованих очисних спорудах;

1 – межа міста; 2 – побутова мережа міста; 3 – дощова мережа; 4 – виробнича мережа; 5 – насосна станція; 6 – випуск дощових вод; 7 – напірні трубопроводи; 8 – очисні споруди побутових стічних вод; 9 – випуск очищених побутових стічних вод; 10 – локальні очисні споруди; 11 – розподільні камери; 12 – регулювальний резервуар; 13 – централізовані очисні споруди; 14 – колектор дощової мережі

Напівроздільна система (рис. 4.3). У місцях перетину колекторів дощової мережі з головним колектором побутової мережі встановлюють розподільні камери, які дозволяють перепускати найбільш забруднені дощові води при малих витратах у побутову мережу і відводити їх по загальному колектору на очисні

споруди, а під час зливів – скидати порівняно чисті дощові води безпосередньо у водойму.

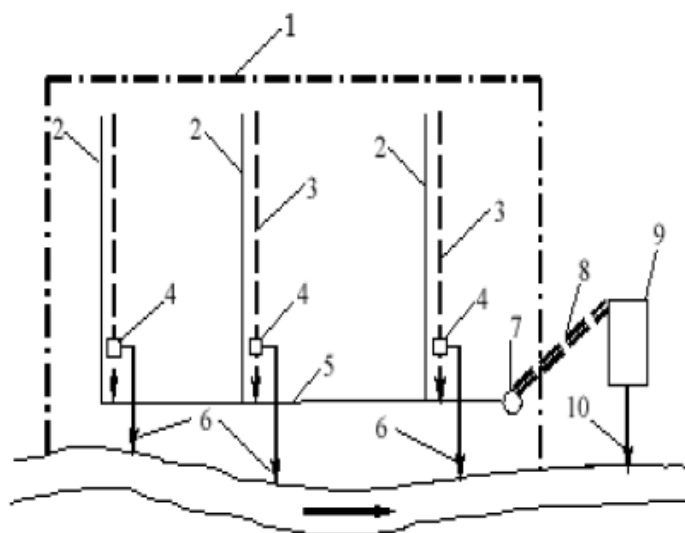


Рисунок 4.3 – Схеми напівроздільної системи:

1 – межа міста; 2 – побутова мережа; 3 – дощова мережа; 4 – розподільні камери; 5 – загальносплавний головний колектор; 6 – випуск дощової води; 7 – насосна станція; 8 – напірні трубопроводи; 9 – очисні споруди; 10 – випуск очищених стічних вод

Неповна роздільна система передбачає відведення побутових стічних вод закритою мережею до очисних споруд і неорганізований відвід у водоймище атмосферних вод. Такі системи водовідведення використовують на невеликих об'єктах. Зазвичай вони є проміжним, першим етапом будівництва повної роздільної системи, що дає змогу за мінімальних трудових і матеріальних витрат вирішити першочергові санітарні й господарські завдання. Другим етапом є будівництво закритої дощової мережі.

Комбінована система передбачає влаштування на території міста декількох різних систем водовідведення, наприклад загальносплавної та повної роздільної.

Така необхідність виникає:

- під час реконструкції загальносплавної системи водовідведення в повну роздільну, коли в певній частині міста для відведення побутових стічних

вод використовують наявну мережу, а для відведення дощових вод будують нові дощові мережі;

- у містах, які мають різний характер забудови: малоповерхова та багатоповерхова зони;
- у містах з різним рельєфом місцевості.

З усіх розглянутих вище систем здебільшого використовують такі: у великих містах – загальносплавну або частіше, повну роздільну систему, у малих містах – неповну роздільну.

#### **4.3 Відведення стічних вод від населених пунктів. Основні елементи водовідведення**

Водовідвідна мережа має забезпечувати швидке, безперервне й надійне відведення стічних вод з місць їхнього утворення. Ці вимоги найкраще забезпечує самопливний спосіб відведення стічних вод. у разі влаштування закритих водовідвідних систем їх конструкція повинна забезпечувати можливість доступу до трубопроводів з метою нагляду за їхнім станом, режимом роботи та виконанням профілактичних і ремонтних робіт. У конструкції мережі потрібно передбачати її вентиляцію – організоване видалення шкідливих і небезпечних випарів і газів, які становлять небезпеку для населення, експлуатаційного персоналу та можуть стати причиною руйнування мережі. Видалені системою вентиляції забруднення не повинні погіршувати санітарні умови в населених пунктах. Водовідвідні мережі та споруди мають бути довговічними й забезпечувати надійне відведення стічних вод. Конструкцією мережі необхідно передбачати також можливість зменшення негативного впливу стічних вод на навколишнє середовище у разі аварії. Довговічність водовідвідних мереж і споруд має співвідноситися з довговічністю основних споруд об'єкта водовідведення.

Об'єктами водовідведення є будинки житлового, громадського, виробничого та спеціального призначення, обладнані внутрішнім водопроводом і водовідведенням.

*Схема водовідведення* – послідовність відведення стічних вод від місця їхнього утворення до місця скиду у водний об'єкт або для утилізації.

Схема каналізації населеного пункту складається з таких основних елементів: внутрішнього каналізаційного обладнання будівель та споруд, дворової та вуличної каналізаційної мережі, колекторів, каналізаційних насосних станцій і напірних трубопроводів, очисних споруд та випусків очищених стічних вод у водоймище. Для прийому та відведення дощових вод улаштовують систему внутрішніх водостоків.

Внутрішнє каналізаційне обладнання призначене для прийому стічних вод і відведення їх за межі будинку. В житлових та громадських будинках приймачами стічних вод є санітарні прилади. На промислових підприємствах для прийому стічних вод використовують спеціальні приймачі у вигляді лійок, трапів, лотків, які встановлюють безпосередньо біля апаратів та технологічного обладнання.

Водовідвідні мережі складаються з внутрішніх, внутрішньо–квартальних (дворових, внутрішньомайданчикових) і зовнішніх мереж.

*Зовнішня водовідвідна мережа* – система трубопроводів і каналів, якими стічні води транспортуються самопливом до насосних станцій, на очисні споруди або до водойми.

*Вуличні каналізаційні мережі* – система підземних трубопроводів, які приймають стічні води від дворових (квартальних), заводських та внутрішньоквартальних мереж. На ділянці від внутрішньоквартальної до вуличної мережі в межах кварталу на відстані 1,0-1,5 м від червоної лінії забудови (межі кварталу) у разі самопливного відведення стічних вод розташовують контрольний колодезь.

Зовнішня каналізація складається з підземних трубопроводів, якими з будинків стічні води самопливом надходять до насосних станцій.

Внутрішньоквартальна мережа приєднується до вуличної. У місцях з'єднання споруджують контрольні колодязі, розташовувані в межах червоних ліній вулиць.

Територію міста, що каналізують розбивають на окремі басейни по границі вододілів. Вуличну каналізацію з'єднують в межах одного басейну й спрямовують у головний колектор. На знижених ділянках колекторів улаштовують насосні станції для підйому стічних вод і забезпечення їхнього подальшого самопливного стікання (напірний колектор). Колектори великого діаметра називаються каналами.

Каналізаційні мережі проєктують на підставі генплану. За абсолютними горизонталями на рельєфі місцевості за вододілами визначають границі басейнів каналізування і напрями укладання головних колекторів, урахувавши природний ухил. Потім проєктують приєднання до них і внутрішньоквартальні мережі.

Отже, водовідвідні мережі проєктують так, щоб стічні води з обслуговуваних ними територій, відводились самопливом і прокладають їх за рельєфом місцевості. До того ж усю територію розподіляють на басейни водовідведення або каналізування.

*Басейном водовідведення* називають частину території каналізованого об'єкта, обмежену лініями вододілу та межами території, з якої стічні води відводять самопливом.

Ділянка водовідвідної мережі, до якої збираються стічні води від вуличних мереж одного або кількох басейнів, називається *колектором*.

Колектори поділяють на:

- головні, у які надходять стічні води з двох і більше колекторів басейнів;
- колектори басейнів водовідведення, у які надходять стічні води з водовідвідної мережі одного басейна;

- позаміські колектори, які відводять стічні води транзитом за межі об'єкта водовідведення до насосної станції, на очисні споруди або до місця випуску до водойми.

Огляд, прочищення та промивку трубопроводів самопливної мережі здійснюють через оглядові колодязі або камери, які влаштовують на водовідвідній мережі.

У разі перетину колектора з природними чи штучними перешкодами або підземними спорудами влаштовують дюкери, переходи й естакади.

За значних заглиблень самопливних водовідвідних трубопроводів влаштовують насосні станції підйому та перекачування стічних вод, які залежно від призначення розподіляють на:

- місцеві, призначені для перекачування стічних вод від одного або кількох недало розташованих будинків або житлових кварталів;
- підкачувальні, для підняття стічних вод у колектори на вищі відмітки;
- районні, призначені для перекачування стічних вод від окремих районів або басейнів;
- головні, для перекачування основної частини або всіх стічних вод від населеного пункту або промислового підприємства до очисних споруд.

Очисні станції призначені для очищення стічних вод до нормативних показників, що дозволяють випускати їх у природні водні об'єкти. Склад комплексу очисної станції залежить від концентрації та виду забруднень стічних вод, їх витрати та нормативних вимог щодо якості очищених стічних вод.

*Випуском* називають трубопровід або канал для відведення очищеної стічної води від очисної станції у водойму. За необхідності, у ньому передбачають пристрій для перемішування стічної води з водою водойми. На колекторах перед насосними станціями влаштовують аварійні випуски, які призначені для скидання стічної води до водойми у разі аварії.



#### 4.4 Схеми каналізаційних мереж

Під схемою водовідведення розуміють технічне та економічно обґрунтоване розміщення на плані об'єкта елементів системи водовідведення (мереж, насосних станцій, очисних станцій та інших споруд). Схеми водовідвідних мереж населених пунктів обирають на підставі генплану, ураховуючи рельєф місцевості, ґрунтові умови, розташування водоймищ, а також поетапність будівництва каналізації. Оскільки місцеві умови значно різняться, то обрати типові схеми водовідведення населених пунктів важко. Однак виокремлюють схеми, що використовують найчастіше:

- Перпендикулярна схема (рис. 4.4, а), за якої колектори басейнів каналізування трасують перпендикулярно до напрямку руху води у водоймі. Таку схему застосовують за наявності ухилу поверхні землі щодо водойми і якщо необхідно відвести стічні води, які не потребують очищення (дощові, умовно чисті).

- Пересічена схема (рис. 4.4, б), за якої колектори басейнів каналізування трасують перпендикулярно напрямку руху води у водоймі й перехоплюють головним колектором, трасування якого здійснюють паралельно до річки. Таку схему застосовують у разі плавного падіння рельєфу місцевості й необхідності очищення стічних вод.

- Паралельна схема (рис. 4.4, в), за якої колектори басейнів каналізування трасують паралельно або під невеликим ухилом до напрямку руху води у водоймі й перехоплюють головним колектором, що транспортує стічні води до очисних споруд перпендикулярно до напрямку руху води у водоймі. Цю схему застосовують у разі різкого зниження рельєфу місцевості в бік водойми. Вона сприяє уникненню підвищення в колекторах швидкості руху води, що призводить до руйнування трубопроводів.

- Зонна схема (рис. 4.4, г). територію, що каналізується, розбивають на дві зони: з верхньої стічні води надходять до очисних споруд самопливом, а з

нижньої – перекачують насосною станцією. Кожна зона відповідає схемі, аналогічній до однієї з наведених вище.

- Радіальна схема (рис. 4.4, д). Стічні води очищують на двох або більше очисних станціях. Таку схему застосовують у разі складного рельєфу місцевості й каналізуванні великих міст.

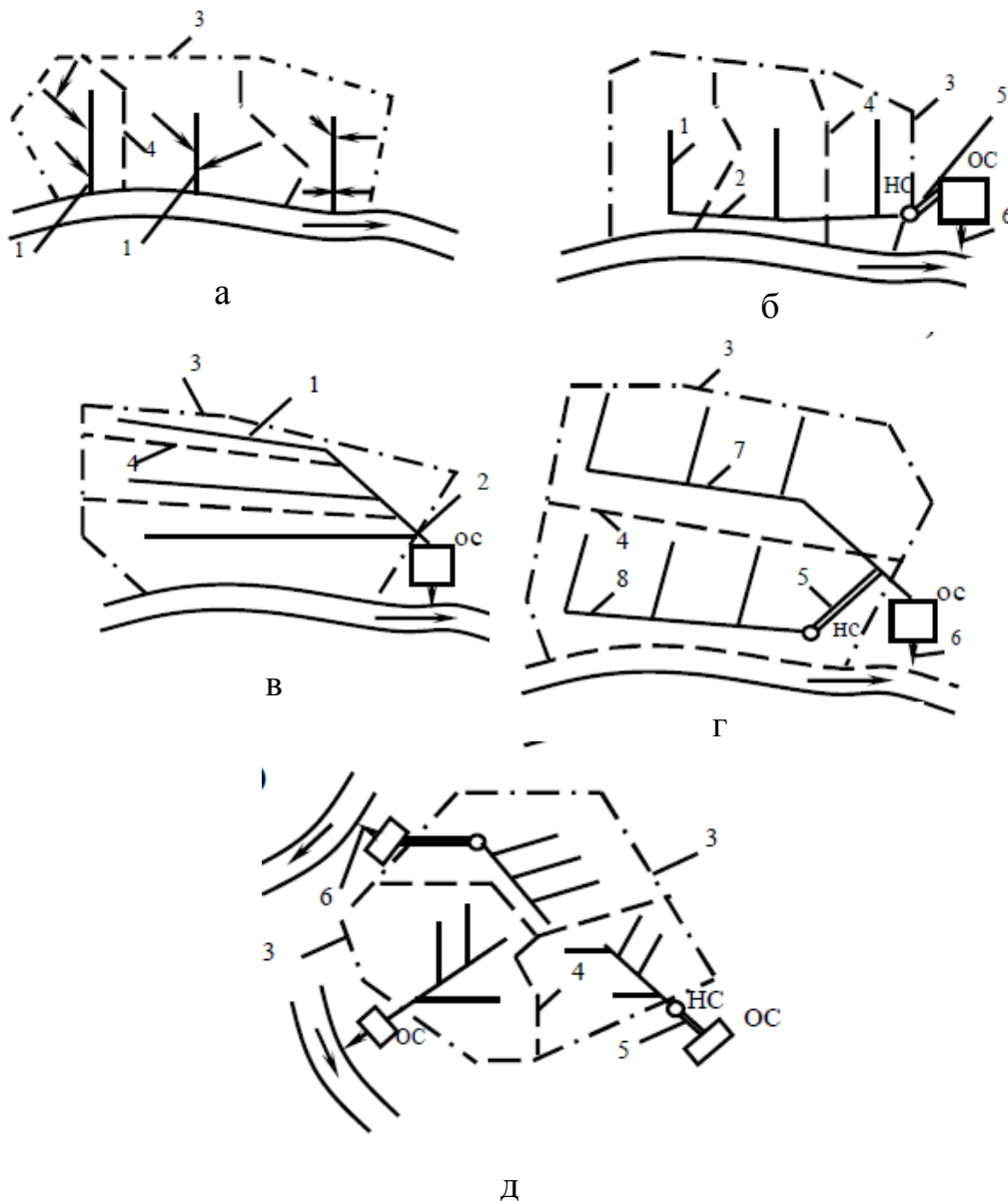


Рисунок 4.4 – Схеми міських мереж водовідведення:

а – перпендикулярна; б – пересічна; в – паралельна; г – зонна; д – радіальна;  
 1 – колектори басейнів; 2 – головні колектори; 3 – межа міста; 4 – межі басейнів водовідведення; 5 – напірний трубопровід; 6 – випуск; 7, 8 – колектори зон

Вуличні водовідвідні мережі, що обслуговують житлові квартали, проєктують за такими схемами (рис. 4.5):

- охоплювальна;
- за пониженою стороною кварталу;
- черезквартальна.

Схема трасування вуличних мереж обумовлюється рельєфом місцевості, розмірами кварталів і типом забудови, вуличними мережами.

Охоплювальну схему трасування водовідвідних вуличних мереж (рис. 4.5, а) застосовують, якщо ухил поверхні землі невеликий (менше ніж 0,005–0,007), у кварталах великих розмірів (більших ніж 450 м) і для таких кварталів, у яких будинки розташовані по периметру (це квартали малоповерхової або старої забудови).

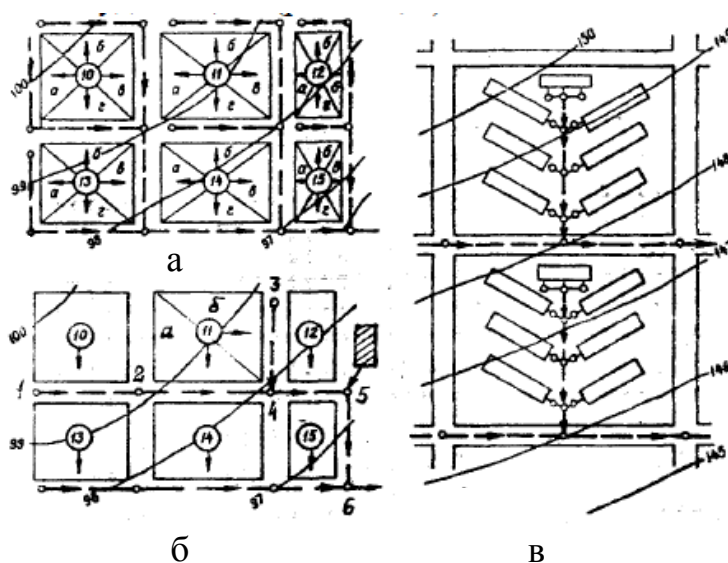


Рисунок 4.5 – Схеми трасування каналізаційних мереж:

а – за охоплювальною схемою; б – трасування за зниженою стороною кварталу;  
в – черезквартальна; 1–6 – вузлові колодязі, 10–15 – номери кварталів

У разі трасуванні за зниженою стороною кварталу (рис. 4.5, б) водовідвідні мережі прокладають лише з однієї або двох (нижніх) боків кварталів. Таку схему застосовують, якщо ухил місцевості значний і розміри кварталів невеликі.

Черезквартальна схема трасування передбачає прокладання вуличних мереж усередині кварталів. Таку схему трасування водовідвідних мереж застосовують у разі наявності детального плану забудови кварталу або для кварталів, через які проходять тальвеги (улоговини), узгоджуючи її з архітектурно-планувальним управлінням міста. Використання такої схемитрасування дає змогу на 30–40 % скоротити довжину вуличних мереж та на 10–20 % – вартість будівництва (рис. 4.5, в).

#### **4.5 Трасування та основи проєктування каналізаційних мереж**

Трасування каналізаційних мереж обумовлюється рельєфом місцевості, ґрунтовими умовами і розташуванням водоймищ. Проєктування мереж здійснюється у такій послідовності:

- Територію об'єкта, що каналізується розділяють лініями водоподілів на басейни каналізування.
- Зниженими місцями трасують колектори басейнів каналізування.
- Трасують головні колектори, перехоплюючи колектори басейнів каналізування в напрямку до очисних споруд.
- Трасують вуличні мережі так, щоб довжина кожної гілки вуличної мережі була мінімальною.

Основні правила проєктування каналізаційних мереж є такими:

Трубопроводи водовідведення потрібно укласти прямолінійно. У місцях їхнього з'єднання, а також зі зміною напрямку, ухилу й діаметра потрібно передбачати влаштування колодязів.

1. Кут повороту потоку стічних вод у плані повинен бути не більше 90°.

2. За необхідності утворення більшого кута повороту необхідно в поворотному колодязі передбачити перепад.

3. Розрахункова швидкість потоку за течією при збільшенні витрат повинна не зменшуватися, а зростати.

4. Розрахункова швидкість у бічному приєднанні не повинна перевищувати швидкість в основному трубопроводі.

Нехтування правилами 3 і 4 призводить до замулювання трубопроводу.

Під час проєктування каналізаційної мережі вирішують основне завдання гідравлічного розрахунку – визначають розрахункової витрати стічних вод  $q$ , л/с; діаметр труб  $d$ , мм; швидкості  $v$ , м/с; наповнення  $h/d$ ; ухил колектора, ураховуючи ухил місцевості уздовж траси колектора.

До того ж необхідно мати на увазі, 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 дає змогу:

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

Для запобігання замулюванню колекторів установлюють мінімальні самоочищувальні швидкості руху стічних вод залежно від їхнього діаметра.

При проєктуванні також необхідно дотримуватися так званого «правила швидкостей» – швидкість на наступній ділянці повинна бути більша, або в крайньому випадку, рівна попередній, тобто повинна постійно збільшуватися.

### **Питання для самоконтролю**

1. Як вибираються схеми каналізації?
2. Як відбувається трасування каналізаційних мереж?
3. Які труби використовуються для каналізації?

4. Які є типи з'єднань каналізаційних труб?
5. Які схеми водовідведення застосовуються в населених пунктах?
6. Перелічіть основні елементи зовнішньої каналізаційної міської мережі.

## **5 ТЕПЛОВІ МЕРЕЖІ**

### **5.1 Класифікація систем тепlopостачання**

*Система тепlopостачання* – це комплекс інженерного обладнання, що забезпечує виконання трьох завдань:

- вироблення тепла;
- транспортування тепла до місць споживання;
- розподіл тепловий енергії між споживачами.

Таким чином, системою тепlopостачання називають сукупність джерел теплової енергії, магістральних та/або розподільних теплових мереж та мереж гарячого водопостачання.

Системи тепlopостачання складаються з трьох компонентів:

- джерела тепла;
- системи транспортування тепла;
- споживачів тепла.

*Теплові мережі* – це інженерні комунікації, що забезпечують транспортування і розподіл теплової енергії.

Згідно з [7] системи тепlopостачання за потужністю джерела теплової енергії поділяються на: автономні (до 1 МВт), децентралізовані (1–3 МВт), помірно централізовані (3–20 МВт) і централізовані (більше 20 МВт).

За структурою (залежно від положення споживачів тепла відносно джерела тепла) системи тепlopостачання поділяються на централізовані і децентралізовані.

У децентралізованих системах джерело та споживачі тепла розташовані настільки близько один до одного, що немає потреби в застосуванні засобів транспорту тепла, тобто теплової мережі.

Децентралізовані системи бувають індивідуальними і місцевими.

Індивідуальні системи – це квартирне опалення і пічне опалення.

Джерелами тепла для квартирної системи опалення є індивідуальний котел, АОГВ, АКГВ.

Джерелами тепла для пічного опалення є піч і камін.

Місцевою системою теплопостачання вважають центральне опалення будинків.

Джерелом тепла для центрального опалення є місцева котельня.

Централізовані системи поділяються на групові, районні, міські, міжміські.

Джерелом тепла для групових систем є котельня.

Джерелом тепла для районних систем є районна котельня.

Джерелом тепла для міських систем є районна котельня або теплоелектроцентральною (далі – ТЕЦ).

Джерелом тепла для міжміських систем є ТЕЦ.

Системи теплопостачання, джерелами тепла яких є ТЕЦ, називаються теплофікаційними.

За видом теплоносія системи теплопостачання і теплові мережі поділяються на водяні і парові.

Парові системи бувають з поверненням конденсату і без повернення конденсату.

Системи з поверненням конденсату поділяються на самопливні і напірні.

За способом підключення споживачів гарячого водопостачання системи теплопостачання поділяються на відкриті і закриті.

У відкритій системі теплоносієм частково або повністю розбирається споживачами гарячого водопостачання. В закритих системах теплоносієм не витрачається, а використовується тільки для передачі тепла.

За кількістю трубопроводів системи теплопостачання поділяються на однострубні, двотрубні, тритрубні, чотиритрубні, багатотрубні.

За організацією руху теплоносія системи теплопостачання поділяються на замкнуті, напівзамкнуті і розімкнуті.

Замкнуті – це інша назва закритих систем. Напівзамкнутими вважаються відкриті двотрубні системи, в яких частина теплоносія, що фізично використовується споживацькою системою гарячого водопостачання або технологічними споживачами, виводиться з системи, а решта повертається до джерела тепла для повторного підігріву. Розімкнутими називають однострубні системи, у яких споживачі повністю використовують тепло разом з усім теплоносієм.

За способом забезпечення тепловою енергією споживачів відрізняють одноступеневі та багатоступеневі системи теплопостачання. В одноступеневих системах теплопостачання споживачі безпосередньо приєднуються до теплових мереж (рис. 5.1).

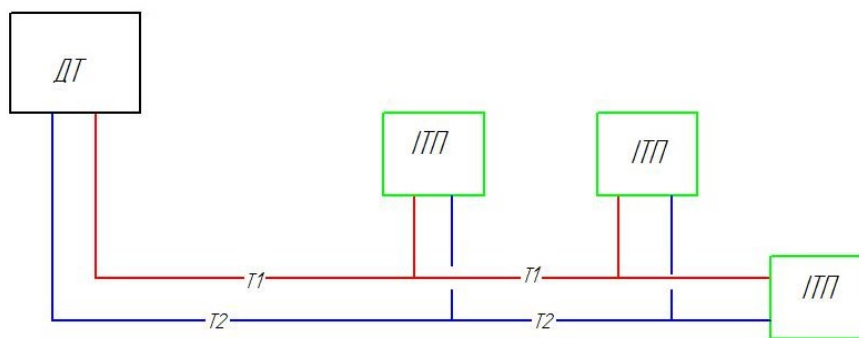


Рисунок 5.1 – Одноступенева схема

В багатоступеневих схемах (рисунок 5.2) між джерелом теплопостачання та споживачем розташовані центральні теплові пункти (далі – ЦТП), в яких параметри теплоносія можуть змінюватись в залежності від потреб місцевих споживачів.



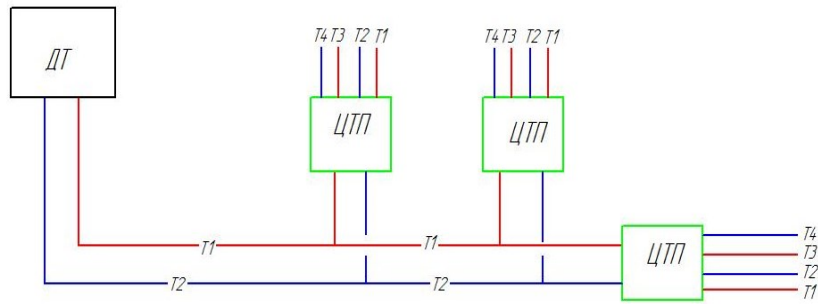


Рисунок 5.2 – Багатоступенева схема

З центрального теплового пункту теплоносій з допустимими або установленними параметрами для місцевих систем теплоспоживання по загальним, або окремим трубопроводам другого ступеню подається до індивідуального теплового пункту (далі – ІТП) споживачів. На ІТП здійснюється облік споживання тепловою енергією споживача, можуть передбачені вузли змішування або теплообмінні апарати системи опалення тощо. Багатоступеневі схеми забезпечують підвищення надійності системи тепlopостачання, а також дозволяє зменшити експлуатаційні витрати.

## 5.2 Класифікація споживачів тепла

Згідно до Закону України з тепlopостачання споживач теплової енергії – це фізична або юридична особа, яка використовує теплову енергію на підставі договору.

Але з технологічної точки зору споживачами тепла системи тепlopостачання прийнято називати будь-яку будівлю або споруду, а також групу будівель, мікрорайон, район, населений пункт, а також промисловий комплекс споруд одного чи кількох підприємств, що потребують теплову енергію певних параметрів. Також споживачами тепла називають окремі інженерні системи в цих будівлях, групах будівель, мікрорайонах, населених пунктах, тощо, які потребують постачання тепла за однаковими принципами.

Наприклад, системи опалення всіх будівель міста можна розглядати, як одного споживача.

Згідно з [6] споживачів тепла розділяють на групи за категорією надійності постачання тепла, якого вони потребують.

До першої категорії відносять споживачів, для яких не допускається перерва у подачі теплової енергії та зниження температури повітря в приміщеннях нижче передбаченої вимогами відповідних будівельних норм за видами будинків та споруд. До таких споживачів відносять лікарні (операційні, реанімаційні приміщення), пологові будинки, дитячі дошкільні заклади з цілодобовим перебуванням дітей, картинні галереї, хімічні та спеціальні виробництва, шахти та інші, що встановлюються технічним завданням на проведення робіт із проектування відповідного об'єкта.

До другої категорії відносять споживачів, для яких допускається зниження температури повітря в опалюваних приміщеннях на період ліквідації технологічного пошкодження обладнання (але не довше 50 год) до  $+12\text{ }^{\circ}\text{C}$  – у житлових; до  $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$  – у громадських і адміністративно-побутових; до  $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$  – у промислових приміщеннях.

До третьої категорії відносять решту споживачів. За іншими ознаками споживачів тепла класифікують так само, як і теплові навантаження.

### **5.3 Класифікація теплових навантажень**

Потужність споживання тепла абонентами централізованої системи теплопостачання називається тепловим навантаженням джерела тепла або тепловим навантаженням споживачів системи теплопостачання. Абонент централізованої системи теплопостачання – це споживач її теплової енергії.

В залежності від призначення будівель теплові навантаження в них можна розділити на санітарно-технічні (теплоспоживчі) та технологічні. До санітарно-технічних відносять навантаження систем опалення, вентиляції та гарячого

водопостачання. Технологічним навантаженням вважають споживання пари та підігрітої води різним обладнанням промислових та комунально-побутових підприємств (хімчистками, пральнями тощо).

Залежно від режиму роботи протягом року всі теплові навантаження можна розбити на дві великі групи: сезонні та цілорічні.

До сезонних теплових навантажень відносять споживання тепла системами опалення та вентиляції. Опалення і вентиляція споживають тепло у холодний період року.

До цілорічних теплових навантажень відносять споживання тепла системами гарячого водопостачання та технологічними споживачами.

Рівень цілорічних теплових навантажень коливається переважним чином протягом доби (залежно від змін фізичних потреб у теплоносії при його незмінних параметрах) і мало змінюється протягом року, хоча цілорічні навантаження для теплого та холодного періодів року можуть помітно відрізнятися. Зменшення літнього теплового навантаження систем гарячого водопостачання порівняно з зимовим пов'язано, по-перше, зі зменшенням інтервалу температур нагріву водопровідної води від її температури у холодному водогоні до розрахункового рівня у гарячому.

Так само, як і споживачі тепла, теплові навантаження бувають об'єктні та системні. Об'єктні навантаження мають місце в окремих будівлях, групах будівель, мікрорайонах, районах, населених пунктах, промислових підприємствах.

Вони, як правило, складаються з навантажень різних систем (опалення, гарячого водопостачання і т. і.) та безпосередньо пов'язані зі схемою розподілу тепла між абонентами. Системні навантаження враховують споживання тепла однотипними системами у різних абонентів. Хоча гідравлічно системи опалення чи гарячого водопостачання будівель мікрорайону, району, міста можуть бути не пов'язані між собою (зокрема, при незалежних схемах підключення з використанням теплообмінників), режими споживання тепла у них, переважним

чином, однакові, що і дозволяє розглядати їх спільно при розробці режимів відпущення тепла від джерел тепlopостачання.

### **Джерела тепlopостачання**

У системах централізованого тепlopостачання існує можливість використання двох основних типів джерел тепла: котельної та теплоелектроцентралі. Залежно від типу використовуваних котлів котельні бувають водяними, паровими та комбінованими (змішаними). У водяних котельнях встановлюються водогрійні котли, у парових – парові, у комбінованих – котли обох типів або пароводогрійні котли.

## **5.4 Вимоги до теплових пунктів**

У теплових пунктах повинно бути розташоване обладнання, арматура, прилади контролю, керування та автоматизації, за допомогою яких здійснюють:

- регулювання температури теплоносія за погодними умовами;
- перетворення виду теплоносія або його параметрів;
- контроль параметрів теплоносія;
- облік теплових навантажень, витрати теплоносія та конденсату;
- регулювання витрати теплоносія та розподілення між системами споживання теплової енергії (через розподільні мережі в центральні теплові пункти (ЦТП) або безпосередньо в системі ІТП);
- захист місцевих систем від аварійного підвищення параметрів теплоносія;
- доочищення теплоносія;
- заповнення та підживлення систем теплоспоживання;
- збирання, охолодження, повернення конденсату і контроль його якості;
- акумулювання теплової енергії;
- водопідготовка для систем гарячого водопостачання;

- комбіноване теплозабезпечення з використанням теплової енергії від альтернативних джерел.

Улаштування ІТП на вводі слід здійснювати для кожної будівлі незалежно від наявності ЦТП, при цьому в ІТП передбачаються тільки ті заходи, які необхідні для приєднання даної будівлі і не передбачені в ЦТП.

Приміщення теплового пункту повинно відповідати категорії Д з урахуванням тимчасового перебування обслуговуючого персоналу та засобів, які запобігають доступу сторонніх осіб.

У приміщенні теплового пункту слід влаштовувати примусову витяжну вентиляцію, яка повинна бути розрахована на короткочасну дію та забезпечувати 10-кратний обмін повітря з неорганізованим припливом свіжого повітря ззовні через вхідні двері.

Мінімальна відстань від окремо розташованих надземних ЦТП до зовнішніх стін житлових і громадських будівель повинна бути не менше 25 м.

До основного обладнання теплових пунктів можливо віднести:

*Запірна арматура:* це засувки, кульові крани фланцеві або муфтові, вентиля також або фланцеві або муфтові. Призначення запірної арматури це перекриття руху теплоносія, використовувати її у якості регулюючої заборонено.

*Регулююча арматура* буває: ручна та автоматична, пасивна та активна.

До ручної регулюючій арматури відносять – клапани балансування.

До автоматичної регулюючій арматури відносять – автоматичні клапани балансування, регулятори тиску, регулятори витрат теплоносія, тощо.

До пасивного регулювання відносять – регулятори тиску, регулятори витрат, тощо.

До активного регулювання відносять – регулятори температури (систем гарячого водопостачання) та регулятори теплового потоку (систем опалення та вентиляції).

Також на тепловому пункті встановлюють грязьовики, сітчасті фільтри для очистки теплоносія від окалини та можливих твердих частинок у теплоносії.

Для підігріву гарячої води використовують теплообмінні апарати, які бувають ємнісні, швидкісні або пластинчасті.

На теплових пунктах встановлюють змішувальні або циркуляційні насоси (циркуляційні у випадку незалежного приєднання систем опалення до теплових мереж). Насоси встановлюють один основний, другий резервний. Для можливості економії енергії та зниження витрати теплоносія рекомендовано використовувати насоси з частотним перетворювачем.

Крім того на теплових пунктах можуть використовуватися циркуляційні насоси системи циркуляції гарячого водопостачання, підживлювальні насоси теплових мереж, підвищувальні насоси, тощо.

На теплових пунктах повинно бути передбачено встановлення вузла обліку теплової енергії. Який складається з теплового лічильника, у подавальному трубопроводі та контрольного водоміра у зворотному трубопроводі при наявності теплообмінних апаратів систем опалення та/або системи гарячого водопостачання, або при наявності підземного прокладання після вузлу обліку. Це вимога для теплових пунктів, якщо їх сумарне теплове навантаження складає до 2,5 МВт. Якщо сумарне теплове навантаження систем на тепловому пункті складає більш 2,5 МВт то необхідно передбачати встановлення двоплечового приладу обліку теплової енергії.

Крім того на теплових пунктах може бути передбачено встановлення обладнання хімоводоочищення, для підживлювання системи теплопостачання, запобіжні клапана, тощо.

## **5.5 Види прокладання теплових мереж**

Способи прокладання теплових мереж бувають:

- підземне прокладання;
- надземне прокладання.

Підземне прокладання буває:

- каналне;
- безканалне.

Канальне прокладання буває:

- непрохідні канали;
- напівпрохідні канали;
- прохідні канали (тунелі);
- технічні підпілля будівель.

Безканалне прокладання буває:

- засипне;
- збірне;
- збірно-лите;
- монолітне.

Надземне прокладання буває:

- на високих опорах;
- на низьких опорах;
- на естакадах;
- на стінах будівель.

Недоліки надземного прокладання:

- неестетичність;
- необхідність врахування впливу навколишнього середовища (вітер, сніг, тощо).

Недоліки підземного прокладання:

- більша вартість при проведенні монтажних та експлуатаційних робіт;
- менше можливості визначення аварійних ділянок теплової мережі та швидкого усунення аварій.

### **Підземне прокладання**

Згідно до [6] у містах та інших населених пунктах виконують, як правило, підземне прокладання теплових мереж (безканалне із попередньо ізольованих

трубних секцій, у каналах, у тунелях спільно чи роздільно з іншими інженерними мережами).

Прохідні канали зазвичай застосовують у випадку прокладання в одному напрямку не менше 5 труб великого діаметра. Висота прохідного каналу має бути не меншою за 1,8 м, ширина проходу – не меншою за 0,7 м.

Приклад прохідного каналу (тунелю) наведено на рисунку 5.3.

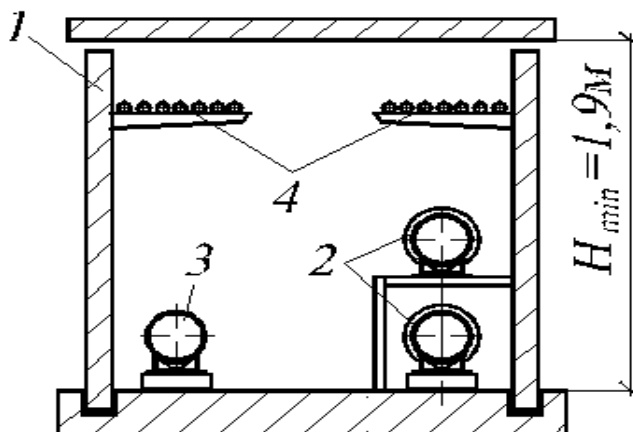


Рисунок 5.3 – Прохідний канал (тунель):

- 1 – конструкція каналу; 2 – теплова мережа; 3 – водопровід;  
4 – кабелі зв'язку

Напівпрохідні канали застосовують в умовах наявності обмеженого простору та неможливості ані використання прохідних каналів, ані проведення розкривних робіт для ремонту, як правило, на коротких ділянках мереж. Висота напівпрохідного каналу має бути не меншою за 1,4 м, ширина проходу не меншою за 0,6 м.

Непрохідні канали застосовують у випадку підземного прокладання трубопроводів, що не вимагають постійного нагляду й обслуговування, з метою здешевлення та спрощення теплотраси і будівельних робіт.

Приклад непрохідного каналу наведено на рисунку 5.4.



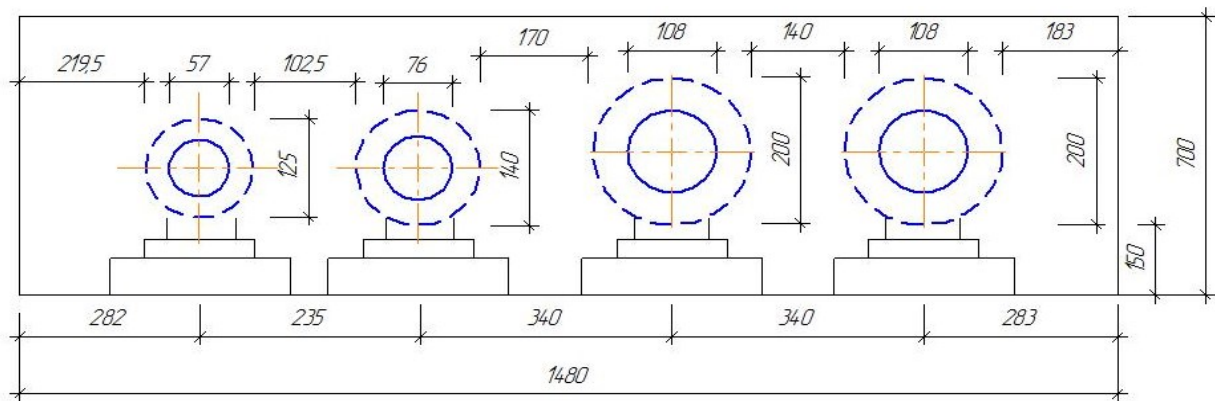


Рисунок 5.4 – Непрохідний канал

Прокладання у непрохідних каналах є самим розповсюдженим способом. Непрохідні канали виконують зі збірних залізобетонних виробів, за конструктивними рішеннями поділяють на три типу: КЛ, КЛп, КЛс. Непрохідні канали типу КЛ збирають з лоткових елементів та перекривають плитами (рис. 5.5), канали типу КЛп – із лоткових елементів, які опираються на плити (рис. 5.6), канали типу КЛс – із нижніх та верхніх лоткових елементів (рис. 5.7). Номенклатура збірних залізобетонних виробів каналів складається з лоткових елементів та плит перекриття. При прокладанні теплових мереж зазвичай використовують канали типу КЛ, тому що канали типів КЛп і КЛс ускладнюють проведення монтажних-зварювальних робіт.

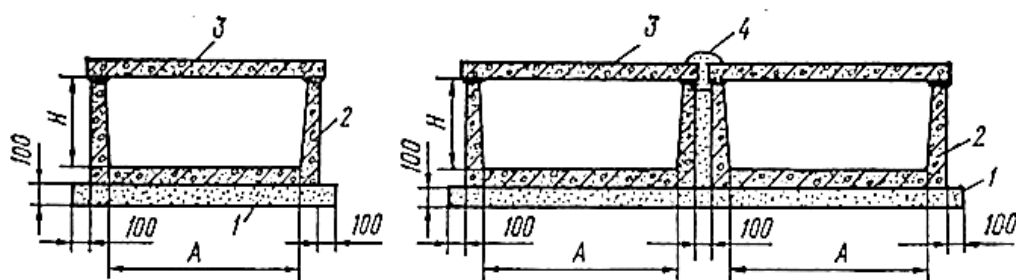


Рисунок 5.5 – Канали типу КЛ:

1 – піщана подушка; 2 – канал; 3 – плита перекриття;

4 – цементна заливка

Розміри каналу залежать від кількості трубопроводів, їх діаметру (з урахуванням теплової ізоляції), а також відповідно до вимог мінімальних відстаней в світу між трубопроводами та будівельними конструкціями каналу.

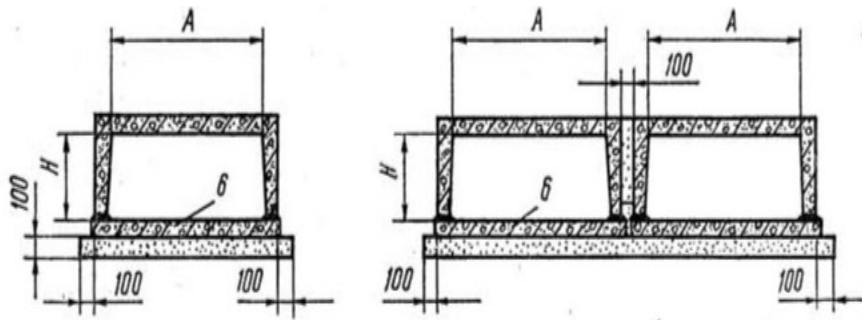


Рисунок 5.6 – Канали типу КЛП

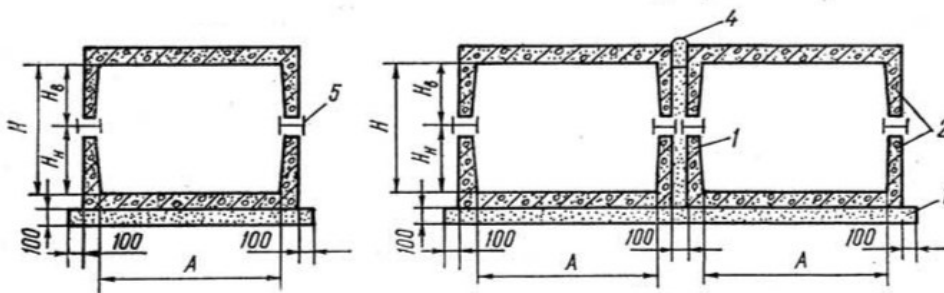


Рисунок 5.7 – Канали типу КЛс

Мінімальна глибина прокладання, при підземному каналному прокладанні становить 0,5 м від верха плити перекриття до рівня землі, допускається зменшення глибини до 0,3 м, у місцях введення до споживачів.

Перевагами каналного прокладання в порівнянні з безканалним прокладанням трубопроводів є можливість зменшити відстань від конструкції теплової мережі до будівельних конструкцій, споруд. Це особливо важливо в обмежених умовах міської забудови.

Перетин транзитними тепловими мережами будівель і споруд дитячих дошкільних, шкільних та лікувально-профілактичних закладів не допускається. Прокладання теплових мереж територією названих закладів допускається лише підземне в монолітних залізобетонних каналах із посиленою гідроізоляцією. При цьому обладнання вентиляційних шахт, люків і виходів наверх із каналів у межах території закладу не допускається, запірну арматуру слід установлювати за межами зазначеної території.

Підземне прокладання теплової мережі допускається приймати спільно з іншими інженерними мережами:

- у каналах – з водопроводом, трубопроводами стисненого повітря тиском до 1,6 МПа, мазутопроводами, контрольними кабелями, призначеними для обслуговування теплових мереж;
- у тунелях – з водопроводами діаметром до 500 мм, кабелями зв'язку, силовими кабелями напругою до 10 кВ, трубопроводами стисненого повітря тиском не більше 1,6 МПа, трубопроводами напірної каналізації.

Прокладання трубопроводів теплових мереж у каналах і тунелях з іншими інженерними мережами, окрім вказаних, не допускається.

Прокладання трубопроводів теплових мереж слід здійснювати в одному ряді або над іншими трубопроводами інженерних мереж.

У місцях перетину при підземному прокладанні теплових мереж з газопроводами не допускається проходження газопроводів через будівельні конструкції камер, непрохідних каналів і тунелів.

Перетин тепловими мережами при їх підземному прокладанні в залізобетонних каналах мереж водопроводу, каналізації, дощової каналізації, розташованих над трубопроводами теплових мереж, а також при перетині газопроводів слід улаштовувати футляри на трубопроводах водопроводу, каналізації, дощової каналізації і газопроводу завдовжки 3 м з обох сторін від краю будівельної конструкції каналу. На футлярах слід виконувати захисне покриття від корозії.

У місцях перетину теплових мереж при їх підземному прокладанні в каналах або тунелях із газопроводами на теплових мережах на відстані не більше 15 м з обох боків від газопроводу слід встановлювати обладнання для відбору проби на витік газу.

Допускається перетинання тепловою мережею житлових та громадських будівель транзитними водяними тепловими мережами з діаметром теплопроводів до 300 мм включно за умови прокладання мереж у технічних

підвалах і тунелях (заввишки не менше 1,8 м) з обладнанням дренажного колодезя в нижній точці на виході з будівлі.

Як виняток допускається перетин транзитними водяними тепловими мережами діаметром 400–600 мм,  $P_u \leq 1,6$  МПа житлових і громадських будівель, як що прокладання здійснюється в прохідних монолітних залізобетонних каналах із посиленою гідроізоляцією або в прохідних тунелях для забезпечення доступу для обслуговування та ремонту. Кінці каналу повинні виходити за межі будівлі не менше ніж на 5 м.

У зоні опалюваних пішохідних переходів, зокрема сумісних із входами в метрополітен, прокладання теплових мереж слід здійснювати в монолітному прохідному залізобетонному каналі, що виходить на 5 м за габарити переходів.

Для будівництва і реконструкції магістральних мереж та розподільних теплових мереж мають бути застосовані попередньо теплоізовані труби.

Безканальне прокладання поділяють на: засипне, збірне, лите та монолітне.

*Засипне* – трубопроводи прокладають на опорах або бетонній основі та засипають теплоізоляційним матеріалом (торф, термоторф, асфальтоізол, тощо);

*Збірне* – тепла ізоляція виконується у вигляді штучних елементів (шкарлуп, сегментів);

*Лите* – лита тепла ізоляція виконується на трасі шляхом заливання розчину пінобетону, піносілікату або розчинного матеріалу на основі бітуму у форми або опалубки. В литих конструкціях на трубу наносять мастильні матеріали, що дозволяє трубі рухатися в ізоляції при температурних подовженнях.

*Монолітне* – монолітна ізоляція, це лита ізоляція, яка виконується у заводських умовах, тобто попередньо ізований трубопровід (ПІТ).

В даний час, згідно з вимогами [7], для монтажу (ремонт) необхідно передбачати попередньо ізовані трубопроводи, тобто монолітне прокладання. Інші методи не використовуються, але існують.

Безканальне прокладання (монолітне) наведено на рисунку 5.8.

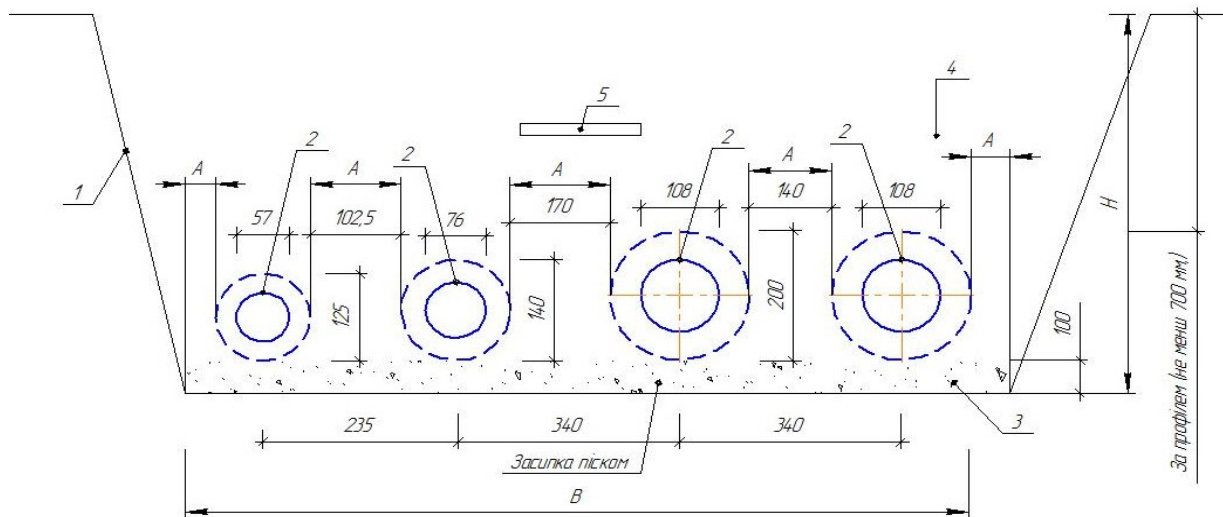


Рисунок 5.8 – Безканалъне (монолітне) прокладання теплової мережі:

1 – стінки траншеї; 2 – трубопровід у теплової ізоляції;

3 – піщана подушка, товщиною не менш 100 мм; 4 – засипка піском;

5 – сигнальна стрічка

Способи монтажу трубопроводів при безканалъному прокладанні:

- прокладання холодним способом;
- прокладання з попереднім підігріванням;
- прокладання з попереднім підігріванням та стартовими компенсаторами;
- прокладання з використанням компенсаторів температурних подовжень.

### Прокладання холодним способом

Прокладання труб холодним способом (рис. 5.9) є найбільш простим способом монтажу. Змонтовані трубопроводи засипаються ґрунтом без попереднього підігрівання. Холодне прокладання використовується в основному в нових житлових районах при прокладанні теплових мереж від ЦТП до будівель. Компенсація температурних подовжень здійснюється за допомогою кутів повороту теплотраси.

Для зменшення вартості прокладання конфігурацію теплових мереж вибирають з умови встановлення мінімальної кількості нерухомих опор та камер.

Якщо навантаження на нерухомому опорі з двох сторін рівні то її називають умовною та не встановлюють. Роль опори виконує навколишній ґрунт. Засувки на відгалуження встановлюють під приварку, а шпindelь засувки виводять в колодязь. Таким чином виконують безкамерну врізку відгалужень.

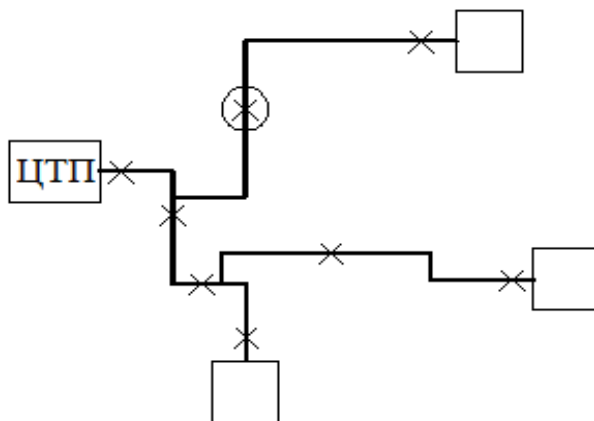


Рисунок 5.9 – Холодне прокладання з Г-подібними компенсаторами

### З попереднім підігріванням у відкритій траншеї

При безканальному прокладанні максимальне напруження в сталевій трубі складає  $\sigma_{\max} \approx 150 \text{ МПа}$ .

Для зменшення напруження якщо  $\sigma > \sigma_{\max}$  виконують попереднє підігрівання трубопроводів у відкритій траншеї. Підігрівання здійснюється за допомогою мережної води, пари або електричного струму до середньої температури.

$$t_{\text{сер}} = \frac{(t_{\max} + t_3)}{2} \approx 60 - 70^\circ\text{C},$$

де  $t_{\max}$  – максимальна температура теплоносія,  $^\circ\text{C}$ ;

$t_3$  – температура зовнішнього повітря, при монтажі, яка дорівнює  $10^\circ\text{C}$ , або більше.

При підігріванні трубопроводів до  $70^\circ\text{C}$  в відкритій траншеї він вільно подовжується і напруження в трубі не виникають. Трубу в подовженому стані

засипають піском і напруження, які виникають при нагріванні від 70 до 150 °С пропорційні різниці температур, а напруження які виникають при охолодженні від 70 °С до 0 °С, також пропорційні  $\Delta T=70$  °С. Тобто за допомогою попереднього підігрівання напруження, яке виникає в сталевому трубопроводі зменшується майже вдвічі.

### **Прокладання з попереднім підігріванням та стартовими компенсаторами**

Якщо траншею не можна залишити відкритою її засипають, а відкритими залишають стартові компенсатори. При попередньому підігріванні трубопровід подовжується, стартовий компенсатор зварюється в стиснутому стані і далі труба працює як попередньо нагріта за попереднім методом.

Прокладання з використанням компенсаторів температурних подовжень.

Якщо на прямолінійних ділянках трубопроводів теплових мереж підігрівання або використання стартових компенсаторів неможливо, використовується прокладання Г-, П- та Z-подібними компенсаторами або з осьовими попередньо ізольованими компенсаторами.

Використання Г-, П- та Z-подібних компенсаторів збільшує довжину конструкції, збільшує вартість будівництва, а також збільшує втрати тиску та теплові втрати, особливо при прокладанні трубопроводів великих діаметрів, але значно зменшує осьові напруження, які виникають у подавальному трубопроводі.

На прямолінійних ділянках переміщення труб змінюється залежно від сил тертя, і зміни температури протягом часу. Тому рекомендується встановлювати нерухомі опори в комбінації з компенсаторами, особливо якщо компенсатори чутливі до перенавантажень. При використанні Г-, П- та Z-подібних компенсаторів існує ризик виникнення однонаправлених переміщень, що викликає навантаження компенсаторів. Цього можливо уникнути шляхом установки нерухомої опори між П-подібними компенсаторами. Тобто для уникнення перевантаження компенсаторів доцільно поділяти теплову мережу на

ділянки, незалежними за температурними продовженнями з метою можливості переміщення навантажень на компенсатори.

Мінімальна глибина безканального прокладання складає 0,7 м. від поверхні теплової ізоляції трубопроводу до поверхні землі. Можливо зменшення глибини до 0,5 м. на теплових вводах до споживачів.

При перетинанні автомобільних доріг, трамвайних колій, тощо при безканальному прокладанні теплових мереж необхідно передбачати футляри.

Допускається безканальне (безфутлярне) прокладання попередньо ізольованих трубопроводів уздовж і поперек проїжджої частини міських вулиць різного призначення за умови обов'язкового влаштування системи аварійної сигналізації та виконання розрахунків на міцність з урахуванням дії постійних і тимчасових навантажень.

Довжину футлярів у місцях перетину приймають, як правило, на 3 м більше розміру споруди, яку перетинають, в кожену сторону, у тому числі споруди земляного полотна залізничних і автомобільних шляхів.

При прокладанні теплових мереж у футлярах слід виконувати антикорозійний захист труб теплових мереж і футлярів. У місцях перетину електрифікованих залізничних шляхів і трамвайних колій слід виконувати електрохімічний захист.

У разі наявності футляру мінімальна глибина прокладання трубопроводу приймається до верху футляру, а не до теплової ізоляції.

Однією з переваг підземного безканального прокладання це немає необхідності встановлювати рухомі опори. Винятком є лише прокладання у футлярах, де необхідно встановлювати пластикові рухомі опори, щоб не ушкоджувалася конструкція теплової ізоляції о поверхню футляра. До недоліків можна віднести те, що на кутах повороту теплотраси може відбуватися зминання (руйнування) конструкції теплової ізоляції, за рахунок температурних подовжень трубопроводів. Тому іноді на поворотах теплотраси передбачають



встановлення каналів, що дозволяє вільно переміщатися трубі і не впирається в ґрунт.

### Надземне прокладання

Як раніше було сказано – у містах та інших населених пунктах виконують, як правило, підземне прокладання теплових мереж (безканальне із попередньо ізольованих трубних секцій, у каналах, у тунелях спільно чи роздільно з іншими інженерними мережами). За обґрунтування допускається надземне прокладання теплових мереж.

В основному надземне прокладання використовується за межами населених пунктів, на території яка не підлягає забудові або по території промислових підприємств. Надземне прокладання теплових мереж по насипу автомобільних доріг загального користування I, II та III категорій не допускається.

Види надземного прокладання: на низьких опорах (рис. 5.10), на високих опорах (рис. 5.11), по естакадам (рис. 5.12), по стінам будівель, на кронштейнах (рис. 5.13).

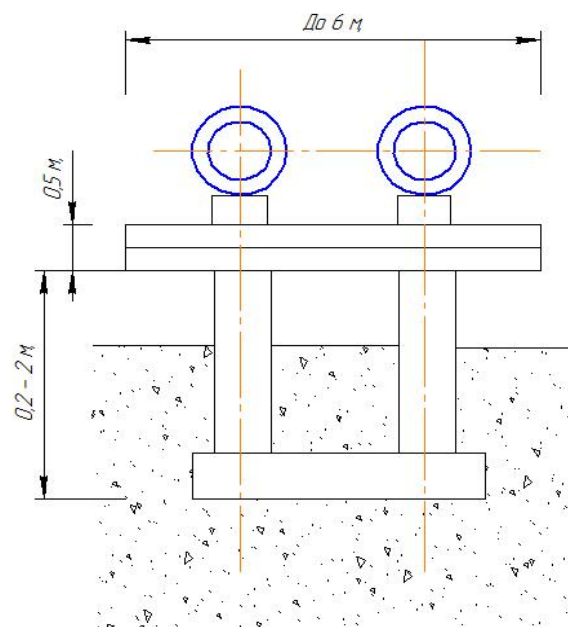


Рисунок 5.10 – Прокладання теплових мереж на низьких опорах

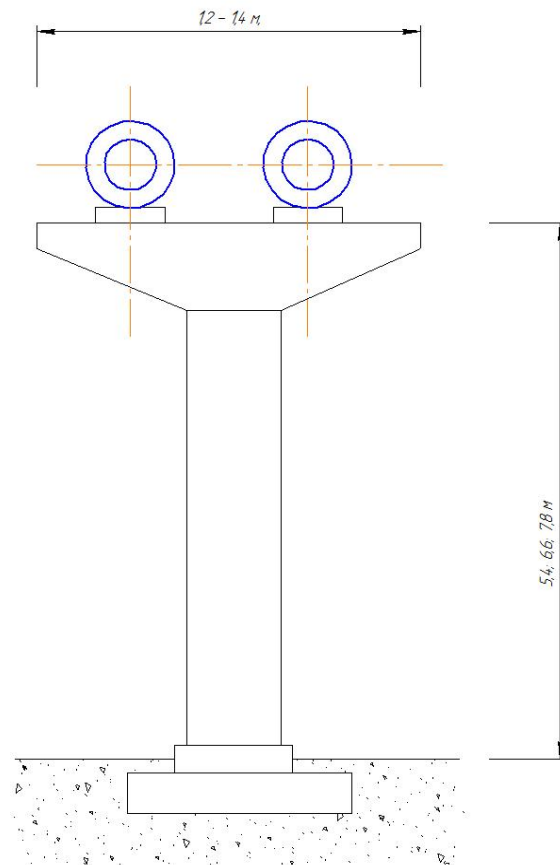


Рисунок 5.11 – Прокладання теплових мереж на високих опорах

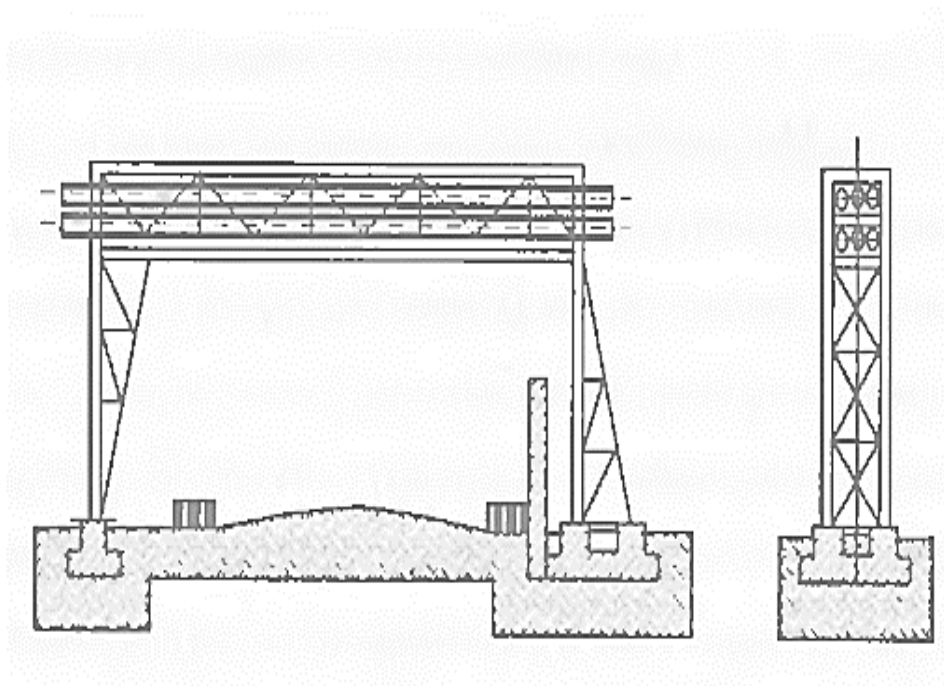


Рисунок 5.12 – Надземне прокладання теплових мереж по естакадам

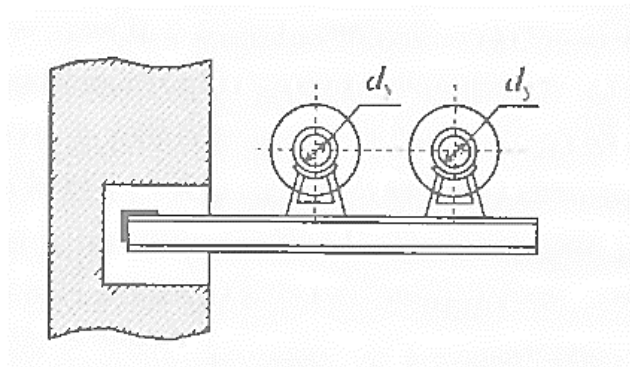


Рисунок 5.13 – Надземне прокладання теплових мереж по стінам будівель на кронштейнах

Для надземного прокладання використовують залізобетонні або металеві конструкції та щогли. Пролітні конструкції для естакад використовують металеві. Будівельні конструкції можуть бути одноярусні, двоярусні та багатоярусні. Прокладання на окремо розташованих опорах (на високих та на низьких) та щоглах використовують при прокладанні невеликої кількості труб від 2 до 4. Існують типові конструкції окремо розташованих низьких та високих опор з залізобетонних конструкцій. Вони виконуються у вигляді Т-подібної опори або рамами у вигляді П-подібної опори. Для зменшення кількості опор трубопроводи великого діаметру використовують як несучу конструкцію для прокладання або підвішують на них трубопровід малого діаметру. При прокладанні трубопроводів на низьких опорах відстань між низом теплоізоляційної конструкції та поверхнею землі не повинна бути менш 0,35 м, якщо ширина всіх труб до 1,5 м, та не менше 0,5 м, якщо ширина труб більш чим 1,5 м.

Прокладання на естакадах є найдорожчим варіантом з надземних способів прокладання. Тому його доцільно використовувати при прокладанні великої кількості трубопроводів (не менш 5), а також якщо регулярно необхідно здійснювати над ними нагляд.

Одним з найбільш розповсюджених способів надземного прокладання є прокладання теплових мереж на кронштейнах по стінам будівель. Але це в

основному використовується на територіях промислових підприємств. При значних навантаженнях від прокладання трубопроводів на кронштейнах потрібно виконувати розрахунок загальної стійкості будівельних конструкцій.

Теплові мережі, незалежно від способу прокладання та системи теплопостачання, не повинні проходити по території цвинтарів, смітників, скотомогильників, місць поховання радіоактивних відходів, землеробних полів зрошування, полів фільтрації та інших ділянок, що представляють загрозу хімічного, біологічного та радіоактивного забруднення теплоносія; не повинні проходити через території дитячих ігрових і спортивних майданчиків та пішохідні доріжки і садово-паркову зону лікувальних закладів.

### **Прокладання теплових мереж у складних умовах**

Конструктивний спосіб вирішення перетинання теплової мережі з надземними або підземними спорудами визначається особливостями місцевих умов. Якщо допускається тимчасова перерва в роботі споруди на період улаштування перетинання, то допускається вести прокладання відкритим способом. У протилежному випадку перетинання закритим способом може здійснюватися у футлярі, щитовою проходкою або в дюкері.

Діаметри сталевих або залізобетонних футлярів приймають на 100-200 мм більшими за діаметри труб з теплоізоляцією. Прокладання у футлярі залежно від діаметра труб виконується методами проколу (якщо діаметр футляра не перевищує 450-500 мм) або продавлювання (якщо діаметр футляра складає від 800 до 1400 мм).

При проколі ґрунту під перешкодою, гідравлічним домкратом кінець футляра обладнується конічним наконечником з максимальним діаметром на 10-20 мм більшим за діаметр футляра. У разі застосування методу продавлювання наконечник футляру має вигляд усіченого конуса, внаслідок чого у процесі продавлювання ґрунту весь час необхідно виймати ґрунт з передньої частини футляра, що обмежує його мінімальний діаметр. За сумісного прокладання комунікацій різного призначення застосовують щитову проходку, а перетинання

з водними перешкодами здійснюють у спеціальних сталевих футлярах, що називаються дюкерами. Діаметр дюкеру може сягати трьох метрів.

### **Питання для самоконтролю**

1. Яку класифікацію мають системи тепlopостачання?
2. Яку класифікацію мають споживачі тепла?
3. Які бувають види теплових навантажень?
4. Основні недоліки надземного прокладання.
5. Яка мінімальна висота прохідного каналу (тунелю)?
6. Яка мінімальна висота напівпрохідного каналу?
7. По території дитячих дошкільних закладів, який повинен бути передбачений вид прокладання теплових мереж?
8. За якого виду прокладання можливо не передбачати встановлення рухомих опор?
9. При якому виді підземного прокладання (канального або безканального) допускається менша відстань на просвіт до фундаментів будівель і споруд?
10. Де в основному може бути використане надземне прокладання?
11. Яка мінімальна глибина для підземного безканального прокладання?
12. Яка мінімальна глибина для підземного канального прокладання?

## **6 ТРУБИ ТА АРМАТУРА ТЕПЛОВИХ МЕРЕЖ**

### **6.1 Труби в теплових мережах**

Згідно з [6, с. 25] визначення категорії трубопроводів, арматури, деталей трубопроводів та іншого обладнання теплових мереж, а також розрахунок міцності та навантажень на опори трубопроводів повинен виконуватись

виходячи з максимальних параметрів теплової мережі (тиск, температура). Робочий тиск повинен прийматися за тиском по подавальному трубопроводу, при роботі мережевих насосів, з урахуванням рельєфу місцевості, але не менше 1,0 МПа для трубопроводів з діаметром до 500 мм, і теплової потужності 1 000 МВт, і не менше 1,6 МПа для трубопроводів з діаметром понад 500 мм. Робоча температура приймається також по подавальному трубопроводу.

У системах гарячого водопостачання подавальні та циркуляційні трубопроводи приймаються з умов робочого тиску та температури 75 °С у трубопроводі гарячого водопостачання.

Вимоги до труб:

- механічна міцність та герметичність при заданих тисках та температурах;
- малий коефіцієнт лінійного подовження, що забезпечує мінімальну температурну напругу, при змінах температурних режимів;
- антикорозійна стійкість;
- нормативний термічний опір теплової ізоляції, що забезпечує збереження теплоти та температури теплоносія;
- постійні характеристики матеріалів труб при довгостроковому впливі підвищених температур і тисків;
- низька величина коефіцієнта шорсткості внутрішньої поверхні труб;
- відсутність ерозії внутрішньої поверхні труб;
- простота, надійність елементів, що з'єднуються, і деталей трубопроводів;
- невелика вартість, простота монтажу та експлуатації.

Усі існуючі типи труб з різних матеріалів не задовольняють одночасно всім перерахованим вимогам. Труби з полімерних матеріалів мають антикорозійну стійкість, низький коефіцієнт шорсткості стінок, але схильні до великих температурних подовжень, а також схильні до впливу високих температур і тисків.

Згідно з [6, с. 18] застосовують такі матеріали труб:

- магістральні мережі – сталеві безшовні та електрозварні;
- розподільні мережі, з температурою понад 115 °С – сталеві безшовні та електрозварні;
- розподільні мережі, з температурою до 115 °С, та з тиском до 1,6 МПа – труби з реактопластів (вуглепластика та високотемпературних склопластиків на основі епоксидних смол);
- розподільні мережі, з температурою до 90 °С, та з тиском до 1,6 МПа – труби із структурного поліетилену РЕ-Х;
- розподільні мережі, з температурою до 80 °С, та з тиском до 1,6 МПа – труби з поліпропілену ПП-80 або хлорованого полівінілхлориду ХПВХ.

При цьому труби, незалежно від матеріалу, повинні бути попередньо ізольованими і термін служби трубопроводів повинен становити не менше 25 років.

Для систем гарячого водопостачання слід використовувати попередньо ізольовані труби з полімерних термостійких матеріалів.

Конструкція попередньо ізольованих сталевих труб наведена на рисунках 6.1 і 6.2.

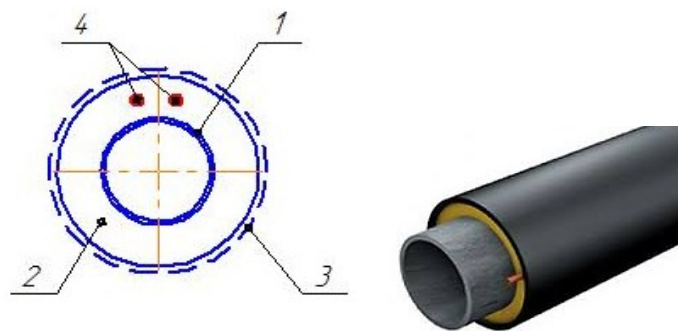


Рисунок 6.1 – Попередньо ізольований трубопровід для підземного прокладання:

- 1 – сталевий трубопровід; 2 – пінополіуретанова ізоляція;
- 3 – поліетиленовий захисний шар; 4 – дроти аварійної сигналізації

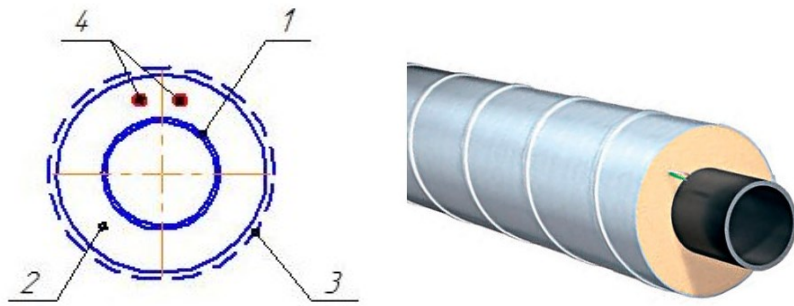


Рисунок 6.2 – Попередньо ізольований трубопровід для надземного прокладання СПРО:

- 1 – сталевий трубопровід; 2 – поліетиленовий захисний шар;  
 3 – захисний шар металевий з оцинкованого листа або з алюмінієвого листа;  
 4 – дроти аварійної сигналізації

У конструкції теплової ізоляції для надземного прокладання використовується захисний шар у вигляді металевого листа, оцинкованого або алюмінієвого, порівняно з поліетиленовим шаром для підземного прокладання. Захисний шар із металевого листа захищає теплову ізоляцію від дощу, снігу, потрапляння сонячних променів, які призводять до руйнування теплоізоляційного шару.

### **Труби КАСАФЛЕКС**

*КАСАФЛЕКС* – система гнучких труб, призначених для підземного безканального прокладання відкритих та закритих високотемпературних систем теплопостачання, з робочою температурою до 160 °С.

Для низькотемпературних систем теплопостачання з робочою температурою до 95 °С рекомендується застосування труб ІЗОПРОФЛЕКС-А.

Конструкція труби КАСАФЛЕКС наведена на рисунку 6.3.

Порівняння труб КАСАФЛЕКС з металевими попередньо ізольованими трубопроводами. Переваги:

- простота та зниження термінів монтажу;
- самокомпенсовані. Під час прокладання не потрібні компенсатори, відводи, нерухомі опори;



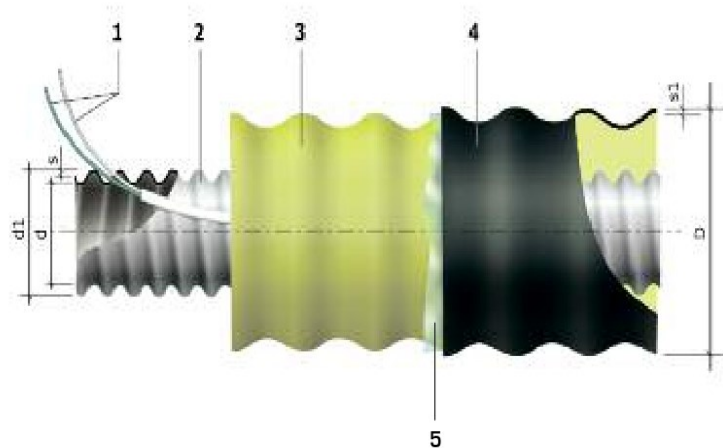


Рисунок 6.3 – Конструкція труб КАСАФЛЕКС:

1 – сигнальний кабель; 2 – напірна гофрована труба з хромо-нікелевої сталі;  
 3 – теплоізоляція з пінополіізоціанурату; 4 – гофрована захисна оболонка з поліетилену низької щільності; 5 – бар’єрний шар

- не схильні до зовнішньої та внутрішньої корозії, їх пропускна здатність зберігається протягом всього терміну експлуатації;
- дозволяє плавно обходити перешкоди: будови, комунікації, дерева, що окремо стоять.

Недоліки:

- вартість;
- чутливі до механічних ушкоджень;
- тільки для підземного прокладання.

### Труби ІЗОПРОФЛЕКС

Труби *ІЗОПРОФЛЕКС SDR 11* – призначені для мереж гарячого водопостачання та тепlopостачання з максимальним робочим тиском 0,6 МПа та робочою температурою 95 °С.

Конструкція труби ІЗОПРОФЛЕКС наведена на рисунку 6.4.

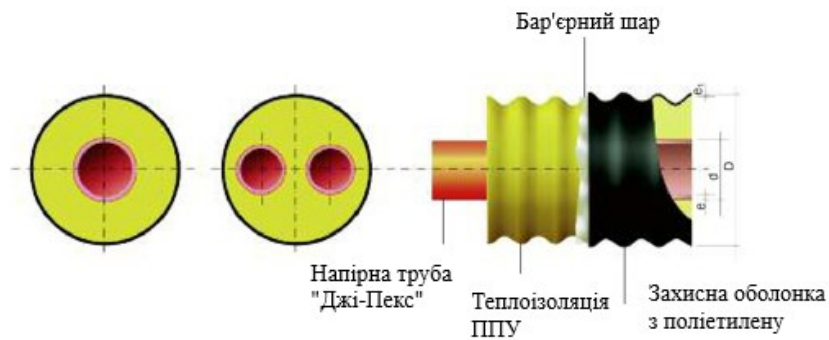


Рисунок 6.4 – Конструкція труби ІЗОПРОФЛЕКС

### Труби ІЗОПРОФЛЕКС-А

*Труби ІЗОПРОФЛЕКС-А* – призначені для мереж гарячого водопостачання та тепlopостачання з максимальним робочим тиском 1,0 МПа та робочою температурою 115 °С.

Конструкція труби ІЗОПРОФЛЕКС А наведена на рисунку 6.5.

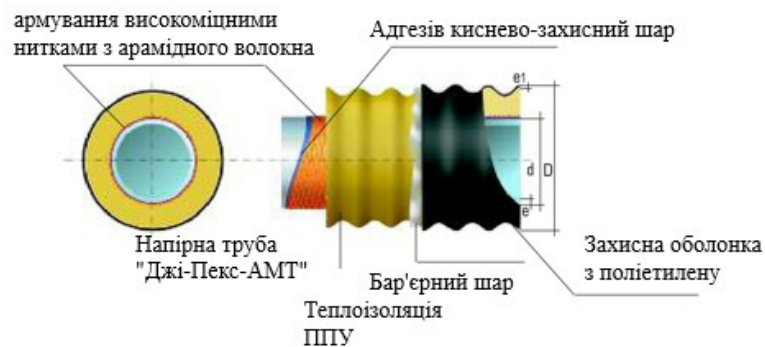


Рисунок 6.5 – Конструкція труби ІЗОПРОФЛЕКС -А

### Труби SMITFLEX-P

Гнучка попередньо ізольована труба з напірною полімерною трубою, покрита антидифузійним шаром. Призначена для підземного прокладання (канального, безканального) систем тепlopостачання (гарячого водопостачання) з температурою до 95 °С і тиском до 1,0 МПа. (Допускається короткочасне підвищення температури до 116 °С).

Конструкція труби SMITFLEX-P наведена на рисунку 6.6.

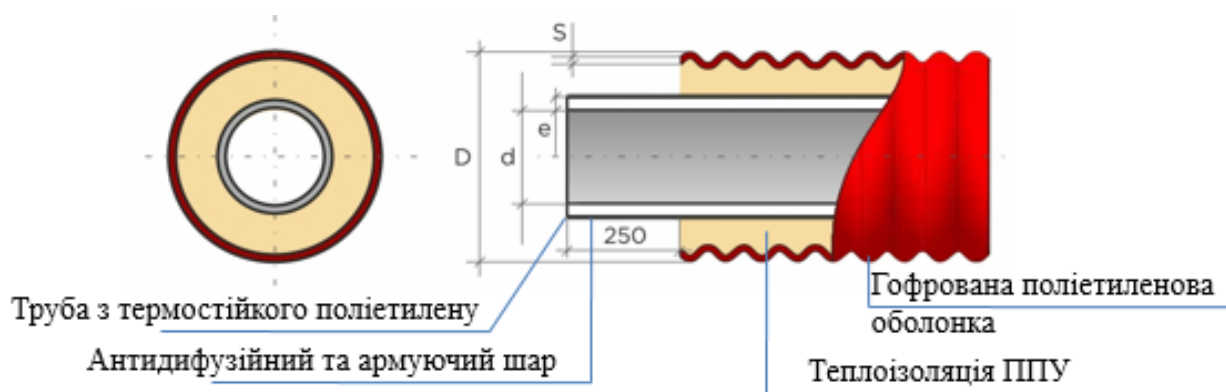


Рисунок 6.6 – Конструкція труби SMITFLEX-P

### Труби SMITFLEX-PV

Гнучка попередньо ізольована труба з напірною полімерною трубою, покрита антидифузійним шаром. Призначена для підземного прокладання (канального, безканального) систем тепlopостачання (гарячого водopостачання) з температурою до 80 °C і тиском до 1,0 МПа.

Конструкція труби SMITFLEX-PV, аналогічна конструкції труби SMITFLEX-P, яка наведена на рисунку 6.6.

Труби КАСАФЛЕКС, ІЗОПРОФЛЕКС, ІЗОПРОФЛЕКС-А, SMITFLEX-P, SMITFLEX-PV призначені тільки для підземного прокладання теплової мережі.

Необхідно брати до уваги, що при використанні попередньо ізольованих трубопроводів необхідно передбачати встановлення деталей трубопроводів (відводи, трійники, переходи тощо) також попередньо ізольованих. У місці з'єднання трубопроводів із деталями необхідно передбачати теплоізоляцію стику.

## 6.2 Арматура в теплових мережах

Арматура:

а. Запірна:

- засувки;
- кульові крани (зварні, фланцеві, різьбові);

- вентилі (фланцеві, різьбові).
- б. Регулююча:
- регулятори (активні, пасивні);
  - клапани (ручні, автоматичні).
- в. Контрольно-вимірювальна:
- триходові крани.
- г. Запобіжна.
- д. Дренажна та для випуску повітря:
- кульові крани (фланцеві, різьбові);
  - вентилі (фланцеві, різьбові).

### Запірна арматура

До запірної арматури відносять: засувки, кульові крани, вентилі.

Конструкція засувки наведена на рисунку 6.7, конструкція кульових кранів на рисунках 6.8, 6.9, 6.10, конструкція вентиля на рисунках 6.11, 6.12.

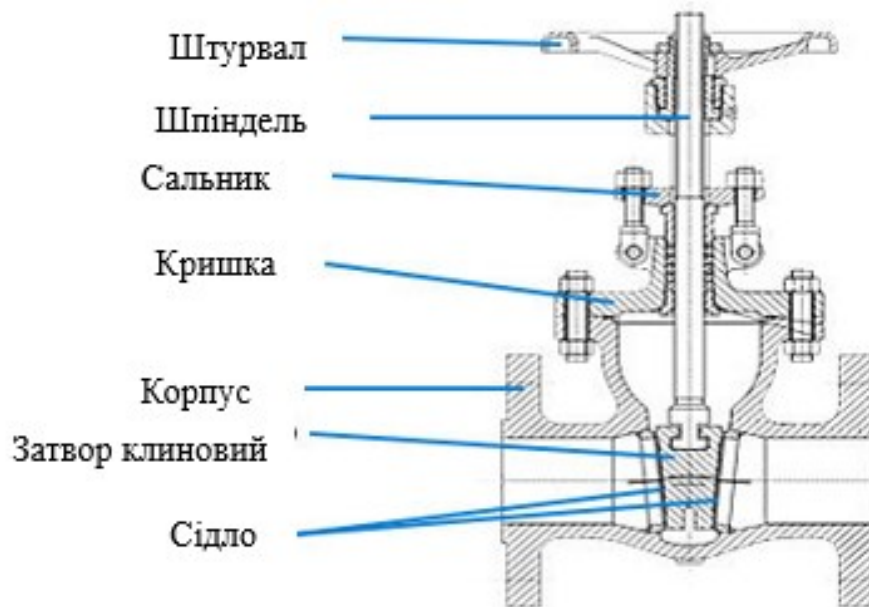


Рисунок 6.7 – Конструкція засувки

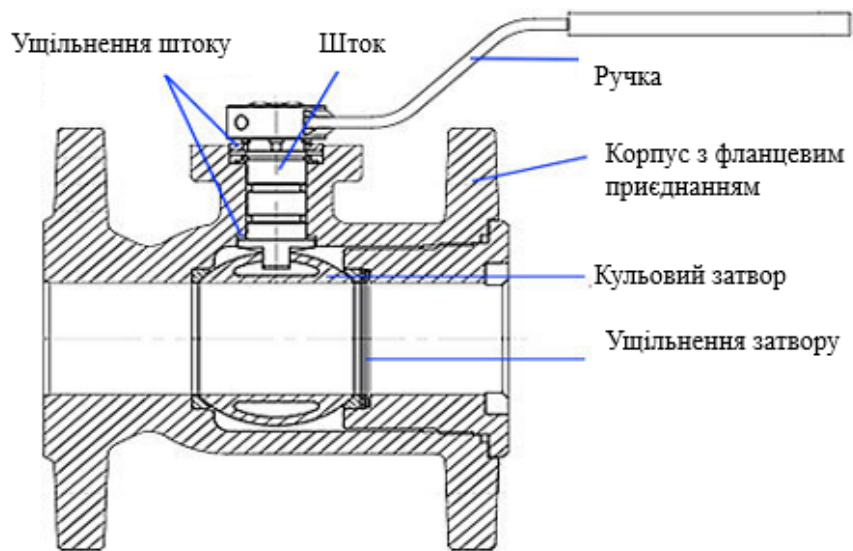


Рисунок 6.8 – Конструкція фланцевого кульового крана

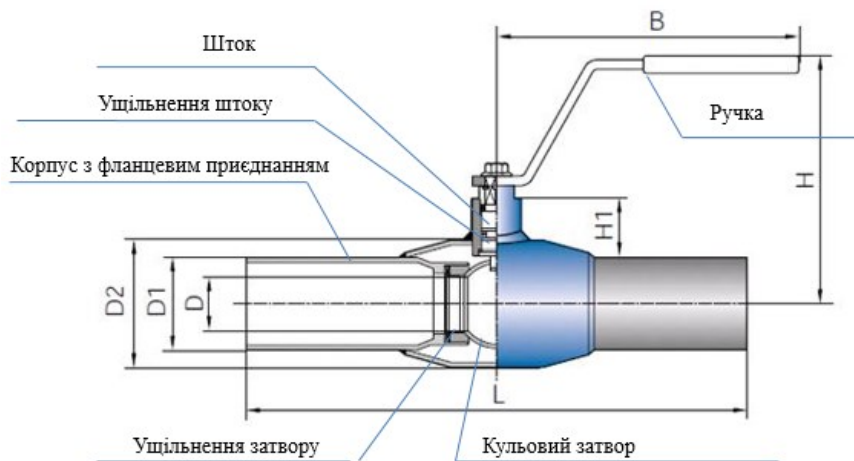


Рисунок 6.9 – Конструкція зварного кульового крана

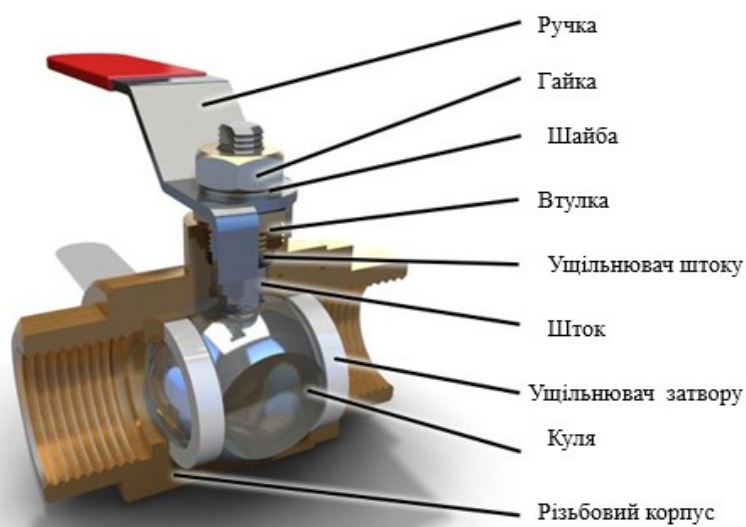


Рисунок 6.10 – Конструкція різьбового кульового крана

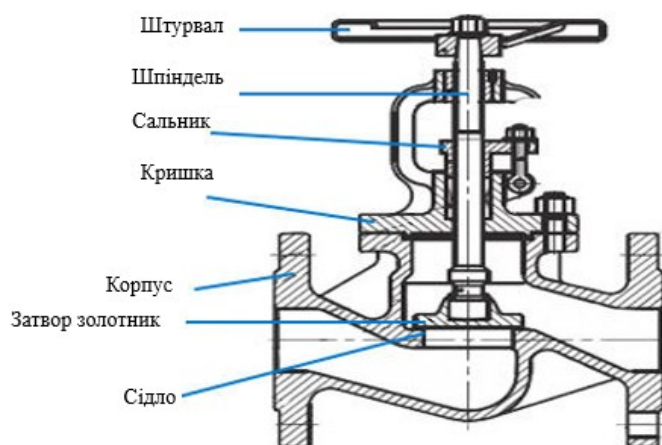


Рисунок 6.11 – Конструкція фланцевого вентиля

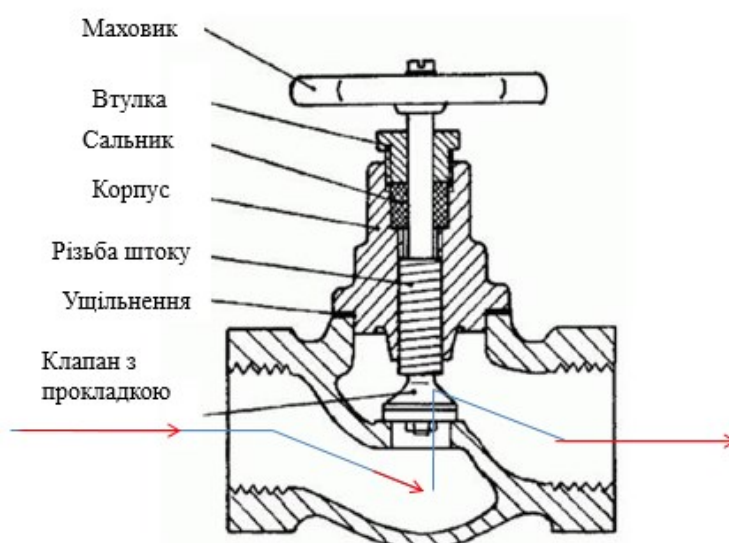


Рисунок 6.12 – Конструкція різьбового вентиля

Для вентилів вказується напрямок руху води, напрямок повинен бути з низу у верх. Для кульових кранів та засувок напрямок руху є неважливим.

Запірна арматура передбачається:

- на виході з джерела теплової енергії, незалежно від параметрів теплоносія та діаметрів трубопроводів;
- на трубопроводах водяних теплових мереж діаметром 100 мм і більше, на відстані не більше 1 000 м один від одного, з улаштуванням перемичок між подавальними та зворотними трубопроводами, для секціонування теплових мереж. При цьому діаметр перемички повинен бути не менше 0,3 діаметра трубопроводу теплових мереж, але не менше 50 мм, на перемичці

встановлюється запірна арматура, до і після запірної арматури передбачаються контрольні спускні вентиля діаметром 25 мм; Допускається збільшення відстані між вузлами, що секціонують, для труб з діаметром 400–500 мм – до 1 500 м, для труб з діаметром більше 600 мм – до 3 000 м, а при надземному прокладанні для труб з діаметром понад 900 мм – до 5 000 м. На парових теплових мережах та на конденсатопроводах запірну арматуру для секціонування вузлів дозволяється не встановлювати.

- на вузлах відгалужень розподільчих трубопроводів, а також відгалуженнях до будівель;
- на введеннях у теплові пункти.

Запірна арматура діаметром 500 мм і більше має бути з електроприводом. При підземному прокладанні запірна арматура з електроприводом повинна розміщуватися в камерах з надземними павільйонами або в камерах, що мають природну вентиляцію, що забезпечує параметри повітря для роботи електроприводів обладнання. При надземному прокладанні запірна арматура з електроприводами повинна розміщуватись у павільйонах або мати захист від доступу сторонніх осіб та потрапляння атмосферних опадів. Запірна арматура з діаметром понад 300 мм. і більше має бути з редуктором.

Для запірної арматури у водяних теплових мережах діаметром 500 мм і більше, і з тиском 1,6 МПа і більше або з діаметром 300 мм і більше, і з тиском понад 2,5 МПа, а також на паропроводах діаметром 200 мм і більше і тиском понад 1,6 МПа необхідно передбачати байпаси (обвідні лінії) із встановленою на них запірною арматурою.

На виході з джерела тепlopостачання, теплових мережах, а також на введення в теплові пункти, як правило, слід передбачати запірну сталеву арматуру. Можна передбачати запірну арматуру з латуні та бронзи при температурі теплоносія до 200 °С. На вході до теплових пунктів, з тепловою потужністю до 0,2 МВт. або при температурі теплоносія менше 115 °С можна передбачати запірну арматуру з ковкого або високоміцного чавуну.

Забороняється, крім теплових пунктів та систем гарячого водопостачання, використання арматури із сірого чавуну при розрахунковій опалювальній температурі зовнішнього повітря нижче, ніж мінус 10°C. У приміщеннях теплових пунктів дозволяється установка запірної арматури з ковкого, високоміцного або сірого чавуну. При цьому необхідно забезпечити її захист від зусиль, що згинають. Для теплових мереж використовують або фланцеву або зварну запірну арматуру. Муфтова арматура використовується на теплових мережах з тиском до 1,6 МПа і температурою нижче 115 °С, при використанні водогазопровідних труб.

Арматуру для секціонування вузлів при підземній прокладці слід передбачати в камерах або павільйонах, в місцях доступних для обслуговування. Використовувати запірну арматуру як регулюючу забороняється.

*Регулююча арматура.* До неї відносять клапани різного призначення. Регулююча арматура може бути фланцева, так і муфтова. Встановлюється на джерелах теплопостачання, теплових пунктах, дросельних станціях, тощо.

### **Регулююча арматура**

Регулююча арматура буває: ручна та автоматична, пасивна та активна.

До ручної регулюючій арматури відносять – клапани балансування.

До автоматичної регулюючій арматури відносять – автоматичні клапани балансування, регулятори тиску, регулятори витрат теплоносія, тощо.

До пасивного регулювання відносять – регулятори тиску, регулятори витрат, тощо.

До активного регулювання відносять – регулятори температури (систем гарячого водопостачання) та регулятори теплового потоку (систем опалення та вентиляції).

### **Клапана балансування**

Ручні клапана балансування, пасивне регулювання.

Призначення: обмеження максимальної витрати теплоносія на абонентських вводах споживачів.



Недоліки в порівнянні з автоматичним регулюванням: при зміні гідравлічних режимів теплової мережі – змінюються витрати теплоносія.

Переваги в порівнянні з автоматичним регулюванням: вартість.

Конструкція ручного клапану балансування наведена на рисунку 6.13.

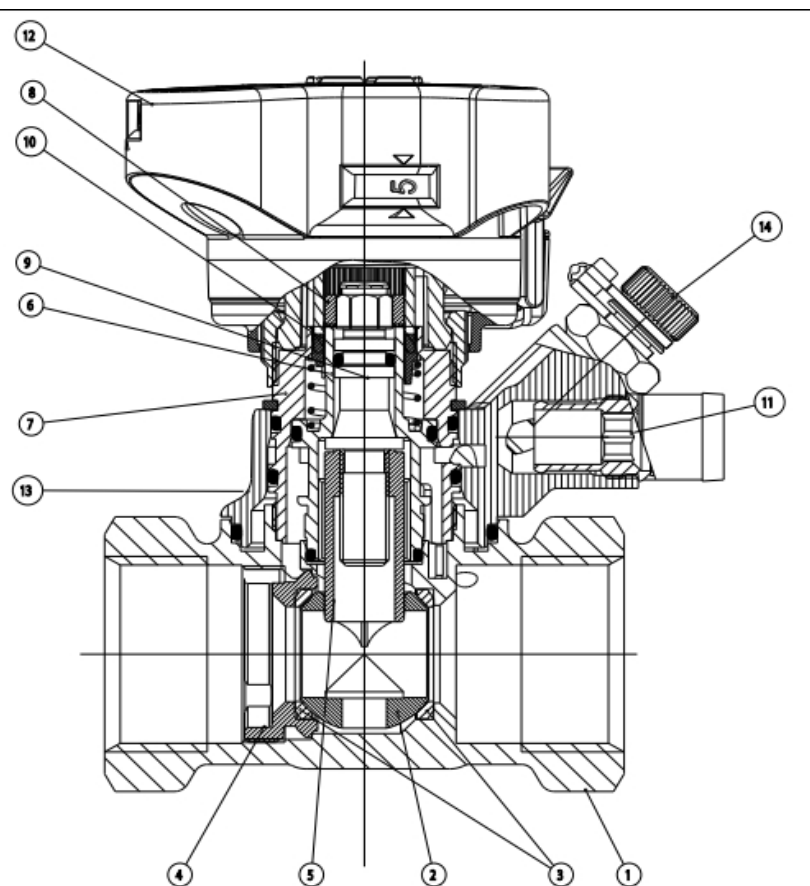


Рисунок 6.13 – Конструкція ручного клапану балансування:

- 1 – корпус клапану; 2 – кульовий кран; 3 – ущільнення кульового крану;
- 4 – затискний гвинт; 5 – конус клапану; 6 – ущільнювальна втулка;
- 7 – горловина клапану; 8 – гвинт налаштування; 8 – шток; 9 – блокатор налаштування; 10 – зливний кран; 11 – настроювальна рукоятка;
- 12 – поворотний блок; 13 – вимірювальний ніпель

Автоматичні клапана балансування, пасивне регулювання.

Призначення: регулювання необхідної витрати теплоносія у системах тепlopостачання, опалення, при змінах гідравлічних режимів.

Автоматичні клапани обмежують витрати на встановленому рівні і, таким чином, автоматично забезпечують гідравлічне балансування системи.

Автоматичні комбіновані балансувальні клапани можуть також мати інше застосування. В принципі, у будь-якій системі, де потрібні автоматичні регулятори витрати або регулюючі клапани можуть бути використані клапани. Наприклад: системи тепlopостачання, опалення/охолодження чи невеликі ЦТП, ІТП.

Принцип роботи: Автоматичний регулюючий клапан із вбудованим регулятором перепаду тиску. Регулятор перепаду тиску підтримує постійний перепад тиску на регулювальному клапані незалежно від зміни параметрів у системі. Завдяки такій конструкції, витрата обмежується необхідним рівнем автоматично, а регулюючий клапан має пріоритет.

Конструкція автоматичного клапану балансування наведена на рисунку 6.14.

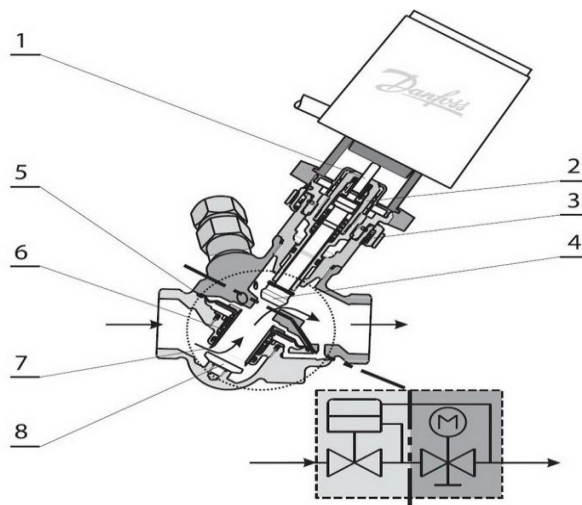


Рисунок 6.14 – Конструкція автоматичного клапану балансування:

- 1 – шток клапану; 2 – сальникове ущільнення штоку клапана;
- 3 – настроювальна шкала; 4 – конус клапану; 5 – мембрана; 6 – основна пружина; 7 – конус регулятора перепаду тиску; 8 – сідло регулятора перепаду тиску

## Регулятори

Регулятори тиску, пасивне регулювання.

Регулятор тиску – це обладнання теплової мережі (ЦТП, ІТП), що підтримує заданий тиск у трубопроводі «до себе», або «після себе», або «перепуску», або «перепаду тиску».

Відповідно регулятор тиску «після себе» підтримує необхідний тиск після регулятора, встановлюється для зниження тиску.

Регулятор тиску «до себе» підтримує необхідний тиск перед регулятором.

Регулятор «перепуску» підтримує стабільний перепад тиску в системі і захищає її від аварійного підвищення тиску.

Регулятор «перепаду тиску» підтримує необхідний перепад тиску на абонентському вводі (ІТП, ЦТП).

Принцип дії регулятора тиску «до себе»: імпульс тиску від вхідного патрубку регулятора передається по вбудованій імпульсній трубці в нижню порожнину діафрагмового елемент. Друга порожнина діафрагмового елемент взаємодіє з атмосферою. Клапан є нормально закритим та відкривається при підвищенні тиску, підтримуючи його на постійному рівні.

Принцип дії регулятора тиску «після себе»: імпульс тиску після регулятора передається по імпульсній трубці в нижню порожнину діафрагмового блоку. Друга порожнина діафрагментного елемента взаємодіє з атмосферою. У разі виникнення різниці тисків на діафрагмі вона прогинається та переміщає пов'язаний із нею через шток конус клапана. Клапан є нормально відкритим і закривається при підвищенні тиску, підтримує його на постійному рівні.

Принцип дії регулятора «перепуску»: тиск води від вхідного патрубка регулятора передається імпульсною трубкою в нижню порожнину корпусу регулюючої діафрагми. Тиск впливає з одного боку на діафрагму, а з іншого – йому протидіє зусилля настроювальної пружини. У разі виникнення різниці цих сил діафрагма прогинається, переміщуючи шток і, пов'язаний із ним,

золотник клапана. Клапан відкривається, коли тиск до нього зростає, та закривається при зниженні тиску.

Принцип дії регулятора «перепаду тиску»: імпульси тисків передаються у порожнини діафрагмового елемента по імпульсним трубкам або зовнішньої імпульсної трубки і каналу у штоку регулятора. Різниця тисків впливає на регулюючу діафрагму, яка, прогинаючись, переміщає золотник клапана. Клапан закривається зі збільшенням різниці тисків і відкривається при її зниженні, підтримуючи цим перепад на постійному рівні. Регулятор має запобіжний клапан, який захищає регулюючу діафрагму від надто великого перепаду тисків (понад 2,5–3 бар).

Вибір діаметру регулятора тиску виконується виходячи з поставлених завдань, тисків та пропускної спроможності клапана регулятора тиску.

Конструкція регулятора тиску «до себе» наведена на рисунку 6.15.

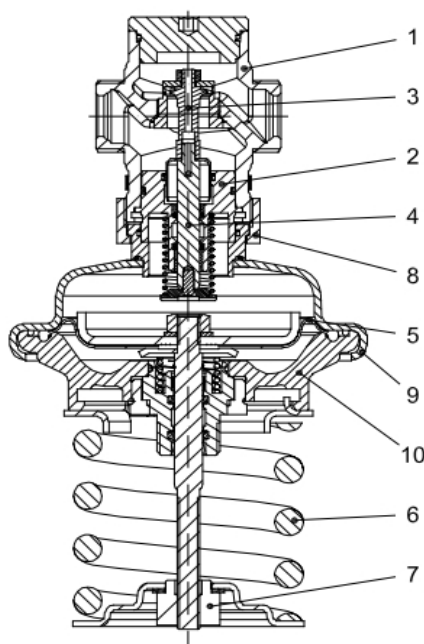


Рисунок 6.15 – Конструкція регулятора тиску «до себе»:

1 – корпус клапану; 2 – вставка клапану; 3 – розвантажений по тиску золотник клапана; 4 – шток клапану; 5 – регулююча діафрагма; 6 – налагоджувальна пружина; 7 – налагоджувальна рукоятка; 8 – з'єднувальна гайка; 9 – верхня частина корпусу регулюючій діафрагми; 10 – нижня частина корпусу регулюючій діафрагми

### Регулятор витрат, пасивне регулювання

Автоматичний регулятор постійної витрати, призначений для застосування у системах централізованого тепlopостачання. При збільшенні витрати понад заданого значення регулятор закриває клапан. Регулятор складається з регулюючого фланцевого клапана з дросельним клапаном для завдання витрати та регулюючого блоку з діафрагмою.

Принцип дії: середовище, що переміщається, створює перепад тисків на дросельному клапані-обмежувачі. Перепад тисків впливає через імпульсні трубки на регулюючу діафрагму.

Регулятор витрат наведено на рисунку 6.16. Конструкція регулятора витрат наведена на рисунку 6.17.



Рисунок 6.16 – Регулятор витрат

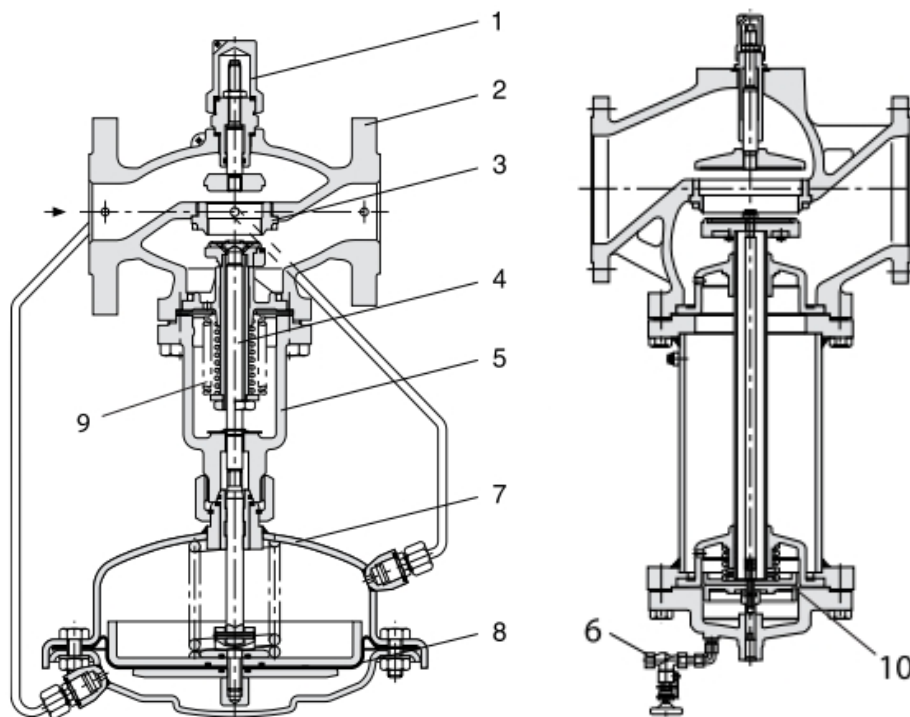


Рисунок 6.17 – Конструкція регулятора витрат:

- 1 – дросельний клапан – обмежувач витрати; 2 – корпус клапана;  
 3 – розвантажений по тиску золотник клапана; 4 – сідло клапана; 5 – кришка  
 клапана; 6 – заливальний клапан; 7 – корпус регулюючого блоку;  
 8 – регулююча мембрана; 9 – сильфон розвантаження тиску; 10 – мембрана  
 завантаження тиску

### Регулятори температури, активне регулювання

Для систем гарячого водопостачання існують регулятори температури «прямої дії» та регулятори, які складаються з контролера, двоходового клапана з електродвигуном та термометра опору.

Конструкція регулятора «прямої дії» наведена на рисунку 6.18.

Склад регулятора температури системи гарячого водопостачання, який складається з двоходового (або триходового) клапану з електродвигуном, термометром опору, контролера наведено на рисунку 6.19.

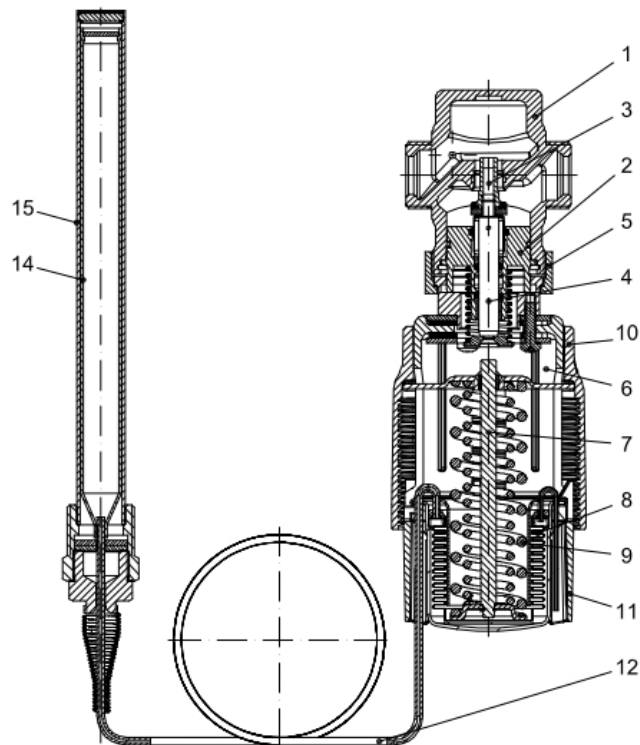


Рисунок 6.18 – Конструкція регулятора «прямої дії»:

- 1 – корпус клапану; 2 – вставка клапану; 3 – розвантажений по тиску золотник клапана; 4 – шток клапану; 5 – з'єднувальна гайка; 6 – термостатичний елемент; 7 – шток термостатичного елемента; 8 – сильфон; 9 – налагоджувальна пружина; 10 – налагоджувальна рукоятка; 11 – шкала налагоджування; 12 – капілярна трубка; 13 – захисний шар капіляра; 14 – температурний датчик; 15 – захисна гільза

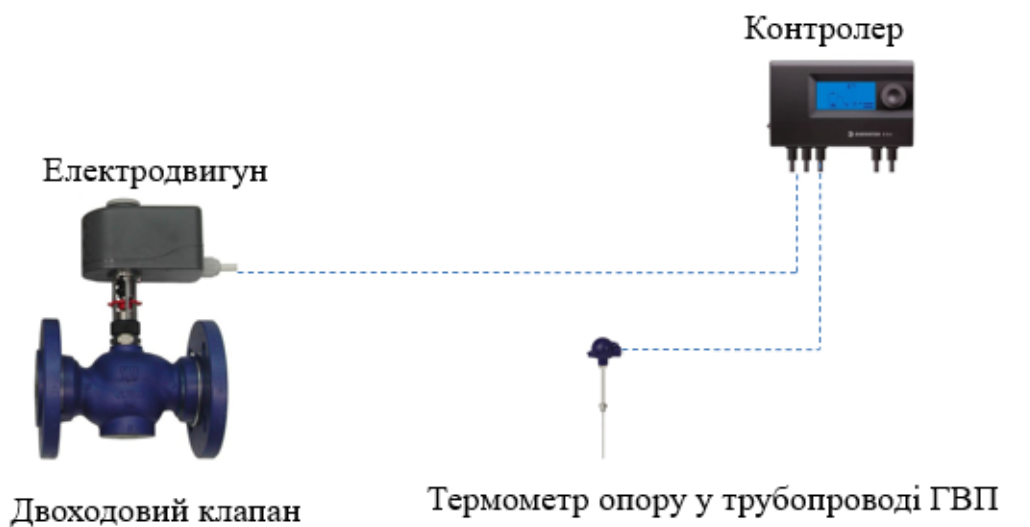


Рисунок 6.19 – Склад регулятора температури системи гарячого водопостачання

Склад регулятора температури системи опалення (теплового потоку), який складається з двоходового (або триходового) клапану з електродвигуном, термометрів опору у подавальному (Т1) та зворотному трубопроводі (Т2), термометру опору зовнішнього повітря (Тзп), контролера наведено на рисунку 6.20.

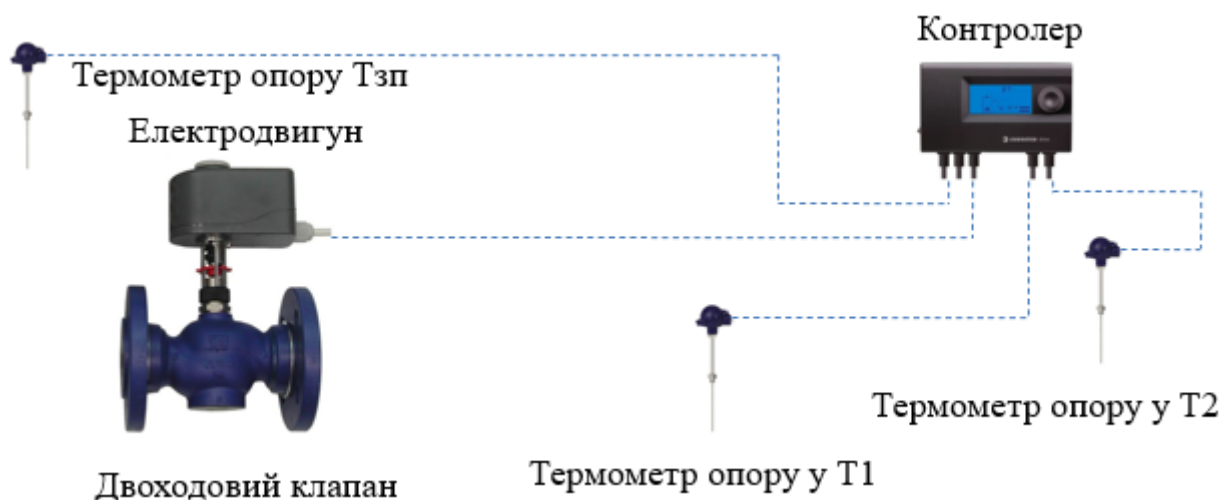


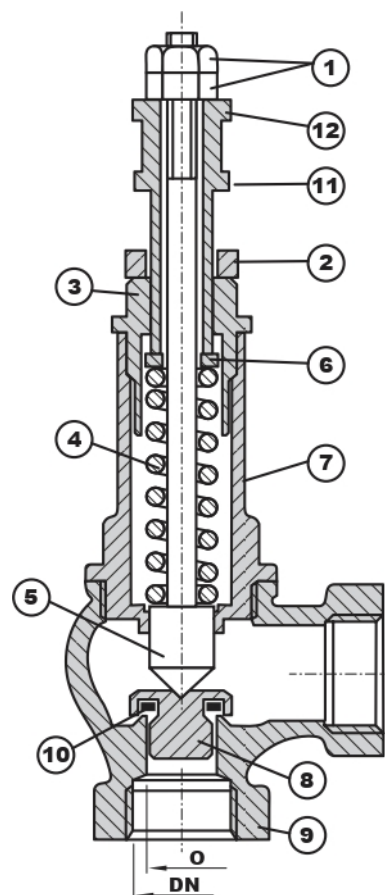
Рисунок 6.20 – Склад регулятора температури системи опалення

### Запобіжні клапана

Призначення: у разі підвищення тиску в системі тепlopостачання (опалення) скидає надлишковий тиск до налаштованого рівня. Конструкція запобіжного клапана наведена на рисунку 6.21.

Рисунок 6.21 – Конструкція запобіжного клапана:

- 1 – гайка кріплення механізму примусового відкривання; 2 – контргайка; 3 – пробка; 4 – пружина;
- 5 – шток клапана; 6 – упорна втулка; 7 – корпус клапана; 8 – золотник; 9 – різьба, місце приєднання;
- 10 – прокладка; 11 – регулююча втулка; 12 – втулка кріплення механізму примусового відкривання





## Контрольно-вимірювальна арматура

Для встановлення контрольно-вимірювальних приладів (манометрів) використовують триходові крани. Встановлення кульових кранів, вентилів під манометри – заборонено. Конструкція триходового крану (рис. 6.22) дозволяє спустити повітря з під манометра, а також передбачає встановлення контрольного манометра.



Рисунок 6.22 – Триходовий кран, манометричний

## Пристрої дренажу та спуску повітря

У нижніх точках трубопроводів водяних теплових мереж та конденсатопроводів, а також секційних ділянок трубопроводів повинні бути передбачені пристрої для спуску води (дренажі). Розрахунок діаметра спускних пристроїв проводять з часу дренажу трубопроводу, наприклад, для трубопроводів з діаметром до 300 мм. час дренажу має становити трохи більше 2 год.; при діаметрах 350–500 мм. час дренажу має становити трохи більше 4 годин; понад 600 мм. час дренажу має становити трохи більше 5 годин.

Спуск води роблять з кожного трубопроводу окремо, з розривом струменя в дренажні приямки або скидні дренажні колодязі, з наступним відведенням води самопливом або з використанням дренажних насосів у систему каналізації. У цьому температурі води має перевищувати 40 °С. Спуск води безпосередньо до камер теплових мереж або на поверхню землі – не допускається.

У нижніх точках паропроводів, а також перед вертикальними ділянками, необхідно передбачати дренажні пристрої.

Крім цього, дренажі передбачаються на прямолінійних ділянках трубопроводів через кожні 400–500 м. при попутному ухилі, і через кожні 200–300 м. при зустрічному ухилі. При тиску пари до 2,2 МПа передбачається один запірний пристрій на дренажі, при тиску більше 2,2 МПа – два послідовно встановлені запірні пристрої.

У верхніх точках теплових мереж передбачають встановлення штуцерів із запірною арматурою для випуску повітря. У запірну арматуру встановлюють автоматичний відвідник повітря (рис. 6.23).

Діаметр штуцера і запірної арматури вибирають виходячи з діаметра трубопроводу, наприклад: діаметр трубопроводу до 75 мм – повітровідвідник Ду 15 мм; 75–250 мм – 50 мм.; 300–400 мм – 80 мм і т. д.



Рисунок 6.23 – Автоматичний повітровідвідник

### **Грязьовики**

Грязьовики встановлюють на подавальному трубопроводі, на введенні в теплові пункти після корінної запірної арматури. На зворотному трубопроводі перед пристроями, що регулюють, насосами, водомірами, діафрагмами, але не більше одного.

Перед іншим обладнанням (теплообмінниками, клапанами, насосами тощо встановлюють сітчасті фільтри).

Грязьовик наведено на рисунку 6.24. Сітчастий фільтр на рисунку 6.25.



Рисунок 6.24 – Грязьовик



Рисунок 6.25 – Сітчастий фільтр

### Питання для самоконтролю

1. Які повинні використовуватися труби у теплових мережах?
2. Які вимоги до трубопроводів теплових мереж?
3. Які недоліки мають труби Касафлекс у порівнянні зі сталевими трубами у ізоляції ППУ?
4. Що відносять до регулюючої арматури?
5. Яку регулюючу арматуру відносять до активного регулювання?
6. Яку регулюючу арматуру відносять до пасивного регулювання?
7. Які бувають види запірної арматури?
8. Навіщо у системах тепlopостачання використовують запобіжні клапана?

## 7 БУДІВЕЛЬНИЙ ПЛАН ТА МОНТАЖНА СХЕМА ТЕПЛОВИХ МЕРЕЖ

### 7.1 Деталювання трубопроводів

#### Опори теплових мереж

Залежно від конструкції та вирішуваних завдань всі опорні конструкції теплових мереж поділяються на рухомі та нерухомі.

#### Рухомі опори

Рухомі опори призначаються для сприйняття вертикальних зусиль від ваги трубопроводу разом із теплоносієм і запірною арматурою водночас із забезпеченням його вільного горизонтального переміщення. Рухомі опори застосовуються за використання всіх способів прокладання теплових мереж, окрім підземного безканалного.

Рухомі опори бувають ковзними, котковими, роликowymi, шариковими, підвісними (пружинними або жорсткими).

Ковзні опори застосовуються для будь-яких напрямків переміщення трубопроводів для всіх способів прокладання та для всіх діаметрів труб. До їх переваг належать простота, надійність, дешевизна. До недоліків належать найбільший опір переміщенню трубопроводу внаслідок дії сил тертя.

Вони бувають високими (140 мм), коли товщина теплоізоляції є більшою за 80 мм, та низькими (90 мм), коли товщина теплоізоляції складає до 80 мм включно. Окрім того, ковзні опори можуть виконуватися як звичайні (електропровідні) та діелектричні (електроізольовані). За конструкцією розрізняють ковзні опори зварні та хомутові.

Коткові та роликіві опори застосовуються для обпирання труб з умовним діаметром не менше 175 мм за наявності їхнього осьового переміщення та у разі прокладання в тунелях, колекторах, на кронштейнах та на окремо стоячих опорах і естакадах. Реакція роликіві опори від тертя порівняно з ковзною зменшується у стільки разів, у скільки радіус цапфи  $r$  є меншим за радіус ролика  $R$  ( $r/R < 1$ ).

Реакція коткової опори є меншою за реакцію ковзної опори, оскільки тертя кочення є меншим за тертя ковзання. Перевагою коткових та роликів опор є низький рівень опору переміщенню трубопроводу. Недоліком коткових опор є можливість заклинювання за відсутності обслуговування й наявності поперечних переміщень труб. Недоліком роликів опор є можливість руйнування цапфи. Коткові опори бувають однокотковими та двокотковими.

Кулькові опори застосовують для труб з умовним діаметром не меншим 175 мм у разі їхнього поперечного переміщення (під кутом до осі траси) та прокладанні в тунелях, колекторах, на кронштейнах і на окремо стоячих опорах. Їх перевагою є можливість застосування за будь яких переміщень трубопроводів. Недоліком кулькових опор є те, що вони коштують дорожче за вищезгадані.

Ухил  $i$  трубопроводів у випадку застосування коткових, роликів та кулькових опор має задовольняти умові:

$$i \leq 0,05/R,$$

де  $R$  – радіус котка, ролика або шарика, мм.

Проте мінімальний ухил за будь-яких способів прокладання  $i$  для всіх напрямів руху теплоносія має становити не менше 0,002.

Підвісні пружинні опори застосовують для труб з умовним діаметром не меншим за 150 мм у разі їхнього вертикального переміщення.

Підвісні жорсткі опори застосовують у випадку надземного прокладання трубопроводів із гнучкими компенсаторами та на ділянках самокомпенсації за умовних діаметрів трубопроводів від 25 до 600 мм.

Перевагою таких опор є найменший рівень опору за малих переміщень трубопроводів. Недоліком є необхідність значного вертикального габариту для розміщення опори та її кріплення. Для зменшення напруг і перекосів трубопроводів необхідно приймати довжину підвіски  $l$  для водяних теплових

мереж за умови  $l \geq 10\Delta l$ , а для паропроводів – за умови  $l \geq 20\Delta l$ , де  $\Delta l$  – переміщення підвіски, найбільш віддаленої від нерухомої опори.

### Нерухомі опори

Нерухомі опори призначаються для закріплення на місцевості окремих точок трубопроводів і розподілу теплотраси на ділянки, незалежні за температурними деформаціями та зусиллями. Нерухома опора сприймає як горизонтальні зусилля від термічних та внутрішніх напружень і реакцій компенсаторів на ділянці між нею та сусідніми нерухомими опорами, так і вертикальні зусилля від ваги трубопроводу разом із теплоносієм та запірною арматурою на ділянці між нею та сусідніми рухомими опорами. Нерухомі опори застосовуються за всіх способів прокладання трубопроводів теплових мереж.

Нерухомі опори поділяються на лобові, бокові, щитові, хомутові й бугельні.

Лобові опори рекомендується застосовувати в камерах, прохідних і напівпрохідних каналах за зовнішніх діаметрів труб від 108 мм. Щитові опори використовують у камерах, непрохідних каналах та при безканалній прокладці за зовнішніх діаметрів труб від 108 мм. Бокові опори застосовуються за зовнішніх діаметрів труб від 194 мм. Хомутові опори застосовуються, як правило, для закріплення труб на балках, кронштейнах (у випадках прокладання трубопроводів по стінах будівель) за зовнішніх діаметрів труб від 32 до 1 020 мм. Бугельні опори застосовують в таких самих випадках, що й хомутові опори за зовнішніх діаметрів труб від 377 до 1 420 мм.

За основним конструкційним матеріалом нерухомі опори бувають сталеві та залізобетонні (щитові).

### Компенсатори теплових мереж

При прокладанні теплових мереж використовуються штучні та природні компенсатори температурних подовжень.

Штучні компенсатори (осьові):

- сальниковий компенсатор.

Сальниковий компенсатор (рис. 7.1) використовують при каналному прокладанні теплових мереж та встановлюються в теплофікаційних камерах, бо потребує обслуговування.

- сальфонний компенсатор.

Сальфонні компенсатори (рис. 7.2) використовуються при безканалному прокладанні.

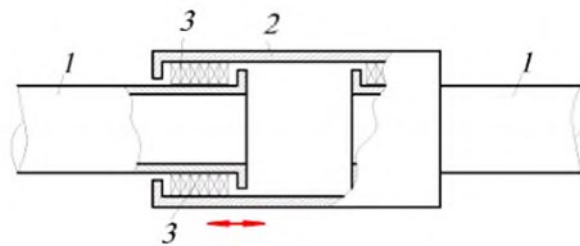


Рисунок 7.1 – Сальниковий компенсатор:

1 – трубопровід; 2 – стакан сальникового компенсатора; 3 – набивка компенсатора

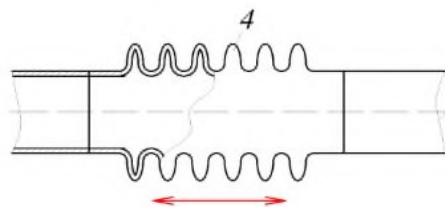


Рисунок 7.2 – Сальфонний компенсатор:

4 – металева гофра

Природні компенсатори (радіальні). До даних компенсаторів відносять компенсатори кутами повороту теплової мережі. Це Г-, П- та Z-подібні компенсатори.

### **Вузол теплофікаційний**

Конструкція вузла трубопроводів залежить від способу прокладання труб. За будь-якої підземної прокладки вузол трубопроводів улаштовують у вигляді теплової камери.

Площа камери визначається за її розмірами, які залежать від кількості та діаметрів трубопроводів, товщини теплової ізоляції на цих трубопроводах та мінімальних відстаней від захисних оболонок теплоізоляційних конструкцій трубопроводів та обладнання до поверхонь сусідніх теплоізолюваних елементів або стінок камери на просвіт згідно з [6, с. 41].

Приклад виконання схеми теплової камери у разі підземної прокладки показано на рисунку 7.3. Аналогічний вузол для надземної прокладки на високих опорах наведено на рисунку 7.4.

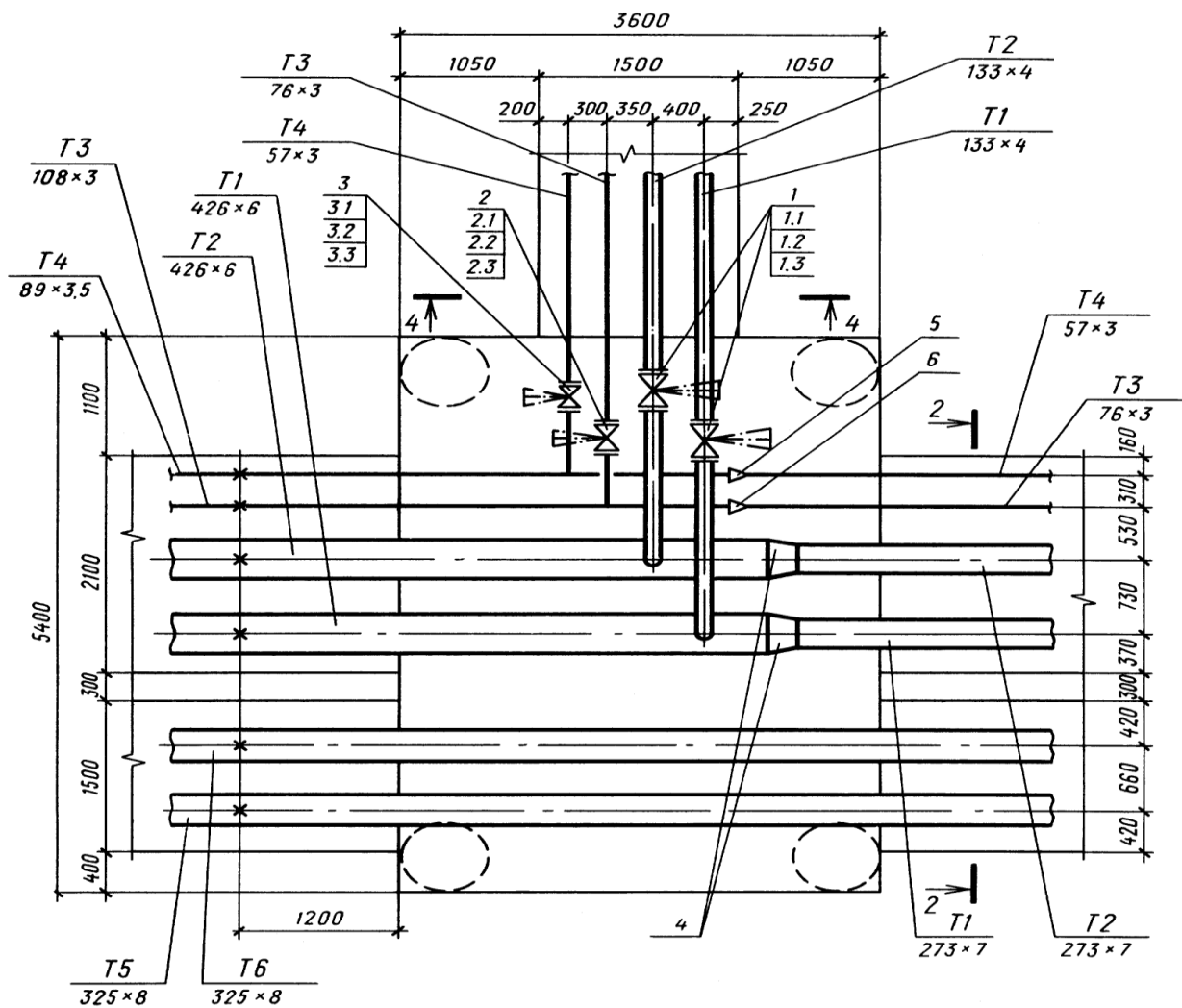


Рисунок 7.3 – Вузол теплофікаційний, підземне прокладання



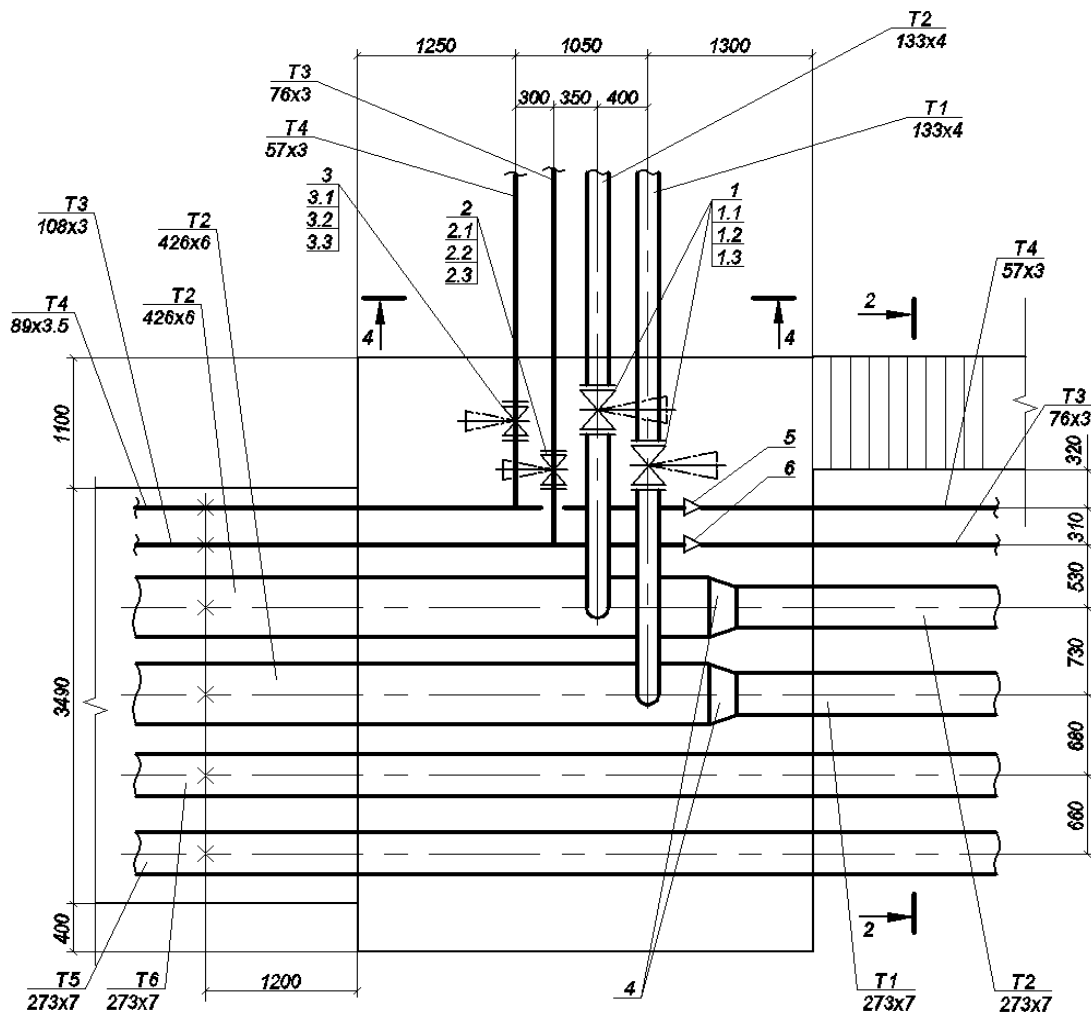


Рисунок 7.4 – Вузол теплофікаційний, надземне прокладання

У випадку надземної прокладки на високих опорах вузли трубопроводів облаштовують на стаціонарних площадках обслуговування, якщо їх рівень розташування перевищує 2,5 м. Кожна з таких площадок повинна мати огорожу за зовнішнім периметром для запобігання падіння з висоти обслуговуючого персоналу. Так само огорожу з обох боків повинні мати й драбини з кутом нахилу більше  $75^\circ$  або висотою більше 3 м. Ґратчаста конструкція підлоги площадки й сходи драбини зменшує ймовірність ковзання персоналу по полюю під час зледеніння. У випадку розташування площадки обслуговування на рівні 5 м та більше сходи виконують з проміжними майданчиками.

Майданчик обслуговування, як правило, виконують прямокутної форми, обпираючи його на колони, виконані зі сталевого профілю (двотавр, швелер).

Розмір майданчика так само, як і теплової камери, визначається залежно від кількості трубопроводів, зовнішніх діаметрів теплоізоляційних конструкцій труб, що складаються з діаметрів самих труб та товщини теплоізоляційних шарів, відстаней між трубопровідними конструкціями на провіт, а також наявності, конструкції та розмірів запірної арматури.

## **7.2 Поздовжній профіль**

Поздовжній профіль теплотраси (далі – ППТ) будується з метою визначення способів її прокладання на окремих ділянках та рівня розташування трубопроводів, а також ув'язування обраного розташування теплотраси з іншими інженерними комунікаціями (автомобільні та залізничні шляхи, газопроводи, водопроводи, каналізація, електрокабелі тощо) та підземними й надземними спорудами. Також ППТ використовують для визначення ухилів трубопроводів та місць розташування пристроїв для спуску води (дренажів, дренажних колодязів) та повітря (повітряників). З метою забезпечення природного спорожнення трубопроводів, а також заповнювання водою відремонтованих ділянок теплотраси без залишків повітря, дренажі розташовують у найнижчих точках теплотраси, а повітряники – у найвищих точках.

Згідно з [7, с. 7] ППТ будується у вигляді розгортки по осі траси в масштабах: по горизонталі – 1:500, 1:1 000; по вертикалі 1:50, 1:100.

Допускається для зручності користування показувати на профілі вертикальну вісь зі шкалою познач від рівня океану. Під профілем розташовують табличку, зміст рядків якої обирають залежно від способу прокладки тепломережі: надземного чи підземного, як показано на рисунку 7.5. Форма 2 відповідає підземному прокладанню, а форма 3 – надземному. Якщо на відрізок теплотраси, для якого будується профіль, застосовано обидва способи прокладки, то його розбивають на фрагменти.

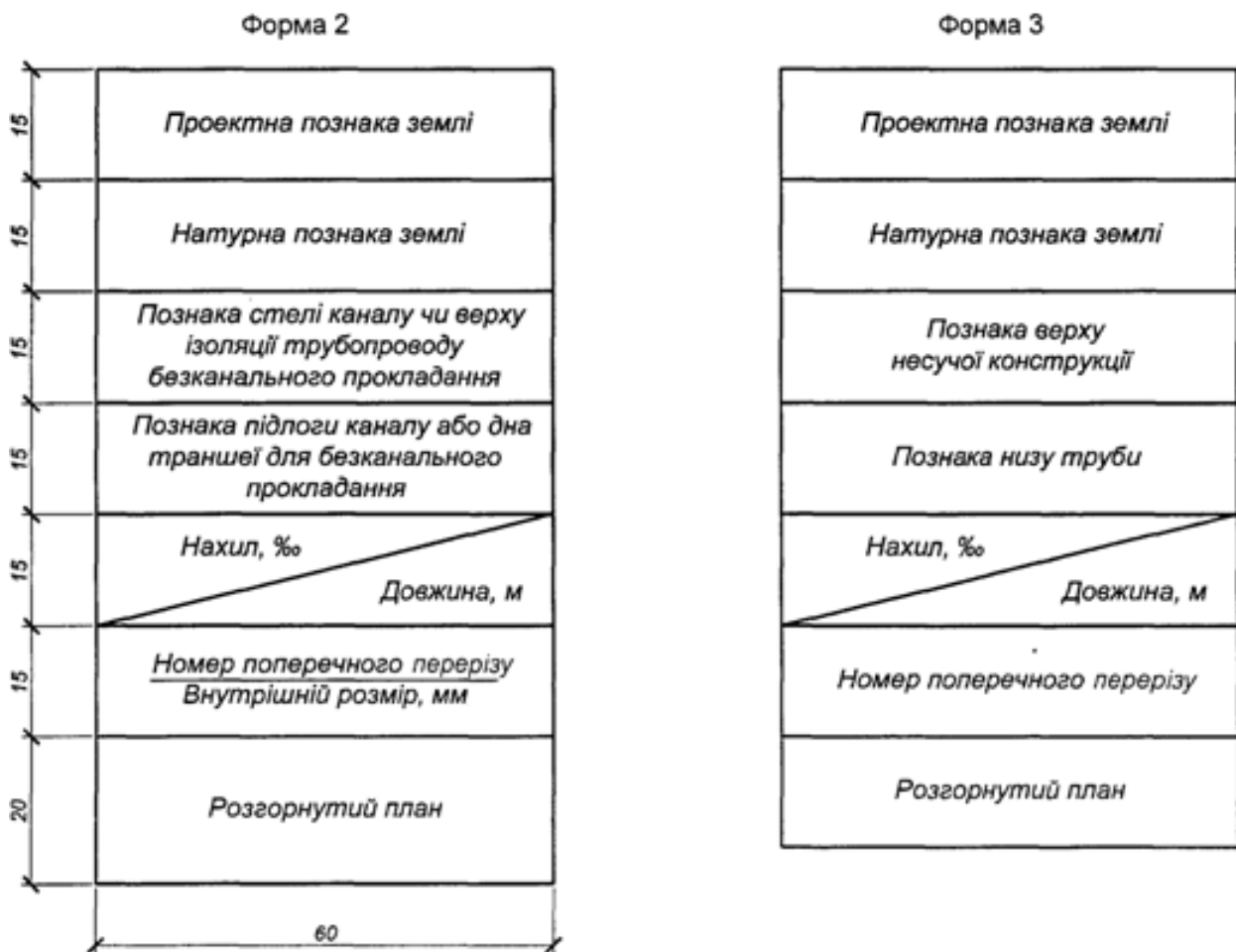


Рисунок 7.5 – Таблиця для поздовжнього профілю

ППТ будують у такій послідовності:

1. Виділяють з системи тепlopостачання частину, що потребує побудови ППТ.
2. Визначають спосіб прокладання трубопроводів на виділеній частини.
3. Приймають найбільш зручні для користування масштаби по вертикалі та горизонталі з переліку дозволених (див. вище) залежно від загальної довжини фрагменту тепломережі та амплітуди коливань профілю місцевості.
4. За будівельним планом або розрахунковими схемами мереж розбивають таблицю за формою 2 чи 3 (залежно від способу прокладки) на стовпці, ширина яких становить довжини ділянок в обраному масштабі.
5. У нижньому рядку таблиці будують спрямлений план частини теплотраси, для якої будується ППТ, розкриваючи кути поворотів траси до 180°.

6. На вертикалях, піднятих з меж стовпчиків таблиці, будують натурний профіль місцевості, відкладаючи позначки характерних точок землі по осі теплотраси. Позначки обчислюють шляхом інтерполяції (екстраполяції) значень відомих позначок об'єктів генплану або позначок геодезичних ліній.

7. Якщо є потреба перепланування профілю місцевості, яка може бути викликана, наприклад, необхідністю забезпечення мінімальних нахилів на певних ділянках теплотраси, то проводять проектну лінію землі та записують її позначки в перший рядок таблиці за формою 2 або 3. Якщо в переплануванні місцевості вздовж теплотраси потреби не має, значення позначок у першому та другому рядках таблиць за формами 2 та 3 будуть збігатися.

8. Показують на профілі всі інженерні комунікації, що перетинає розглядуваний відрізок теплотраси, у вигляді перерізів на відповідних глибинах та відстанях від вузлових точок.

9. Підібравши конструкції нерухомих опор, рухомих опор та каналів (за їхньої наявності в разі надземного прокладання або підземного каналного прокладання), обчислюють позначки для третього та четвертого рядків таблиці, починаючи з перерізів, для яких ці величини відомі або визначені нормативами та обмеженнями згідно до ДБН Теплові мережі.

10. Обчислюють нахили (‰) на відрізках профілю теплотраси за формулою:

$$N_{\text{від}} = 1000 (h_{\text{поч}} - h_{\text{кін}}) / l_{\text{від}}, \quad (7.1)$$

де  $h_{\text{поч}}$ ,  $h_{\text{кін}}$  – позначки початкового та кінцевого вузлів відрізка теплотраси на профілі, м;

$l_{\text{від}}$  – довжина цього відрізка, м.

За наявності відомого нахилу кінцеву позначку ділянки теплотраси можна винайти за аналогічною формулою:

$$h_{кін} = h_{поч} \pm N_{від} l_{від} / 1000, \quad (7.2)$$

Знак операції у формулі (7.2) залежить від характеру зміни позначок (підвищення або зниження).

10. Розставляють номери перерізів, відповідних певним відрізням теплотраси, у шостому рядку таблиці за формою 2 або 3 та внутрішні розміри для каналного прокладання за формою 2.

На рисунку 7.6 наведено будівельний план теплової мережі, а на рисунку 7.7 приклад побудови поздовжнього профілю ділянки теплотраси.

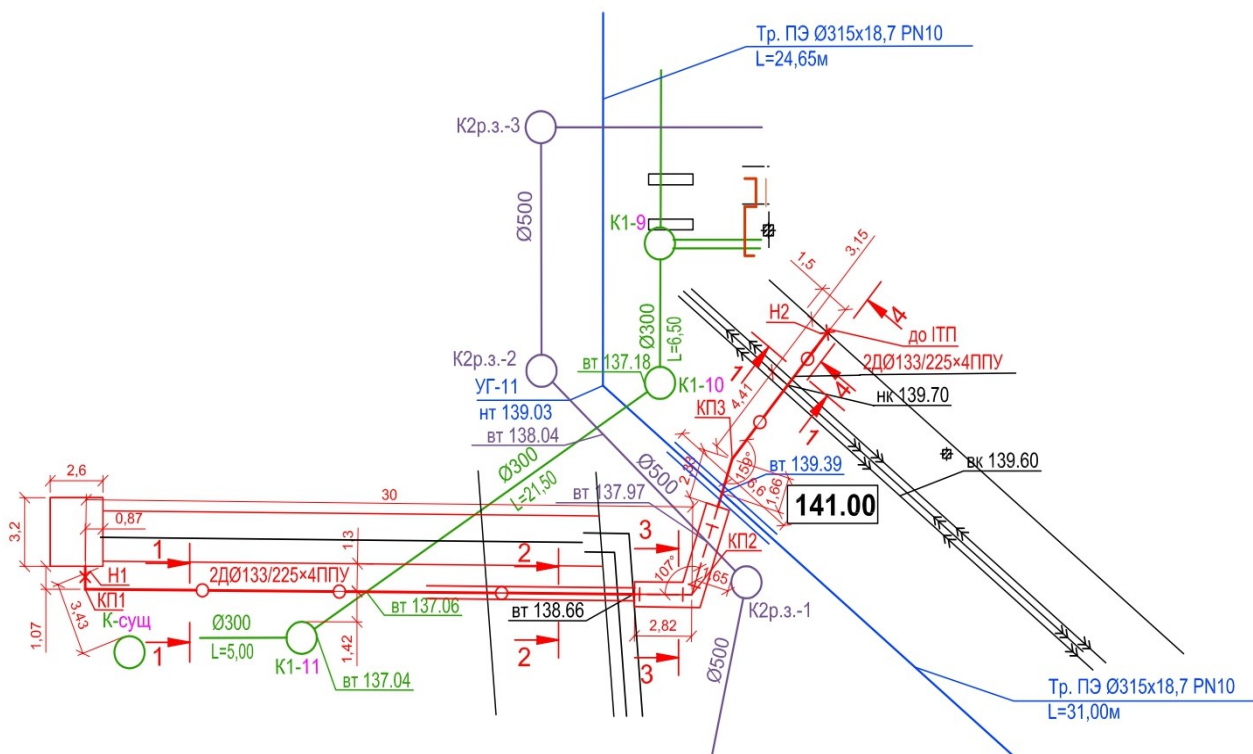


Рисунок 7.6 – Будівельний план теплової мережі

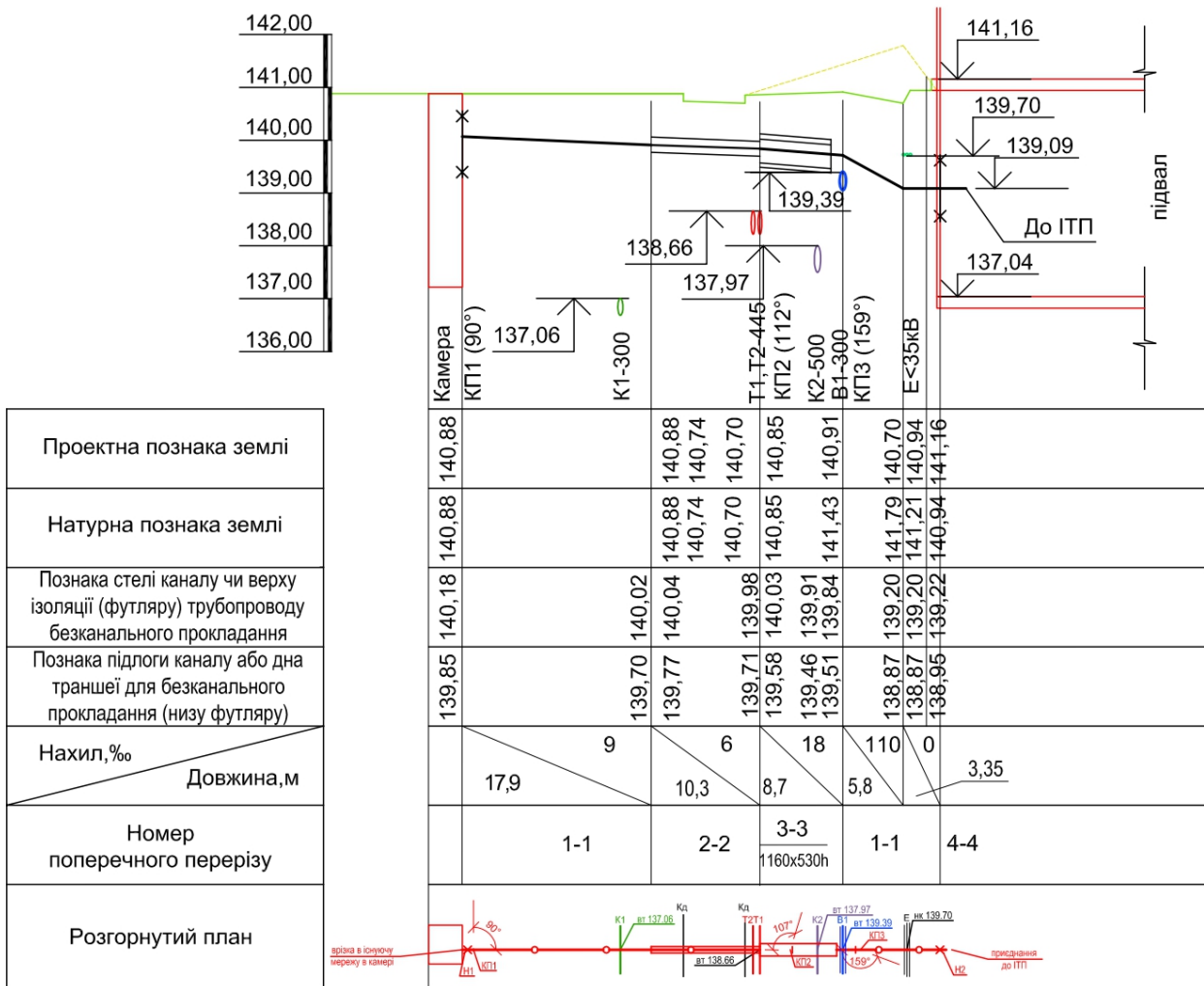


Рисунок 7.7 – Поздовжній профіль

### Питання для самоконтролю

1. Призначення рухомих опор.
2. Призначення нерухомих опор.
3. За основним конструкційним матеріалом які бувають нерухомі опори?
4. Види компенсаторів та їх призначення.
5. Як вибирають кількість люків у теплової камері?
6. Призначення поздовжнього профілю.
7. Що має містити монтажна схема теплової мережі?

## 8 ГАЗОВІ МЕРЕЖІ

### 8.1 Класифікація систем газопостачання

Газові мережі призначені для транспортування й розподілу газу між споживачами для побутових, комунально-побутових і технологічних потреб.

Газопостачання міст здійснюють природним, зрідженим або штучним газом. Найоптимальнішим різновидом палива для житлово-комунального господарства і промисловості є природний газ.

*Міська система газопостачання* – це складний комплекс споруд, технічних пристроїв і трубопроводів, що забезпечують подачу й розподілення газу між промисловими, побутовими й комунальними споживачами.

Міська система газопостачання складається з таких основних елементів: газових родовищ, магістральних газопроводів високого тиску, газорозподільних станцій (ГРС), розподільних газопроводів середнього й високого тиску, газорегуляторних пунктів (ГРП), розвідних газопроводів низького тиску та введень споживачам, а також системи контролю й автоматичного керування, диспетчерської служби і системи експлуатації.

Газопроводи є важливим елементом системи газопостачання, оскільки на їх спорудження витрачається 70–80 % всіх капітальних вкладень. При цьому із загальної протяжності газопроводів 80 % складають газопроводи низького тиску та 20 % – газопроводи середнього та високого тиску.

Газопроводи низького тиску призначаються для подачі газу до житлових будинків, громадських будівель та комунально-побутових підприємств. Газопроводи середнього тиску через ГРП постачають газом газопроводи низького тиску, а також газопроводи промислових та комунально-побутових підприємств. По газопроводах високого тиску газ надходить у ГРП промислових підприємств, а через ГРП у газопроводи середнього тиску. Зв'язок між газопроводами різних тисків здійснюється через ГРП та ГРУ.

Залежно від місця розташування щодо планування поселень, газопроводи поділяються: на зовнішні (вуличні, внутрішньоквартальні, дворові, міжцехові) та внутрішні (розташовані всередині будівель та приміщень). З урахуванням розташування щодо поверхні газопроводи можуть бути підземними (підводними) і надземними (надводними).

Залежно від призначення в системі газопостачання газопроводи поділяються на розподільчі, газопроводи-вводи, ввідні, продувні, скидні та міжселищні.

Розподільчими газопроводами слід вважати зовнішні газопроводи, що забезпечують подачу газу від джерел газопостачання до газопроводів-вводів, а також газопроводи високого та середнього тиску, призначені для подачі газу до одного об'єкта.

Під газопроводом-вводом розуміють газопровід від місця приєднання до розподільного газопроводу до пристрою, що відключає на ввіді.

Ввідним газопроводом вважають ділянку газопроводу від вимикального пристрою, що на ввіді в будинок (при установці вимикального пристрою зовні будинку) до внутрішнього газопроводу, включаючи газопровід, прокладений в футлярі через стіну будинку.

Міжселищними газопроводами є розподільні газопроводи, що прокладаються поза територією населених пунктів.

Під внутрішнім газопроводом розуміють ділянку газопроводу від газопроводу-вводу (при установці вимикального пристрою всередині будинку) або від ввідного газопроводу до місця підключення газовикористовуючого обладнання

Залежно від матеріалу труб газопроводи поділяються на металеві (сталеві, мідні) та неметалічні (поліетиленові).

ГРС призначений для очищення газу, зниження тиску, розміщується за містом.



Основним елементом міської системи газопостачання є газові мережі, які складаються з газопроводів різного тиску. Залежно від максимального робочого тиску газу виокремлюють такі категорії газопроводів:

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

Потоки природного газу надходять магістральними газопроводами через ГРС у міські газові мережі. На ГРС тиск газу знижується за допомогою клапанів автоматичних регуляторів тиску і підтримується постійним на необхідному рівні.

Газопроводи низького тиску призначені для постачання газом житлових і суспільних будинків, невеликих підприємств. Тиск у газопроводах житлових будинків повинен становити до 3 кПа, а підприємств побутового обслуговування й суспільних будинків – до 5 кПа.

Газопроводи середнього й високого тиску II категорії становлять основні міські розподільні мережі. Їх використовують для живлення розподільних газопроводів низького й середнього тиску (через газорегуляторні пункти), а також промислових і комунально-побутових підприємств (пральні, хлібозаводи, ресторани, їдальні) через місцеві газорегуляторні установки.

Газопроводами високого тиску I категорії (тиском газу більше ніж 0,6 МПа) здебільшого постачають газ на ТЕЦ, ГРЕС, великі промислові підприємства. Газопроводи різного тиску з'єднують тільки через ГРП. Газопроводи високого тиску трасують околицями населеного пункту або районами з невеликою щільністю населення, а газопроводи середнього або низького тиску – вулицями, до того ж газопроводи великих діаметрів, за можливості, прокладають вулицями з неінтенсивним рухом.

За кількістю ступенів тиску міські системи газопостачання розподіляють так:

- двоступеневі, що складаються з мереж низького і середнього чи низького і високого тиску (рис. 8.1, а);
- триступеневі, що включають газопроводи низького, середнього і високого тиску (рис. 8.1, б);
- багатоступеневі (рис. 8.1, в).

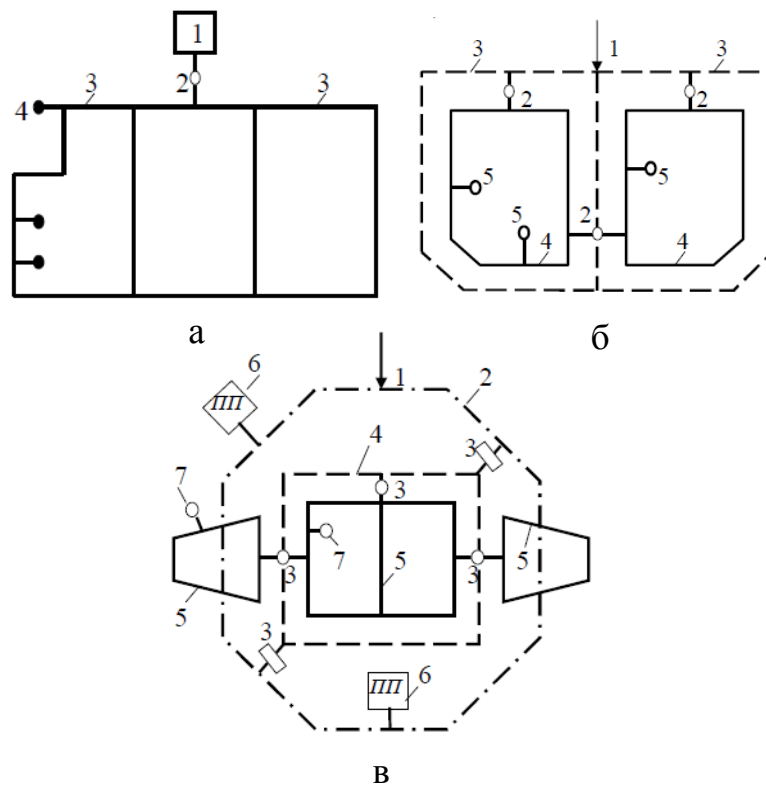


Рисунок 8.1 – Схеми систем газопостачання:

- а – одноступенева схема: 1 – групова установка зрідженого газу (ГЗ); 2 – ГРП;  
 3 – мережа низького тиску; 4 – відгалудження до споживачів;
- б – двоступенева схема: 1 – газорозподільна станція (ГРС);  
 2 – газорегуляторний пункт (ГРП); 3 – мережа середнього тиску; 4 – мережа низького тиску; 5 – відгалудження до споживачів;
- в – триступенева схема: 1 – ГРС; 2 – мережа високого тиску; 3 – ГРП;  
 4 – мережа середнього тиску; 5 – мережа низького тиску; 6 – промислові підприємства; 7 – відгалудження

На вибір схеми міської системи газопостачання впливають такі основні фактори: розміри міста, його планування, забудова, щільність населення, характеристика підприємств, наявність великих природних або штучних перешкод для прокладання газопроводів, план перспективного розвитку міста.

За принципом побудови схем газопостачання газові мережі діляться на кільцеві, тупикові та змішані.

У тупикових газових мереж газ надходить споживачеві в одному напрямку. Споживачі мають одностороннє постачання газу.

Відмінність кільцевих мереж від тупикових полягають у тому, що вони складаються із замкнутих контурів, внаслідок чого газ може надходити до споживача по двох або кількох лініях.

Надійність кільцевих мереж вище за тупикові. Під час проведення ремонтних робіт на кільцевих мережах відключається лише частина споживачів, які приєднуються до пошкодженої ділянки.

Прийнята міська система газопостачання повинна бути економічною, безпечною для експлуатації.

Газопроводи з різним тиском, які належать до багатоступеневої системи газопостачання, з'єднуються тільки через газорегуляторні пункти або установки. Вони призначені для зниження тиску газу і підтримання його на встановленому рівні незалежно від коливань витрат газу і його тиску на вході в ГРП або ГРУ. Одночасно газ очищують від механічних домішок, а за необхідності, здійснюють і облік витрати газу. ГРП споруджують на розподільних мережах населених пунктів або підприємств для забезпечення газом не менше двох споживачів, а ГРУ монтують безпосередньо в споживача газу для газопостачання окремого об'єкта (цеху, котельні тощо).

Систему розподілу газу, кількість газорозподільних станцій (ГРС) і газорегулювальних пунктів (ГРП), а також принцип побудови газопроводів (кільцевих, тупикових або змішаних) обирають на підставі техніко-економічних

розрахунків і з урахуванням об'єму, структури й щільності газоспоживання, надійності газопостачання, а також місцевих умов будівництва й експлуатації.

Основними критеріями оцінювання систем газопостачання є економічність і надійність, технологічність, пропускна здатність мереж, вибухонебезпечність, зручність експлуатації.

Під час розроблення принципової схеми газопостачання населеного пункту важливо раціонально розмістити газорозподільні станції (ГРС) і визначити їхню оптимальну кількість.

ГРС споруджують у кінці магістрального газопроводу або на відгалуженні від нього, вони призначені для подачі газу в газові мережі населених пунктів, промислових підприємств і інших великих споживачів газу. На ГРС очищують газ від механічних домішок, знижують тиск газу до встановленої межі, визначають витрати газу й, за необхідності, додатково його одарують.

Залежно від продуктивності й показників вхідного й вихідного тиску газу використовують різні технологічні схеми ГРС. подача газу може здійснюватися в одну або дві ступені двома, трьома або більше трубопроводами, з яких один є резервний. Сучасні ГРС автоматизовані й у місцях розташування обслуговуючого персоналу забезпечуються світлозвуковою сигналізацією.

Для зниження тиску газу та підтримування його на заданому рівні в ГРМ, незалежно від витрати газу, мають бути передбачені наступні пункти редукування газу (далі – ПРГ): газорегуляторні пункти, газорегуляторні пункти блокові (далі – ГРПБ), шафові газорегуляторні пункти (далі – ШГРП), газорегуляторні установки (далі – ГРУ), підземні газорегуляторні пункти (далі – ПГРП), які мають відповідати вимогам [8].

Для обліковування газу можуть бути передбачені вузли обліку газу (далі – ВОГ) як самостійні (блокові або шафові пункти обліковування газу), так і в складі ПРГ. Функційні вимоги до ВОГ – згідно з [9].

Кількість ліній редукування в ПРГ визначають на підставі необхідної пропускної здатності, витрати та вихідного тиску газу, призначеності ПРГ в

системі газопостачання, а також за наявності умов щодо безперебійного газопостачання і можливості проведення регламентних робіт. Для ШГРП, ПГРП, як правило, прийнято не більше двох робочих ліній редукування.

Для забезпечення безперервного подавання газу споживачам в ПРГ, пропускна здатність яких забезпечена однією лінією редукування, передбачають резервну лінію редукування.

Для ШГРП, ПРГП допустиме застосування резервної лінії редукування знімного типу, якщо це передбачено конструкцією виробів.

Резервні лінії допустимо не застосовувати у випадках:

- наявного газопостачання об'єкта від закільцьованого вихідного газопроводу;
- подавання газу на устаткування, яке припускає перерви в газоспоживанні.

В ПРГ потрібно передбачати встановлення: фільтра, приладів безпеки – запобіжного запірного клапана (далі – ЗЗК) та/або контрольного регулятора-монітора, регулятора тиску газу, запірної арматури, контрольно-вимірювальних приладів (далі – КВП), захисного скидного клапана (далі – ЗСК) та, за необхідності, приладів технологічного обліку витрат газу та засобів телеметрії.

ПРГ слід розміщувати:

- окремо розташованими;
- прибудованими до газифікованих виробничих будівель та котелень;
- вбудованими в одноповерхові виробничі будинки та котельні, що газифікуються (крім розташованих у підвальних та цокольних приміщеннях);
- на покриттях покрівель (з негорючим утеплювачем) будівель, що газифікуються;
- на відкритих огорожених під навісом майданчиках на території промислових підприємств.

Декілька ступенів тиску газу в містах застосовують одночасно, якщо довжина міських газопроводів, на які припадають великі газові навантаження, значна, а споживачі потребують різних рівнів тиску та умов експлуатації.

У системі газопостачання можуть бути передбачені також комбіновані ГРП, на яких відбувається одночасне зниження тиску газу від високого до середнього й від середнього до низького.

Залежно від потреби щодо певного напору газу окремі споживачі можуть приєднуватися до будь-якої мережі за допомогою індивідуальних регуляторних установок.

ПРГ на території виробничих об'єктів потрібно розміщувати згідно з вимогами [10]. Відстань від ПРГ до будинків, до яких допустимо прибудовувати або вбудовувати ПРГ, не регламентована.

Окремо розташовані ПРГ потрібно розміщувати у місцях, захищених від наїзду транспорту.

Біля окремо розташованих, прибудованих і вбудованих ПРГ мають бути вільні під'їзди до них транспорту, зокрема аварійно-диспетчерських служб газу і пожежних машин.

Для окремо розташованих ГРП і ГРПБ, розташованих біля будинків більше п'яти поверхів та високих багаторічних дерев, потрібно враховувати зону вітрового підпору у разі влаштування вентиляції та відводу продуктів згоряння від опалювального устаткування.

Для окремо розташованих ПРГ та ВОГ необхідне влаштування захисної огорожі з негорючих матеріалів, що провітрюється, заввишки 1,6 м. Допустиме винесення із ГРП та ГРПБ частини устаткування (засувок, фільтрів тощо), якщо дозволяють кліматичні умови. Устаткування, розміщене поза ГРП та ГРПБ, має перебувати в межах огорожі, висота якої у цьому випадку має бути збільшена до 2 м.

Прибудовані ГРП мають примикати до будинків з боку суцільної протипожежної газонепроникної (у межах примикання ГРП) стіни з класом

вогнестійкості не менше REI (EI) 120, у цьому разі має бути забезпечена газонепроникність швів примикання.

Відстань від стін прибудованих ГРП до найближчого отвору в стіні має бути не менше ніж 3 м.

Прибудовані ГРП потрібно розміщувати з урахуванням ефективної роботи вентиляції.

У разі встановлення ШГРП з тиском газу на ввіді до 0,3 МПа на зовнішніх стінах житлових та громадських будинків відстань від вікон, дверей та інших відкритих прорізів має бути у проясненні не менше ніж 1 м.

У разі розміщення ШГРП з вхідним тиском газу до 0,6 МПа на зовнішніх стінах будинків промислових та сільськогосподарських виробництв, котелень необхідно витримувати відстані від віконних, дверних та інших відкритих прорізів:

- за тиску газу на ввіді в ШГРП до 0,3 МПа – не менше ніж 1 м у проясненні;
- за тиску газу на ввіді від 0,3 МПа до 0,6 МПа – не менше ніж 3 м у проясненні.

Відстані до будинків від ШГРП з КБРТ, встановлених на окремих опорах, не нормовані з дотриманням такого:

- зміщення ШГРП з КБРТ відносно дверних та віконних отворів будинку, якщо їхнє розташування в межах 3 м від будинку становить не менше ніж 1 м.

Встановлення ШГРП з КБРТ з вхідним тиском газу не більше ніж 0,3 МПа на стінах (огорожах) приватних житлових будинків – відповідно до додатка В.

У ГРП мають бути передбачені приміщення для розташування ліній редукування, а також допоміжні приміщення, до складу яких, за необхідності, можуть входити приміщення для розташування опалювального устаткування, КВП, засобів автоматизації та телеметрії, устаткування електропостачання. За необхідності, в ВОГ передбачена можливість передавання даних у систему АСК ТП (автоматизовану систему керування технологічним процесом).

Приміщення вбудованих ГРП повинні мати протипожежні газонепроникні захисні конструкції з класом вогнестійкості не менше REI (EI) 150 і самостійний вихід назовні.

Окремо розташовані будинки ГРП мають бути одноповерховими, без підвалів I, II ступенів вогнестійкості із суміщеною покрівлею, конструкція швів сполучення стін, покриття та фундаментів усіх приміщень має забезпечувати газонепроникність.

Окремо розташовані ГРПБ і блокові ВОГ мають бути виготовлені з металевих конструкцій і мати ступінь вогнестійкості IIIa.

Стіни і перегородки, що розділяють приміщення в ГРП та в ГРПБ, а також покриття вбудованих ГРП, слід передбачати: протипожежними 3-го типу для стін та перекриттів (покриттів), 1-го типу – для перегородок.

Перегородки в середині приміщень ГРП мають спиратися на фундамент, перев'язаний із загальним фундаментом. Стіни із цегли, що розділяють приміщення, потрібно обштукатурювати з обох боків.

Покриття підлог у приміщеннях ГРП (де розташоване технологічне устаткування) має бути безіскровим.

Допоміжні приміщення повинні мати самостійний вихід назовні, не зв'язаний із технологічним приміщенням.

Двері із приміщень, де розміщене технологічне устаткування, мають бути протипожежними 1-го типу з класом вогнестійкості EI 60 і відчинятися назовні.

Приміщення, де розташовані вузли редукування з регуляторами тиску, окремо розташованих, прибудованих і вбудованих ГРП та ГРПБ, мають відповідати вимогам ДБН для приміщень, що належать за вибухопожежною та пожежною небезпекою до категорії А.

ГРП і ГРПБ слід оснащувати первинними засобами пожежогасіння:

- порошковими або вуглекислотними вогнегасниками;
- протипожежним покривалом – 2 м × 1,5 м.



Під час компонування устаткування ГРП та ГРУ необхідно передбачати можливість доступу до устаткування для монтування, обслуговування та ремонту.

Відстань між паралельними рядами устаткування потрібно влаштовувати не менше ніж 0,4 м у просвіті. Ширина основного проходу в приміщенні ГРП і з боку обслуговування ГРУ має бути не менше ніж 0,8 м.

Для обслуговування устаткування, розміщеного на висоті понад 1,5 м, потрібно влаштовувати майданчики зі сходами, що мають перила. Доступ на майданчик ГРУ має бути забезпечений з двох боків по окремих східцях.

Устаткування ГРУ має бути захищене від механічних пошкоджень, а місце розташування ГРУ освітлено.

Кількість ГРУ, розміщених у одному приміщенні котельної, цеху та інших будинків не обмежена. Одне ГРУ не повинно мати більше двох ліній редукування.

ПГРП призначені для розміщення нижче рівня землі, з дотриманням таких умов:

- улаштовувати ПГРП потрібно із врахуванням оцінки ризику від аварій та пожежного ризику, а також з врахуванням запобіжних заходів, передбачених під час його проєктування. Оцінка ризику аварії має охоплювати ймовірність виникнення вибухонебезпечного середовища, ймовірність виникнення джерела запалювання, максимальний тиск вибуху, а також вплив аварії на людей, майно та навколишнє середовище.

Під час вибору тієї або іншої схеми розподільної мережі потрібно враховувати, що найраціональнішою з них буде та, яка задовольняє такі основні вимоги:

- забезпечує подачу всім споживачам розрахункової кількості газу встановленого тиску;
- має найменшу будівельну й експлуатаційну вартість;
- надійність під час роботи.

Тип розподільної мережі обирають залежно від певних місцевих умов (особливостей забудови, наявності тих або інших споживачів, необхідного тиску газу, що надходить до об'єкта тощо. Виходячи з умови надійності газопостачання міські розподільні мережі споруджують кільцевими. У мікрорайонах і кварталах мережі низького тиску проєктують змішаного типу, закріплюючи лише основні контури.

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

Під час трасування газопроводів із економічних міркувань потрібно дбати про те, щоб газ із мережі надходив на об'єкт за найкоротшою відстанню.

Мережі і споруди необхідно проєктувати з урахуванням черговості їхнього будівництва й подальшого розвитку. Проєктуючи трасу газопроводу по незабудованих територіях, потрібно враховувати можливості й особливості майбутньої забудови.

## **8.2 Труби та арматура**

Газопроводи є найбільш вагомою частиною будь-якої системи газопостачання. В залежності від матеріалу вони можуть виконуватися із сталі, міді або поліетилену.

Для будівництва газопроводів застосовують труби, виготовлені з низьковуглецевої сталі звичайної якості й окремих марок якісної сталі. Усі сталі повинні добре зварюватися.

Поліетиленові газопроводи мають декілька переваг перед сталевими, але їх використання обмежено через меншу міцність. Також до прокладання поліетиленових газопроводів висувають додаткові вимоги.

За способом виготовлення сталеві трубопроводи розділяють на безшовні (гарячекатані й холодногнуті) і зварені (прямошовні і зі спіральним швом). Для будівництва газопроводів застосовують труби, виготовлені з низьковуглецевої

сталі звичайної якості й окремих марок якісної сталі (вміст вуглецю 0,25 %; відносне подовження не менше 18 %). Усі сталі повинні добре зварюватися. Сталеві труби та їх параметри вибирають за ДСТУ. Усі труби для газопроводів повинні мати сертифікати, в яких вказуються:

- завод-виготовлювач труб; стандарт, за яким вони виготовлені з позначкою групи труби, марки сталі; відомості про механічні й гідравлічні випробування сталі і труб; номер партії і виплавки; відмітки про відповідність труб і сталі стандартам або технічним умовам.

Труби для систем газопостачання повинні бути випробувані гідравлічно на заводі-виробнику, мати запис у сертифікаті про гарантію того, що вони витримують необхідний гідравлічний тиск. До монтажу труби перевіряють на відсутність дефектів. Якщо дефекти не можуть бути виправлені, труби бракують. Як з'єднувальні частини і деталі для труб використовують: фланці, переходи, відводи, згони, муфти, ніпелі, кріпильні деталі, заглушки. З'єднувальні частини і деталі виготовляють з ковкого чавуну або із спокійної сталі. Вони можуть бути вилиті, ковані, штамповані, гнуті чи зварені. Усі сполучні частини і деталі виготовляють на заводах за кресленням, з урахуванням вимог стандартів на відповідні деталі. Допускається застосування деталей, виготовлених на інших підприємствах, але всі такі з'єднання повинні пройти випробування неруйнівним методом.

Поліетиленові газопроводи виготовляють із продуктів полімеризації поліетилену ( $C_2H_4$ ) з урахуванням максимального робочого тиску у 0,25 МПа; 0,6 МПа або 1 МПа діаметрами від 6 до 500 мм та відрізками у 6 м або 12 м.

Поліетиленові газопроводи мають наступні переваги перед сталевими:

- висока корозійна стійкість;
- відсутність необхідності у ізоляції та електрохімічному захисті трубопроводів;
- незначна вага, що спрощує монтажні роботи.

Поліетиленові труби характеризуються стандартними розмірами, що визначаються відношенням зовнішнього діаметру до товщині стінки і вказується як значення SDR.

Так, випускають поліетиленові труби марок SDR41, SDR26, SDR17, SDR11.

Умови застосування та прокладання поліетиленових газопроводів регламентуються окремими нормативними документами.

Поліетиленові газопроводи слід передбачати:

- по території міст – тиском до 0,3 МПа;
- по території селищ і сіл та на міжселищних газопроводах - тиском до 1,0 МПа.

Не допускається застосовувати поліетиленові труби:

- для транспортування газів, що містять ароматичні і хлоровані вуглеводні, а також парові та рідкі фази ЗВГ;
- для наземних та надземних газопроводів;
- у тунелях та колекторах.

Арматуру та обладнання на поліетиленових газопроводах слід передбачати як для сталевих газопроводів, також дозволяється безколязне встановлення поліетиленових кранів, які приєднуються до газопроводу зварюванням, із забезпеченням можливості керування ними з поверхні землі через обсадну трубу, виведену під ковер.

З'єднання поліетиленових газопроводів із сталевими слід передбачати переважно нерознімними (із застосуванням переходів «поліетилен-сталь») та, у разі відсутності технічної можливості застосування нерознімного з'єднання, рознімними (фланцевими).

Рознімні з'єднання слід розміщувати в колодязях, нерознімні - в ґрунті.

Розміщувати переходи «поліетилен-сталь» необхідно тільки на прямолінійних ділянках газопроводів із захистом металевої ділянки деталі від

корозії з застосуванням технології, яка виключає пошкодження поліетиленової ділянки.

Армовані склопластиком газопроводи-вводи застосовуються при переході підземного газопроводу в надземний стан, при цьому встановлення футляра не потрібне.

Поліетиленові труби при товщині стінки не менше 5 мм з'єднують між собою зварюванням встик або деталями із закладними нагрівальними елементами, при товщині стінки менше 5 мм (але не менше 3 мм) - тільки деталями із закладними нагрівальними елементами.

Вивід дроту-супутника над поверхнею землі під захисній пристрій (наприклад, ковер) передбачається в спеціальних контрольних точках, розташованих на відстанях не більше 4,0 км одна від одної. Пластмасова сигнальна стрічка жовтого кольору завширшки не менше 0,2 м з незмивним написом «Обережно! Газ» укладається на відстані 0,2 м від верху присипаного поліетиленового газопроводу. На ділянках перетину газопроводів (у тому числі міжселищних) із підземними інженерними комунікаціями стрічка повинна бути укладена уздовж газопроводу двічі на відстань не менше 0,2 м між собою й на 2 м в обидва боки від комунікації, що перетинається, та згідно з проектом.

Залежно від умов траси прокладання газопроводів із поліетиленових труб допускається проектувати безтраншейно (бурінням під кутом до поздовжньої осі, проколом, продавлюванням) або в траншеях. Перевага віддається прокладанню із застосуванням довгомірних труб або мірних труб, що попередньо зварені між собою. Ширина траншей при траншейному прокладанні повинна бути не менше:  $d_e + 200$  мм для труб діаметром до 110 мм включно,  $d_e + 300$  мм для труб діаметром більше 110 мм.

При переході з поліетилену на сталь на горизонтальній ділянці газопроводу-вводу перехід «поліетилен-сталь» розташовується на відстані від фундаменту будинку, що газифікується, (у світлі) не менше 1 м для газопроводів

низького тиску та 2 м для газопроводів високого й середнього тиску, а у футлярі розміщується вертикальна ділянка надземного виходу (рис. 8.2).

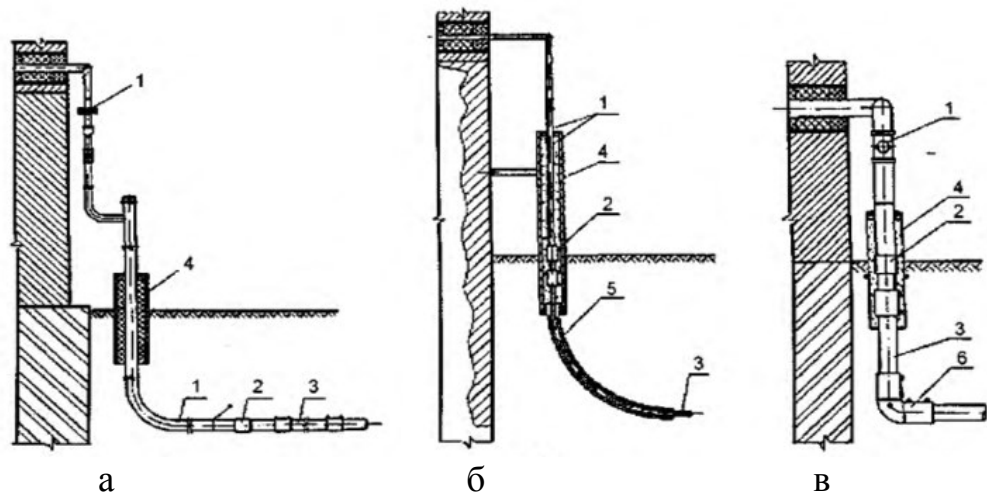


Рисунок 8.2 – Цокольний вузол вводу газопроводу в будинок:

а – сталевий цокольний вузол вводу; б – поліетиленовий вузол вводу, виконаний вільним вигином труби; в – поліетиленовий вузол вводу, виконаний за допомогою відводу із закладними нагрівальними елементами;  
 1 – сталева ділянка цокольного вузла вводу; 2 – перехід «поліетилен-сталь»;  
 3 – поліетиленовий газопровід; 4 – футляр; 5 – поліетиленовий футляр вигнутий; 6 – відвід із закладними нагрівальними елементами

В якості запірної арматури на газопроводах використовують крани, засувки та вентиля.

Запірна арматура повинна забезпечувати герметичність системи, створювати мінімальний гідравлічний опір у відкритому положенні, бути зручною для обслуговування та ремонту.

Крани в залежності від умов експлуатації бувають муфтовими, фланцевими чи приварними.

За формою затвору: конічні, циліндричні, шарові.

За видом ущільнення: натяжні та сальникові.

За діаметром проходу крани бувають: напівпрохідні (внутрішній діаметр робочої поверхні крана менший за внутрішній діаметр труби) та звужені.

Зазвичай, корпус кранів виготовляють із бронзи (сплав міді, олова та алюмінію за відсутності цинку) або латуні (сплав міді, цинку, алюмінію та заліза).

Виготовляються внутрішніми діаметрами від 10 мм до 150 мм. Площа прохідного перетину пробки крана становить не менше 70 % від внутрішнього діаметру газопроводу.

Переваги газових кранів: компактність; робоча поверхня мінімально схильна до корозії; ущільнення крана здійснюється шляхом змазування ущільнювальної поверхні.

Недоліки кранів: внутрішня поверхня крану схильна до пошкодження твердими частинками.

Засувки виготовляються з діаметром умовного проходу від 50 мм і більше. За конструкцією затвору бувають паралельні та клинові.

За улаштуванням підйому: з висувним і невисувним шпинделем. Конструкції засувок діаметрів більше 200 мм може передбачати електричний, пневматичний або гідравлічний приводи.

Засувки виготовляють зі сталі, чавуну або сплавів.

Особливістю засувок є перекриття потоку поступальним рухом затвору, перпендикулярним напрямку руху газу.

Засувки встановлюються на газопроводи великих діаметрів. Основним недоліком їх використання є необхідність у обслуговуванні.

Вентилі виготовляються так само, як і засувки. Встановлюються на газопроводи діаметрами від 6 мм до 200 мм. Забезпечують повну герметичність та мають незначний хід запірних механізмів, але потребують обслуговування і створюють значний гідравлічний опір системи.

Вимикальні пристрої на газопроводах слід передбачати: на вводах в житлові, громадські та виробничі будинки або в групу суміжних будинків, перед зовнішніми установками, які споживають газ; на вводах у ПРГ (пункти редукування газу); на відгалуженнях міжселищних газопроводів до населених

пунктів або до підприємств; на відгалуженнях від розподільних газопроводів до окремих мікрорайонів, кварталів та окремих груп житлових будинків; для секціонування розподільних газопроводів середнього та високого тисків для можливості виконання аварійних та ремонтних робіт; при перетині газопроводами водяних перешкод двома або більше нитками; при перетині газопроводами залізничних шляхів загальної мережі й автомобільних доріг I і II категорії вимикальні пристрої слід розміщувати: на закільцьованих газопроводах – по обидва боки переходу на відстані не більше 1 000 м від переходу; на тупикових газопроводах – не більше 1 000 м до переходу (за напрямком руху газу); перед територіями виробничих об'єктів.

Вимикальні пристрої допускається не передбачати: після ПРГ, розташованих на території підприємств, якщо вони мають одностороннє живлення газом; на перетині залізничних колій загальної мережі та автомобільних доріг I і II категорій за наявності вимикального пристрою, на відстанях від шляхів (доріг) не більше 1 000 м, що забезпечує припинення подачі газу на ділянці переходу.

Вимикальні пристрої на зовнішніх газопроводах слід розміщувати в колодязях, наземних негорючих шафах або огорожах, а також на стінах будинків.

Допускається безколодязне підземне встановлення вимикальних пристроїв з улаштуванням механізму перекриття під ковер, які призначені для такого типу встановлення і приєднуються на зварюванні і не потребують технічного обслуговування.

Розміщення вимикальних пристроїв слід передбачати в доступному для обслуговування місці.

## **8.2 Зовнішні газопроводи**

Розміщувати інженерні мережі відносно будівель, споруд та інших інженерних мереж потрібно відповідно до вимог [15].



Відстані до фундаментів будинків і споруд від підземних сталевих газопроводів тиском до 0,3 МПа включно, класифіковані за якісними показниками відповідно до стандартів ДСТУ EN з додатковими вимогами щодо механічних властивостей, дозволено зменшувати до 1 м за умови 100%-го контролю монтажних стиків фізичними методами на усій ділянці зближення та по 5 м у сторони від ділянки зближення.

В усіх інших випадках, для газопроводів тиском до 0,6 МПа в стиснених умовах, на окремих ділянках траси між будинками та під арками будинків, відстані, вказані у додатку А [11]. Рекомендації щодо проектування, будівництва, контролювання за будівництвом, уведення та виведення з експлуатації газорозподільчих систем», допустимо скорочувати не більше ніж на 50 % (у разі прокладання в особливих природних умовах не більше ніж на 25 %), а для газопроводів тиском понад 0,6 МПа вказане зближення допустиме до нежитлових будівель (крім будівель лікарень та оздоровчих закладів). Зближення з іншими мережами слід погоджувати з їх власником.

На ділянках зближення та по 5 м в сторони від ділянки зближення рекомендовано застосовувати один з таких варіантів використання:

а) для сталевих газопроводів:

- застосування безшовних або електрозварних труб, що пройшли стовідсотковий контроль заводського зварного з'єднання фізичними методами контролювання, або електрозварних труб, що не пройшли такого контролю, але прокладені в захисному футлярі;

- перевіряння всіх монтажних зварних стиків фізичними методами контролю на ділянках зі стисненими умовами і по одному стику в кожен бік від цих ділянок;

б) для поліетиленових газопроводів:

- застосування труб з коефіцієнтом запасу міцності не менше ніж 3,15, без зварних з'єднань або прямих відрізків труб, з'єднаних терморезисторним зварюванням;

- прокладання труб, доставлених у прямих відрізках, у футлярах.

На відстані 200 мм над поліетиленовими газопроводами, прокладеними без футлярів, треба укласти попереджувальну стрічку жовтого кольору завширшки не менше ніж 200 мм із незмивним написом «Обережно! Газ». За надземного прокладання газопроводів в обвалуванні матеріал та габарити обвалування рекомендовано приймати відповідно до теплотехнічних розрахунків та з урахуванням забезпечення стійкості та збереженості газопроводу та обвалування.

Футляри, застосовувані у стиснених умовах, потрібно виготовляти зі сталевих труб. Внутрішні діаметри футлярів для сталевих газопроводів мають бути більші зовнішніх діаметрів газопроводів не менше ніж на 100 мм у разі діаметрів газопроводів до 250 мм (включно) і не менше ніж 200 мм у разі діаметрів газопроводів понад 250 мм.

Допустимо застосовувати замість футлярів композитні підсилювальні бандажі типу ППС (поліпромсинтез) товщиною не менше 5 мм.

Для поліетиленових газопроводів внутрішні діаметри футлярів треба обирати відповідно до [12].

Кінці футлярів під час прокладання в них газопроводів потрібно ущільнювати:

- у разі прокладання сталевих газопроводів – смолиним клоччям, бітумом;
- у разі прокладання поліетиленових газопроводів – діелектричними водонепроникними матеріалами (гумові втулки, термозсідальні плівки, пінополіуретан-мікрофлекс, пінофлекс).

У межах футляра газопроводи мають відповідати таким вимогам:

- сталевий газопровід повинен мати мінімальну кількість зварних стиків та бути укладеним на центрувальні прокладки. Усі зварні стики сталевого газопроводу, які розміщені у межах футляра, потрібно перевіряти фізичними

методами контролю. Газопровід потрібно покривати захисним покривом дуже посиленого типу та укладати на діелектричні прокладки;

- поліетиленовий газопровід у межах футляра і по 1 м в обидва боки від нього не повинен мати зварних та інших з'єднань та бути укладеним на центрвальні прокладки. У разі неможливості виконання вказаних вимог, допустиме застосування труб у прямих відрізках, з'єднаних терморезисторним зварюванням. Для труб діаметром понад 110 мм у разі їх прокладання у футлярі допустимо застосовувати зварювання нагрітим інструментом встик.

На одному кінці футляра потрібно передбачати контрольну трубку, що виходить під захисний пристрій.

У міжтрубному просторі футляра і газопроводу дозволено прокладання експлуатаційних кабелів (зв'язку, телемеханіки та дренажного кабелю електрозахисту, призначених для обслуговування системи газопостачання).

У місцях перетинання підземних газопроводів із комунікаційними колекторами, каналами різноманітного призначення (за винятком теплових мереж) з прокладанням газопроводів переважно над ними або під ними, треба передбачати прокладання газопроводу в футлярах, що виходять на 2 м по обидва боки від зовнішніх стінок споруд, які перетинаються. Необхідність влаштування футляра та його габаритів у разі перетинання з тепловими мережами визначають відповідно до [6].

Для сталевих газопроводів потрібно перевіряти фізичними методами контролювання всі зварні стики в межах футляра і по 5 м в обидва боки від зовнішніх стінок споруд, які перетинаються.

У разі перетинання поліетиленовими газопроводами теплових мереж відстані по вертикалі у просвіті між ними потрібно визначати за умови унеможливлення нагрівання поверхні поліетиленових труб понад 30 °С і їх потрібно встановлювати згідно з проєктуванням залежно від конкретних умов (влаштування теплової ізоляції газопроводу, збільшення відстані у просвіті між газопроводами і тепловими мережами).

Глибину прокладання газопроводів потрібно визначати:

- для сталевих газопроводів – не менше ніж 0,8 м до верху газопроводів або футлярів. Допустимо приймати глибину прокладання до 0,6 м в місцях, де немає руху транспорту;

- для поліетиленових газопроводів – не менше ніж 1 м до верху газопроводів або футлярів. У разі прокладання під проїзними частинами доріг та вуличних проїздів (у футлярах або без футлярів) глибину прокладання потрібно обирати не менше ніж 1,2 м до верху газопроводів або футлярів.

У разі прокладання по ораних та зрошувальних землях рекомендовано глибину прокладання визначати не менше ніж 1 м до верху газопроводів.

У обґрунтованих за фізичними та техніко-економічними показниками випадках, дозволено зменшувати глибину залягання підземних газопроводів: сталевих – до 0,3 м, поліетиленових – до 0,6 м, у разі виконання додаткових компенсуювальних заходів, таких як захист газопроводу та ділянки не менше ніж 1,5 м від його осі дорожніми плитами тощо.

У місцях перетинання поліетиленових газопроводів з підземними інженерними мережами потрібно укласти попереджувальні стрічки відповідно до [12].

Максимальний ухил поліетиленових газопроводів не повинен перевищувати 1:2. Для місцевості зі значними ухилами вказане значення досягається за рахунок вертикального планування території або зміни глибини прокладання газопроводу.

Для місцевості з ухилом 1:5 і більше, а також на підтоплювальних територіях та у разі наявності ерозії ґрунтів, слід передбачати проєктні рішення щодо запобігання розмиву засипки траншеї (водовідведення, одернування, геотекстиль тощо).

Під час проєктування газопроводів усіх тисків (підземно, наземно, надземно) на земляних дамбах потрібно враховувати такі вимоги:

- міцність та стійкість земляних дамб не повинні порушуватися;

- прокладені газопроводи не повинні заважати руху транспорту та людей;
- можливість від'єднання газопроводів, прокладених по дамбах (у випадку аварії або ремонту);
- у разі прокладання газопроводів на опорах на ділянках ближче ніж 2 м до краю проїзної частини необхідно передбачати улаштування захисного металевого дорожнього огороження бар'єрного типу.

Траси підземних газопроводів мають бути позначені табличками-показчиками. Показчики встановлюють:

- на прямих ділянках траси газопроводу на відстані прямої видимості не більше ніж 200 м один від одного на території населених пунктів і не більше ніж через 500 м за межами населених пунктів (з урахуванням показників, встановлених у місцях розташування споруд, поворотів і відгалужень газопроводів);
- у місцях перетину траси газопроводу з межами земельних ділянок власників, орендарів, землевласників та землекористувачів;
- у місцях повороту траси газопроводу;
- в місцях переходу газопроводу через судноплавні і несудноплавні водотоки, зокрема канали, яри. Місця перетину газопроводів з судноплавними і сплавними річками, а також каналами позначають на берегах сигнальними знаками;
- у місцях переходу через автомобільні і залізничні дороги (необхідність встановлення показників вирішують за погодженням з організацією, що видає технічні умови на перехід газопроводу через авто- мобільні і залізничні дороги);
- у місцях відгалужень поліетиленових газопроводів і нерознімних з'єднань поліетиленових газопроводів зі сталевими.

На сталевих газопроводах між населеними пунктами допустимо використовувати, як орієнтирні стовпчики, контрольно-вимірювальні пункти (далі КВП) та контрольні трубки (далі – КТ).

Позначають траси поліетиленових газопроводів із застосуванням проводів або поліетиленових стрічок згідно з [12].

У міській місцевості у стиснених умовах на вимогу оператора ГРМ можливе прокладання уздовж присипаного (на відстані від 0,2 м до 0,3 м від газопроводу) ізолюваного мідного дроту перерізом від 2,5 мм<sup>2</sup> до 4 мм<sup>2</sup> із виходом кінців на поверхню під ковер або футляр поблизу від розпізнавального знака.

Газопроводи в місцях проходів через зовнішні стіни будівель треба прокладати в футлярах. Простір між стіною і футляром потрібно старанно замурувати на всю товщину стіни, що перетинається. Кінці футляра мають виступати за стіну не менше ніж на 3 см, а діаметр його обирають за умови, що кільцевий простір між газопроводом і футляром буде не менше ніж 5 мм для газопроводів номінальним діаметром не більш ніж 32 мм і не менше ніж 10 мм для газопроводів більшого діаметра. Простір між газопроводом і футляром необхідно закладати просмоленим клоччям, гумовими втулками або іншими еластичними матеріалами, сертифікованими на території України за призначенням.

З'єднання підземних сталевих газопроводів-вводів із стояком надземного (цокольного) вводу мають бути зварними із застосуванням гнутих або круто вигнутих відводів. Зварні стикові з'єднання на ділянках підземних газопроводів-вводів, що розташовані ближче ніж 2 м від фундаменту будівлі, мають бути перевірені неруйнівними методами контролювання.

### **8.3 Надземні і наземні газопроводи**

Розміщують надземні газопроводи відносно будівель, споруд та інших інженерних мереж відповідно до вимог [15].

Прокладання наземних газопроводів з обвалуванням рекомендовано за наявності особливих та гідрогеологічних умов. У разі наземного розміщення

треба передбачати захист газопроводів від механічних ушкоджень. Не допустиме розміщення наземних газопроводів:

- у межах смуг, призначених для обслуговування підземних газопроводів;
- у відкритих траншеях та лотках.

Надземні газопроводи рекомендовано прокладати на розташованих окремо опорах, етажерках та колонах із негорючих матеріалів.

Заборонено прокладання транзитних газопроводів:

- по стінах та над покриттям громадських будинків – газопроводів усіх тисків;
- по стінах житлових будинків – газопроводів середнього та високого тисків, за винятком випадків прокладання газопроводу середнього тиску діаметром до 100 мм по стіні одного житлового будинку не нижче III ступеня вогнестійкості.

Трубопровід вважають транзитним відносно будинку, якщо в будинку немає устаткування, що споживає газ від даного газопроводу.

Заборонено прокладання газопроводів усіх тисків:

- по будинках зі стінами з панелей з металевою обшивкою і горючим утеплювачем;
- по стінах будинків, які належать щодо вибухопожежної небезпеки до категорій А та Б.

На вводах зовні будинків (на стояках надземного вводу) рекомендовано встановлення штуцерів для продування та випробування газопроводів з обов'язковим заварюванням на період експлуатації.

Газопроводи високого тиску до 0,6 МПа потрібно прокладати по суцільних стінах або на висоті не менше ніж 0,5 м над віконними та дверними прорізами виробничих будинків та зблокованих з ними допоміжних будинків. Газопровід прокладають на 0,2 м нижче покрівлі будинку.

Газопроводи, у разі прокладання по покрівлях будинків, потрібно розміщувати на опорах, висота яких забезпечує зручність монтування та експлуатації газопроводу, але не менше ніж 0,5 м.

У виробничих будинках допустиме прокладання газопроводів низького та середнього тисків вздовж віконних рам, що не відчиняються, і перетинання зазначеними газопроводами світлових прорізів, заповнених склоблоками.

Для обслуговування арматури, розміщеної на газопроводах на висоті понад 2,2 м, потрібно влаштовувати майданчики із негорючих матеріалів зі східцями.

Газопровід не повинен погіршувати умови вентиляції та освітлення будинків, які мають на дахах ліхтарі.

Відстані між прокладеними по стінах будинків газопроводами та іншими інженерними мережами слід приймати згідно з вимогами, висунутими до прокладання газопроводів усередині приміщень відповідно до [8, с. 38].

Не допустимо передбачати рознімні з'єднання та запірну арматуру на газопроводах під віконними прорізами та балконами житлових та громадських будинків, за винятком встановлення загальнобудинкових лічильників газу та ШГРП з КБРТ в межах 5 м по вертикалі.

Надземні та наземні газопроводи, а також підземні газопроводи на ділянках, що примикають до місць входу і виходу із землі, потрібно проектувати з урахуванням повздовжніх деформацій з можливими температурними впливами.

Висоти прокладання надземних газопроводів від рівня землі до низу труб потрібно дотримуватись:

- у місцях перетину з автодорогами – не менше ніж 5 м;
- у місцях перетину з трамвайними коліями – не менше ніж 7,1 м від головки рейки;
- у місцях проходу людей – не менше ніж 2,2 м.



На вільній території від проїзду транспорту та проходу людей допустиме прокладання газопроводів на низьких опорах на висоті не менше ніж 0,5 м за умови прокладання однієї або двох труб на опорах. У разі прокладання на опорах більше двох труб висоту опор потрібно урахувати можливість монтування, оглядання та ремонту газопроводів під час експлуатації.

Газопроводи в місцях входів і виходів з землі потрібно укладати в футляри, надземна частина яких має бути не нижче ніж 0,5 м. Кінець надземних частин футлярів потрібно ущільнювати бітумом, для запобігання потрапляння атмосферних опадів у міжтрубний простір.

Газопровід (сталева частина поліетиленового газопроводу), розташований у межах футляра, має бути ізольований відповідно до вимог [13].

У місцях, де унеможливлені механічні пошкодження газопроводів, установлювати футляри не обов'язково.

У цих випадках надземні ділянки газопроводів потрібно покрити захисним ізоляційним покривом дуже посиленого типу на висоту 0,5 м над рівнем землі.

Відстань між надземними газопроводами та іншими інженерними комунікаціями надземного і наземного прокладання треба обирати з урахуванням можливості монтування, оглядання та ремонту кожного з трубопроводів, але не менше діаметра прокладеної труби.

Відстані між газопроводами і повітряними лініями електропередачі, а також кабелями треба обирати згідно з вимогами [8].

Відстані між опорами надземних газопроводів треба визначати відповідно до вимог [8].

У разі прокладання газопроводів на опорах разом із трубопроводами, по яких транспортуються корозійно-активні рідини, газопроводи потрібно прокладати збоку або вище цих трубопроводів на відстані не менше ніж 250 мм.

За наявності на трубопроводах із корозійно-активними рідинами фланцевих з'єднань обов'язковим є улаштування захисних козирків, які запобігають потраплянню цих рідин на газопроводи.

У разі спільного прокладання декількох надземних газопроводів допустиме кріплення до газопроводу інших газопроводів, якщо тримальна здатність газопроводів та опорних конструкцій дає змогу це зробити.

Кронштейни потрібно приварювати до кільцевих ребер або косинок, приварених до газопроводів, які мають стінки завтовшки не менше ніж 6 мм.

### **Питання для самоконтролю**

1. Яку мають класифікацію газопроводи за тиском?
2. Як здійснюють трасування газових мереж?
3. Труби із якого матеріалу застосовують в системах газопостачання?
4. Який тиск допустимий у магістральних газопроводах і в міських газових мережах?
5. Які різновиди арматури встановлюють на газопроводах?
6. Як прокладають підземні газопроводи?
7. Які особливості мають з'єднувальні частини сталевих труб?

## **9 МІСЬКІ ЕЛЕКТРИЧНІ МЕРЕЖІ Й КАБЕЛІ**

### **9.1 Системи електропостачання міст**

Система електропостачання міста містить у собі елементи енергетичної системи, які забезпечують розподіл електроенергії споживачам, такі як:

- електропостачаючі мережі високої напруги 110 (35) кВ і вище, що містять кільцеві мережі з понижувальними підстанціями (ПС), лінії та підстанції глибокий уведень;

- розподільні мережі напругою 10(6)–20 кВ, що містять трансформаторні підстанції (ТП) і лінії, що з'єднують центри живлення із ТП і ТП між собою;

- розподільні мережі до 1 000 В;

- електричні станції, у якості яких звичайно використовуються теплоелектроцентралі, які забезпечують тепловою і частково електричною енергією комунально-побутові і промислові об'єкти.

До понижувальних підстанцій відносяться:

- міські підстанції (35–220 кВ), що розташовуються в безпосередній близькості до меж міста;

- підстанції глибоких уведень (110–220 кВ), споруджені безпосередньо на території районів і в промислових зонах великих міст (під підстанцією глибокого уведення розуміється закрита підстанція, розташована в житловій або промисловій зоні міста, яка живиться радіальною зарезервованою повітряною або кабельною лінією електропередачі);

- трансформаторні підстанції (10–20/0,38 кВ) комунально-побутових і промислових споживачів енергії.

Структура системи електропостачання міста характеризується схемою, наведеної на рисунку 9.1.

На схемі I ланка – це сукупність понижувальних підстанцій ПС, II ланка – сукупність живильних ліній і РП, III ланка – розподільна мережа, що живиться як від РП, так і безпосередньо від центрів живлення, IV ланка – трансформаторна підстанція розподільних мереж, V ланка – розподільна мережа 0,35 кВ.

Мережа електропостачання виконує дві основні функції:

- забезпечує паралельну роботу джерел живлення;

- розподіляє енергію серед районів міста.

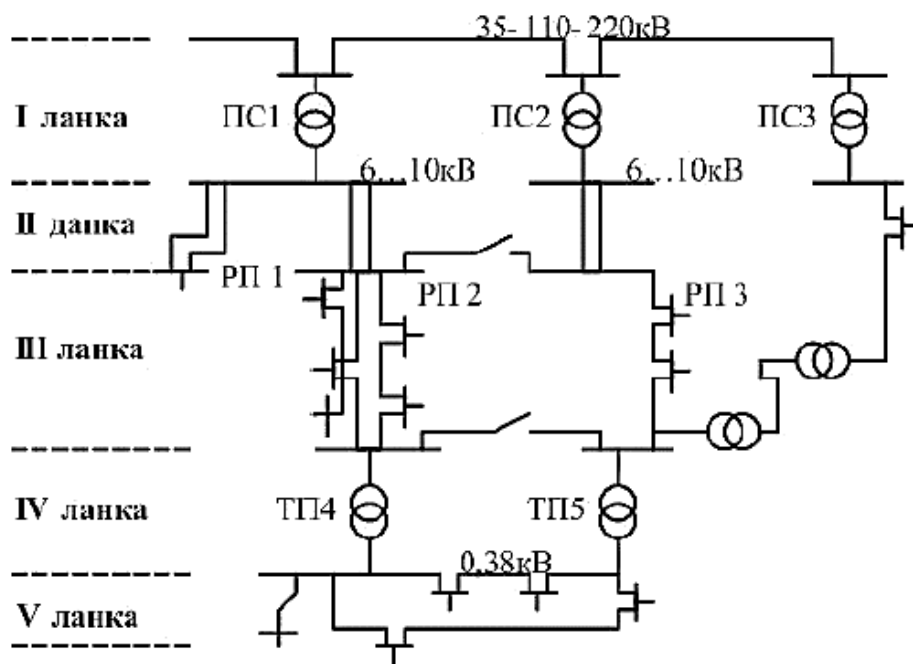


Рисунок 9.1 – Схема електропостачання міста

Така мережа виконується у вигляді кільця. Напряга кільцевої мережі визначається розмірами міста, і для великих міст вона повинна бути 110–220 кВ.

Схеми живлення напругою 6–10 кВ використовуються в системах електропостачання великих промислових і комунальних підприємств, а також для живлення міської розподільної мережі загального застосування.

## 9.2 Схеми міських електричних мереж

Розподільні мережі залежно від рівня надійності споживачів підрозділяються на наступні види:

- найпростіші радіальні мережі з мінімальною надійністю (рис. 9.2, а);
- петлеві схеми (які мають двохстороннє живлення) як найпоширеніші для розподільних мереж міста (рис. 9.2, б);
- петлеві автоматизовані мережі, в яких автоматичне уведення резерву, застосовується для найбільш відповідальних споживачів (рис. 9.3).

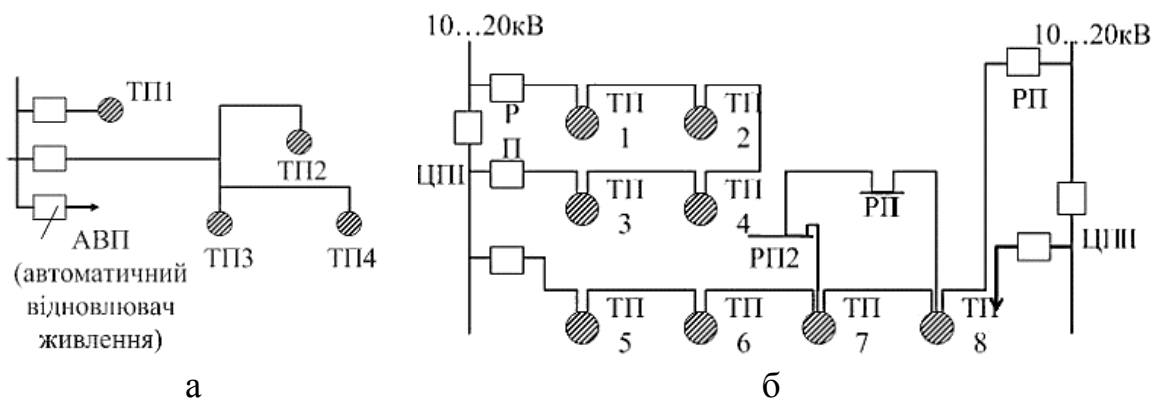


Рисунок 9.2 – Схеми електричних мереж:

а – радіальна; б – петлева

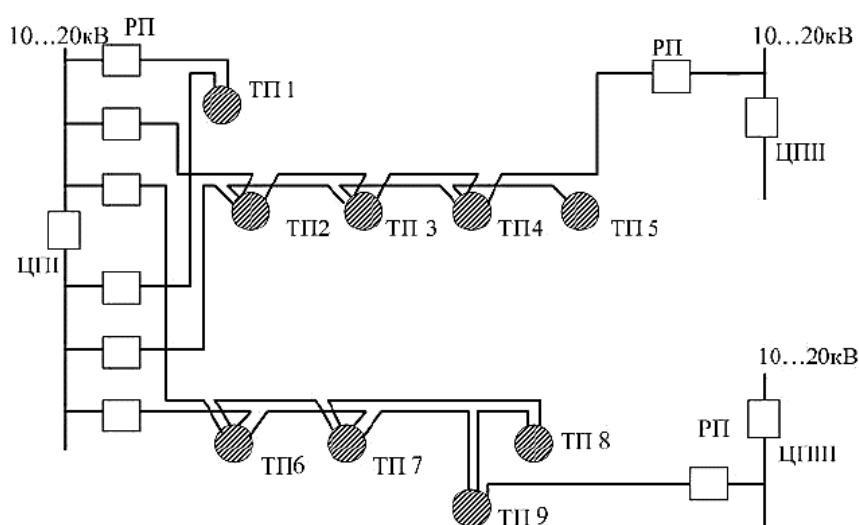


Рисунок 9.3 – Петлева автоматизована схема

Залежно від надійності електроспоживачі діляться на 3 категорії. До першої категорії відносяться електроспоживачі, перерва електропостачання яких може викликати небезпеку для життя людей, значний збиток народному господарству, порушення функціонування особливо важливих елементів комунального господарства. Електроспоживачі першої категорії повинні забезпечуватися від двох незалежних джерел живлення, які взаємно резервуються. Перерва електропостачання від одного із джерел живлення для цієї категорії може допущена лише на час автоматичного відновлення живлення. При особливих вимогах по надійності для деяких електроспоживачів I категорії повинно передбачатися додаткове живлення від третього незалежного взаємного джерела.

До другої групи відносяться електроспоживачі, перерва електропостачання яких приводить до масового зменшення вироблення продукції, масових простоїв робітників, механізмів і промислового транспорту, порушення нормальної діяльності жителів міста. Електроспоживачі II категорії забезпечуються електроенергією від двох незалежних джерел живлення. При порушенні електропостачання від одного із джерел живлення припустимі перерви, необхідні для включення резервного живлення черговим персоналом. Припустимо живлення електроспоживачів однією повітряною лінією (ВЛ) або двухланцюговою кабельною лінією при забезпеченні аварійного ремонту цієї лінії за термін не більше 1 доби.

До III категорії відносяться всі інші електроспоживачі, які не підходять до перших двох. Живлення цих споживачів допускається від одного джерела живлення за умови ремонту системи протягом не більше доби.

Добовий графік навантаження енергосистеми (рис. 9.4) умовно ділиться на три характерні зони: базисний режим, розташований нижче лінії мінімального навантаження, напівпіковий – між лініями мінімального і середньодобового навантаження, піковий – вище середньодобового навантаження.

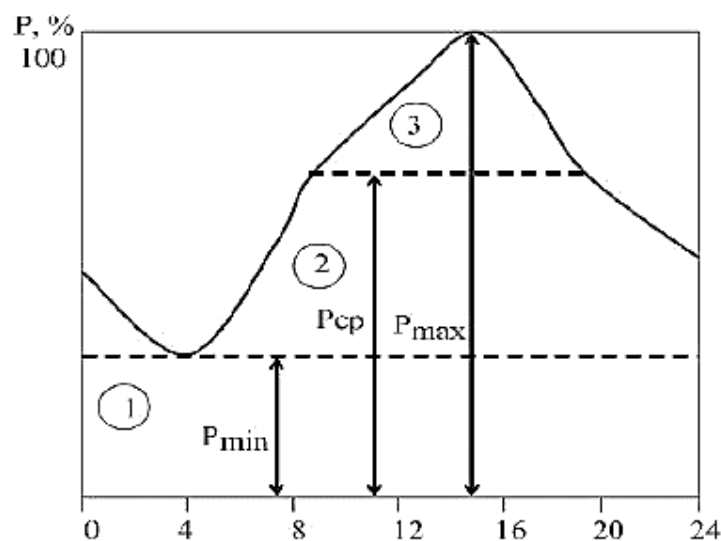


Рисунок 9.4 – Добовий графік навантаження енергосистеми:

$P_{cp}$ ,  $P_{max}$ ,  $P_{min}$  – середнє, максимальне та мінімальне навантаження

Різні типи електростанцій мають режим роботи, які істотно відрізняються один від другого. Гідроелектростанції розраховані, як правило, на піковий режим роботи з короткочасним (2–6 год/добу) використанням повної потужності в години максимального навантаження. За рік число годин використання встановленої потужності ГЕС становить 2 000–3 000 годин.

Теплофікаційні станції (ТЕС) знайшли широке застосування в містах як комбіновані джерела, що виробляють тепло і електроенергію. Робота ТЕС у річному графіку навантаження пов'язана з напівпіковими і базисними режимами. Зміна потреби в тепловій потужності ТЕС протягом доби обмежується в середньому 5–15%. У найбільш напружений зимовий період режим роботи ТЕС практично повністю визначається умовами теплопостачання. Річна кількість годин використання даних станцій становить 3 500–6 000 годин.

Для атомних станцій характерна робота в базисному режимі з високим річним часом використання (до 6 000–6 500 годин).

Головними споживачами електроенергії, яка виробляється на електростанціях, є промислові підприємства, житлово-побутові об'єкти, електрифікований транспорт. Частина електричної енергії витрачається на власні потреби електростанцій.

Метод розрахунку і прогнозування електроспоживання базується на застосуванні узагальнених показників витрати електроенергії з урахуванням планових даних по розвитку галузей народного господарства.

Споживачі електроенергії, яка витрачається на комунально-побутові потреби, підрозділяються на житлові і комунальні сектори. Витрата (кВт×год) електроенергії на потреби побуту і сфери обслуговування міст оцінюється на основі даних про кількість населення міста і питомих норм витрати електроенергії.

На одну людину міста передбачається витрата електроенергії в кількості 1090 кВт×г/(рік×жит).

Електричні навантаження зовнішнього освітлення орієнтовно визначаються, виходячи з витрати 40–50 Вт на 1 м довжини міських проїздів. Витрата електроенергії на власні потреби електростанцій становить в межах 3–14 %. Витрата електроенергії, яка пов'язана з її передачею і розподілом в електричних мережах, залежно від напруги становить 0,5–4,5 %. Електричні навантаження визначають режими роботи електричних мереж.

### **9.3 Повітряні електричні мережі**

Передача електричної енергії від електричних станцій до споживачів здійснюється за допомогою повітряних і кабельних електричних мереж. На позаміських територіях частіше застосовують повітряний метод прокладання електричних мереж на високих опорах. Розташовують повітряні лінії, як правило, уздовж залізничних та шосейних доріг, що забезпечує під'їзд до них на час проведення періодичних оглядів та ремонтів.

На міській території повітряні електричні мережі проходять у місцях, що не підлягають забудові (байраки, яри), їх застосовують їх у містах лише в окремих випадках для постачальних ліній напругою 6–10 кВт, які не мають проміжних відводів, або для зовнішнього освітлення вулиць напругою 220/380 В. Основними елементами повітряної лінії є опори, які підтримують проводи на певній висоті від землі; проводи для передачі енергії; ізолятори та арматура для кріплення. Висота підвішування проводів над землею залежить від напруги лінії та її розміщення на місцевості: у сільській місцевості при нарузі до 110 кВ висота приймається не менше як 7 м, у заселеній – 6 м, важкодоступній – 5 м.

Опори за призначенням поділяють на проміжні, кутові і кінцеві. Проміжні опори забезпечують підтримання проводів між двома анкерними опорами.

Анкерні опори (рис. 9.5, а) призначені для жорсткого закріплення на них проводів повітряної мережі. При обриві проводу між двома анкерними опорами одна із них повинна сприймати однобічний натяг проводів з іншою лінією.



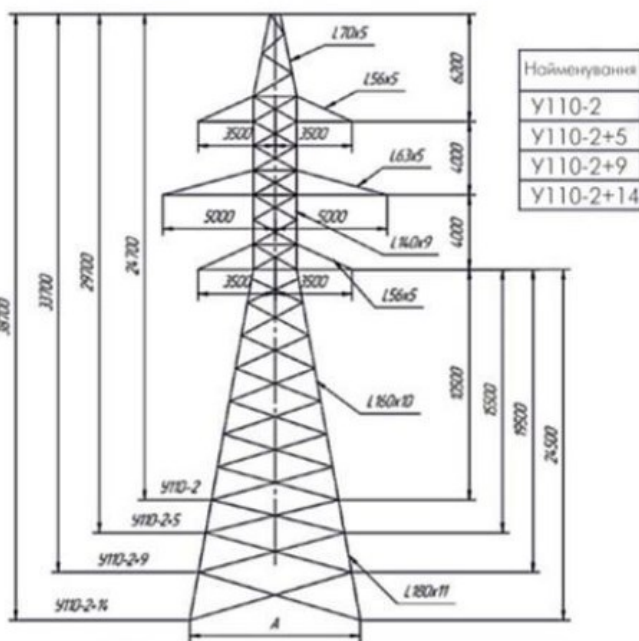
Кутові опори (рис. 9.5, б) встановлюють у місцях повороту траси повітряної лінії. Кінцеві опори анкерного типу встановлюють на початку і в кінці повітряної лінії. На цих опорах натяг проводів лінії діє постійно. Виготовляють опори залізними, залізобетонними і дерев'яними. Останні застосовують у невеликих населених пунктах і сільській місцевості. Найбільш довговічні збірні залізобетонні опори промислового виготовлення.

Відстань між опорами визначається розрахунком на механічну міцність залежно від перерізу, марки проводу, типу опор, швидкості вітру та наявності ожеледі. Проводи для повітряних ліній виготовляють з міді, алюмінію, сталі і сплавів. Переріз (діаметр) проводів та їх габарити залежать від номінальної напруги та місця проходження лінії.

Габаритами повітряної лінії називають відстань по вертикалі від найнижчої точки проводу до землі або до води при перехрещенні з водною перепорою. Проводи на опорах закріплюють за допомогою фарфорових ізоляторів.



а



б

Рисунок 9.5 – Опори ліній електропередач:

а – анкерна опора; б – кутова опора

Тип ізоляторів залежить від номінальної напруги електричного струму за перерізом проводів. Велика насиченість міських вулиць наземними спорудами не дозволяє застосувати повітряну прокладку електромереж. Їх застосування обмежується малоповерховою забудовою та в якості освітлювальних мереж.

#### 9.4 Кабельні електричні мережі

У системах електропостачання міст найбільше поширення набуло прокладання кабелів у траншеях (рис. 9.6). В одній траншеї допускається прокладати не більше шести кабелів. Можливе прокладання кабелів у азбестоцементних та бетонних трубах. Конструкція кабелів залежить від призначення та напруги електролінії. Струмоведучі жили кабелю виконують з алюмінію та міді, як ізоляцію використовують папір, просочений масло-каніфольною масою, гуму та поліетилен. Струмоведучі жили кабелю захищають від проникнення вологи оболонкою з алюмінію, свинцю або пластмаси. Для захисту від механічних пошкоджень кабель укривають бронею із сталевих стрічок.

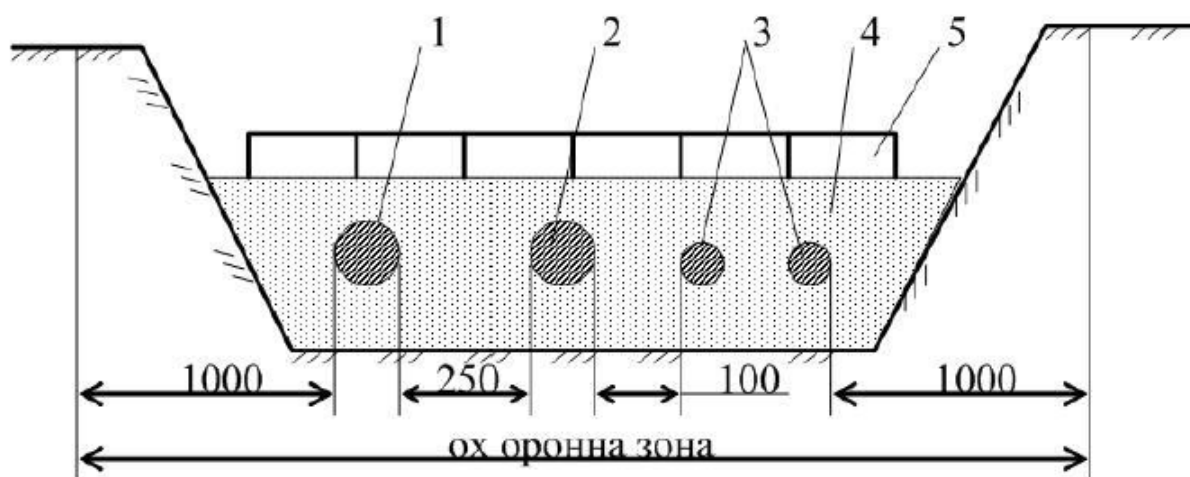


Рисунок 9.6 – Прокладання кабелю в траншеї:

- 1 – кабель напругою 35 кВ; 2 – кабель напругою 10 кВ; 3 – контрольні кабелі;  
4 – м'який ґрунт або пісок; 5 – цегла або залізобетонні плити

## 9.5 Розподільні пункти та трансформаторні підстанції

Від дії підземної корозії та блукаючих струмів броню вкривають дисутовою пряжею, просоченою бітумом. Нормальний строк дії підземного кабелю – 30 років.

У прохідних каналах кабелі прокладають без броні, що знижує вартість електричних мереж, поліпшує умови для виконання ремонтних робіт. Кабельні лінії розміщують на відстані не менше 2-х стовбурів дерев та на відстані 0,6 м від фундаменту будинку.

Розподільні пункти забезпечують приймання електроенергії від районної трансформаторної підстанції напругою 10 кВт і розподіл її серед міських споживацьких трансформаторських підстанцій (далі – ТП) без зниження напруги струму. Для зменшення кількості інженерних будівель у селищній зоні міста можливе сполучення розподільних пунктів з трансформаторними підстанціями. Будинок розподільного пункту не опалюється і має природну вентиляцію. Трансформаторні підстанції призначені для приймання, зміни рівня напруги та розподілу електроенергії. Зниження напруги виконують трансформаторами. За конструктивними ознаками ТП бувають: відкриті, закриті і пересувні. Відкриті ТП рекомендуються для невеликих населених пунктів, вони обладнуються на опорах ліній повітряної електропередачі. Закриті ТП можуть бути вбудовані в громадські будинки та прибудовані до них, а також виконуватися у вигляді окремих будинків за типовими кресленнями.

З метою зниження вартості будови та експлуатації інженерних споруд при розробці планів забудови мікрорайонів виявляється тенденція до об'єднання різних інженерних споруд з утворенням інженерного корпусу мікрорайону. В цьому корпусі можуть розміщуватися окремі трансформаторні підстанції, центральний тепловий пункт, підвищувальна водопровідна насосна станція, диспетчерська служба керівника інженерного обладнання, тощо.

Ввідно-розподільне обладнання будинків (ВРО) здійснює приймання та розподіл електричної енергії в тупиках. Конструктивно ВРО – це панелі шафового типорозміру 1700×800×450 мм, обладнані апаратами управління, захисту, обліку та вимірювальними приладами. Встановлюється ВРО в електрощитових приміщеннях і сходових клітках. У малоповерхових будинках, що не мають загальних сходових кліток, їх розміщують поза будинком у металевій шафі. Внутрішні електропроводки будинків поділяються на живильні, розподільні і групові мережі. Живильні мережі прокладають від ВРО до групових пунктів освітлення. Розподільні мережі живлять силові електроприймачі. Групові мережі розміщують від щитків освітлення до світильників та розеток у приміщеннях.

Принципова схема електропостачання міст вказана на рисунку 9.7.

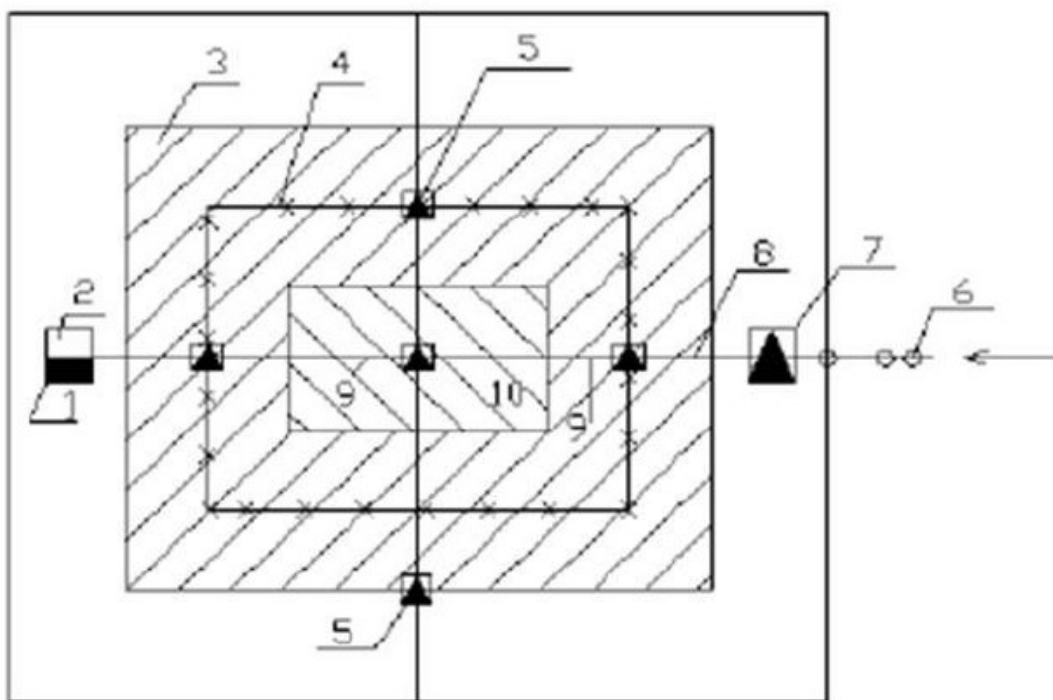


Рисунок 9.7 – Схема електропостачання міст:

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

## 9.6 Прокладання кабельних ліній

Влаштування силових кабелів на напруги 1–35 кВ наведена на рисунку 9.8. Струмоведучі жили кабелів виготовляють з міді або алюмінію. Розрізняють кабелі з ізоляцією з паперових стрічок зі спеціальним просоченням, з гуми й пластмаси. Для кабелів високої напруги (110–525 кВ) застосовують маслянонаповнені трубопроводи. При прокладанні кабелів у місцях з можливими механічними впливами використовують бронезахист. Броня виконується із сталевий стрічки або дроту. У ґрунтах, що містить речовини, які руйнівню діють на оболонку кабелів, а також у зонах, небезпечних через вплив електрокорозії, знайшли застосування кабелі зі свинцевою оболонкою й посиленими захисними покриттями або з алюмінієвою оболонкою.

Нормальні захисні покриття кабелів складаються з бітуму й кабельної пряжі, просоченої бітумом.

У сучасній практиці застосовують, як правило, кабелі з алюмінієвими жилами в алюмінієвій або пластмасовій оболонці.

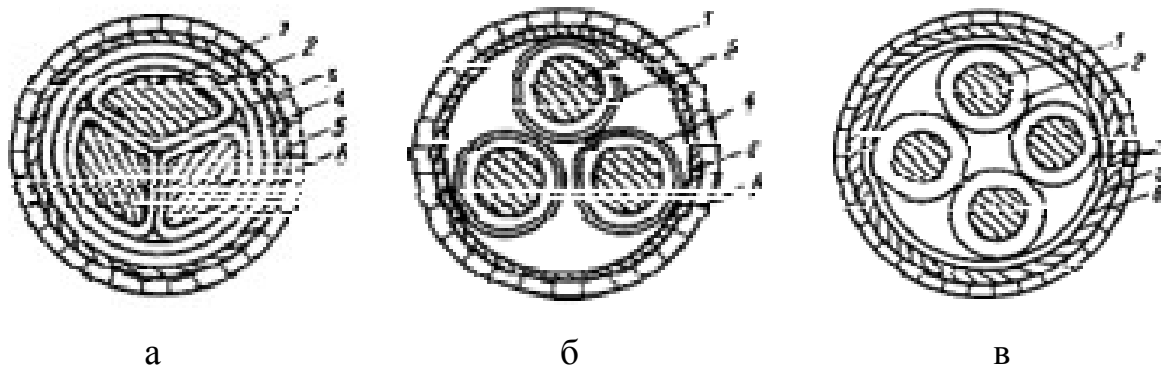


Рисунок 9.8 – Конструкція кабелів 1...35 кВ:

а – кабель на напругу 1...10 кВ із паперовою ізоляцією; б – кабель на напругу 1–10 кВ із гумовою ізоляцією; в – кабель на напругу на напругу 20 й 35 кВ;

- 1 – струмопровідна жила; 2 – фазна ізоляція; 3 – поясна ізоляція;
- 4 – свинцева або алюмінієва оболонка; 5 – броня; 6 – захисні покриття;
- 7 – обмотка стрічкою

Вибір перетину кабельної лінії виконують за нормованим значенням щільності струму. Перетин жили кабелю повинен задовольняти умови припустимого нагрівання в нормальному й після аварійному режимах. Для кожної кабельної лінії визначають припустимі струмові навантаження, для ділянки траси з найгіршими тепловими умовами, при її довжині не менш 10 м.

При прокладанні траси кабельної лінії необхідно уникати ділянки з агресивними ґрунтами стосовно металевих оболонок кабелів. Укладають кабелі із запасом по довжині з урахуванням можливих зсувів ґрунту й температурних деформацій самого кабелю. Особлива увага приділяється захисту від можливих механічних ушкоджень кабелю й дотриманню температурного режиму.

З'єднання відрізків кабелю й закладення кабелю роблять за допомогою кінцевих сполучних муфт. Число сполучних муфт ліній, що прокладають знову, на 1 км повинно бути не більше 4...6 штук, залежно від напруги й перетину кабелю. Прокладати кабелі рекомендується з дотриманням наступних основних правил:

1. Контрольні кабелі й кабелі зв'язку розміщуються під або над силовими кабелями й відокремлюються перегородками.

2. Рекомендується прокладати силові кабелі до 1 кВ вище кабелів 1 кВ.

3. Кабелі живлення електроприймачів I категорії рекомендується прокладати на різних горизонтальних рівнях і розділяти перегородками.

4. Маслонаповнені кабелі, як правило, прокладають в окремих спорудах, при прокладанні разом з іншими кабелями вони розташовуються в нижній частині споруд і відокремлюються вогнетривкою перегородкою.

При прокладанні кабельних ліній у землі відповідно до правил пристрою електроустановок (ПУЕ) встановлюються охоронні зони над кабелем:

- для КЛ вище 1 кВ - по 1 м від крайніх кабелів;
- для КЛ до 1 кВ - по 1 м від крайніх кабелів убік проїзної частини й 0,6 м убік споруд.

При прокладанні кабельних ліній безпосередньо в землі (рис. 9.7) кабелі прокладаються в траншеях і мають знизу основу із підсипаного шару ґрунту, а

зверху засипаються шаром ґрунту, що не містить каменів. Захист від механічних ушкоджень полягає в установці залізобетонних плит товщиною не менш 50 мм для напруги вище 35 кВ, при напрузі нижче 35 кВ - плит або в укладанні поверх кабелю звичайної цегли в один шар поперек траси.

Інший можливий спосіб прокладання кабелів - кабельні канали й тунелі (рис. 9.9).

Він застосовується при кількості кабелів в одному напрямку більше 20. Дані конструкції виготовляють із збірного залізобетону й обсіпають зверху шаром землі не менш 30 см. При зміні конфігурації траси радіуси вигину кабелів варто вибирати залежно від їх конструкції, точніше, від матеріалу ізоляції й оболонки кабелю. При низьких температурах навколишнього повітря прокладання кабелів допускається тільки після прогріву.

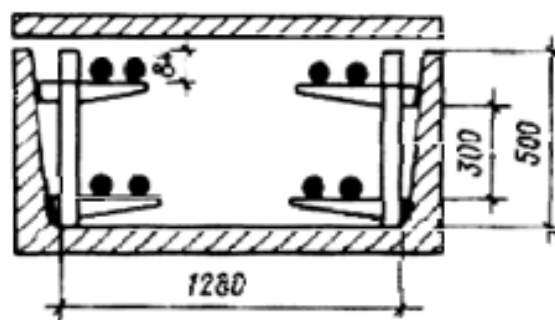


Рисунок 9.9 – Кабельна каналізація в каналах

### Питання для самоконтролю

1. З яких елементів складається енергетична система?
2. Як визначаються категорії надійності електроспоживачів?
3. Чим відрізняються режими роботи різних типів електростанцій?
4. Які схеми електричних мереж застосовуються в містах?
5. Для чого застосовуються трансформаторні підстанції?
6. На які види поділяють опори електропередач за призначенням?

## **10 РОЗМІЩЕННЯ ІНЖЕНЕРНИХ МЕРЕЖ РІЗНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ НА ТЕРИТОРІЇ НАСЕЛЕНИХ МІСЦЬ**

### **10.1 Розміщення підземних мереж на плані міста**

Інженерне устаткування населених місць – це комплекс технічних пристроїв, призначених для забезпечення комфортних умов побуту і трудової діяльності населення, комунальних і промислових підприємств.

Магістральні міські і районні мережі водопостачання і тепlopостачання по можливості трасуються на місцевості з підвищеними позначками, а газопроводи – на понижених позначках. Це дозволяє більш раціонально використовувати напори в мережах. Магістральні районні мережі трасуються таким чином, щоб ширина смуги, яка обслуговується ними, дорівнювала ширині території мікрорайону – 0,8–1,5 км. Інженерні мережі прокладаються переважно по вулицях і дорогах, в поперечних профілях вулиць і доріг передбачаються місця для укладання мереж різного призначення (рис. 10.1 – 10.3).

На смузі між червоною лінією та лінією забудови укладаються кабельні мережі (силові, мережі зв'язку, сигналізації, диспетчеризації); під тротуарами – теплові мережі або прохідні канали; на розділових смугах – водопровід, газопровід, мережі господарсько-побутової каналізації.

Розміщення підземних мереж відносно будинків, споруд і зелених насаджень та їх взаємне розташування повинні виключати можливість руйнування фундаментів будинків і споруд, а також забезпечувати можливість ремонту мереж без ускладнень для руху міського транспорту.

Мінімальні відстані між окремими трубопроводами встановлюються за вимогою нормативних документів діючих на території України.



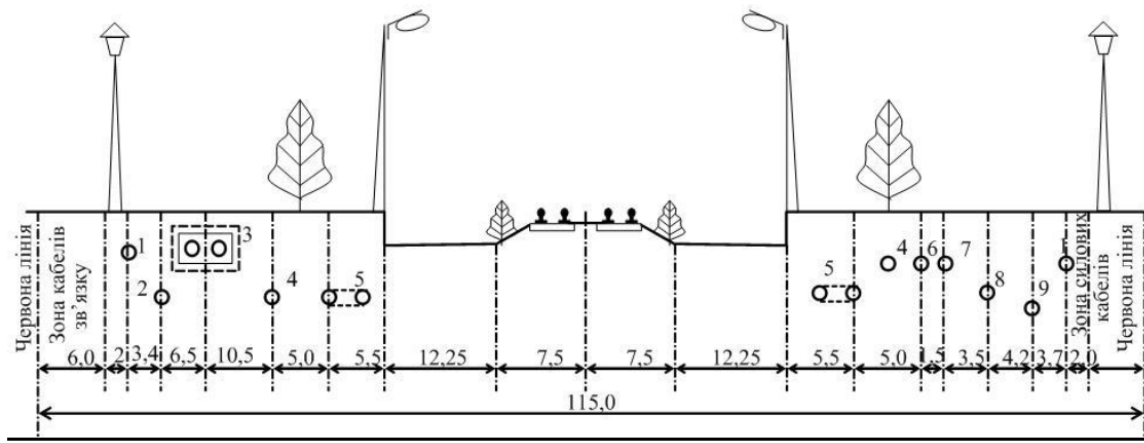


Рисунок 10.1 – Приклад розташування інженерних мереж на магістральних вулицях загальноміського значення із трамвайною смугою:

- 1 – збірні трубопроводи зливової каналізації; 2 – виробничий водопровід;
- 3 – теплопроводи; 4 – магістральний колектор дощової каналізації;
- 5 – розподільна мережа водопроводу; 6 – газопровід середнього тиску;
- 7 – газопровід високого тиску; 8 – магістральний водопровід;
- 9 – господарсько-побутова каналізаційна мережа

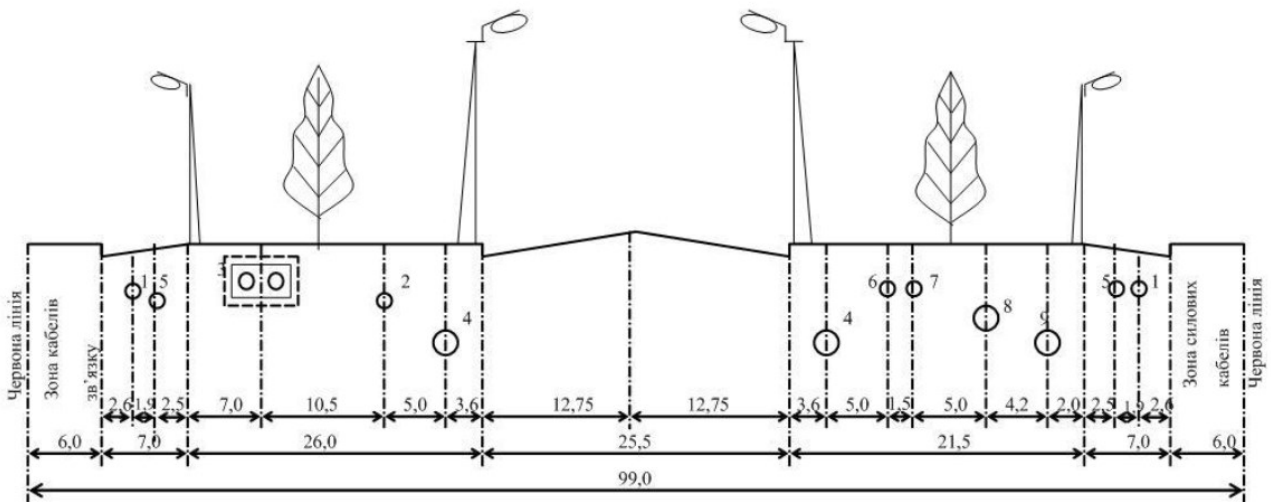


Рисунок 10.2 – Приклад розташування інженерних мереж на міських проїздах:

- 1 – збірні трубопроводи дощової каналізаційної мережі; 2 – виробничий водопровід; 3 – теплопроводи; 4 – магістральний колектор дощової каналізації;
- 5 – розподільна мережа водопроводу; 6 – газопровід середнього тиску;
- 7 – газопровід високого тиску; 8 – магістральний водопровід;
- 9 – господарсько-побутова каналізаційна мережа

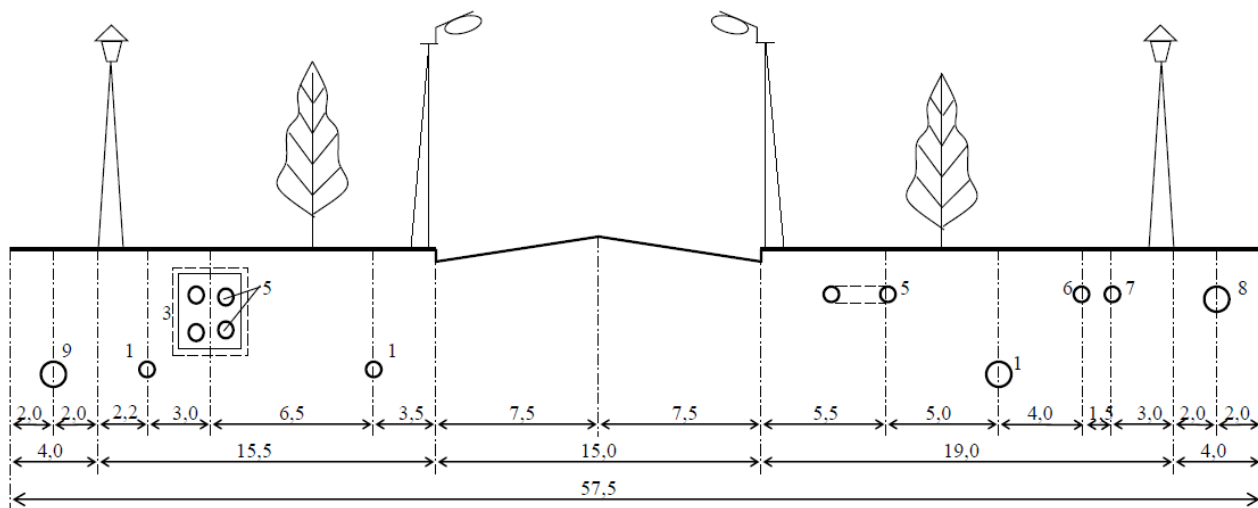


Рисунок 10.3 – Приклад розташування інженерних мереж на міських проїздах:

1 – збірні трубопроводи зливової каналізації; 2 – виробничий водопровід;  
 3 – теплопроводи; 4 – магістральна лінія зливової каналізації; 5 – розподільна  
 мережа водопроводу; 6 – газопровід середнього тиску; 7 – те ж, високого тиску;  
 8 – магістральний водопровід; 9 – господарсько-побутова каналізаційна мережа

## 10.2 Розміщення інженерних мереж у поперечному розрізі вулиць

Трубопроводи, що транспортують рідкі продукти не повинні замерзати взимку та нагріватися влітку. Крім того, всі трубопроводи повинні витримувати зовнішні механічні навантаження. Тому мінімальна глибина закладення приймається 0,5 м. На глибину прокладання впливають і санітарні вимоги. Водопровідні лінії господарсько-питного призначення завжди розташовують вище каналізаційних трубопроводів, а також трубопроводів, по яких транспортуються отрутні та шкідливі речовини, на відстані не менше, ніж 0,4 м.

Допускається прокладати водопровідні лінії нижче каналізаційних при дотриманні наступних умов:

- водопровідні лінії повинні бути зі сталевих труб;
- труби водопроводу необхідно укладати у футляри, при цьому відстань від стінок труб до обрізу футляра повинна становити не менше 5 м у глинистих ґрунтах і не менше 10 м у піщаних, гравелистих та інших фільтруючих ґрунтах;

- каналізаційні трубопроводи в місцях перетинання прокладаються із чавунних труб;
- допускається прокладання водопровідних уведень діаметром до 150 мм нижче каналізаційних без влаштування футлярів, якщо відстань між трубопроводами буде більше, ніж 0,5 м;
- теплопроводи відкритих систем тепlopостачання і трубопроводи гарячого водopостачання дозволяється прокладати нижче або вище каналізаційних мереж, якщо відстань між ними буде становити не менше, ніж 0,4 м.

Відстань між трубопроводами приймається рівною 0,2 м, за винятком водопроводів, які перетинаються з трубопроводами, що транспортують отрутні і шкідливі речовини.

Силові кабелі і кабелі зв'язку прокладаються, як правило, вище трубопроводів при дотриманні між ними наступних відстаней:

- між силовими кабелями напругою до 35 кВ і кабелями зв'язку – 0,5 м;
- між силовими кабелями напругою до 110–220 кВ і трубопроводами – 1 м.

Прокладання трубопроводів та електричних кабелів під залізничними та трамвайними шляхами, якщо рахувати від покриття проїжджої частини до верху труби, футляра або електрокабеля, здійснюється на відстані 1 м при відкритому способі будівництва і на відстані 1,5 м при закритому способі.

### **10.3 Горизонтальне і вертикальне зонування**

При трасуванні магістральних інженерних мереж слід враховувати наступні факти:

- розміщення нових підземних інженерних мереж на існуючих вулицях, вже насичених мережами, неможливе без перебудови останніх;

- наявність засипаних траншей під проїжджими частинами вулиць через порушення природної структури ґрунту зменшує термін служби дорожніх покриттів;
- на перехрестях вулиць створюються складні умови для перетину окремих інженерних мереж, що приводить до необхідності влаштування поперечних галерей або спеціальних футлярів для прокладання інженерних мереж;
- постійне насичення забудовуваних вулиць комунікаціями при роздільному методі їхнього прокладання може привести до безсистемного і нераціонального розміщення їх на вулицях нових міст;
- завдаються великі збитки комунальному господарству міст через постійні будівельні процеси і руйнування сучасних дорожніх покриттів;
- проведення ремонтних робіт на мережах дезорганізує рух транспорту, порушує ритмічність перевезень, створює аварійні ситуації;
- ускладняється реконструкція окремих елементів вулиць;
- скорочуються терміни служби підземних інженерних мереж при проведенні реконструкції вулиць.

Трасування інженерних мереж треба виконувати з урахуванням структурно-планувальних рішень населених місць, характеру шляхово-транспортної мережі, рельєфу місцевості, наявності і розміщення водойм, розташування найбільш великих споживачів води, газу та електроенергії. Розташування інженерних мереж з урахуванням їх горизонтального зонування показано на рисунку 10.4. При ширині вулиць 60 м і більше прокладання підземних мереж виконують по обидва боки вулиць.

При підземному укладанні інженерних мереж повинні дотримуватися певні відстані не тільки в горизонтальній, але й у вертикальній площині як між мережами і спорудами, так і між самими мережами. Розташування інженерних мереж з урахуванням їх вертикального зонування показано на рисунку 10.5.

Інженерні мережі треба проектувати як комплексну систему, що поєднує всі підземні та надземні мережі і споруди, з урахуванням перспективного розвитку міста.

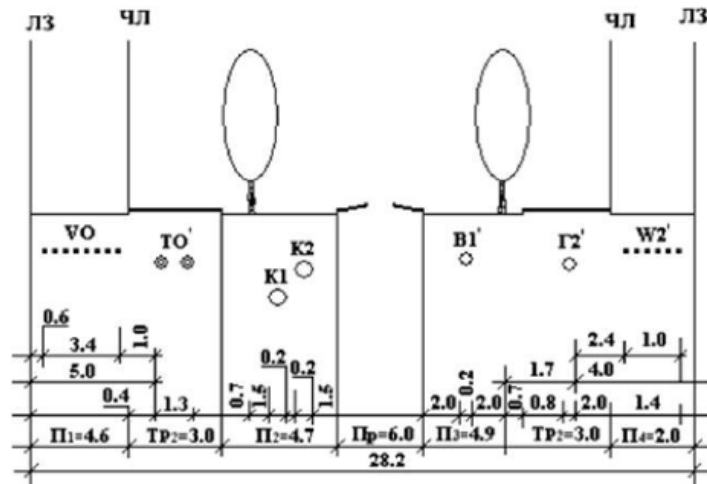


Рисунок 10.4 – Приклад розташування інженерних мереж на міських проїздах: В1 – водопровідні мережі; К2 – каналізаційні мережі; Г2 – газові мережі; ТО – теплові мережі; ВО – силові електричні мережі; VO – слабкострумові електричні мережі; ЛЗ – лінія забудови; ЧЛ – червона лінія

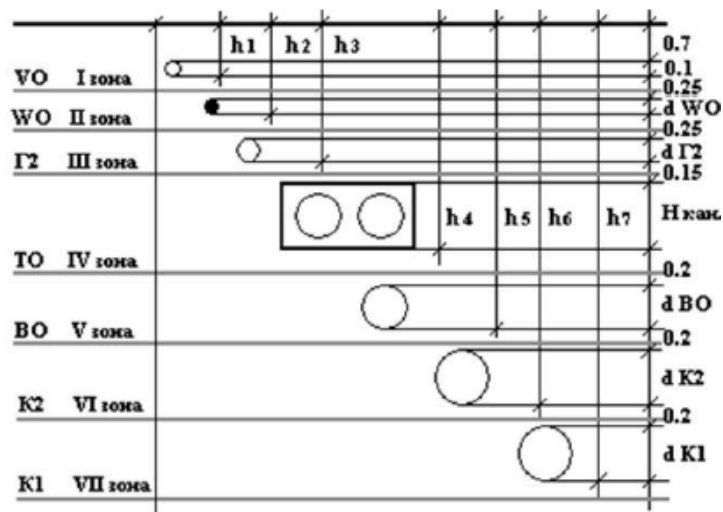


Рисунок 10.5 – Вертикальне зонування:

BO – водопровідні мережі; К1, К2 – каналізаційні мережі; Г2 – газові мережі; ТО – теплові мережі; ВО – силові електричні мережі; VO – слабкострумові електричні мережі

## Розміщення інженерних мереж на території міст України

В даний час у вітчизняній практиці будівництва підземних комунікацій застосовують три способи прокладання трубопроводів й кабелів: роздільне прокладання, сумісну (в одній траншеї), спільне прокладання в міських й внутрішньоквартальних колекторах й технічних підвалах приміщень. На рисунках 10.6 – 10.8 наведені схеми типового і раціонального розміщення інженерних комунікацій в містах України.

Спосіб роздільного прокладання є основним при будівництві підземних комунікацій. Переваги такого способу – мінімальна протяжність мереж всіх видів й можливість застосування труб із будь-якого матеріалу.

До недоліків потрібно віднести великі розосереджені об'єми земляних робіт, розкопка великої площі будівельного майданчика, а також складність благоустрою території. Крім того, при роздільному способі не завжди застосовується поточний метод будівництва, що призводить до відставання будівельно-монтажних робіт, й не завжди ув'язується будівництво комунікацій, яке виконується різними організаціями.

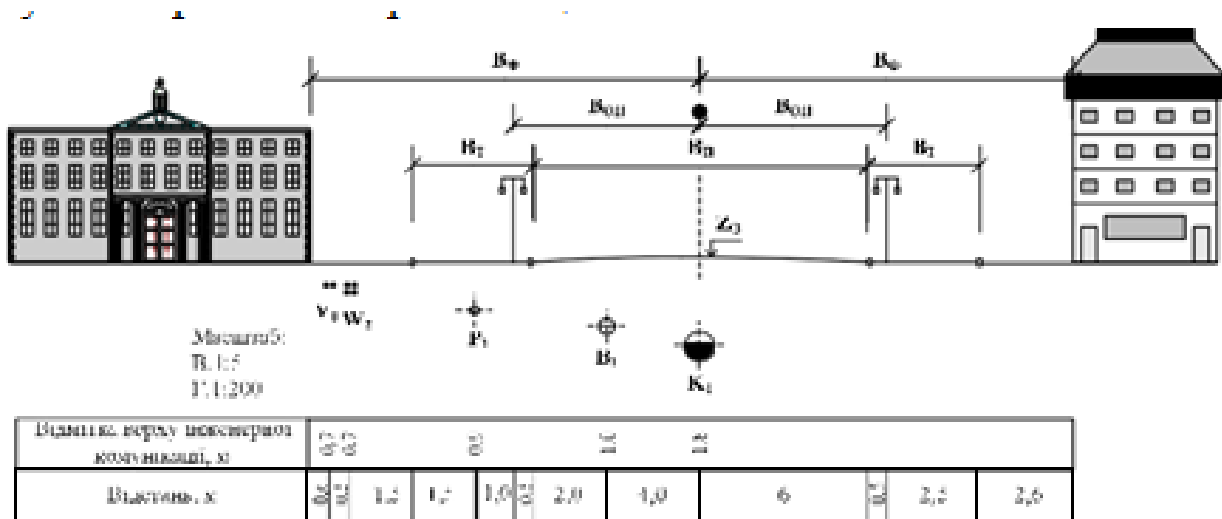


Рисунок 10.6 – Типове розміщення інженерних мереж в Україні при односторонньому прокладанні

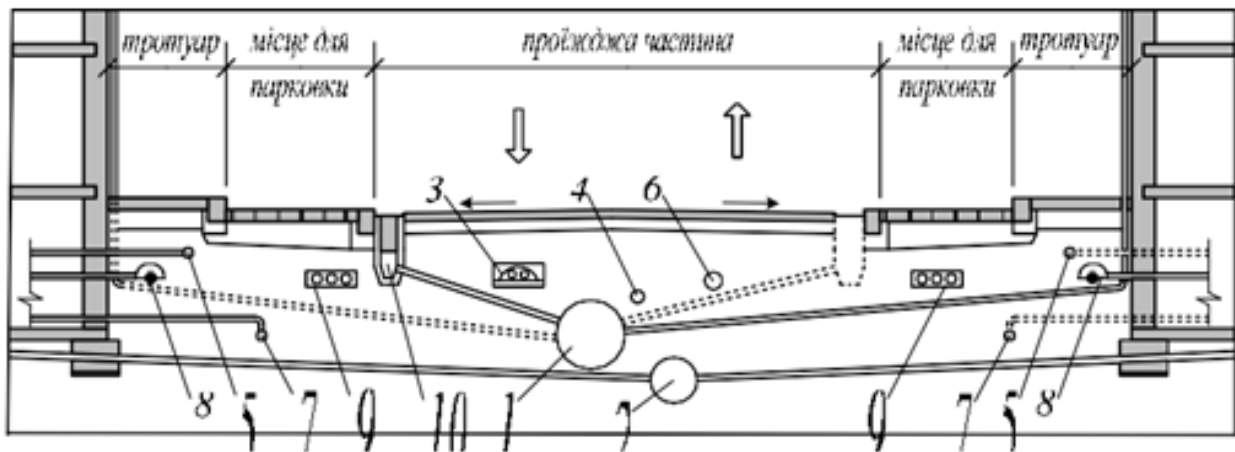


Рисунок 10.7 – Типове розміщення інженерних мереж при двосторонньому прокладанні в Україні:

- 1 – дощова каналізація; 2 – побутова каналізація; 3 – централізоване тепlopостачання; 4 – магістральний газопровід; 5 – розподільчий газопровід;  
 6 – магістральний водопровід; 7 – розподільчий водопровід;  
 8 – електропроводка; 9 – телекомунікаційні проводи; 10 – дощоприймач

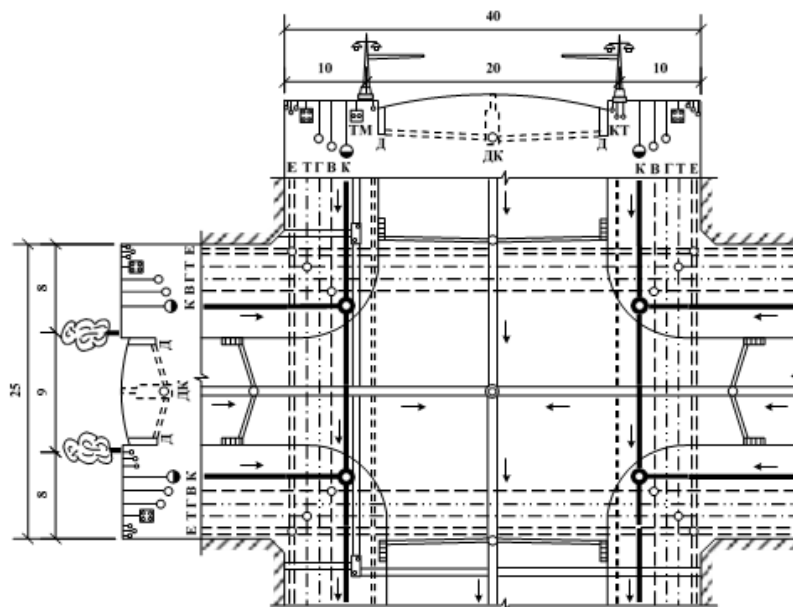


Рисунок 10.8 – Раціональне розміщення підземних комунікацій на плані та перерізі вулиць:

- Е – електромережа; Т – телефон; В – водопровід; К – каналізація;  
 Г – газопровід; Д – дощоприймачі; ДК – дощова каналізація (водостік);  
 ТМ – теплові мережі; КТ – кабелі трамваїв та тролейбусів

Спосіб сумісного прокладання передбачає розташування декількох підземних комунікацій в загальній траншеї. При цьому відстані між трубопроводами скорочуються в порівнянні із закладеними в нормах для роздільного прокладання.

Даний спосіб має наступні переваги: зменшення об'єму земляних робіт на 20–40 %; зниження кошторисної вартості будівництва на 5–7 %; крім того, при будівництві всіх видів трубопроводів однією будівельною організацією скорочується число адміністративно-технологічного персоналу на об'єктах, зростає ефективність використання механізмів й транспорту, скорочуються витрати на тимчасові споруди, підвищується продуктивність праці, зменшуються терміни будівництва, виникає можливість для навчання робітників декільком спеціальностям.

Загальним недоліком роздільного й сумісного способів є прокладання трубопроводів безпосередньо в ґрунтовому середовищі, що призводить до розривів, корозії труб і т. і. Крім того, при великій кількості трубопроводів і кабелів не завжди вдається їх компактне розміщення, навіть при сумісному способі прокладання.

Більш прогресивним способом сумісного прокладання інженерних мереж є будівництво загальних комунікаційних тунелів. До основних переваг прокладання інженерних мереж в тунелях відносяться:

- компактне розміщення великої кількості трубопроводів й кабелів як в плані, так й в поперечному профілі вулиць й територій;
- забезпечення за рахунок міцності конструкції сприятливих умов експлуатації мереж при додатних температурах, що дозволяє збільшити термін експлуатації мереж, поліпшити їх захист від механічних пошкоджень й корозії;
- ремонт, прокладання й експлуатація нових мереж без розкопування міської території;



- впорядкування всієї системи і розміщення підземних інженерних мереж за рахунок організації комплексного проектування, будівництва й експлуатації;

- будівництво дорожнього покриття й інших елементів поперечного профілю вулиць й проїздів до закінчення укладання всього комплексу трубопроводів й кабелів.

До технічних переваг потрібно віднести зручність й простоту будівництва введів в мікрорайони й квартали без розкопки, швидкість ремонту й ліквідації аварій, спрощення обліку підземних мереж тощо.

### **Питання для самоконтролю**

1. Яким чином розміщують підземні мережі на плані території міста?
2. Яким чином виконуються санітарні вимоги при розміщенні підземних комунікацій?
3. В чому полягає принцип горизонтального зонування при трасуванні міських інженерних мереж?
4. В чому полягає принцип вертикального зонування при трасуванні міських інженерних мереж?
5. Якими є особливості прокладання магістральних підземних мереж?
6. Які правила прокладання інженерних мереж на території міст в Україні?

## **11 СПОСОБИ ПРОКЛАДАННЯ МІСЬКИХ ІНЖЕНЕРНИХ МЕРЕЖ**

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

Роздільний спосіб прокладання підземних мереж є основним під час будівництва підземних комунікацій. Перевагами цього способу є мінімальна протяжність мереж і можливість застосування труб із будь-якого матеріалу.

У наш час цей метод застосовують зокрема під час заміни старих мереж новими. При новому будівництві цілих житлових комплексів загалом (квартал, мікрорайон), а також у разі великих обсягах будівництва цей спосіб прокладання мереж застосовувати недоцільно як у технічному, так і в економічному відношенні.

Роздільне прокладання комунікацій у мікрорайоні застосовують зазвичай тоді, коли неможливо сполучити декілька комунікацій в одній траншеї і в одному напрямі. Інженерні мережі, які обов'язково потрібно кільцювати (водо-, газопровідні мережі), прокладають у відокремлених траншеях. Під час їхнього проектування керуються загальними нормами заглиблення й припустимими відстанями від мереж до будинків і споруд. Кожен трубопровід прокладають в окремій траншеї.

У разі роздільного підземного методу прокладання трубопроводів і кабелів для кожної комунікації влаштовують окрему траншею.

Будівництво підземних мереж у відкритих траншеях є досить трудомістким процесом, потребує великої кількості робітників, матеріалів для кріплення стінок траншей.

Відкритий спосіб робіт незручний, тому що потребує розкриття дорожніх покриттів, забруднюються вулиці, порушується нормальний рух транспорту й пішоходів. У разі прокладання мереж під залізничним полотном, трамвайними шляхами, підземними комунікаціями тощо здійснювати роботи відкритим способом неможливо. Роздільне прокладання підземних мереж у різні терміни

потребує багаторазового розкопування вулиць. В умовах реконструкції або якщо вулиці вузькі, траншеї розривати складно, до того ж можна пошкодити раніше прокладені мережі.

Якщо ґрунти водонасичені, особливо якщо наявні пливуні, для забезпечення стінок траншей від обвалювання, необхідно проводити трудомісткі роботи й відкачувати воду. Роботи відкритим способом є сезонними. Якщо ж необхідно провести їх узимку, то попередньо потрібно розморозити або розпушити ґрунт, що підвищить вартість робіт.

Недоліками роздільного підземного методу прокладання є:

- великі обсяги земляних робіт;
- корозія сталевих і чавунних трубопроводів;
- ускладненість проведення ремонтних робіт;
- необхідність розкопування великих ділянок землі.

Роздільне прокладання мереж потребує утворення між ними більших проміжків, а також збільшення обсягів земляних робіт порівняно з іншими способами прокладання. Передусім потрібно прокласти мережі глибокого закладання, а потім – меншого. Ширина зони прокладання мереж водопроводу, каналізації й теплопроводу визначається розмірами споруджуваних на них камер і колодязів. Ширина зони прокладання газопроводів низького тиску великих діаметрів, а також газопроводів середнього й високого тиску обумовлюється технічними правилами і залежить від відстані до будинків та споруд.

Незважаючи на низку недоліків, відкриті методи прокладання широко використовують під час будівництва інженерних мереж міст. У разі застосування способу поєднаного прокладання декілька комунікацій розташовують у загальній траншеї. Спільне прокладання підземних мереж в одній траншеї з техніко-економічних міркувань є більш раціональним. Спільне прокладання інженерних мереж в одній траншеї застосовують з 1954 р. При цьому способі прокладання трубопроводів з різними діаметрами і призначенням прокладають в одній траншеї одночасно, що зменшує вартість будівництва внаслідок

зменшення обсягів земельних робіт і витрат на тимчасові спорудження. Строки провадження робіт при цьому значно скорочуються.

Трубопроводи розміщують паралельно один до одного й прямолінійно на найбільших ділянках. У разі поєднаного прокладання мереж передбачають однакові повздовжні ухили, що неважко забезпечити для напірних трубопроводів.

Отже, перевагами цього методу порівняно з роздільним є:

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

Недоліки методу:

- збільшення глибини закладання;
- складність розроблення збіжних траншей механізованим способом;
- складність облаштування введення мереж у будинки;
- зниження надійності мереж унаслідок корозії трубопроводів і кабелів.

Схеми поєднаного прокладання надзвичайно різноманітні. Вони обумовлюються призначенням підземних мереж, особливостями їхнього з'єднання в траншеї, розмірами трубопроводів і камер, гідрогеологічними умовами тощо.

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

Вважається, що прокладати мережі різного призначення (газопровід, водопровід, теплопровід тощо) в одній траншеї раціональніше за роздільне, однак зіткнення трубопроводів із ґрунтом скорочує термін їхнього використання і спричиняє необхідність постійного розкриття дорожніх покриттів. Це призводить до збільшення вартості будівництва й експлуатації підземних мереж.

Більшу кількість теплопроводів виконують зі сталевих труб, які піддаються корозії. Безканальне укладання не забезпечує постійного контролю за станом мереж, можливості їхнього швидкого ремонту й теплової ізоляції. Прокладання в каналах дає змогу покращити умови експлуатації теплопроводів. До того ж вважається, що напівпрохідні й прохідні канали є найзручнішими. Однак вартість укладання труб у такому разі збільшується.

Мережі господарсько-побутової, промислової й зливної каналізації зазвичай укладають з матеріалів, що не піддаються ґрунтовій корозії (кераміка, бетон і залізобетон). У цих мережах вода рухається без напору, унаслідок чого унеможливаються аварії на трубопроводах, а також усувається необхідність розкопування траншей. Отже, під'єднувати каналізаційні трубопроводи до загальних колекторів з технологічних міркувань немає необхідності.

Під'єднувати каналізаційні мережі до колекторів досить складно, оскільки трубопроводи і колектори мають різні ухили.

Найоптимальнішим способом спорудження підземних мереж є їхнє прокладання у загальних колекторах. У таких колекторах зазвичай розміщують мережі водопроводу й напірної каналізації, теплопроводу, електричні кабелі різного призначення, а іноді й газопроводи.

У разі застосування спільного методу прокладання інженерних мереж у прохідних каналах (колекторах) всі напірні трубопроводи, а також кабелі прокладають у залізобетонному колекторі. Перевагами спільного методу прокладання мереж у колекторах є:

- розміщення великої кількості напірних трубопроводів і кабелів на порівняно невеликій площі;
- відсутність розкопки території під час проведення ремонтних робіт і можливість прокладання нових мереж без порушення роботи транспорту та руху пішоходів;
- надійніший захист від корозії, механічних ушкоджень і впливу динамічних навантажень міського транспорту;

- зменшення обсягу земельних робіт і трудомісткості будівництва внаслідок підвищення рівня індустріалізації й застосування прогресивних конструкцій.

Окрім прокладання колекторів у мікрорайонах широко застосовують поєднання мереж холодного й гарячого водопроводу, а також мереж тепlopостачання в непрохідних каналах. Прокладання мереж в одному колекторі сприяє зменшенню обсягів земляних робіт і строків будівництва. Використання цього способу значно полегшує експлуатацію, спрощує ремонт і заміну комунікацій без проведення земляних робіт. У разі прокладання мереж у одному колекторі можна влаштовувати окремі комунікації навіть після закінчення нульового циклу будівництва. У колекторі можуть розміщатися теплові мережі діаметром від 500 до 900 мм, водоводи діаметром – до 500 мм, що йдуть в одному напрямі, а також кабелі зв'язку й силові кабелі напругою до 10 кВ. Не дозволяється прокладати разом газопроводи і трубопроводи з паливними й легкозаймистими речовинами.

Зазвичай застосовують односекційні колектори. За наявності великої кількості підземних мереж, особливо великих діаметрів, що властиво для промислових районів населених місць або промислових підприємств, доцільно застосовувати двосекційні колектори.

Магістральні мережі побутової й дощової каналізації, що мають великі діаметри і які потрібно прокладати з певним ухилом, розмістити в загальних колекторах дуже складно. Колектори обладнають освітленням, вентиляцією, сигналізацією та іншими пристроями, що забезпечують сталу експлуатацію прокладених у них мереж.

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

Приклади розміщення інженерних мереж наведено на рисунку 11.1.

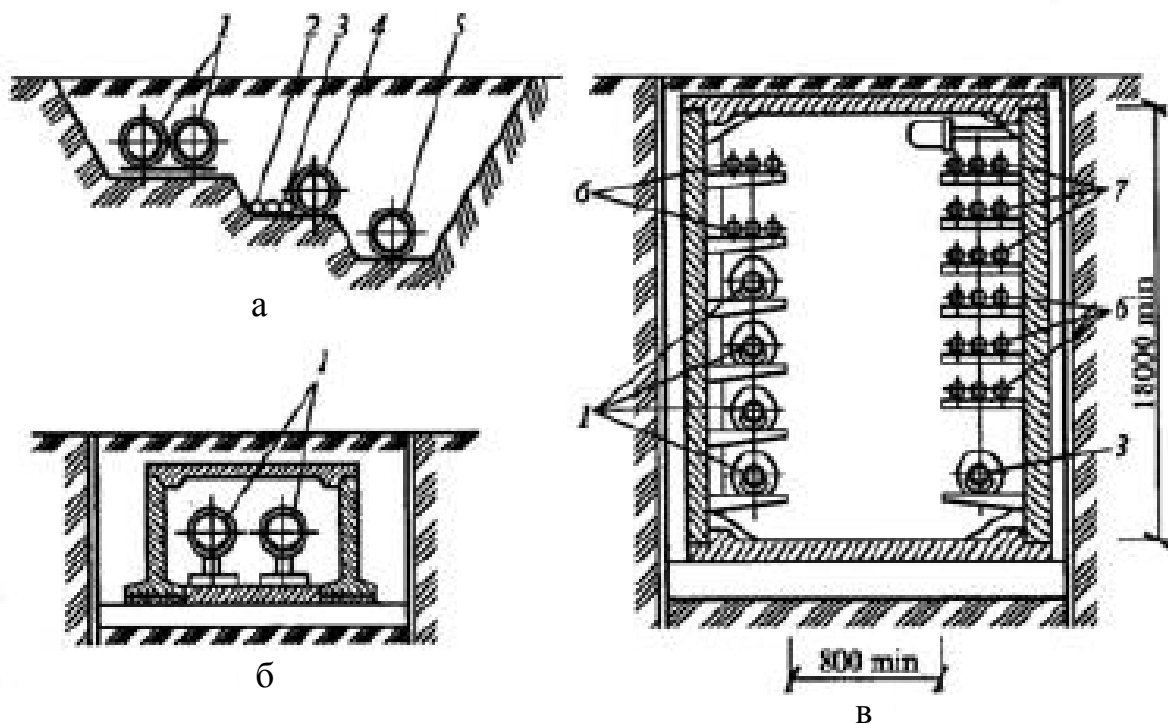


Рисунок 11.1 – Приклади розміщення інженерних мереж:

а – прокладання мереж в одній траншеї; б – в непрохідному колекторі;  
в – в прохідному колекторі; 1 – теплова мережа; 2 – газопровід; 3 – водопровід;  
4 – водостік; 5 – каналізація; 6 – кабелі зв'язку; 7 – силові кабелі

### 11.3 Експлуатація підземних мереж і колекторів

До складу основних робіт служби експлуатації мереж входять:

- утримання споруд на мережі у задовільному стані;
- забезпечення оптимальних гідравлічних режимів роботи мереж і споруд;
- визначення пошкоджених ділянок мереж, споруд та виконання необхідних ремонтних робіт;
- здійснення контролю всіх будівельних робіт на мережах, приймання в експлуатацію ділянок мереж і споруд після капітального ремонту;

- попередження та усунення аварійних ситуацій;
- інвентаризація споруд та обладнання на мережі.

Виконання цих робіт забезпечується експлуатаційними і ремонтно-аварійними бригадами, кількість яких приймається залежно від довжини мережі, обсягу робіт, технічного забезпечення і кліматичних умов.

Для забезпечення надійної та безперебійної роботи мереж водопостачання і водовідведення необхідні чітка координація діяльності всіх відділів комунального підприємства. Таку координацію здійснює диспетчерська служба.

В останні роки впроваджуються автоматизовані системи керування у водопровідно-каналізаційному господарстві, які виконують наступні завдання:

- одержання інформації від установлених на водопровідній мережі датчиків;
- передача інформації з використанням апаратури телемеханіки і зв'язку в диспетчерський пункт;
- обробка цієї інформації за допомогою засобів обчислювальної техніки з метою розрахунку оптимальних режимів роботи і видача результатів оператору або управляючим механізмам.

При експлуатації водопровідних мереж одним з основних трудомістких видів робіт є прочистка ділянок трубопроводів від засмічень, промивка і дезінфекція. Причинами різних відкладень у трубопроводах можуть бути:

- корозія металу труб, що приводить до утворення гідроокису заліза  $\text{Fe}(\text{OH})^3$ ;
- осадження на внутрішній поверхні труб механічних домішок (піска, мулу, глинистих часток), які випадково потрапили в них;
- життєдіяльність бактерій;
- осадження на стінках трубопроводів солей заліза, кальцію і магнію.

Наявність у воді хлоридів і сульфатів стимулює утворення корозійних відкладень, тому що їх йони руйнують захисні окисні плівки. У випадку високої



концентрації хлоридів і сульфатів (300–400 і більше мг/л) значні відкладення з'являються і при малих значеннях показника стабільності води.

### **Прочистка водопровідних труб**

Прочистка водопровідних труб може здійснюватися механічним, хімічним і гідропневматичним способами. Для механічного способу прочистки застосовуються очисники і розпушувачі. При незначних м'яких відкладеннях використовуються щіткові очисники, що представляють собою циліндри, поверхня яких покрита щіткою, виготовленою із пружного сталевого дроту.

При хімічному способі видалення відкладень трубопровід заповнюється інгібірованою кислотою. Кислота залишається у трубопроводі протягом доби, після чого здійснюється промивка. Цей спосіб застосовується для видалення щільних відкладень кальцієвих і магнієвих солей, а також солей заліза.

Гідропневматичний спосіб прочистки полягає в тому, що через труби пропускається суміш води і повітря в пропорції 1:6 (на 1 м<sup>3</sup> води подається 6 м<sup>3</sup> повітря). При перемішуванні води і повітря різко міняється структура потоку, у результаті чого утворюються завихрення.

Стиснене повітря розширюється і за рахунок своєї енергії збільшує швидкість повітряно-водяної емульсії, що розмиває ущільнені відкладення.

Прочищені ділянки водопровідних труб промиваються і дезінфікуються. Промивка може здійснюватися тривалий час і закінчується тоді, коли вихідна вода не буде містити завислих частинок. Промивка і дезінфекція повторюються до одержання двох задовільних бактеріологічних і фізико-хімічних аналізів води.

Крім прочисток на водопровідних мережах виконуються аварійні, поточні і капітальні ремонти.

### **Контрольні випробування водоводів і мереж**

Для визначення технічного стану мереж (пропускної здатності, напорів, місць та величин витоків) проводяться контрольні випробування. Під час гідравлічних випробувань водопровідних мереж здійснюється манометрична зйомка, вимір гідравлічних опорів трубопроводів, визначення величин і місць

витоку води, визначення фактичних характеристик насосів. При виконанні манометричної зйомки виміряються вільні напори в різних точках мережі. На початку експлуатації мереж така зйомка дозволяє уточнити розрахункову схему мережі. Випробування здійснюються такими способами:

- скиданням води через один пожежний гідрант;
- скиданням води через кілька послідовно розташованих пожежних гідрантів;
- скиданням води через стендер зі спеціальною насадкою;
- «способом трьох манометрів».

### **Профілактична прочистка каналізаційних мереж**

Для забезпечення нормальної роботи каналізаційної мережі систематично роблять зовнішній і технічний огляди.

Зовнішній огляд полягає у перевірці стану колодязів, рівня стічних вод у лотках, виявлення просідань ґрунту уздовж траси.

Технічний огляд здійснюють для визначення технічного стану мережі та гідравлічних умов її роботи (виконується 1–2 рази на рік). Зміни гідравлічного режиму в каналізаційних мережах, несприятливий рельєф і випадкове попадання в труби предметів, які не транспортуються стічною водою, приводить до необхідності профілактичної прочистки мережі. Періодичність прочистки залежить від місцевих умов, проводиться 2–3 рази у рік. Профілактична прочистка здійснюється гідродинамічним, гідравлічним або механічним способом.

Під час гідродинамічної прочистки осад розмивається струменем води, що подається під великим напором безпосередньо в трубу.

Гідравлічна прочистка ґрунтується на здатності потоку стічної води до розмиву і транспортування. Створений штучно потік з підвищеними швидкостями розмиває і транспортує осад униз за течією.

Для гідравлічної прочистки плаваючими снарядами застосовуються надувні гумові кулі, укладені в брезентову оболонку, дерев'яні суцільні або металеві порожні циліндри.

При застосуванні механічної прочистки видалення осаду здійснюється шляхом транспортування і підйому на поверхню землі.

Засмічення можна видаляти в такий спосіб:

- дротом, гнучким шлангом (з опусканням робітників у колодязь);
- шляхом безпосереднього розбору або розбивки місця засмічення вручну в місцях приєднань до тунельних колекторів (з опусканням у шахту або свердловину робітників у гідрокостюмах або в брезентовому спецодязі);
- розмивом або пробиванням засмічення за допомогою гідродинамічних високонапірних установок або компресорів.

Для підвищення надійності мережі проводиться поточний і капітальний ремонт.

### **Задачі служби експлуатації теплових мереж**

Централізоване теплопостачання є важливим елементом енергетичної системи міст, населених пунктів і промислових підприємств. Для управління централізованим теплопостачанням створюються спеціалізовані підприємства – теплові мережі (тепломережі). На невеликих об'єктах може бути ділянка теплових мереж, для великих міст організуються енергетичні господарства, головними задачами яких є:

- надійне і безперебійне постачання теплотою споживачів;
- забезпечення раціонального використання палива та надійної роботи теплової системи;
- забезпечення ощадливої витрати тепла, для чого необхідний постійний контроль за його витратою.

Важливими задачами експлуатації теплових мереж є вдосконалення теплового обладнання та режимів його експлуатації, розробка протиаварійних та профілактичних заходів, складання інструкцій з обслуговування теплових

мереж, насосних і теплових підстанцій, аналіз аварійних ситуацій на теплових мережах, складання технічної звітності і документації.

Одним із сучасних методів підвищення надійності роботи системи теплопостачання в міжопалювальний період є своєчасна заміна ділянок теплових мереж, зруйнованих в результаті корозійних процесів. Визначення таких ділянок проводиться шляхом гідравлічного випробування мережі при підвищеному тиску в літній період.

### **Задачі служби експлуатації електричних мереж**

У задачі служби експлуатації електричних мереж входять профілактичні заходи, перевірка стану ізоляції кабельної мережі, облік і зниження втрат енергії в електричних мережах, ремонт кабельних ліній. Для виявлення дефектів кабельних ліній проводяться періодичні обходи мереж з робочою напругою до 10 кВ 1 раз на місяць. Траси кабелів по міській території і території підприємств перевіряються один раз у 3 місяці. Профілактичні випробування кабельних ліній дозволяють виявити дефекти та забезпечити своєчасне їх усунення. Періодичність контролю для кабельних мереж, які знаходяться в нормальних експлуатаційних умовах, установлена не рідше одного разу в 3 роки.

### **Задачі служби експлуатації газових мереж**

Метою експлуатації газопроводів є забезпечення безперебійного і безпечного постачання газом міст, населених пунктів і промислових підприємств. У задачі експлуатаційних служб газопроводів входять проведення таких заходів, які забезпечують:

- попередження аварійних ситуацій на газових мережах;
- безперебійне та безпечне постачання газом всіх споживачів;
- підтримку необхідного тиску газу в мережах для його економного і раціонального використання.

До складу робіт з експлуатації підземних газопроводів входять профілактичне обслуговування і спостереження за підземними газопроводами,

планово-попереджувальні огляди і ремонти. Під час поточного ремонту виконуються:

- роботи на газопроводі;
- виправлення коверів;
- ремонт збірників конденсату;
- ремонт гідрозатворів;
- перевірка контрольних трубок і контрольних точок для виміру блукаючих струмів;
- ремонт електроізолюючих фланців, засувок, кранів і захисних пристроїв.

Результати огляду і ремонту газопроводів, арматури і приладів на них вносять у паспорт газопроводу.

Під час капітального ремонту виконують:

- заміну ділянок газопроводів;
- відновлення ушкодженої ізоляції;
- ремонт і заміну арматури.

Планово-попереджувальні огляди і ремонти газопроводів, арматури та споруд на мережах виконуються з метою своєчасного виявлення, усунення ушкоджень і витоків газу, а також для запобігання скупчення забруднень у газопроводах та утворення закупорок у них (водяних, снігокригових, смоляних та інших).

При профілактичному обслуговуванні виконуються такі роботи:

- огляд і перевірка на загазованість колодязів і камер підземних споруд;
- спостереження за коверами і настінними знаками (координатними табличками);
- перевірка збірників конденсату і його видалення;
- спостереження за станом дорожнього покриття;
- перевірка тиску газу в різних точках газопроводу;
- виявлення і усунення закупорок газопроводів;

- буровий і шурфувальний огляд наявності газу в зоні газопроводу та усунення витоків;
- перевірка і ремонт арматури на мережі;
- складання технічної документації.

Профілактичний ремонт газорегуляторних пунктів полягає в розбиранні, перевірці та змащенні окремих вузлів устаткування. В експлуатаційний журнал вносять записи про всі ремонтні роботи.

Горючі гази в суміші в повітрям при певних концентраціях і температурі вибухають. Тому всі роботи, які виконуються в загазованому середовищі або при яких можливий вихід горючого газу з газопроводів, виконуються з дотриманням правил техніки безпеки.

### **Питання для самоконтролю**

1. Які вимоги ставляться до розміщення інженерних мереж на території міста?
2. Назвіть переваги й недоліки прокладання інженерних мереж у тунелях.
3. Якими способами здійснюється випробування водопровідних мереж?
4. Якими способами видаляють засмічення у системах каналізації?
5. Які основні задачі служби експлуатації теплових мереж?
6. Які основні задачі служби експлуатації газових мереж?
7. Які основні задачі служби експлуатації електричних мереж?

## 12 БЕЗТРАНШЕЙНІ МЕТОДИ БУДІВНИЦТВА ТРУБОПРОВОДІВ

### 12.1 Особливості будівництва підземних мереж і колекторів відкритим способом

Будівництво підземних мереж і колекторів відкритим способом у забудованих районах населених місць ускладняється необхідністю розкриття дорожніх покриттів, складністю розміщення на вуличних проїздах землерийних і трубоукладальних машин, будівельних матеріалів і відвалів ґрунту тощо. Під час розроблення траншей у стиснутих умовах їхні стінки повинні бути вертикальними. Для цього застосовують кріплення, що пов'язане з додатковими витратами робочої сили, часу й матеріалів, що в кінцевому результаті – призводить до подорожчання будівельних робіт. Особливо складним, трудомістким й дорогим є будівництво відкритим способом каналізаційних магістральних мереж, глибина закладання яких нерідко перевищує 6–7 м. У разі перетинання підземними трубопроводами автомагістралей, трамвайних шляхів і залізниць, де припинити рух неможливо, відкритий спосіб робіт взагалі не застосовують.

У разі проходження трубопроводів під залізницями й автомобільними дорогами, а також у випадках щільної міської й промислової забудови, коли територія вкрита густою мережею підземних комунікацій (мережі водопостачання, каналізації, теплові, електричні мережі, кабелі зв'язку, газо-, нафтопроводи тощо), прокладати їх відкритим способом дуже складно, а іноді й неможливо. У такому разі застосовують різноманітні методи закритого прокладання трубопроводів, а саме: проколювання (без виймання ґрунту), продавлювання (з вийманням ґрунту), горизонтальне буріння, віброударний, а також щитовий способи проходження. Сфера застосування кожного з цих методів визначається діаметром трубопроводу, його довжиною, особливостями пересічної споруди, ґрунтовими умовами й необхідною точністю прокладання

трубопроводу в плані й профілі. Глибина закладання не впливає на вибір способу, за винятком щитового проходження, яке доцільно застосовувати, якщо глибина закладання більше ніж 6–7 м.

Підземні переходи трубопроводів через автомобільні дороги й залізниці потрібно влаштовувати в місцях проходження доріг під насипами, або в місцях з нульовими відмітками. До того ж прокладати трубопроводи через тіло насипу не допускається.

## **12.2 Метод щитової проходки ґрунтів**

Щитове прокладання застосовують, коли колектор діаметром від 2 до 5–6 м необхідно закласти на глибину більше ніж 6 м. Цей спосіб робіт можна успішно використовувати в найрізноманітніших ґрунтових умовах (вапняки, піски, глини, пливуні) за глибини від 6–7 до 25 м і більше. За допомогою цього способу побудовано велику кількість тунелів для комунального господарства під магістральними залізничними коліями, будинками, річками й каналами.

Щитове проходження зазвичай здійснюють за допомогою прохідницького щита, виготовленого у вигляді металевої оболонки, діаметр якої дорівнює зовнішньому діаметру споруджуваного тунелю.

Щит для спорудження підземних тунелів (рис. 12.1) становить собою пересувне кругле металеве кріплення, під захистом якого розробляють ґрунт і зміцнюють стінки виробки залізобетонними або металевими тубінгами.

До комплексу робіт під час щитового прокладання колекторів входять такі основні операції:

- підготовчі роботи;
- щитове проходження;
- внутрішнє оброблення колекторів.



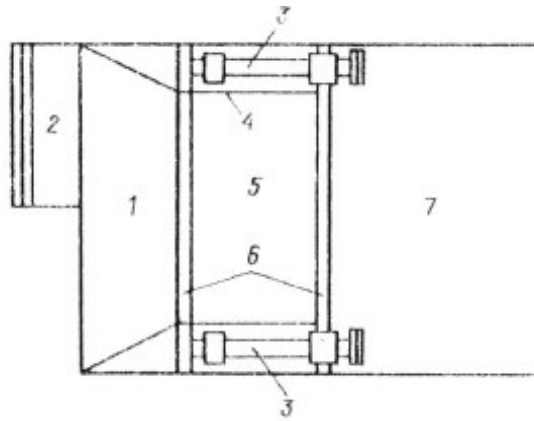


Рисунок 12.1 – Схема щита для підземного прокладання мереж:

1 – передня різальна частина; 2 – козирок; 3 – гідравлічні домкрати; 4 – ребро жорсткості; 5 – середня опорна частина; 6 – опорні кільця; 7 – задня частина

Щитове проходження передбачає розроблення ґрунту у вибої, пересування щита, влаштування первинного оброблення колектора, нагнітання розчину за оброблення й виконанні транспортних операцій.

Проходження за допомогою щита здійснюють у такій послідовності. Уведений у вибій щит вдавлюють в ґрунт у горизонтальному напрямі (по осі проходження), використовуючи власні домкрати. Під час вдавнення ґрунт надходить різальну частину щита, що має форму циліндричного клина. Вдавлений усередину щита ґрунт розробляють ручним або механізованим способом і вантажать на візки, які відкочують тунелем до шахти, із якої розпочата розробка.

Щитове проходження порівняно з відкритим способом провадження робіт є кращим і більш економічним у таких випадках:

- прокладання комунікацій на великій глибині, під транспортними магістралями й забудованими ділянками;
- перетинання збірними колекторами міських головних транспортних проїздів, площ, автодоріг і залізничних ліній;
- прокладання тунелів із великим поперечним перерізом на глибині більше ніж 12 м на забудованих територіях;

- здійснення реконструкції комунікацій уже забудованих територій, особливо в міських центрах, а також прокладка нових підземних комунікацій.

Перевагами щитового проходження є:

- високі темпи будівництва тунелів (до 15-20 м. п. за добу);
- відсутність осідання поверхні землі, що дає змогу виконувати роботи в безпосередній близькості від наявних комунікацій і під уже зведеними будинками й спорудами;
- завдання мінімальної шкоди сформованій у районі будівництва екологічній обстановці;
- скорочення витрат унаслідок використання невеликої кількості робочої сили й скорочення термінів будівництва;
- після завершення провадження робіт отримання тунелю із готовим постійним, водонепроникним обробленням.

Для прокладання тунелів за допомогою прохідницьких щитів (рис. 12.2) використовують три різновиди пристроїв:

- механізовані щити, якими досить складно керувати, але які дають змогу прокладати за день найбільшу кількість метрів тунелю;



Рисунок 12.2 – Фотознімок прохідного щита

- частково – механізовані щити;
- немеханізовані щити, які більш прості в керуванні, ніж механізовані.

Відокремлюють декілька різновидів таких щитів: відкриті й закриті, оснащені горизонтальними полицями або твердими ґратами тощо.

Крім вищевказаних існують наступні безтраншейні способи робіт:

- штольневий;
- вібровакуумний;
- гідромеханічний.

## **12.3 Метод проколювання і продавлювання**

### **Метод проколювання**

Застосовують у суглинках і глинах нормальної вологості, що не містять твердих включень. Для зменшення сили бокового тертя трубу-футляр (кожух) оснащують наконечником. Діаметр наконечника повинен бути на 30–40 мм більшим за зовнішній діаметр труби-футляра. Особливістю методу проколювання є проходження без виймання ґрунту.

У разі використання для прокладання трубопроводів способів продавлювання і проколювання трубу вдавлюють у ґрунт під дією горизонтальних зусиль, що створюють домкратами або іншими механізмами.

Роботи із продавлювання або проколювання труб починають з риття робочого котловану, із якого здійснюють проходку, і приймального котловану, у який виходить кінець труби, що прокладається. У робочому котловані розміщують все устаткування і пристосування, тому його розміри обумовлюються способом провадження робіт, застосовуваним устаткуванням, яке застосовується, довжиною і діаметром прокладених труб. Зазвичай довжина робочого котловану становить 1–12 м, а ширина – від 2 до 5 м. Довжина

приймального котловану по дну становить 1–1,5 м, а ширина приймається залежно від діаметра труби, що прокладається.

Для зручності проведення зварювальних робіт у передній стінці робочого котловану споруджують приямок завглибшки 0,7 м і шириною не менше ніж 2 м. Для сприйняття горизонтальних зусиль від домкратів у задній частині робочого котловану роблять упорну стінку, конструкція якої обумовлюється ґрунтовими умовами й величиною натискних зусиль домкратів.

Проколюванням називається такий спосіб проходження, за якого отвір для труби утворюється внаслідок радіального ущільнення ґрунту, без його розроблення. Проколювання ґрунту трубами здійснюють за допомогою домкратів, лебідок, тракторів, тощо. Для зменшення опору трубі при її проколюванні використовують конічний наконечник.

Проколювання можна здійснювати шляхом ущільнення ґрунту, часткового випускання ґрунту всередину кожуха і вдавнення з утворенням ґрунтової пробки. Спосіб проколювання обумовлюється довжиною проколу, гідрогеологічними умовами і діаметром кожуха. Зі свого боку спосіб проколювання обумовлює вибір конструкції наконечника.

Метод проколювання (рис. 12.3) полягає в тому, що пневматична машина ударної дії, яка рухається сама, – пневмопробійник пробиває в щільних ґрунтах зі швидкістю більше ніж 10 м/год горизонтальну свердловину діаметром 130-300 мм і довжиною до 50 м. До того ж ґрунт перед пневмопробійником ущільнюється. У пробиту свердловину вставляють трубу, яка може бути робочою трубою або футляром для трубопроводу чи кабелю, що прокладають.

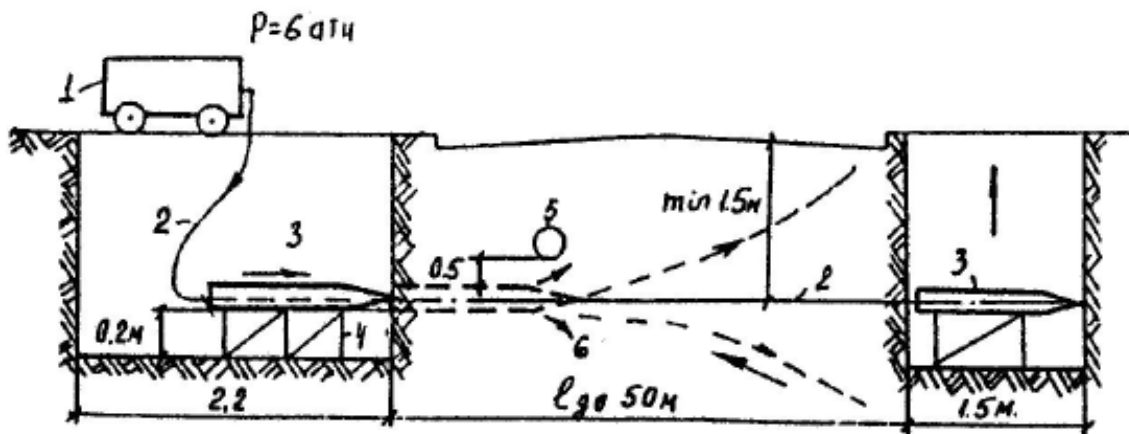


Рисунок 12.3 – Прокладання пневмопробійником:

1 – компресор; 2 – шланг; 3 – пневмопробійник; 4 – опора; 5 – існуючий трубопровід; 6 – ґрунт, що ущільнюється

Недоліками цього методу є можливість викривлення осі проходження і руйнування трубопроводів, що розміщені поблизу місця проколювання, внаслідок ущільнення ґрунту. За допомогою способу проколювання можна прокладати сталеві трубопроводи діаметром до 400 мм включно. З одного котловану можна прокласти трубопровід до 50 м завдовжки. Найбільш придатними для проколювання є глинясті й суглинні ґрунти. У піщаних ґрунтах, стискальна здатність яких у край незначна, потрібні великі натискні зусилля.

Прокладати трубопроводи методом проколювання можна також за допомогою установок вібраційного проколювання. У разі застосування вібраційного методу кожух просувається внаслідок вібраційних коливань, створюваних вібратором уздовж осі труби, і притискного зусилля, створюваного лебідкою.

### Метод продавлювання

Найпоширеніший метод безтраншейного прокладання, що дає змогу споруджувати переходи трубопроводів діаметром від 700 до 2 000 мм у будь-яких ґрунтах, крім скельних і тих, які характеризуються пливунними властивостями. Середні швидкості проходження коливаються від 0,15 до 1 м/год. Практично, із одного робочого котловану можна продавлювати труби на довжину від 20 до 60–80 м.

Під час прокладання 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.

Продавлюванням називається такий спосіб безтраншейного прокладання труб, за якого в ґрунт послідовно вдавлюють окремі ланки труб, що з'єднують між собою в процесі робіт зварюванням, розроблюючи вибій усередині труби й видаляючи ґрунт через трубу, що прокладається. Цим способом можна продавлювати труби діаметром від 200 до 1 700 мм і більше. Найпоширенішими для продавлювання труб є пристрої із гідравлічними домкратами та з великим кроком штока.

За допомогою способу продавлювання можна прокладати не тільки металеві труби, але й залізобетонні труби, тунельні блоки різного поперечного перерізу.

## **12.4 Метод горизонтального буріння**

Найбільш індустріальний метод закритого прокладання трубопроводів діаметром від 100 до 1 500 мм на довжину 40–60 м. Його реалізують за допомогою установок, до складу яких входять такі складники: машина з двигунами внутрішнього згорання, шнековий транспортер із різальною голівкою, механізм подачі з лебідкою і системи блоків–поліспасти́в.

При цьому методі (рис. 12.4) спеціальні машини надають трубі, що прокладається, ходовий рух, а ґрунт перед трубою, який розробляється різальною голівкою, видаляється з трубопроводу за допомогою шнека. На різальній голівці встановлені різці твердих сплавів, за допомогою яких розробляють ґрунти будь-яких категорій.

Набули поширення уніфіковані шнекові установки горизонтального буріння (УГБ та ГБ), в яких суміщаються процеси буріння, прокладки труб із безперервним видаленням ґрунту із забою. За допомогою установок УГБ та ГБ

можна прокласти трубопроводи в ґрунтах діаметром 325–1 420 мм протяжністю 40–60 м при швидкості буріння від 1,5–1,8 до 12,7–19 м/год. Процес буріння свердловини і прокладання трубопроводу за допомогою установок УГБ та ГБ наступний. В ході прокладки безперервне механічне буріння свердловини здійснюється фрезерною головкою, а видалення розрихленого ґрунту – гвинтовим конвеєром (рис. 12.5).

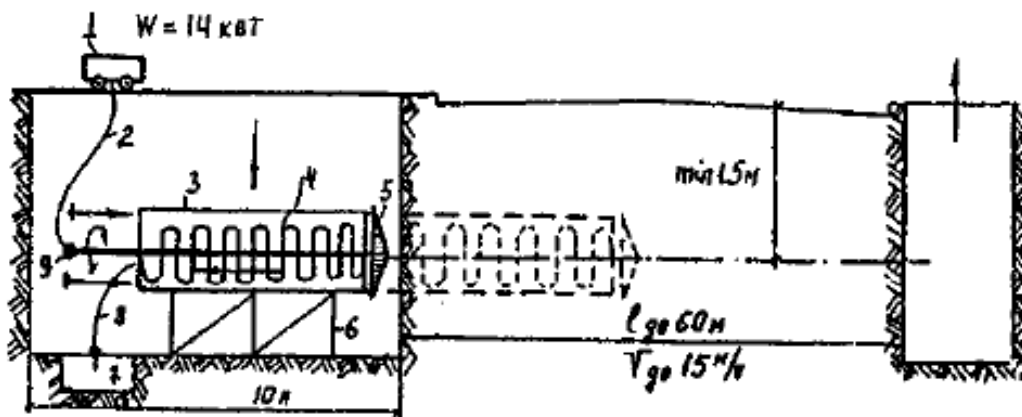


Рисунок 12.4 – Схема горизонтального буріння:

- 1 – пересувна електростанція; 2 – кабель; 3 – трубопровід; 4 – шнек;  
 5 – різальна головка; 6 – опертя; 7 – прямок; 8 – ґрунт, що розробляється;  
 9 – електромотор

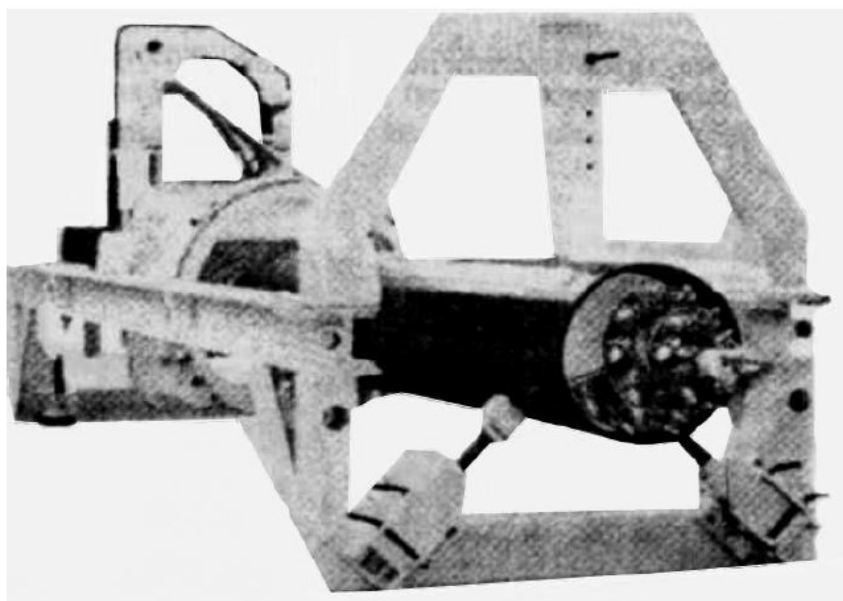


Рисунок 12.5 – Установка горизонтального шнекового буріння

## 12.5 Правила здачі і приймання в експлуатацію інженерних мереж

Змонтовані напірні трубопроводи випробовуються на міцність і щільність (герметичність) гідравлічним або пневматичним способом.

Трубопроводи, прокладені в траншеях, непрохідних тунелях або каналах, випробовуються двічі:

- попередньо – на міцність і герметичність (випробування проводяться після засипання пазух з підбиттям ґрунту на половину вертикального діаметра із залишеними відкритими для огляду стиковими з'єднаннями);
- остаточно – на міцність і герметичність (випробування проводяться після повного засипання трубопроводу).

Випробування проводяться до установки гідрантів, вантузів, запобіжних клапанів, сальникових (сильфонних) компенсаторів.

Попередні випробування проводяться будівельними організаціями, остаточні випробування проводяться в присутності замовника, представників проектної та експлуатаційної організації. Випробування безнапірних трубопроводів виконується тільки на герметичність.

Випробування підземних зовнішніх газопроводів незалежно від тиску і наземних газопроводів низького (до 0,05 МПа) тиску проводять повітрям, наземні газопроводи високого тиску (0,6–1,2 МПа) випробовуються на міцність і герметичність гідравлічним способом. Пневматичні випробування газопроводів високого тиску допускається проводити при дотриманні всіх заходів техніки безпеки.

Випробування підземних газопроводів на міцність виконується після монтажу і засипки на 20–25 см вище верху труби. Під час пневматичних випробувань огляд і перевірку з'єднань за допомогою мильної емульсії проводять тільки після зниження тиску до норм, установлених для випробування на герметичність. Випробування підземних газопроводів на герметичність здійснюється після повного засипання траншеї до проектних позначок.



## Питання для самоконтролю

1. Назвіть методи безтраншейного прокладання інженерних мереж.
2. Яким чином здійснюється закритий спосіб будівництва інженерних мереж?
3. Чим відрізняються методи прокола та продавлювання?
4. Охарактеризуйте спосіб прокладання трубопроводів за допомогою методу горизонтального буріння.
5. Охарактеризуйте спосіб прокладання трубопроводів за допомогою щитового проходження.

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДБН В.2.5-75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – Чинний від 2019–01–02. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2013. – 172 с.
2. ДБН В.2.5-74:2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – Чинний від 2019–01–02. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2013. – 295 с.
3. ДСТУ Б В.2.1-25:2009. Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Методи вимірювання глибини сезонного промерзання. – Чинний від 2010–01–10. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. – 11 с.
4. Правила охорони поверхневих вод від забруднень стічними водами [Електрон. ресурс]. – Електрон. текст дані. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/465-99-%D0%BF#Text>, вільний (дата звернення: 24. 06. 2024). – Назва з екрана.
5. ДБН В.2.5-64:2012. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво. – Чинний від 2019–01–03. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2013. – 122 с.
6. ДБН В.2.5-39:2008. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі. – Чинний від 2018–01–07. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. – 56 с.
7. ДСТУ Б А.2.4-28:2008. Мережі теплові (тепломеханічна частина). Робочі креслення. – Чинний від 2010–01–01. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. – 13 с.
8. ДБН В.2.5-20:2018. Газопостачання. – Чинний від 2020–01–06. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2019. – 109 с.
9. ДСТУ EN 1776:2022. Газова інфраструктура. Газовимірювальні системи. Функційні вимоги (EN 1776:2015, IDT). – Чинний від 2022–01–08. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2023.

10. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування та забудова територій. – Чинний від 2019–01–10. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2019. – 177 с.
11. Кодекс газорозподільних систем [Електрон. ресурс]. – Електрон. текст дані. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1379-15#n41>, вільний (дата звернення: 24.06.2024). – Назва з екрана.
12. ДБН В.2.5-41:2009. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Газопроводи з поліетиленових труб. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво. – Чинний від 2010–01–08. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. – 91 с.
13. ДСТУ Б В.2.5-29:2006. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Система газопостачання. Газопроводи підземні сталеві. Загальні вимоги до захисту від корозії. – Чинний від 2007–01–06. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2006. – 120 с.
14. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія. – Чинний від 2011–01–11. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. – 123 с.
15. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування та забудова територій. – Чинний від 2019–01–10. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2019. – 177 с.

*Електронне навчальне видання*

**ПАВЛОВСЬКИЙ** Сергій Валерійович  
**ГВОЗДЕЦЬКИЙ** Олександр Вадимович  
**РЕДЬКО** Олександр Федорович

## **МІСЬКІ ІНЖЕНЕРНІ МЕРЕЖІ**

### **КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**

*(для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти всіх форм навчання зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія, галузі знань 19 – Архітектура та будівництво, освітня програма «Міське будівництво та господарство», «Промислове та цивільне будівництво», «Цивільна інженерія»)*

Відповідальний за випуск *С. В. Павловський*

*За авторською редакцією*

Комп'ютерне верстання *Є. Г. Панова*

План 2024, поз. 22Л

---

Підп. до друку 18.10.2024. Формат 60 × 84/16.  
Ум. друк. арк. 10,5.

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.