

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

Т. С. Айрапетян

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

З ДИСЦИПЛІН

МІСЬКІ ТА ІНЖЕНЕРНІ МЕРЕЖІ

*(для студентів 1–3 курсів денної та заочної форм навчання
спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія)*

Харків – ХНУМГ ім. О. М. Бекетова – 2017

Айрапетян Т. С. Конспект лекцій з дисципліни «Міські інженерні мережі» (для студентів 1–3 курсів денної та заочної форм навчання спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія) / Т. С. Айрапетян; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 97 с.

Автор доц. Т. С. Айрапетян

Рецензент проф. С. С. Душкін

Рекомендовано кафедрою водопостачання, водовідведення та очистки вод, протокол №15 від 16.06.2015 р.

© Т. С. Айрапетян, 2017

© ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017

ЗМІСТ

ВСТУП	5
ЗМ 1 ВОДОПРОВІДНІ Й КАНАЛІЗАЦІЙНІ МЕРЕЖІ ТА СПОРУДИ	5
ТЕМА 1 МІСЬКІ ІНЖЕНЕРНІ МЕРЕЖІ І ЇХНІ РОЛЬ ТА МІСЦЕ В МІСТОБУДУВАННІ Й ЗАБУДОВІ НАСЕЛЕНИХ МІСЦЬ	5
1.1 Призначення підземних мереж.....	5
1.2 Комплексний благоустрій міських територій.....	6
1.3 Класифікація міських інженерних мереж.....	8
ТЕМА 2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ	10
2.1 Системи і схеми водопостачання.....	10
2.2 Водопровідна мережа як елемент системи водопостачання.....	13
2.3 Основні споживачі води.....	13
2.4 Визначення розрахункових витрат водоспоживання.....	14
2.5 Режим роботи системи водопостачання.....	16
ТЕМА 3 ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ ПРОЕКТУВАННЯ ВОДОПРОВІДНИХ МЕРЕЖ	17
3.1 Основні принципи трасування і проектування водопровідних мереж.....	17
3.2 Типи водопровідних мереж.....	18
ТЕМА 4 ВЛАШТУВАННЯ МЕРЕЖ ВОДОПОСТАЧАННЯ	21
4.1 Матеріал для труб водопровідних мереж та способи їхнього з'єднання.....	21
4.2 Глибина закладання водопровідної мережі й особливості її прокладання.....	22
4.3 Вимоги до розташування мережі.....	23
ТЕМА 5 АРМАТУРА ТА СПОРУДИ НА ВОДОПРОВІДНІЙ МЕРЕЖІ	24
5.1 Різновиди водопровідної арматури і її призначення.....	24
5.2 Споруди на водопровідних мережах.....	24
5.2.1 Водопровідні колодязі.....	24
5.2.2 Упори.....	25
5.2.3 Компенсатори.....	26
ТЕМА 6 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ВОДОВІДВЕДЕННЯ	27
6.1 Системи водовідведення. Різновиди стічних вод.....	27
6.2 Відведення стічних вод від населених пунктів. Основні елементи водовідведення.....	31
6.3 Схеми каналізаційних мереж.....	33
6.4 Визначення розрахункових витрат стічних вод.....	35
6.5 Трасування та основи проектування каналізаційних мереж.....	36
ТЕМА 7 ВЛАШТУВАННЯ МЕРЕЖ ВОДОВІДВЕДЕННЯ	37
7.1 Вибір матеріалу труб і спосіб їхнього з'єднання.....	37
7.2 Улаштування основ під труби.....	39
7.3 Ізоляція труб.....	39
7.4 Глибина закладання каналізаційних мереж.....	39
ТЕМА 8 СПОРУДИ НА МЕРЕЖАХ ВОДОВІДВЕДЕННЯ	40
8.1 Колодязі й камери.....	41
8.2 Дощоприймачі.....	45
8.3 Зливоспуски та розподільні камери.....	46

ТЕМА 9 ПРОКЛАДАННЯ ІНЖЕНЕРНИХ МЕРЕЖ ЧЕРЕЗ ШТУЧНІ ТА ПРИРОДНІ ПЕРЕШКОДИ.....	47
9.1 Прокладання водопровідних ліній через річки, дороги та яри.....	47
9.2 Прокладання каналізаційних мереж через річки, дороги й інші перешкоди.....	49
9.2.1 Дюкери.....	50
9.2.2 Естакади.....	52
9.2.3 Переходи під залізницями й автомобільними дорогами.....	52
ЗМ 2 ТЕПЛОВІ, ГАЗОВІ Й ЕЛЕКТРИЧНІ МЕРЕЖІ І КАБЕЛІ. КОМПЛЕКСНЕ РОЗМІЩЕННЯ ІНЖЕНЕРНИХ МЕРЕЖ НА ТЕРИТОРІЇ НАСЕЛЕНИХ МІСТ.....	55
ТЕМА 10 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ	55
10.1 Системи теплопостачання.....	55
10.2 Класифікація систем централізованого теплопостачання. Принципова схема теплофікації населених міст.....	55
10.3 Теплові пункти.....	56
ТЕМА 11 ОБЛАШТУВАННЯ ТЕПЛОВИХ МЕРЕЖ І МЕТОДИ ЇХНЬОГО ПРОКЛАДАННЯ.....	57
11.1 Призначення теплових мереж. Основні принципи їхнього трасування і розміщення.....	57
11.2 Канали для прокладання теплових мереж.....	59
11.3 Безканальне прокладання теплових мереж.....	64
11.4 Матеріал труб для теплових мереж. Теплоізоляція мереж.....	66
11.5 Арматура й обладнання на мережах теплопостачання.....	67
11.6 Перетинання теплових мереж з перешкодами.....	69
11.7 Надземні та наземні переходи трубопроводів.....	70
ТЕМА 12 ГАЗОПОСТАЧАННЯ. ВЛАШТУВАННЯ ГАЗОПРОВІДІВ	71
12.1 Загальні відомості про газопостачання міст. Системи газопостачання...	71
12.2 Труби, арматура і компенсатори при влаштуванні газопроводів.....	75
12.3 Улаштування колодязів на газових мережах.....	77
ТЕМА 13 МІСЬКІ ЕЛЕКТРИЧНІ МЕРЕЖІ Й КАБЕЛІ.....	79
ТЕМА 14 РОЗМІЩЕННЯ ПІДЗЕМНИХ МЕРЕЖ РІЗНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ НА ТЕРИТОРІЇ НАСЕЛЕНИХ МІСЦЬ.....	81
14.1 Розміщення підземних мереж і колекторів у плані.....	81
14.2 Горизонтальне та вертикальне зонування.....	84
ТЕМА 15 СПОСОБИ ПРОКЛАДАННЯ МІСЬКИХ ІНЖЕНЕРНИХ МЕРЕЖ.....	86
15.1 Роздільне й спільне прокладання мереж в одній траншеї.....	86
15.2 Прокладання підземних мереж у загальних колекторах.....	88
ТЕМА 16 БЕЗТРАНШЕЙНІ (ЗАКРИТІ) МЕТОДИ БУДІВНИЦТВА ТРУБОПРОВІДІВ.....	90
СПИСОК ДЖЕРЕЛ.....	96

ВСТУП

Інженерні мережі є основним елементом інженерного благоустрою міських територій.

Предметом вивчення дисципліни «Міські інженерні мережі» є широке коло питань щодо спорудження підземних комунікацій – раціонального улаштування підземних мереж різного призначення, монтажу на них арматури, пристроїв, що забезпечують їхню надійну експлуатацію тощо. Це наука про раціональне влаштування та прокладання підземних мереж, які призначені для забезпечення населених місць і промислових підприємств водою, теплом, газом, а також мереж для відведення стічних вод побутової та промислової каналізацій.

Спорудження мереж водопостачання та водовідведення – одне із головних завдань у комплексі містобудівних і санітарно-епідеміологічних завдань.

Метою вивчення дисципліни є підготовка фахівця з питань прокладання мереж різного призначення. У процесі вивчення дисципліни студенти здобувають досвід проектування зовнішніх водопровідних, каналізаційних, теплових, газових і електричних мереж, знайомляться з прийомами вибору оптимального варіанта прокладання інженерних комунікацій населеного району.

ЗМ 1 ВОДОПРОВІДНІ Й КАНАЛІЗАЦІЙНІ МЕРЕЖІ ТА СПОРУДИ

ТЕМА 1 МІСЬКІ ІНЖЕНЕРНІ МЕРЕЖІ І ЇХНІ РОЛЬ ТА МІСЦЕ В МІСТОБУДУВАННІ Й ЗАБУДОВІ НАСЕЛЕНИХ МІСЦЬ

1.1 Призначення підземних мереж

Воду використовують для господарсько-питних, санітарно-гігієнічних, виробничих і протипожежних потреб. До місць споживання в населених місцях 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. 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 санітарно-гігієнічних вимог 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, ізольованою 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.

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*.

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.

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

У наш час всі великі міста обладнані централізованим водопостачанням та каналізацією, у багатьох містах функціонує тепло- і газопостачання. Зазвичай, усі міста забезпечені електроенергією для освітлення, побутових і комунально-виробничих потреб.

Система підземного простору сучасних великих міст, а також промислових підприємств складна, тут розміщені різні інженерні споруди, комунікації і колектори. Для спорудження, будівництва й експлуатації підземних комунікацій потрібний 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 місць, 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 місць.

Комфортність умов для життєдіяльності людини значною мірою залежить від надійності магістральних і міських інженерних мереж, насамперед чергу, 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 ПП і житлових районів, організація транспортного обслуговування, облаштування водопровідно–каналізаційних споруд, енергопостачання, 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 будуть забезпечені водою, теплом, енергією, 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 проекту 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 підземного господарства 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 спеціальні мережі промислових підприємств (нафтопроводи, паропроводи тощо).

До другої групи належать мережі сильного струму з високою і низькою напругою (для освітлення, електротранспорту) і мережі слабкого 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:

- теплопроводи систем централізованого тепlopостачання 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 (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.

Контрольні питання

1. Як класифікують інженерні мережі, поясніть їх призначення?
2. Яку роль відіграють інженерні мережі у структурі міста?
3. Поясніть комплексний благоустрій міських територій.

ТЕМА 2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ

2.1 Системи та схеми 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 подаваної води 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 норма води, що споживає особа за добу, залежить від ступеня благоустрою міста. Ураховують також витрати води на пожежогашіння, 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 зображене графічно 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, морить, ставки) 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. 2.1). 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 (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. Схема водопостачання з для експлуатації, оскільки потребує наявності водоочисних та інших споруд.

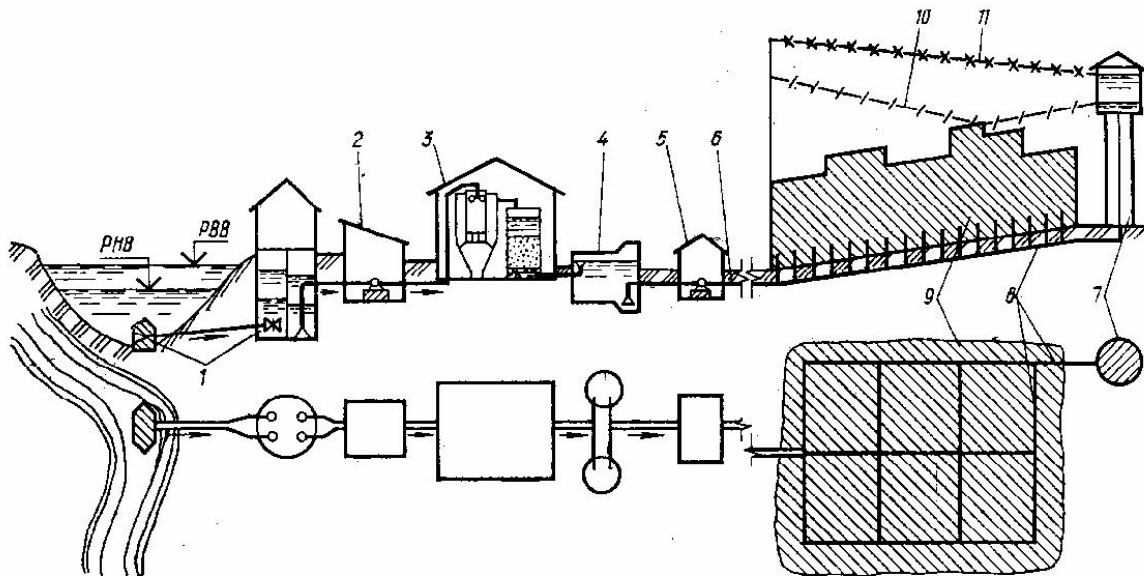


Рисунок 2.1 – Схема водопостачання з поверхневих водних джерел: 1 – річковий водозабір; 2 – насосна станція першого підняття; 3 – водоочисна станція; 4 – резервуар чистої води; 5 – насосна станція другого підняття; 6 – водовід; 7 – водонапірна башта; 8 – водопровідна мережа; 9 – об'єкт водопостачання; 10 – н'езометрична 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. 2.2), а якщо підземні води за своїми фізико-хімічними та санітарними показниками відповідають вимогам щодо питної води, то застосовують найпростішу схему водопостачання.

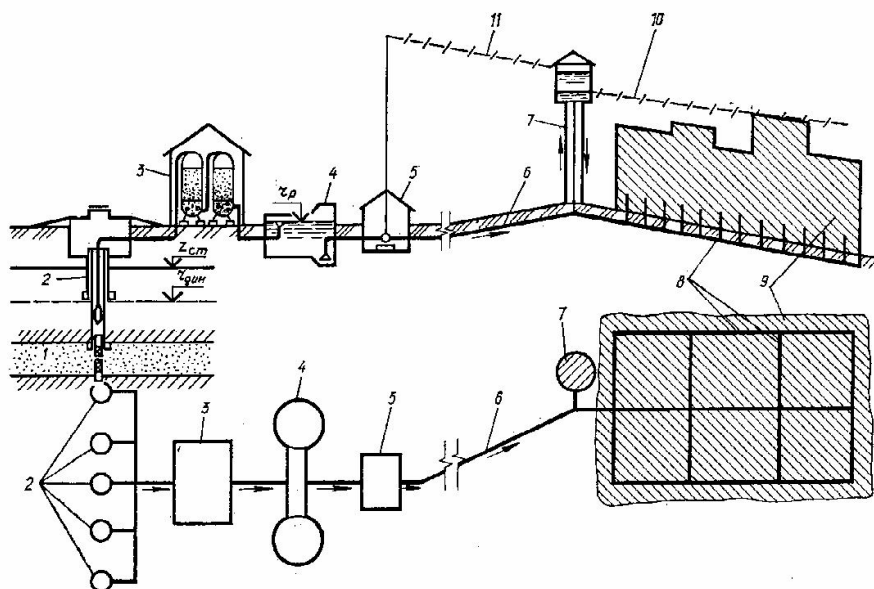


Рисунок 2.2 – Схема водопостачання з очищенням підземних вод:

- 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

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, надійними.

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 ємкостей, які подають воду споживачеві під час ремонту й ліквідації аварії на водоводі, здебільшого це роблять у групових водопроводах.

2.2 Водопровідна мережа як елемент системи водопостачання

Від водозабірних споруджень джерела водопостачання через насосні водонапірні й очисні споруди, резервуари й регулювальні пристрої вода надходить до водопровідної мережі, яка подає її безпосередньо на об'єкти водопостачання (рис. 2.1). Водопровідна мережа повинна забезпечити подачу встановленої кількості та якості води під необхідним напором, а також екологічну надійність і безперебійність постачання споживачам. Під час проектування необхідно враховувати вимоги економічності й можливість перспективного розвитку.

Отже, водопровідна мережа є одним з основних елементів системи водопостачання і її робота тісно пов'язана із водоводами, насосними станціями й регулювальними ємкостями. Водопровідна мережа становить собою систему трубопроводів, укладених вулицями, проїздами, обладнаних необхідною арматурою для регулювання, ремонту, відбору проб води на потреби пожежогашіння, поливу тощо.

На відміну від водоводів, водопровідна мережа призначена не тільки для транспортування, але й для розподілу води споживачам. Вона повинна забезпечувати подачу необхідного об'єму води потрібної якості до місць її споживання під необхідним напором, надійність роботи системи водопостачання при найменших витратах на будівництво й експлуатацію як самої мережі, так і насосних станцій, та напірно-регулювальних ємностей. Дотримання зазначених вимог досягають за допомогою правильного вибору конфігурації мережі й матеріалу труб, визначення діаметрів труб з урахуванням техніко-економічних особливостей.

Водопровідна мережа повинна задовольняти основну вимогу – безперебійність подавання необхідного об'єму води до місць її відбору під потрібним напором. Із огляду на це водопровідні мережі повинні відповідати таким вимогам: бути герметичними, мати мінімальний гідравлічний опір на тертя під час руху води по трубах, високий опір до внутрішніх і зовнішніх навантажень, тривалий термін служби труб і устаткування на мережі. Крім цього, водопровідні труби повинні бути максимально економічними.

Для досягнення оптимального конструктивного рішення під час спорудження зовнішніх водопровідних мереж необхідно застосовувати екологічно чисті, довговічні, надійні труби, підібрані на підставі гідравлічного розрахунку мережі. Важливо також обрати оптимальну схему трасування ліній водоводів у плані.

2.3 Основні споживачі води

Проектування системи водопостачання об'єкта починають з визначення необхідної кількості води для різних категорій споживачів. Для першої категорії відноситься господарсько-питне споживання води. Воно пов'язане з побутовою діяльністю людей в період їхнього перебування в домашніх умовах, а також громадських будівлях. До другої категорії належить споживання води у комунально-побутовому секторі. Комунально-побутовий сектор включає всіх споживачів води та об'єкти, що становлять житлово-комунальний сектор і не є промисловими підприємствами (пральні, хімчистки, магазини, пункти громадського харчування тощо). До третьої групи – споживання води у

технологічних процесах виробництв. Четверта категорія – використання води на гасіння пожеж. Крім цього, воду витрачають на полив зелених насаджень, на власні потреби водопровідної системи тощо.

Різновиди споживання води становлять такі категорії:

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

Кожен споживач пред'являє свої вимоги до кількості й якості води, що подається, напору, що створюється в системі тощо.

Таким чином, відокремлюють господарсько-питні, виробничі й протипожежні системи водопостачання. Окрім цього, воду використовують для миття вулиць, проїздів, а також поливу зелених насаджень та інших потреб. Ступінь поєднання цих функцій водопроводів визначається їхніми техніко-економічними особливостями. Системи водопостачання можуть бути об'єднаними (єдиними), роздільними і неповністю роздільними.

Вода до споживача може подаватися як єдиною (об'єднаною), так і роздільною системами водопостачання. У містах, влаштовують здебільшого єдину систему водопостачання для господарсько-питних і протипожежних потреб. Для господарсько-питних потреб промислових підприємств вода подається з міського водопроводу. Залежно від необхідної якості, економічної доцільності і вимог раціонального її використання, воду на технологічні і протипожежні потреби підприємств можна отримати як з об'єднаної системи водопостачання, так і зі спеціально побудованої.

2.4 Визначення розрахункових витрат водоспоживання

Господарчо-побутові потреби населення міста

Під час проектування систем водопостачання необхідно визначити скільки води потрібно подати водопроводом, різновиди й кількість споживачів з урахуванням перспективного плану розвитку об'єкта, розрахункові норми споживання води кожною групою споживачів та режим споживання води протягом доби.

Нормою водоспоживання називають кількість води, що витрачається на певні потреби за одиницю часу або на одиницю виготовленої продукції, що виробляється. В населених пунктах норми господарсько-питного водоспоживання призначають на підставі вивчення фактичного об'єму та режиму водоспоживання в аналогічних умовах або, якщо це неможливо, за державними будівельними нормами [8].

На підставі значення питомого водоспоживання можна легко визначити середню добову витрату води на господарсько-питні потреби в населеному пункті за годину:

$$Q_{\text{сер.доб}} = q_{\text{сер}} N/1000, \text{ м}^3/\text{добу}, \quad (2.1)$$

де $q_{\text{сер}}$ – норма водоспоживання на одну людину, л/мешк. за добу;

N – розрахункова кількість мешканців у кожному районі міста, мешк.

Реальні добові витрати коливаються щодо середньої добової витрати. Ці коливання характеризуються коефіцієнтом добової нерівномірності.

Будівельними нормами встановлюються значення мінімального й максимального коефіцієнтів добової нерівномірності, які залежать від укладу життя населення, режиму роботи підприємства, ступеня благоустрою будинків, зміни водоспоживання за сезонами року.

Розрахункова витрата в добу найбільшого водоспоживання для господарсько-питних цілей міста визначають за формулою:

$$Q_{\text{доб.макс}} = K_{\text{доб.макс}} Q_{\text{сер.доб}}, \quad (2.2)$$

де $K_{\text{доб.макс}}$ – максимальний коефіцієнт добової нерівномірності водоспоживання, приймають у межах 1,1–1,3.

Витрати води на поливання вулиць і зелених насаджень

Крім витрат води на господарсько-питні потреби, ураховують витрати води на поливання вулиць і зелених насаджень. Їх визначають за нормами поливу на 1 м^2 або на 1 мешканця.

Витрату води на поливання вулиць і зелених насаджень визначають за формулою:

$$Q_{\text{пол}} = 10 N q_{\text{пол}} F, \text{ м}^3/\text{добу} \quad (2.3)$$

де $q_{\text{пол}}$ – питомі витрати на поливання вулиць і зелених насаджень, $\text{л}/\text{м}^2$;

N – кількість поливів за добу;

F – площа вулиць чи насаджень, що поливають, га.

Витрати води на господарсько-побутові потреби робочих промислових підприємств і душ

Витрати води на господарсько-питні потреби робітників під час їхнього перебування на промислових підприємствах визначають додатково на підставі питомих витрат на одного працівника й кількості працівників.

Для визначення цього різновиду водоспоживання необхідно знати, скільки працівників у кожній зміні, а також як вони розподіляються за «гарячими» й «холодними» цехами у межах кожної зміни.

Витрата води на господарсько-питні потреби в «гарячих» цехах за кожну зміну визначають за формулою:

$$Q_{\text{зм.гар}} = \frac{N_i \cdot 45}{1000}, \text{ м}^3/\text{зміну}, \quad (2.4)$$

де N_i – кількість робітників у «гарячих» цехах;

45 – норма водоспоживання на одного працівника в «гарячих» цехах.

Витрата води на господарсько-питні потреби в «холодних» цехах за кожну зміну визначають за формулою:

$$Q_{\text{зм.хол}} = \frac{N_i \cdot 25}{1000}, \text{ м}^3/\text{зміну} \quad (2.5)$$

де N_i – кількість робітників в «холодних» цехах;

25 – норма водоспоживання на одного працівника в «холодних» цехах.

Витрати води на прийом душу

Витрати води на прийом душу визначають тільки після встановлення кількості працівників, що користуються душем, окремо за «гарячими» й «холодними» цехами.

Годинна витрата води на одну душову сітку становить 500 л, а тривалість прийому душу після закінченні зміни – 45 хв.

Кількість одночасно працюючих душових сіток визначають за кількістю осіб, що обслуговуються однією душовою сіткою:

$$N_{д.с.} = N_p / n_{о.с.}, \quad (2.6)$$

де N_p – кількість працівників, що приймають душ;

$n_{о.с.}$ – розрахункова кількість людей на одну душову сітку.

Витрати води на виробничі (технічні) потреби промислових підприємств визначаються різновидом технологічного процесу кожного виробництва або типом установленого устаткування й апаратури. Ці витрати визначають за даними технологічних розрахунків або за питомими нормами витрачання води на одиницю продукції, що випускається за добу чи за зміну.

Місто повинно забезпечуватися також водою на потреби пожежогасіння. Принцип нормування витрат води, призначеної для гасіння пожеж, істотно відрізняється від принципу нормування витрат води на господарсько-питні й виробничі потреби. За умов застосування сучасних засобів пожежогасіння, як зовнішні, так і внутрішні пожежі гасять за допомогою водяних струменів. Для забору води із зовнішніх водопровідних мереж установлюють пожежні гідранти, а із внутрішніх – пожежні крани.

Залежно від поверховості будинку й кількості мешканців будівельними нормами нормується кількість одночасних пожеж і розрахункова витрата води на один пожежний струмінь. Розрахункові витрати води для пожежогасіння на промислових підприємствах залежать від ступеня вогнестійкості будинків, категорії виробництв по пожежній небезпеці й обсягу цехів.

2.5 Режим роботи системи водопостачання

Протягом року й доби вода на господарсько-питні потреби у населених пунктах і для виробничих цілей на промислових підприємствах витрачається нерівномірно. На господарсько-питні потреби улітку води витрачається більше, ніж узимку, а в денні години – більше, ніж у нічні. Це пояснюється ритмом життя населення міст. Особливості змінювання годинних витрат води залежать від багатьох факторів, а саме: загальної кількості населення, ступеня розвитку промисловості у місті і графіків роботи промислових підприємств, наявності у місті зовнішнього транспорту (вокзали, аеропорти тощо), обсягу й режиму їхньої роботи.

Нерівномірність виробничого водоспоживання пояснюється нерівномірністю випуску продукції, циклічністю виробництва й наявністю інших особливостей роботи підприємств. Споживання води протягом доби залежить від кількості змін, кількості працівників у кожну зміну, режиму відбору води протягом кожної зміни, наявності «гарячих» і «холодних» цехів та інших факторів. Однак нерівномірність споживання води промисловими підприємствами, на відміну від нерівномірності господарсько-питного водоспоживання населенням, можна контролювати за допомогою технічних засобів.

Для кожної групи споживачів складають графіки споживання води протягом доби, на підставі яких отримують достатньо чітке й економічне рішення системи водопостачання.

Контрольні запитання

1. Дайте визначення терміна «водопостачання». Які споруди входять до складу водопроводу?
2. Назвіть елементи систем водопостачання, їхнє призначення.
3. Якими є основні завдання роботи система водопостачання?
4. Як класифікують системи водопостачання?
5. Охарактеризуйте загальну схему водопостачання населеного пункту.
6. Як класифікують споживачів води?
7. Які параметри є визначальними під час встановлення норм господарсько-питного водоспоживання?
8. Як (на підставі яких документів) визначають норму господарсько-питного водоспоживання?
9. Як визначають норму технологічного водоспоживання?
10. Як визначають норму водоспоживання для протипожежних цілей?
11. Який режим водоспоживання води населеним пунктом протягом доби?
12. Від яких параметрів залежить необхідний напір у мережі?

ТЕМА 3 ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ ПРОЕКТУВАННЯ ВОДОПРОВІДНИХ МЕРЕЖ

3.1 Основні принципи трасування та проектування водопровідних мереж

Для транспортування води від джерел до об'єктів водопостачання використовують водоводи. Їх виконують з двох або 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 проектування 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, залізниці 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 якнайповніше 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 регульовальних ємностей. Подальша методика розрахунку і проектування 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.

3.2 Типи водопровідних мереж

Під час вибору конфігурації мережі необхідно враховувати наступне:

1. Мережа повинна забезпечувати подачу води до всіх споживачів.
2. Обрана конфігурація мережі повинна гарантувати мінімальні витрати на її будівництво й експлуатацію.
3. Мережа повинна відповідати заданій категорії надійності подачі води.

За накресленням 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 будівельними нормами [8], 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 передбачають замкнені (кільцеві). Розгалужені мережі передбачають переважно в невеликих селищах (діаметр труб до 100 мм), якщо у випадку аварії можна допустити перерву у водопостачанні

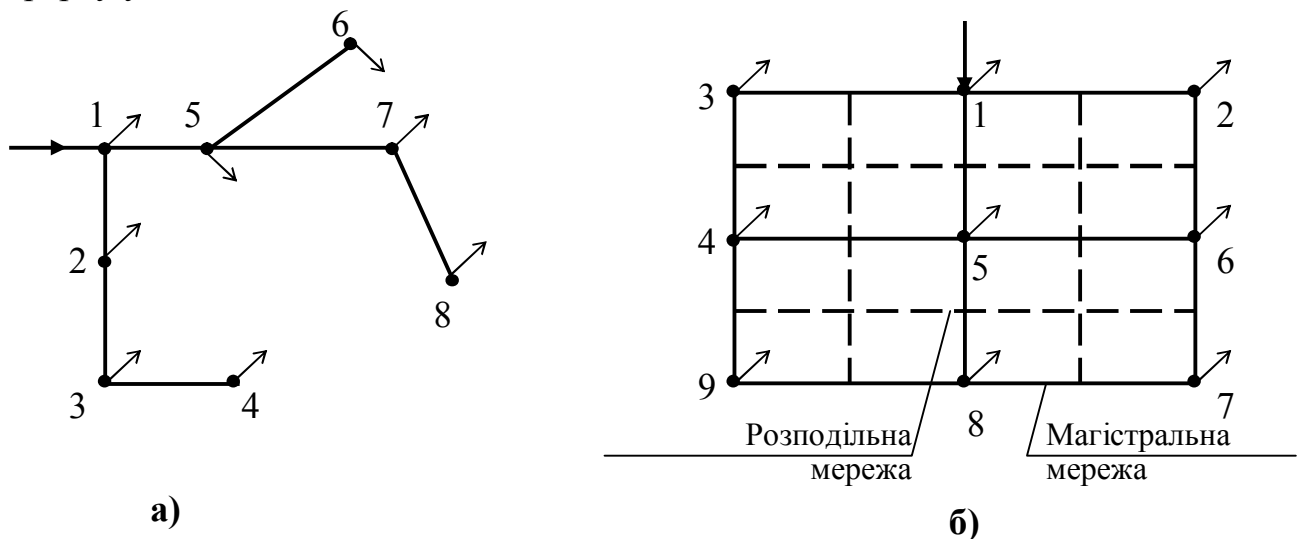


Рисунок 3.1 – Основні схеми водопровідних мереж:
 а) – тупикова водопровідна мережа; б) – кільцева мережа

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 видалені 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 напрямом 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 – 1000 м і 200 – 1300 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.

Контрольні питання

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.

ТЕМА 4 ВЛАШТУВАННЯ МЕРЕЖ ВОДОПОСТАЧАННЯ

4.1 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:

1. Міцність, тобто значний опір всім можливим внутрішнім і зовнішнім навантаженням.

2. Герметичність (водонепроникність).

3. Гладкість внутрішньої поверхні стінок, що забезпечує найменші втрати напору під часу руху води у трубах.

4. Довговічність.

5. 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:

1. У разі техніко–економічного обґрунтування.

2. Для переходів під залізницями й шосейними дорогами (під ділянками, де є динамічні навантаження).

3. Якщо робочий тиск більше ніж 1,2 МПа.

4. Для переходів через яри й водні перешкоди.

5. 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 100–1400 мм, з'єднують їх за допомогою зварювання.

Чавунні розтрубні труби ($d = 65\text{--}1200$ мм; довжина 2–7 м) міцні, мають значну протикорозійну опірність, 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, несприйнятливості повздовжніх зусиль, руйнування в разі ударних дій.

Виготовляють чавунні труби тільки розтрубні. Перевагами цих труб є:

1) стійкість до навантажень, що значно перевищують номінальні;

2) стійкість до ударів;

3) незмінюваність механічних властивостей;

4) висока корозійна стійкість;

5) довговічність;

6) низькі витрати на монтаж й експлуатацію.

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 вініпласту 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.

З'єднання поліетиленових і вініпластових труб можуть бути розтрубними, фланцевими й різьбовими. Крім того, їх можна з'єднувати за допомогою зварювання й склеювання.

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

4.2 Глибина закладання водопровідної мережі й особливості її прокладання

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

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

Глибина закладання водопровідних труб повинна бути такою, щоб замерзання води в них унеможливилося. Глибина закладання труб, стосовно їхнього низу, повинна бути на 0,5 м більшою, ніж розрахункова глибина промерзання ґрунту (1,2 – для м. Харків).

Мінімальне закладання труб визначають за умовою їхнього захисту від впливу зовнішніх навантажень і запобігання нагрівання води в літній період. Орієнтовно її можна прийняти 1 м.

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.

4.3 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 – 2 м;
- 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.

Уразі 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).

Контрольні питання

1. Від чого залежить глибина закладання водопровідних труб?
2. Які матеріали застосовують для труб водопровідних мереж?
3. Якими можуть бути з'єднання водопровідних труб із різних матеріалів?

ТЕМА 5 АРМАТУРА ТА СПОРУДИ НА ВОДОПРОВІДНИХ МЕРЕЖАХ

5.1 Різновиди арматури на водопровідних мережах та її призначення

Необхідний режим експлуатації й підвищення надійності водоводів і водопровідних мереж забезпечується запірно-регулювальною, запобіжною, водорозбірною, контрольнo–вимірювальною арматурою.

Запірно-регулювальну арматуру використовують для часткового або повного перекриття окремих ділянок трубопроводів. До такої арматури належать засувки, вентиля, поворотні затвори. За допомогою засувок можна змінювати ступінь їхнього відкривання, витрату води в лініях та відмикати для ремонту окремі ділянки. Засувки найчастіше встановлюють у колодязях.

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

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. Повітряні вантузи призначені для видалення повітря, що накопичується в підвищених місцях розташування водоводів і магістральних мереж, встановлюються в колодязях.

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

5.2 Споруди на водопровідних мережах

5.2.1 Водопровідні колодязі

При підземному прокладанні трубопроводів арматуру на них (засувки, пожежні гідранти, вантузи, регулятори тиску й витрати води) потрібно встановлювати в колодязях чи камерах. Колодязі на водопровідній мережі передбачають із монолітного (прямокутні в плані) і збірного залізобетону (круглі й прямокутні), а також із цегли (прямокутні й круглі). Розміри колодязів у плані визначаються за діаметром труб, а також за типом арматури й фасонних частин, розташованих у колодязі. Глибина закладання колодязів обумовлюється глибиною розташування труб.

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

Колодязь складається з робочої камери й горловини над нею, потрібної для спускання в колодязь.

Робоча камера має певну висоту, достатню для зручності роботи в колодязі. Висота горловини обумовлюється глибиною закладання колодязя. У верхній частині горловини встановлюють стандартний чавунний або сталевий люк заводського виготовлення із кришкою. Люки випускають двох модифікацій: важкі – для встановлення на проїзній частині й легкі – для

розміщення на тротуарах і в непроїзних місцях. На трубопроводах, що проходять по незабудованій території, люк повинен підніматися над поверхнею землі на 20 см. Для опускання в колодезь обслуговуючого персоналу на його горловині й стінках установлюють рельєфні сталеві або чавунні скоби.

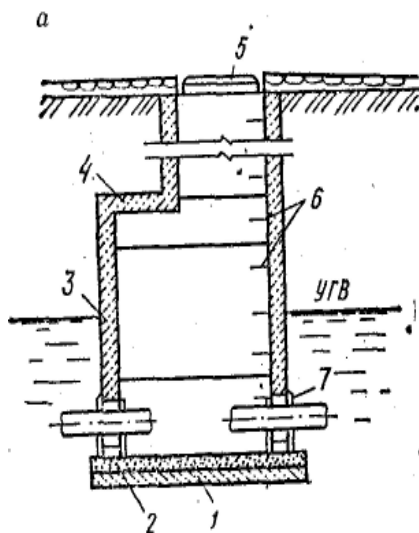


Рисунок 5.1 – Збірний круглий залізобетонний колодезь, що влаштовується у водонасичених ґрунтах: 1 – бетонна підготовка; 2 – плита днища з асфальтовим покриттям; 3 – залізобетонні кільця; 4 – плита перекриття; 5 – чавунний люк з кришкою; 6 – скоби; 7 – гідроізоляційне покриття;

5.2.2 Упори

Під дією внутрішніх сил тиску у трубопроводі виникають розтяжні зусилля. На ділянках, що прилягають до поворотів ліній, на відгалуженнях й тупикових ділянках ці зусилля можуть спричиняти порушення розтрубних з'єднань (виступ гладких кінців труб з розтрубів). Для унеможливлення зміщення й ушкодження трубопроводів в оглядових колодезях або в ґрунті встановлюють упори за напрямом дії розтяжних зусиль.

Упори виконують конструктивно у вигляді бетонних, цегельних або бутових масивів, у які впираються відповідні фасонні частини.

При розрахунку параметрів і конструюванні упору необхідно враховувати наявність ґрунтових вод і міру їхньої агресивності.

Упор повинен оберігати трубопровід від недопустимого зсування (пересуву). Із огляду на це необхідно, щоб мурування упору по всій опорній поверхні щільно прилягало до ґрунту зі сталою структурою. Перед початком спорудження упорів потрібно передбачати необхідні для цього заходи. Якщо трубопровід укладають у ґрунтах, здатних зберігати вертикальність площини, то бутовий або цегляний упор розміщують уприутул до непорушного ґрунту. Проміжок між ґрунтом і упором заливають цементним розчином. Під час будівництва бетонного упору його стінки, що прилягають до ґрунту, зводять без опалубки. Якщо вертикальна площина упору не може бути викладена вприутул до непорушного ґрунту (наприклад за наявності укосин в котловані або траншеї), проміжки між упором і площиною ґрунту заповнюють бетоном.

На рисунку 5.2 зображено упор для чавунних розтрубних трубопроводів, що встановлюється в місці горизонтального повороту шляхом відведенням на 45°.

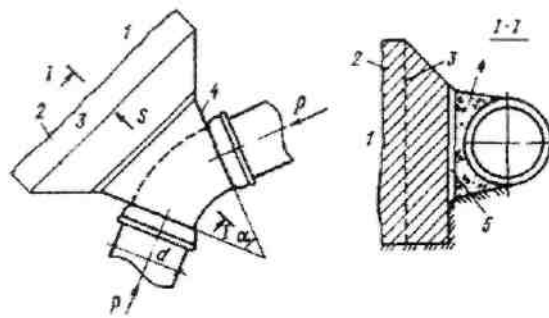


Рисунок 5.2 – Упори для чавунних розтрубних підземних у разі повороту в горизонтальній площині: 1 – непорушений ґрунт; 2 – опорна поверхня; 3 – тіло упору; 4 – подушка з бетону; 5 – толева перекладка у два шари

Основний масив упору споруджується з бетону, бутового мурування або цеглини залежно від місцевих умов і наявних ресурсів. Подушку відведення, у яку закладається відвід, виконують зазвичай з бетону марки 100 і відділяють від масиву перекладкою з двох шарів руберойду.

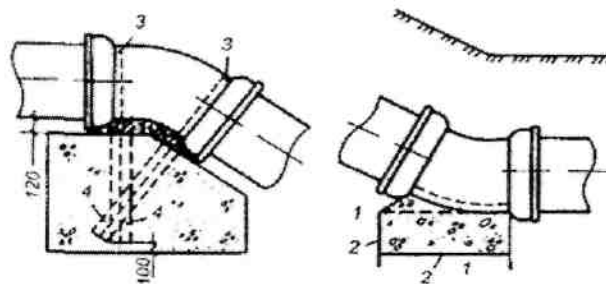


Рисунок 5.3 – Упори для чавунних розтрубних підземних труб при повороті у вертикальній площині: 1 – непорушений ґрунт; 2 – опорна поверхня; 3 – хомути; 4 – анкерні болти.

5.2.3 Компенсатори

Компенсатори – це пристрої, що сприймає температурні подовження металевих трубопроводів. Їх встановлюють у тих випадках, коли стики труб не компенсують відповідні переміщення. Компенсатори встановлюють на сталевих трубопроводах, що прокладають у тунелях або на естакадах, у разі укладання труб у просадних ґрунтах, під час підземного прокладання ліній із сталевих труб зі звареними стиками, при твердому закладенні сталевих труб у стінки колодязів.

Контрольні питання

1. Якою арматурою обладнують водопровідні мережі?
2. Назви основні елементи, з яких складається водопровідний колодязь?
3. З якою метою водопровідні мережі обладнують упорами? У яких місцях їх споруджують?

ТЕМА 6 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ВОДОВІДВЕДЕННЯ

6.1 Системи водовідведення. Різновиди стічних вод

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

Стічні води, які утворюються в межах населених місць 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:

1. *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.

2. *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.

3. *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.

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

5. *Комбінована.* У різних районах міста будують різні системи каналізації.

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

Характерною особливістю загальносплавні системи (рис. 6.1) 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 год. 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.

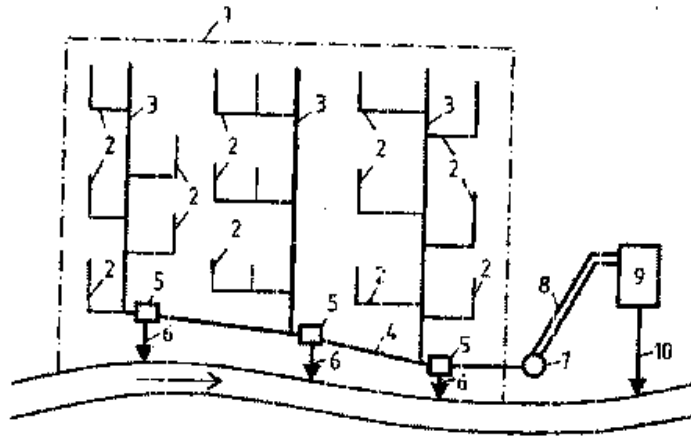


Рисунок 6.1 – Схема загальносплавної системи водовідведення:
1 – межа міста; 2 – вулична мережа; 3 – колектори басейнів; 4 – головний колектор; 5 – зливоспуски; 6 – випуск дощових вод; 7 – насосна станція, 8 – напірні водогони; 9 – очисні споруди; 10 – випуск

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.

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. Згідно [9], такі системи не застосовують під час нового будівництва.

Повна роздільна система має дві або більше водовідвідних мереж, кожна з яких призначена для відведення стічних вод певної категорії (рис. 6.2). Вона може включати такі мережі: побутову – для відведення побутових стічних вод; дощову – для відведення дощових вод; побутово-виробничу – для одночасного відведення побутових і подібних до них за складом виробничих стічних вод.

Залежно від наявності й типу очисних споруд для очищення дощового стоку виділяють три *схеми повної роздільної системи* водовідведення:

- без очищення дощових вод;
- з очищенням дощових вод на централізованих очисних спорудах;
- з локальним очищенням дощових вод.

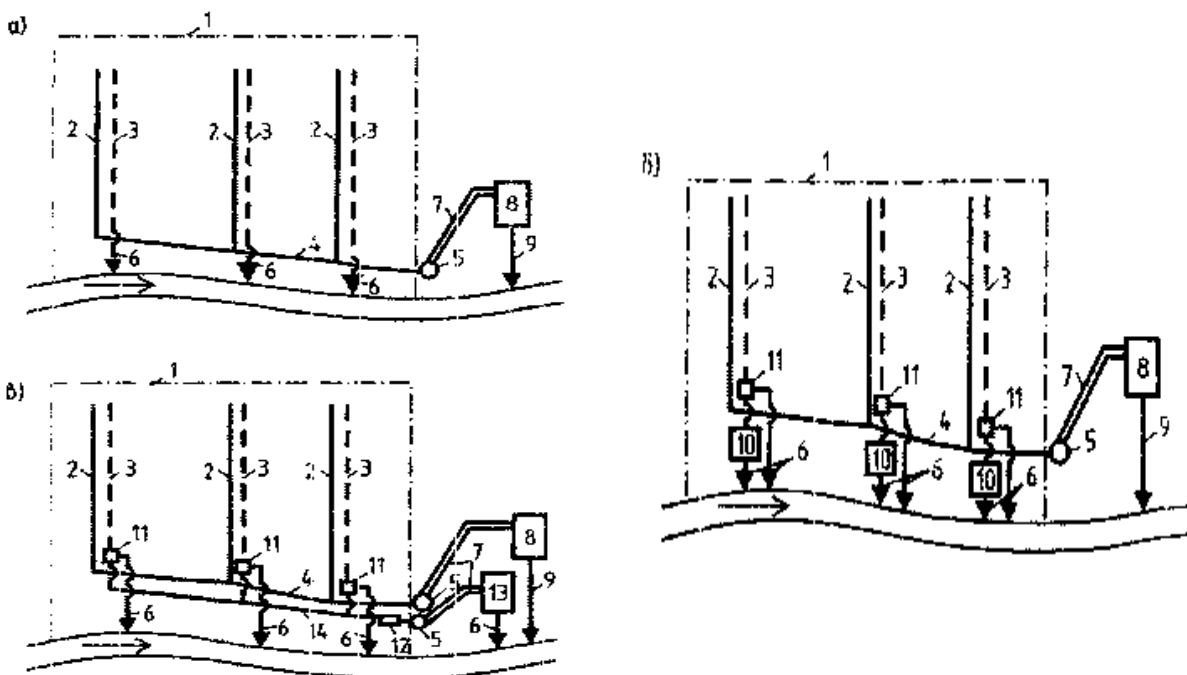


Рисунок 6.2 – Схеми повної роздільної системи водовідведення:

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 дощових вод; 11 – розподільні камери;

12 – регулювальний резервуар; 13 – централізовані очисні споруди дощових вод;

14 – колектор дощової мережі

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.

Напівроздільна система (рис. 6.3). 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.

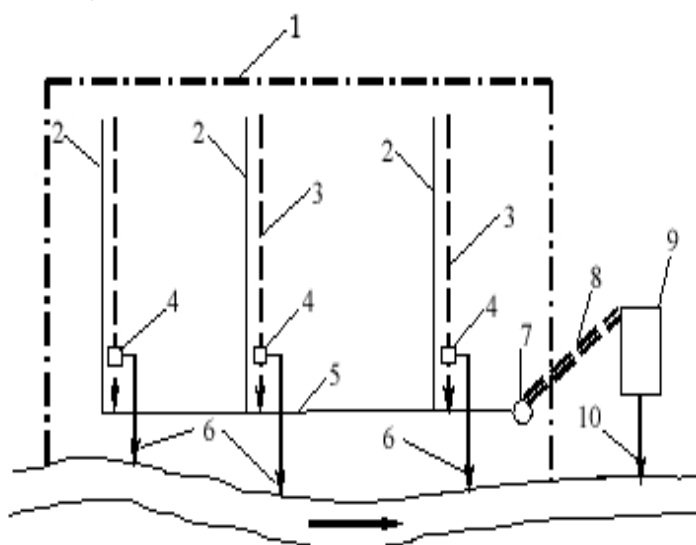


Рисунок 6.3 – Схема напівроздільної системи водовідведення
 1 – межа міста; 2 – побутова мережа; 3 – дощова мережа; 4 – розподільні камери;
 5 – загальносплавний головний колектор; 6 – випуск дощових вод;
 7 – насосна станція; 8 – напірні трубопроводи; 9 – очисні споруди;
 10 – випуск очищених стічних 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.

6.2 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 колодязь*.

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

Отже, водовідвідні мережі проектують 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 невелико 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.

6.3 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:

1. *Перпендикулярна* схема (рис. 6.4, 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).

2. *Пересічена* схема (рис. 6.4, 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.

3. *Паралельна* схема (рис. 6.4, 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.

4. *Зонна схема* (рис. 6.4, 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.

5. *Радіальна схема* (рис. 6.4, д). Стічні води очищують на двох або більше очисних станціях. Таку схему застосовують у разі складного рельєфу місцевості й каналізуванні великих міст.

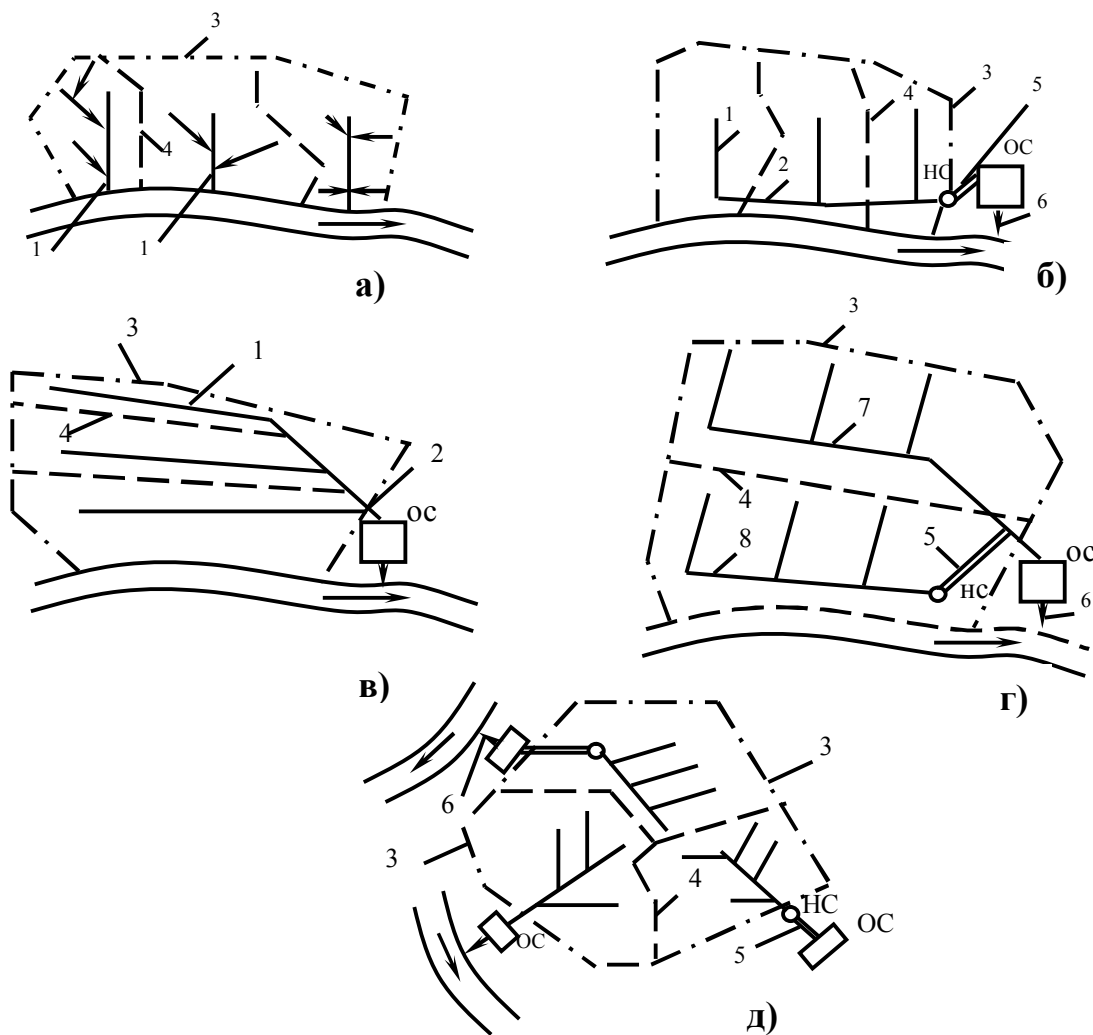


Рисунок 6.4 – Схеми міських водовідвідних мереж:

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

Вуличні водовідвідні мережі, що обслуговують житлові квартали, проектують за такими схемами (рис. 6.5):

- 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. 6.5) 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).

У разі трасуванні за зниженою стороною кварталу (рис. 6.5, 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 схеми трасування дає змогу на 30–40 % скоротити довжину вуличних мереж та на 10–20 % – вартість будівництва (рис. 6.5, в).

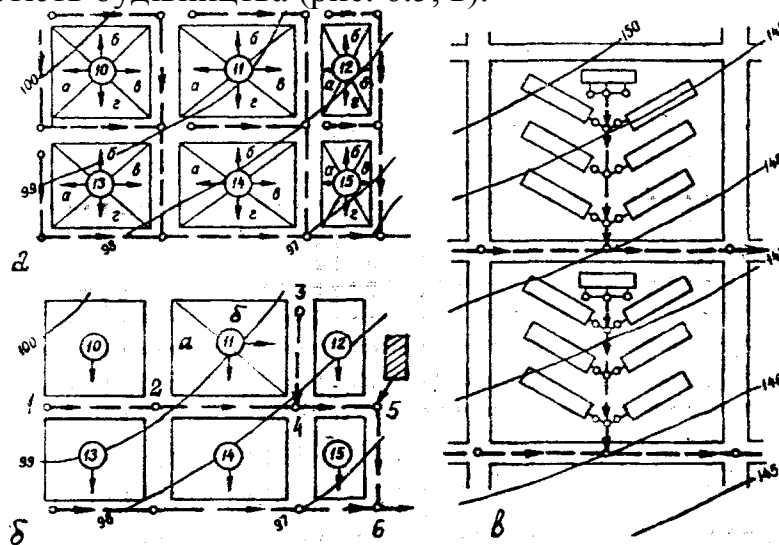


Рисунок 6.5 – Схеми трасування каналізаційних мереж:
 а) – за охоплювальною схемою; б) – трасування за зниженою стороною кварталу; в) – черезквартальна; 10–15 – номери кварталів;
 1–6 – вузлові колодязі.

6.4 Визначення розрахункових витрат стічних вод. Норми водовідведення

Одним з найважливіших параметрів для розрахунку водовідвідних мереж є величина припливу (витрата) стічних вод. Для розрахунку величини припливу стічних вод від житлових кварталів потрібно враховувати норму водовідведення на одного мешканця.

Норма водовідведення обумовлюється багатьма факторами: життєвим рівнем, рівнем культури, кліматичними умовами, ступенем благоустрою житлової забудови.

Розрахунок водовідвідних споруд здійснюють за максимальними добовими та годинними витратами. Величина цих витрат становить суму розрахункових витрат стічних вод від населення та стічних вод від промислових підприємств (побутових і виробничих стічних вод).

Середню витрату побутових стічних вод від населення міста визначають за формулою:

$$Q_{\text{сер.доб}} = \frac{n \cdot N_p}{1000}, \text{ м}^3/\text{добу}, \quad (6.1)$$

де n – питоме середньодобове (за рік) водовідведення на одного мешканця, л/добу.

$$Q_{\text{макс}} = \frac{n \cdot N_p}{1000} \cdot K_{\text{доб}} \text{ м}^3/\text{добу}; \quad (6.2)$$

Максимальну годинну витрату визначають так:

$$Q_{\text{макс.год}} = \frac{n \cdot N_p}{1000 \cdot 24} \cdot K_{\text{ген.макс}}, \text{ м}^3/\text{год}. \quad (6.3)$$

Максимальну секундну витрату визначають так:

$$Q_{\text{макс.с.}} = \frac{n \cdot N_p}{24 \cdot 3600} \cdot K_{\text{ген.макс}}, \text{ л/с}. \quad (6.4)$$

6.5 Трасування та основи проектування каналізаційних мереж

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

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

Основні правила проектування каналізаційних мереж є такими:

1. Трубопроводи водовідведення потрібно укласти прямолінійно. У місцях їхнього з'єднання, а також зі зміною напрямку, ухилу й діаметра потрібно передбачити влаштування колодязів.
2. Кут повороту потоку стічних вод у плані повинен бути не більше 90° . 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 проектування каналізаційної мережі вирішують основне завдання гідравлічного розрахунку – визначають розрахункову витрату 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:

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

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

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

Контрольні питання

1. Якими є різновиди систем каналізації населених місць?
2. Назвіть схеми трасування вуличних каналізаційних мереж.
3. Охарактеризуйте мережі водовідведення як елемент системи водовідведення.
4. Як визначають витрати побутових і виробничих стічних вод міста?
5. Чим обумовлюється трасування каналізаційних мереж? Назвіть основні принципи трасування.
6. Перелічіть основні елементи зовнішньої каналізаційної міської мережі.

ТЕМА 7 ВЛАШТУВАННЯ МЕРЕЖ ВОДОВІДВЕДЕННЯ

7.1 Вибір матеріалу труб і спосіб їхнього з'єднання

Матеріали, які використовують для виготовлення труб, повинні задовольняти будівельним, технологічним і економічним вимогам. Будівельні вимоги полягають у забезпеченні міцності й довговічності конструкцій і можливості індустріалізації будівництва; технологічні – у забезпеченні водонепроникності й максимальної пропускної здатності труб, а також виключенні їхнього стирання й корозії; економічні – у забезпеченні мінімальної вартості матеріалів.

Зазначені вимоги забезпечують керамічні, азбестоцементні, бетонні, залізобетонні, чавунні та пластмасові труби.

Матеріал труб для влаштування мереж водовідведення обирають залежно від глибини їхнього закладання, самопливного або напірного руху стічних вод, складу стічних і ґрунтових вод, особливостей ґрунтів.

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

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

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

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

Основи під труби обирають за несучою здатністю ґрунту й фактичними навантаженнями.

Труби керамічні каналізаційні застосовують для влаштування безнапірних мереж, випускають довжиною 900–1500 мм, з'єднання розтрубне. Їхніми перевагами є водонепроникність, гладкість стінок (глазуроване покриття), висока опірність щодо агресивних впливів ґрунтових і стічних вод, надійність розтрубних з'єднань. Недоліком є невелика довжина, тому необхідно застосовувати багато стикових з'єднань.

Азбестоцементні труби (безнапірні) виготовляють довжиною до 4 м, з'єднують за допомогою муфт з ущільненням гумовими кільцями. Переваги: водонепроникність, гладка поверхня, висока опірність до агресивного середовища, більша довжина. Недолік – крихкість, що перешкоджає їхньому транспортуванню.

Труби залізобетонні безнапірні виготовляють діаметром 400–2400 мм. За способом з'єднання їх розподіляють на розтрубні й фальцові. Розтрубні ущільнюють за допомогою герметиків або гумових кілець, фальцові – герметиків. Виготовляють такі труби нормальної або підвищеної міцності.

Труби залізобетонні напірні виготовляються діаметром 300–2400 мм. З'єднуються між собою за допомогою розтрубів з ущільненням гумовими кільцями.

Пластмасові труби. Для виготовлення пластмасових труб використовують полівінілхлорид, поліетилен і інші термопластики. Переваги: стійкість до агресивного середовища, високих температур (до 45 °С), механічних ударів і довговічність – до 50 років. Діаметр труб – до 2400 мм, довжина – до 12,5 м.

Чавунні напірні й безнапірні труби. З'єднання розтрубне, діаметр до 400 мм. Недоліки: недостатній опір до динамічних навантажень, вони піддаються корозії, тому на чавунні труби обов'язково наносять антикорозійні покриття.

Сталеві напірні трубопроводи. Діаметр – до 600 мм, довжина – до 24 м. З'єднують їх за допомогою зварювання, використовують такі труби при значному внутрішньому тиску, укладанні труб у сейсмічних районах на мостах, естакадах, для прокладання дюкерів, переходів під залізницями й автодорогами, тобто там, де опір динамічним навантаженням і стискальним зусиллям повинен бути великим. Недоліком є те, що труби легко піддаються корозії, а це скорочує термін використання трубопроводів.

7.2 Улаштування основ під труби

Щоб забезпечити цілісність і стійкість трубопроводів необхідно влаштовувати основи під трубами. Конструкція основи обумовлюється несучою здатністю ґрунту, глибиною закладання, матеріалом і діаметром трубопроводу. Можуть застосовуватися природні й штучні основи.

Природними основами під труби можуть бути: середні й грубозернисті піски, дрібний і великий гравій, глини й важкі суглинки, а також скельні й подібні до них породи.

Штучну основу під труби застосовують у разі прокладання труб в слабких сухих, водоносних ґрунтах із дрібного піску, глинистих ґрунтах, неоднорідність яких досить велика, водонасичених суглинках, болотистих і торф'яних ґрунтах.

Керамічні, азбестоцементні, бетонні й залізобетонні трубопроводи діаметром менше ніж 350 мм у сухих піщаних і глинистих ґрунтах із нормальним опором, прокладають на природній основі. Під трубопроводи діаметром 350–600 мм природну основу потрібно профілювати за формою труби, кут охоплення повинен становити 90°.

У глинистих ґрунтах труби необхідно укладати на подушку з піску.

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

У скельних ґрунтах труби укладають на піщану подушку не менше 10 см завтовшки.

7.3 Ізоляція труб

Однією з найважливіших умов довговічності каналізаційних труб є збереження їх від впливу ґрунтових і стічних вод, для чого застосовують спеціальні цемента й ізоляційні покриття.

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

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

Ураховуючи від складу ґрунтових і стічних вод, труби укладають без ізоляції або обирають необхідний тип ізоляції.

7.4 Глибина закладання каналізаційних мереж

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

Мінімальну глибину закладення трубопроводу визначають, виходячи з необхідності:

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

Глибина закладання побутової каналізації повинна бути такою, щоб забезпечити прийом стічних вод у будь-яку точку каналізованого об'єкта, від

прилеглих кварталів, що приєднуються до цієї ділянки мережі каналізаційних ліній, будинків суспільного призначення й промислових підприємств.

Під час проектування каналізаційних мереж необхідно враховувати наявність інших підземних мереж, насамперед водопроводу. Каналізаційні мережі повинні розташовуватися нижче за водопровідні (для питного водопроводу на 0,4 м). Зі свого боку, водопровідні труби прокладають на глибині $h^{\text{вод}}$ (до низу труби):

$$h^{\text{вод}} = h_{\text{пром}} + 0,5. \quad (7.1)$$

Найбільша глибина закладання труб під час будівництва мереж відкритим способом для сухих ґрунтів повинна становити не більше ніж 7–8 м, а для водонасичених – не більше ніж 5–6 м.

Глибину закладання потрібно обирати мінімальну. Перетинання з інженерними об'єктами й комунікаціями, а також природними перешкодами потрібно мінімізувати.

Найменшу глибину закладання лотка каналізаційних труб обирають на підставі досвіду експлуатації каналізації в районі. За його відсутності обирають таку глибину закладання лотка: для труб діаметром до 500 мм – на 0,3 м, а для труб більшого діаметра – 0,5 м менше за найбільшу глибину промерзання ґрунту в районі укладання, але не менш ніж 0,7 м до верху труби.

Для внутрішньо-квартальної мережі найменшу глибину закладання визначають за формулою:

$$h = h_{\text{пром}} - (0,3 - 0,5) \geq (0,7 + d), \text{ м}, \quad (7.2)$$

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

Контрольні питання

1. Які матеріали для труб застосовують під час влаштування каналізаційних мереж? Чим обумовлюється вибір матеріалу труб?
2. Як улаштовують основи під труби?
3. Якими є призначення і типи ізоляції труб?
4. Від чого залежить мінімальна глибина закладання каналізаційних мереж?
5. Як визначити мінімальну глибину закладання каналізаційних труб?
6. Якою повинна бути найбільша глибина закладання каналізаційних мереж під час будівництва відкритим способом?
7. Що називають наповненням каналізаційних труб?
8. Як з'єднуються в колодязях каналізаційні труби різних діаметрів?

ТЕМА 8 СПОРУДИ НА МЕРЕЖАХ ВОДОВІДВЕДЕННЯ

Спорудами на самопливних водовідвідних мережах є оглядові, промивні колодязі та камери, перепадні й дощоприймальні колодязі, розподільні камери й зливоспуски, регулювальні резервуари, випуски та переходи через природні й штучні перешкоди.

Для обстеження стану мережі, виконання експлуатаційних операцій та з'єднання трубопроводів на мережах влаштовують оглядові колодязі.

Зливоспуски застосовують у разі використання загальносплавної системи водовідведення для скидання частини суміші дощових, побутових та виробничих стічних вод до водойми, а розподільні камери – у повній роздільній та напівроздільній системах водовідведення для скидання частини дощової води у водойму чи регулювальні резервуари.

Для тимчасової акумуляції частини дощової води під час інтенсивних дощів передбачають регулювальні резервуари.

У місцях перетину водовідвідних мереж з природними та штучними перешкодами – струмками, ріками, ярами, суходолами, автомобільними шляхами та залізницями, підземними колекторами тощо – влаштовують переходи, конструкцію яких обирають залежно від взаємного розташування трубопроводу й перешкоди та її різновиду (дюкери, естакади та переходи).

Випуски стічних вод використовують для скидання до природних водоймищ зливових, очищених господарсько–побутових та виробничих стічних вод (випуски), а також неочищених стічних вод у разі аварії на насосних станціях (аварійні випуски).

8.1 Колодязі й камери

Оглядовим колодязем або камерою (колодязь великого діаметра) називають шахту, що розташована над каналізаційною трубою або колектором, усередині якого труба або колектор замінені на відкритий лоток. Оглядові колодязі використовують для забезпечення доступу до трубопроводів, для здійснення періодичного огляду, спостереження й очищення каналізаційних мереж.

Колодязі на самопливних водовідвідних мережах влаштовують з такою метою:

- забезпечення з'єднання трубопроводів у разі зміни діаметра нахилу та напряму трубопроводу, а також у разі приєднання бокових гілок;
- опускання в колодязь обслуговуючого персоналу для обстеження стану та виконання експлуатаційних операцій;
- забезпечення доступу до трубопроводів для проведення зовнішнього й технічного огляду шляхом використання автоматичних пересувних телекамер з дистанційним управлінням, без опускання в колодязь обслуговуючого персоналу.

Колодязі, які влаштовують на водовідвідній мережі, розподіляють за розташуванням та призначенням. За розташуванням на мережі їх розподіляють на лінійні, поворотні й вузлові, а за призначенням – на оглядові обслуговуючі, з'єднувальні, контрольні, промивні та перепадні.

Зазвичай усі колодязі водовідвідної мережі використовуються і які оглядові, тому їх (крім промивних та перепадних) згідно з будівельними нормами називаються оглядовими.

Відповідно до вимог державних будівельних норм [9], оглядові колодязі на каналізаційних мережах передбачають у таких місцях:

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

Контрольні колодязі встановлюють на випусках у міську систему водовідведення стічних вод від промислових підприємств. Їх влаштовують у місцях приєднання дворової, квартальної, промислової мереж до вуличної. Контрольні колодязі використовуються міськими підприємствами водопровідно–каналізаційного господарства для контролю концентрації забруднень стічних вод, що надходять від промислових підприємств.

Промивні колодязі використовують для промивки початкових ділянок мережі (установлюють на початкових ділянках мережі, де швидкість течії менша за нормативну й можливе замулювання мережі, яке усувають за допомогою промивання).

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

Оглядові колодязі розподіляють на малі (для труб діаметром до 600 мм) і великі (для труб діаметром 700 мм і більше).

За формою в плані колодязі можуть бути круглими й прямокутними. Круглі оглядові колодязі встановлюють на трубопроводах діаметром до 600 мм, внутрішній діаметр робочої частини яких становить 1 м. Зазвичай їх влаштовують зі стандартних залізобетонних елементів заводського виготовлення або виготовлених на полігоні.

Усередині каналізаційних колодязів рідина тече по відкритих лотках із напівкруглим перетином. Діаметр горловини колодязів становить 700 мм, діаметр робочої частини – 1000–2000 мм, висота – не менш ніж 1,8 м.

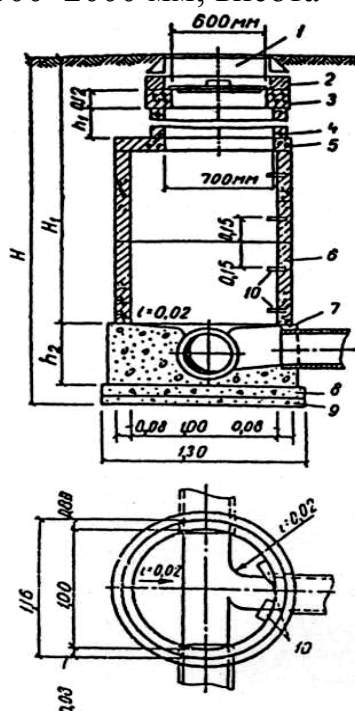


Рисунок 8.2 – Оглядовий колодязь для вуличної мережі діаметром 600 мм:
 1 – чавунний люк із кришкою; 2,3 – кільця відповідно – регульовальне й опорне;
 4,6 – залізобетонні кільця діаметром 700 і 1000 мм відповідно; 5 – плита;
 7 – регульовальні блоки або цегельні камені; 8 – основа; 9 – підготовка; 10 – скоби

Прямокутні оглядові колодязі встановлюють на трубопроводах діаметром 700 мм і більше. Вони мають такі внутрішні розміри (у плані): довжина на 0,4 м

і ширина на 0,5 м більша за внутрішній діаметр труби або ширину колектора. Колодязі цього типу можна встановлювати й на трубопроводах меншого діаметра. У такому випадку їхні довжина й ширина становлять 1 м.

Люки встановлюють на одному рівні з поверхнею проїзної частини доріг, на 50–70 мм вище від поверхні землі в зеленій зоні і на 200 мм вище від поверхні землі в незабудованій території.

Перепадні колодязі влаштовують для з'єднання труб, що під'єднуються на різних позначках. Такі колодязі споруджують, щоб зменшити глибину залягання трубопроводів, у разі їхнього перетинання з підземними спорудами або у випадках приєднання до глибоко закладених колекторів.

Необхідність застосування *перепадних колодязів* виникає в наступних випадках:

- у разі приєднання бічних гілок мережі до колекторів або приєднання внутрішньоквартальних мереж до вуличних трубопроводів;
- у разі перетинання трубопроводів з інженерними спорудами й природними перешкодами;
- у разі влаштуванні затоплених випусків у водойми;
- у разі великих ухилів поверхні землі для виключення перевищення максимально припустимої швидкості руху стічних вод.

За висотою перепадів розрізняють перепадні колодязі малої (до 6 м) й великої висоти.

Розміри колодязів у обумовлюються максимальним розміром труб, що проходять через них. Діаметр робочої частини круглих у плані колодязів для труб діаметром до 600 мм становить 1000 мм; для труб діаметром 700 мм – 1250 мм; із діаметром від 800 до 1000 – 1500 мм; із діаметром 1200 мм і більше – 2500 мм.

Якщо колодязі зводять в обводнених ґрунтах, то передбачають гідроізоляцію дна і стін колодязя не менш ніж на 0,5 м вище рівня ґрунтових вод.

Колодязі виконують з таких матеріалів: цегла, монолітний або збірний залізобетон, камінь, пластмаса.

На сьогодні поширення набули колодязі зі збірних залізобетонних елементів. Перспективним під час будівництва водовідвідних мереж є застосування колодязів, виготовлених з пластмасових матеріалів: поліетилену та полівінілхлориду, які постачають на Україну закордонні фірми. За конструкцією такі колодязі умовно можна поділити на два різновиди: збірної і цілісної конструкції.

Лоткову частину колодязів із пластмасових матеріалів зазвичай виготовляють із пластмаси.

Конструкцію основи колодязів зі збірного залізобетону обирають залежно від виду ґрунтів та наявності в них ґрунтових вод. Вона складається з піщаної або бетонної підготовки, бетонної або залізобетонної плити днища та лотка. У сухих неперосідних ґрунтах плиту днища укладають на піщану подушку, у мокрих неперосідних – на бетонну підготовку по цементному розчину та гідроізоляції. В колодязях з бетону та залізобетону лоток влаштовують з монолітного бетону

Різновиди перепадних колодязів

За конструкцією перепадні колодязі можуть мати такі різновиди перепадів (рис. 8.3):

1. Перепади з водозливом практичного профілю і водобійним колодязем у нижньому б'єфі (рис. 8.3, а).
2. Трубчасті перепади, конструкція яких може бути різною, але обов'язково з вертикальною трубою (рис. 8.3, б).
3. Перепади з відбійно-водозливною стінкою (рис. 8.3, в).
4. Шахтні багатоступінчасті перепади різні за конструкцією. Гасіння енергії відбувається на кожному ступені (рис. 8.3 г).
5. Швидкоструми – короткі канали з великим ухилом (рис. 8.3, д).

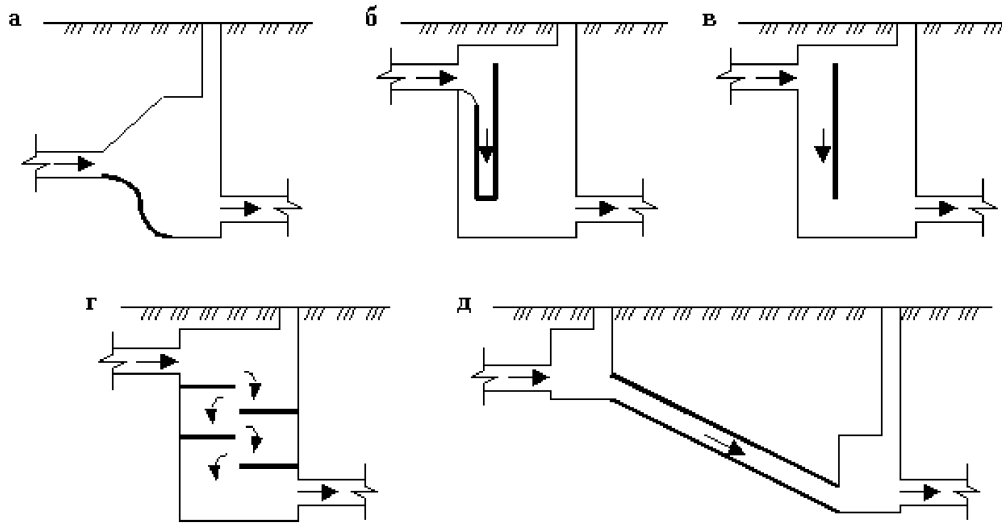


Рисунок 8.3 – Перепадні колодязі:

- а – з водозливом практичного профілю і водобійним колодязем;
б – трубчасті перепади; в – з відбійно-водозливною стінкою;
г – шахтні багатоступінчасті перепади; д – швидко струми*

Відповідно до будівельних норм [9], перепади до 3 м заввишки на трубопроводах діаметром 600 мм і більше виготовляють у вигляді водозливів практичного профілю, а до 6 м заввишки і діаметрі до 500 мм – трубчасті перепади.

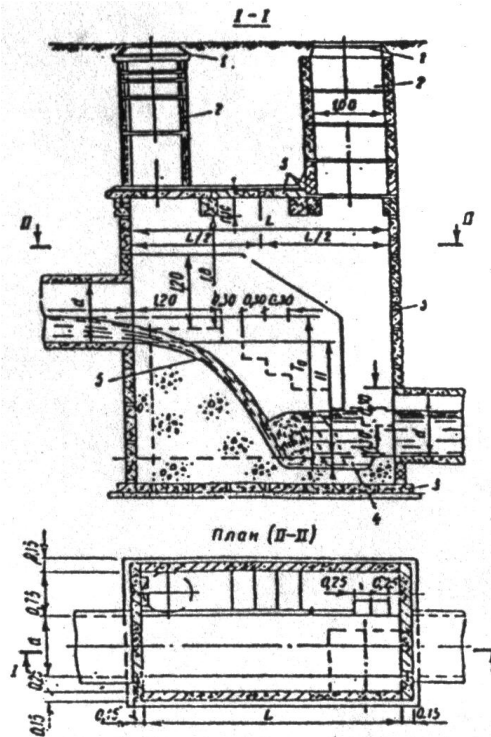


Рисунок 8.2 – Перепадний колодязь з водозливом практичного профілю:
 1 – люк; 2 – горловина; 3 – стіни зі збірних залізобетонних блоків;
 4 – водобійний прямок; 5 – водозлив

8.2 Дощоприймачі

Для захисту окремих будівель і міст від затоплення використовують дощову каналізацію, яку влаштовують або у вигляді лотків і кюветів для поверхневого відведення дощових вод, або у вигляді закритої (підземною) мережі. Зовнішні водостоки становлять собою мережу труб, оглядових колодязів і дощоприймачів. Дощову мережу трасують відповідно до рельєфу місцевості так, щоб найкоротшим шляхом відвести дощові води у водоймище. Вода надходить у дощову мережу через дощоприймачі, які розміщують у лотках проїжджої частини на відстані, урахувавши ухил місцевості із таким розрахунком, щоб ширина потоку в лотку перед ґратами не перевищувала 2 м.

Отже, дощоприймачі – споруди на дощовій (зливовій) мережі каналізації, які призначені для приймання до водовідвідних мереж дощових і талих вод до закритої водовідвідної мережі.

Конструктивно дощоприймачі становлять собою заглиблені камери, перекриті зверху решіткою. До нижньої частини камери приєднують трубопровід, по якому вода надходить у дощову мережу. Глибина камери становить 1–1,2.

Дощоприймальні колодязі потрібно передбачати в таких місцях [9]:

- на перехрестях і пішохідних переходах з боку припливу стічних вод
- на зтяжних ділянках спусків;
- у понижених місцях доріг та в кінці зтяжних ділянок;
- у місцях вулиць, на дворових та паркових територіях, які не мають стоку дощових вод.

Дощоприймачі розподіляють за місцем розташування, формою, наявністю осадової частини, способом з'єднання з водовідвідною мережею, матеріалом та методом будівництва, взаємним розташуванням.

За місцем розташування дощоприймальні колодязі поділяються на відкриті, закриті і комбіновані.

Відкриті дощоприймальні колодязі влаштовують у лотку бруківки біля бортового каменя (такий різновид є найбільш доцільним), закриті – розташовують за бортовим каменем, а вода надходить до колодязя через отвір у вертикальній стіні бортового каменя (такий різновид колодязів улаштовують в понижених місцях). Комбіновані – мають як горизонтально розташовану решітку, так і отвір у вертикальній стіні бордюру.

Розрахунок дощової мережі здійснюють, виходячи з розрахункової витрати на ділянці, яка залежить від інтенсивності, тривалості і повторюваності дощу.

Виокремлюють дощоприймачі з осадовою частиною та без неї. Колодязі з осадовою частиною влаштовують переважно у разі використання напівроздільної системи водовідведення [9]. За інших систем водовідведення їх влаштовують, якщо:

- швидкість руху води у водовідвідній мережі невелика;
- бруковане покриття дороги.

Недоліком дощоприймачів такої конструкції є те, що їх необхідно періодично очищувати від осаду.

При ширині вулиць до 30 м і за відсутності надходження дощових вод з території кварталів відстань між дощоприймачами становить 50–80 м залежно від ухилу місцевості.

За різновидом з'єднання з водовідвідною мережею виокремлюють дощоприймальні колодязі без водяної закривки та з водяною закривкою.

Дощоприймальні колодязі з водяною закривкою застосовують за загальносплавної та напівроздільної систем водовідведення, щоб унеможливити вихід неприємних та шкідливих газів із мережі в атмосферу. Висота гідравлічної закривки має бути не менше ніж 10 см.

Залежно від використовуваного матеріалу та методу будівництва, колодязі можуть бути цегляними, бетонними, залізобетонними монолітними, збірними та з полімерних матеріалів.

8.3 Зливоспуски та розподільні камери

Зливоспуски застосовують за загально-сплавної системи водовідведення і розташовують їх на головних колекторах та в місцях приєднання колекторів басейнів до головного колектора для скидання частини суміші дощових, побутових та виробничих стічних вод до водойми.

Розподільні камери застосовують у разі використання повної роздільної системи водовідведення для скидання частини дощових вод у водойму чи регулювальні резервуари. За умови повної роздільної системи водовідведення такі камери встановлюють на дощовій мережі в окремих місцях або перед очисними спорудами для скидання частини дощових вод до водойми; на

спорудах для очищення дощових вод за необхідності їхнього розподілу на потоки з різним ступенем очищення.

За напівроздільної системи водовідведення розподільні камери розміщують перед місцем приєднанням дощової мережі до загально-сплавних колекторів для скидання частини дощових вод до водойми; перед очисними спорудами з метою скидання частини суміші дощових, побутових та виробничих стічних вод до регулювальних резервуарів.

Контрольні питання

1. З якою метою влаштовують оглядові колодязі на каналізаційній мережі?
2. Назвіть різновиди каналізаційних колодязів.
3. Якою має бути висота робочої частини оглядового колодязя?
4. Який колодязь називають контрольним?
5. За яких умов доцільно влаштовувати перепадні колодязі?
6. Які споруди улаштовують на мережах каналізації?
7. Яку споруду використовують для скидання частини суміші виробничих, побутових і дощових стоків під час сильних дощів у водойму?
8. У яких місцях мережі загально-сплавної системи водовідведення розташовують зливоспуски?
9. З якою метою влаштовують регулювальні резервуари?

ТЕМА 9 ПРОКЛАДАННЯ ІНЖЕНЕРНИХ МЕРЕЖ ЧЕРЕЗ ШТУЧНІ ТА ПРИРОДНІ ПЕРЕШКОДИ

9.1 Прокладання водопровідних ліній через річки, дороги та яри

У разі перетинання водопровідних ліній із залізницями і автомобільними дорогами, а також прокладання їх під міськими магістралями використовують футляри (кожухи). За наявності поблизу трасою доріг або тунелів, естакад і шляхопроводів загального призначення потрібно розглядати можливість їх використання для прокладання водопроводів.

Переходи повинні гарантувати безпечність руху транспорту під час прокладання трубопроводів, унеможливити розмивання земляного полотна й покриття доріг у разі аварії на трубопроводі і сприяти запобіганню руйнування трубопроводу під впливом статичних і динамічних навантажень.

Переходи зазвичай влаштовують на прямолінійних ділянках трубопроводів з перетинанням полотна залізничної та автомобільної дороги під кутом, близьким до прямого. Переходи слід розташовувати у місцях з мінімальною кількістю шляхів, зазвичай поза місцями стрілочних переводів, з'їздів, не ближче ніж за 10 м від опор контактної мережі і фундаментів штучних споруд.

Футляр становить собою трубу більшого діаметра. Він зберігає полотно дороги від руйнування у разі розриву водопровідної лінії й дає змогу ремонтувати її, не припиняючи руху.

Водопровідні труби через річки можна прокладати по мосту, а також по дну річки як дюкери.

У разі перетинання яра або річки трубопровід укладають по дну у вигляді дюкера. Для запобігання вимивання ґрунту з-під трубопроводу його укладають у траншеї на глибині не менш ніж 0,5 м від поверхні дна ріки до верху труби.

Дюкер споруджують зі сталевих труб у дві гілки, укриті посиленою антикорозійною ізоляцією, відстань між ними повинна становити не менше ніж 1,5 м. Оскільки ремонтувати дюкер дуже складно, необхідно забезпечити його високу надійність. При гідравлічному розрахунку дюкера приймають збільшені швидкості руху води в трубах до 2–2,5 м/с, щоб не допустити утворення в них осаду. З огляду на це діаметр кожної лінії повинен бути меншим за діаметр основного трубопроводу.

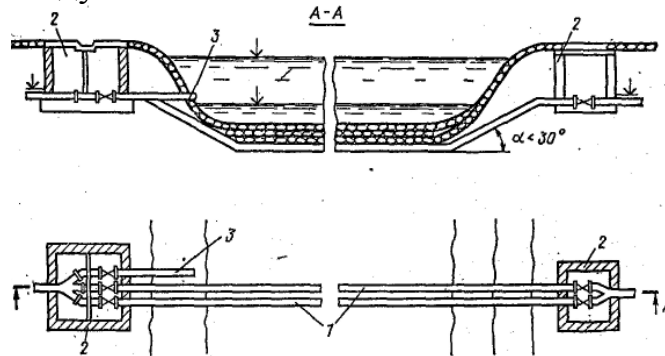


Рисунок 9.1 – Схема влаштування дюкера:

1 – дюкер; 2 – камера перемикання; 3 – випуск

По обидва боки дюкера влаштовують спеціальні колодязі з установкою в них засувок. Найбільш розповсюдженим способом укладання трубопроводів під водою є метод вільного занурення, опускання трубопроводу із плавких або стаціонарних опор.

Якщо за напрямом прокладання водоводу є міст, то водовід прокладають по цьому мосту. Зазвичай трубопровід підвішують на металевих підвісах до проїзної частини мосту або під тротуаром у такому місці, щоб забезпечити доступність для огляду й ремонту. До того ж із метою запобігання замерзання трубопровід утеплюють тепло-ізолювальними матеріалами і вкривають зверху толем або кровельним оцинкованим залізом.

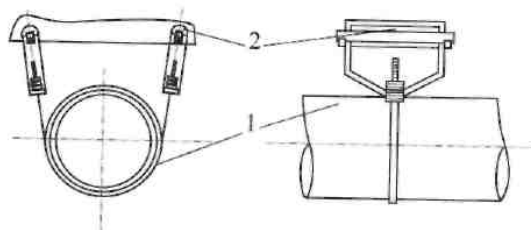


Рисунок 9.2 – Водовід, підвішений під мостом:

1 – водовід з ізоляцією у футлярі; 2 – підвіски

Прокладання водопровідної лінії під залізницями й автомобільними дорогами – досить відповідальне завдання, оскільки розрив або ушкодження їх може призвести до створення аварійної ситуації. Переходи повинні забезпечити повну безпеку руху транспорту під час провадження робіт з прокладання трубопроводів, запобігання розмиванню покриття доріг у разі аварії й руйнуванню під впливом статичних і динамічних навантажень. Ці переходи

здійснюють, зазвичай у спеціальних кожухах (футлярах). Кожух переходу забезпечує робочий трубопровід від навантажень, що виникають від рухливого складу, і захищає його від впливу агресивних ґрунтів і блукаючих струмів. Футляр виконують зі сталевих труб. Він становить собою трубу більшого діаметра. Футляр охороняє полотно дороги від руйнування у разі розриву водопровідної лінії й дає змогу ремонтувати її, не припиняючи руху.

Конструкція переходу передбачає можливість спостереження за його роботою, відключення й спорожнення. Загальна довжина переходу становить собою довжину кожуха й довжину ремонтної ділянки. Довжина кожуха повинна бути такою, щоб його кінці були виведені на відстань не менше ніж 5 м від подошви укосини насипу й на 3 м від брівки укосини вийми. Довжину ремонтної ділянки приймають не менше ніж 10 м.

На трубопроводі по обидва боки переходу улаштовують колодязі з запірною арматурою, встановленою з метою відмикання й спорожнення переходів. Діаметр робочої труби переходу приймають зазвичай таким, що дорівнює діаметру робочого трубопроводу; діаметр кожуха визначають залежно від діаметра й матеріалу робочої труби, а також від способу провадження робіт відповідно до ДБН [8].

Переходи під залізницями й автомобільними дорогами споруджують безтраншейним або відкритим способом.

Кожухи переходів виготовляють зі сталевих труб, якщо провадять роботи відкритим способом, способами проколу й продавлювання і з керамічних або бетонних блоків у разі провадження робіт способом щитової проходки. Під стаціонарними залізничними шляхами загального призначення й під шляхами на промислових підприємствах допускається укладання напірних сталевих труб без кожухів.

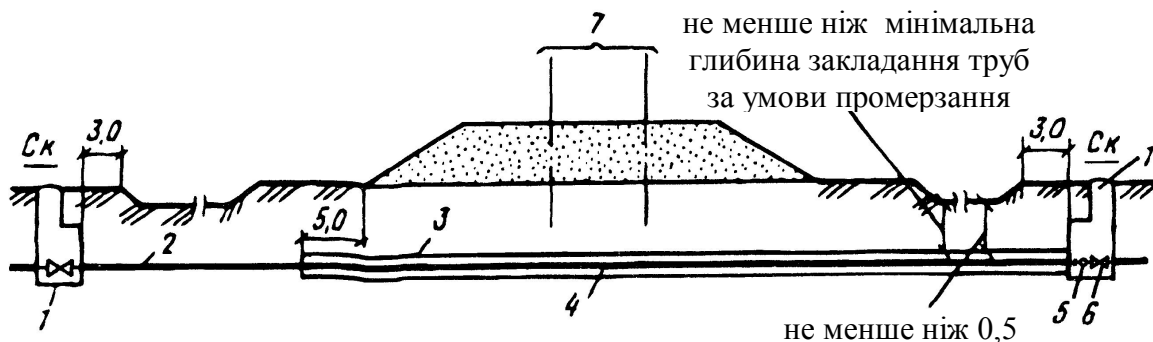


Рисунок 9.3 – Перехід водопровідної лінії під залізницями
1 – водопровідний колодязь; 2 – ремонтна ділянка; 3 – кожух; 4 – робоча труба; 5 – випуск; 6 – засувка; 7 – залізничне полотно

9.2 Прокладання каналізаційних мереж через річки, дороги й інші перешкоди

Під час проектування самопливних водовідвідних мереж доводиться здійснювати їхній перетин з різними природними та штучними перешкодами (струмками, річками, ярами, судноплавними каналами, залізницями, автострадами, підземними переходами тощо).

Конструкція перетину обумовлюється взаємним розташуванням трубопроводу й перешкоди.

Якщо каналізаційні трубопроводи розташовані значно вище перешкоди, то перетин виконують у вигляді самопливного трубопроводу, який прокладають по естакаді або наявному мосту.

9.2.1 Дюкери

За незначної різниці позначок землі або в разі розташування трубопроводу на одному рівні з перешкодою перетинання зазвичай виконують у вигляді дюкера – напірного трубопроводу, що з'єднує два самопливних трубопроводи. Дюкер складається з таких елементів: напірних трубопроводів, верхньої й нижньої камер (рис. 9.4). Напірні трубопроводи дюкера виконують не менше ніж із двох гілок сталевих труб з посиленою антикорозійною ізоляцією. Діаметр кожної лінії становить не менше ніж 150 мм і забезпечує пропускання розрахункової витрати. Обидві лінії дюкера робочі.

Труби укладають у траншею, що влаштовують в руслі річки. Середню ділянку вкладають з невеликим нахилом, а бокові – з кутом нахилу до горизонту не більше ніж 20° . Розрахункова швидкість рідини в дюкері повинна становити не менше ніж 1 м/с, а в підвідному до дюкера трубопроводі – не більше швидкості в дюкері.

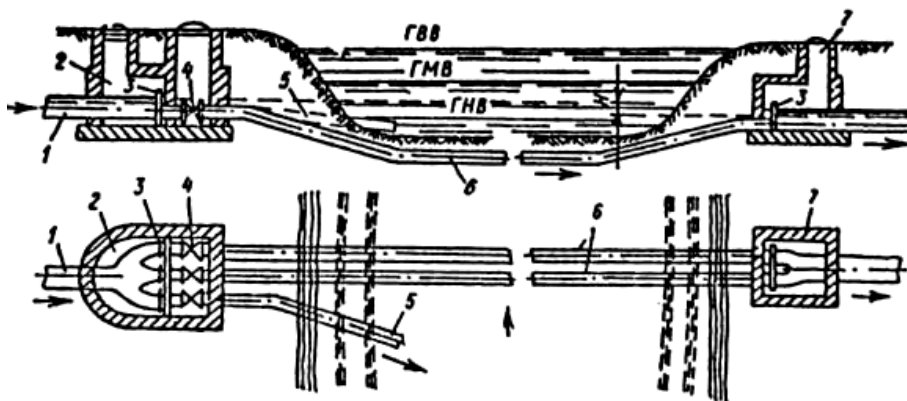


Рисунок 9.4 – Схема дюкера під водною перешкодою:

- 1 – самопливний колектор; 2 – входна камера; 3 – шибери; 4 – засувка;
5 – аварійний випуск; 6 – напірні труби; 7 – вихідна камера

Під час вибору траси для дюкера необхідно дотримуватися таких рекомендацій:

- напрям траси має бути перпендикулярним до русла,
- за трасою дюкера мають бути сприятливі ґрунтові умови, а береги та дно річки такими, що не розмиваються;
- глибина прокладання та довжина траси повинні бути мінімальними.

Проектування дюкерів необхідно узгоджувати з органами санітарної служби, охорони природи, рибного нагляду та управліннями судноплавства.

Під час вибору пілки дюкера потрібно обрати майданчики для виконання зварювально–монтажних робіт і спускання трубопроводу. Ці майданчики краще розміщувати вздовж осі переходу. Якщо це зробити неможливо, то їх розташовують уздовж берега.

Для проектування дюкера потрібні гідрологічні дані, що ґрунтуються на багатолітніх спостереженнях за витратами й рівнями води, льодовими режимами, швидкостями течії, характером руху донних відкладень і зміни русла (дна і берегів), прозорістю і температурою води.

Під час розроблення профілю дюкера залежно від рельєфу дна, гідрологічних умов і вимог судноплавства визначають глибину залягання труб. Верх труби розташовують не менше ніж на 0,5 м нижче глибини можливого розмиву, а в межах фарватеру на суднохідних річках – не менше ніж 1 м. Залягання труб повинно проводитися з урахуванням можливих днопоглиблювальних робіт і будівництва штучних споруд.

При паралельному прокладанні труб відстань між ними (з урахуванням ізоляції) повинна бути не меншою за 0,7–1,5 м залежно від створюваного тиску.

На дюкерах влаштовують вхідну й вихідну камери. Вхідну камеру розділяють бетонною стінкою на дві частини – мокру й суху. У мокрій розташовують відкриті лотки, в сухій – труби й засувки.

Розміри камер у плані обумовлюються кількістю й діаметром труб. Відстань між трубами повинна бути не меншою за 400 мм, ширина бокових проходів – не меншою за 250 мм. Для труб діаметром 500 мм ці відстані подвоюють. Висота камер повинна бути не меншою за 1800 мм, рахуючи від берми лотка до покриття, і забезпечувати зручність обслуговування та можливість розташування засувок і закривок. Висота лотків повинна бути такою, як діаметр підвідного колектору.

Камери виконують зі збірних залізобетонних елементів, а конфігурація складна – з монолітного залізобетону. Для спорожнення дюкера в разі аварії влаштовують аварійний випуск з верхньої камери або з найближчого до дюкера колодязя. На трубах, що прокладені через яри й суходоли, у зниженій частині рекомендується влаштовувати випуски для спорожнення та промивки дюкера під час ремонту. Влаштування аварійних випусків узгоджують з санітарно-епідеміологічною службою й службою охорони рибних запасів.

Дюкер закінчується вихідною камерою, де напірні трубопроводи з'єднуються із самопливним колектором. Тут встановлюють шибери.

Різницю позначок h рівнів води й лотків підвідних і відвідних колекторів у вхідній і вихідній камерах визначають за формулою:

$$h = h_l + h_m, \quad (9.1)$$

де h_l – гідравлічні втрати на тертя за довжиною дюкера, м;

h_m – гідравлічні втрати на подолання місцевих опорів у дюкері, м.

Розрахункову швидкість руху неосвітлених стічних вод у дюкері приймають не меншою ніж 1 м/с.

Дюкери перевіряють на пропускання розрахункової витрати в разі вимкнення однієї труби, ураховуючи допустимий підпір. На загальносплавних колекторах напівроздільної системи водовідведення діаметр одного з трубопроводів необхідно визначати виходячи з умов пропускання витрати в суху погоду з необхідною швидкістю.

Дюкери, які влаштовують при перетині самопливного трубопроводу з автодорогами та залізницями, що проходять у виймах, необхідно прокладати в металевих або залізобетонних футлярах (рис. 9.5).

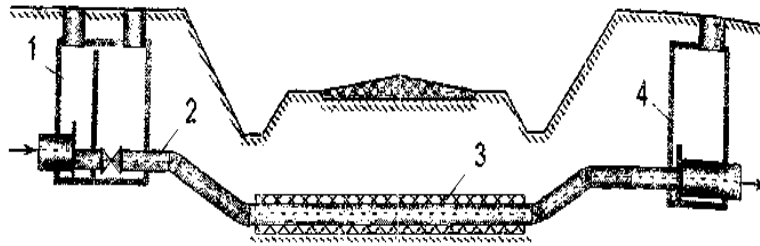


Рисунок 9.5 – Схема дюкерного переходу під автодорогою:
1 – вхідна камера; 2 – робочий трубопровід;
3 – труба футляра; 4 – вихідна камера

Переходи доцільно влаштовувати в межах невисокого насипу. Перетинати трубопроводом залізничний насип не допускається. Розташовувати переходи у виймах небажано, оскільки заглиблення трубопроводів на підходах до вийми буде великим, а виконувати ремонтні роботи буде складно.

Переходи необхідно розташувати в місцях, де кількість колій мінімальна, зазвичай там, де нема стрілочних переходів, перехресть, з'їздів, і не ближче ніж за 30 м від штучних споруд.

Проекти переходів через залізниці потрібно узгоджувати з Управлінням залізниці, а через автомобільні дороги – з Управлінням будівництва та експлуатації автомобільних доріг.

9.2.3 Естакади

У разі перетинання самопливними колекторами ярів, коли трубопровід розташовується значно вище перешкоди, зазвичай влаштовують **естакади**. Конструкція естакади простіша. Вона становить собою міст на упертях, по якому прокладають самопливний трубопровід з металевих, залізобетонних або азбестоцементних труб, дотримуючись необхідного ухилу, в утепленому футлярі для захисту від промерзання. Якщо довжина естакади велика, замість колодязів встановлюють ревізії для прочищення труб. На естакадах і мостах можуть укладатися або підвішуватися напірні трубопроводи в утеплених футлярах. Як утеплювач використовують шлак, мінеральну вату, поруватий бетон, пінобетон. Діаметр труб, ступінь їхнього наповнення і швидкості в них руху стічних вод повинні бути такими самими, як і на підвідних ділянках колекторів. Трубам надають необхідного нахилу. Для їхнього прочищення замість колодязів, влаштовують ревізії на відстані, що співпадає з відстанню розташування лінійних оглядових колодязів на мережі. За узгодженням з органами санітарно-епідеміологічної служби, перед естакадою встановлюють аварійний випуск.

9.2.3 Переходи під залізницями й автомобільними дорогами

При перетинанні водовідвідних трубопроводів з залізницями або автомобільними дорогами, влаштовують дюкери або переходи у вигляді

прямолинійних самопливних труб, прокладених з необхідним ухилом. З метою забезпечення залізничного й автодорожнього полотна від підмивання у разі аварії трубопроводи укладають в сталевому кожусі на упертях. На трубопроводах по обидва боки переходу під залізницями влаштовують колодязі, розміщуючи в них запірну арматуру.

Якщо автомобільні дороги й залізниці розташовуються в глибоких виймах, тоді переходи, які перетинають самопливні трубопроводи улаштовують у вигляді дюкера. У цьому разі трубопроводи прокладають у металевих або залізобетонних футлярах або бетонують їх.

Якщо трубопроводи розташовують нижче перешкоди, то перетин виконують у вигляді самопливного трубопроводу з посилених сталевих або залізобетонних труб, прокладених у футлярі, непрохідних або прохідних тунелях. Глибина закладання труби, футляра або тунелю у разі відкритого способу провадження робіт повинна бути не менше ніж 1 м і не менше ніж 1,5 м – у разі закритого способу. Поперечні розміри футляра й тунелю обирають залежно від способу укладання і розмірів трубопроводу.

Кожухи й тунелі призначені для забезпечення робочого трубопроводу від навантажень, що виникають під час руху транспорту над ними.

Футляри повинні мати протикорозійну ізоляцію.

Переходи під залізницями й автомобільними дорогами I і II класів і магістральними міськими проїздами необхідно влаштовувати у металевих або залізобетонних футлярах. У разі обґрунтування допустимо прокладати їх у прохідних та непрохідних тунелях. Їхнє будівництво необхідно узгоджувати зі службами з експлуатації цих доріг.

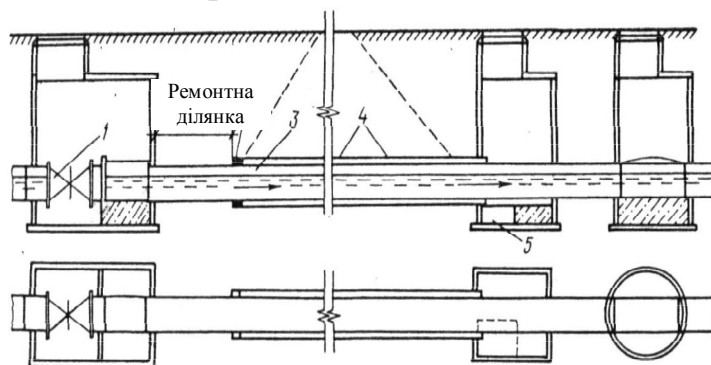


Рисунок 9.6 – Схема переходу самопливного колектора під залізничними коліями або автомобільною дорогою:

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

Труби під залізничними дорогами місцевого значення, на яких можливе переривання руху, прокладають без футлярів, але перевіряють труби на міцність. Для будівництва напірних трубопроводів використовують сталеві труби, які прокладають відкритим способом; для самопливної мережі – чавунні й залізобетонні напірні труби.

З автомобільними дорогами й залізницями трубопроводи водовідведення повинні перетинатися у взаємно перпендикулярному напрямі й у місцях з мінімальною кількістю залізничних колій. До того ж необхідно забезпечити

безперебійність руху транспорту і захист доріг від розмивання у разі пошкодження труб.

Конструкції самопливних переходів під дорогами можуть бути такими: напірна чавунна або залізобетонна труба без футляра; труба в масивному стільці – бетонному, залізобетонному, з посиленням покриттям; труба у футлярі–кожусі; відкритий лоток в галереї або тунелі, що прокладають відкритим способом або способом щитової проходки.

Труби в масивному стільці під залізничними коліями прокладають у разі неглибокого залягання й відкритого способу виконання робіт. Перехід у вигляді труби у футлярі виконують методом продавлювання сталюї труби–футляра в ґрунті під насипом за допомогою гідравлічних домкратів або методом горизонтального буріння. Внутрішній діаметр футляра належить приймати залежно від способу виконання робіт:

- у разі відкритого способу – на 200 мм більше зовнішнього діаметра трубопроводу;

- у разі закритого способу – залежно від довжини переходу й діаметра трубопроводу, відповідно до будівельних норм.

Футляри (кожухи) виконують дві функції

- захищають трубопровід від руйнування під дією зовнішніх навантажень, які виникають під час руху транспорту;

- забезпечують автодорогу або залізницю від руйнування у разі аварії трубопроводу.

Перетинатися з іншими підземними спорудами колектори повинні за можливістю перпендикулярно (в плані). Відстані між колекторами водовідведення та іншими комунікаціями, що глибше залягають, повинні забезпечити недоторканність трубопроводів і комунікацій під час виконання будівельних і ремонтних робіт.

У разі перетину каналізаційних мереж з водопровідними останні потрібно укладати в металеві кожухи, якщо вони розміщені нижче за каналізаційні. Довжину ділянки металевого або бетонного кожуха визначають залежно від фільтраційних властивостей ґрунтів.

Відстані між трубопроводами у разі вертикального перетину обирають відповідно до будівельних норм [9]. У разі перетину двох колекторів на одному рівні необхідно передбачити перепад на одному з них або укласти один колектор у вигляді дюкера.

Контрольні питання

1. Яким способом прокладають водопровідні лінії, якщо вони перетинають залізничні й автомобільні дороги?
2. За яких умов необхідно влаштовувати дюкери? Поясніть їх будову.
3. Якими чинниками обумовлюється вибір типу прокладання водовідвідної мережі через перешкоду?
4. Які вимоги будівельних норм необхідно враховувати під час проектування дюкерних переходів через річку?
5. На яку витрату необхідно перевіряти кожну робочу лінію дюкера?
6. Який вид захисту трубопроводів необхідно передбачати на естакадах?

ЗМ 2 ТЕПЛОВІ, ГАЗОВІ Й ЕЛЕКТРИЧНІ МЕРЕЖІ І КАБЕЛІ. КОМПЛЕКСНЕ РОЗМІЩЕННЯ ІНЖЕНЕРНИХ МЕРЕЖ НА ТЕРИТОРІЇ НАСЕЛЕНИХ МІСТ ТЕМА 10 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

10.1 Системи теплопостачання

Система теплопостачання – комплекс інженерних споруд, за допомогою яких відбувається постачання тепла до житлових, суспільних і промислових будівель і споруд з метою забезпечення комунально–побутових потреб (опалення, вентиляція, гаряче водопостачання) і технологічних потреб споживачів.

Залежно від місця отримання тепла розрізняють:

- місцеве теплопостачання (децентралізоване, МТ);
- централізоване теплопостачання (ЦТ).

Система централізованого теплопостачання складніша від системи МТ і включає джерело тепла, теплові мережі, теплові пункти, теплоспоживальні будівлі, споруди й промислові установки.

Джерелом теплопостачання у великих містах є теплоенергоцентралі (ТЕЦ), на яких виробляють електричну й теплову енергію (теплофікація), або котельні установки великої потужності, що виробляють тільки теплову енергію.

Розрізняють дві системи централізованого теплопостачання – теплофікацію і районне теплопостачання. Теплофікація передбачає отримання тепла від теплових електричних станцій (ТЕС). Джерелом тепла у разі районного теплопостачання є великі котельні.

У системах МТ тепло отримують безпосередньо в споживача. Джерелами тепла в таких системах є печі, водопідігрівальні котли, водонагрівачі, що працюють на надлишковому теплі промислових підприємств, сонячній енергії тощо.

У системах ЦТ тепло отримують централізовано, для великої групи споживачів (будинків, об'єктів тощо).

Теплоносіями в системах ЦТ зазвичай є перегріта вода, температура якої становить 200 °С, а тиск – $P_y \leq 2,5$ МПа і пара, температура якої 440 °С і тиск $P_y \leq 6,2$ МПа. Перегріту воду зазвичай використовують для забезпечення комунально–побутових, а пару – для технологічних потреб.

Тепло в системах теплопостачання використовують відповідно до сезонів року. Частину тепла використовують залежно від кліматичних умов (опалення, вентиляція й кондиціонування повітря), а частину відповідно до інших потреб (побутове гаряче водопостачання, технологічні паропостачання й гаряче водопостачання). Залежно від тих або інших теплових потоків обирають і схему теплопостачання.

10.2 Класифікація систем централізованого теплопостачання.

Принципова схема теплофікації населених міст

Системи централізованого теплопостачання (ЦТ) класифікують за способом приєднання установок опалення системи на залежні й незалежні.

У залежних системах теплоносій надходить в опалювальні установки споживачів безпосередньо з теплової мережі.

У незалежних системах теплоносій надходить у проміжний теплообмінник, установлений у тепловому пункті, де він нагріває вторинний теплоносій, що циркулює в місцевій установці споживача.

За способом приєднання установок гарячого водопостачання системи тепlopостачання поділять на закриті й відкриті.

У закритих системах вода з теплової мережі надходить у теплообмінники, установлені в теплових пунктах, у яких вода з водопроводу нагрівається до температури 60–70 °С і використовується для гарячого водопостачання.

Закриті системи гарячого водопостачання є оптимальнішими щодо якісних показників води, внутрішні поверхні трубопроводів у них не піддаються корозії.

У відкритих системах гарячого водопостачання воду, що витрачається споживачами, а також що втрачається у мережах унаслідок її витоків через нещільності, потрібно компенсувати хімічно підготовленою водою. Це здійснюють на станціях хімічної водопідготовки. У такому разі якість води повинна відповідати вимогам, що ставляться до питної води.

Залежно від кількості паралельно прокладених теплопроводів, що використовують для перенесення теплоносія, системи поділяють на **однотрубні, двотрубні й багатотрубні**.

Однотрубні системи найбільш економічні і прості. Їх застосовують, якщо теплоносій повністю використовується споживачами і назад не повертається (наприклад у парових системах без повернення конденсату або у відкритих системах гарячого водопостачання, у яких вода споживається повністю).

Поширення набули **двотрубні** теплові мережі, що складаються з подавального і зворотного трубопроводів для водяних мереж і паропроводу з конденсатопроводом для парових мереж. У двотрубних системах теплоносій повністю або частково повертається до джерела тепла, де він підігрівається і поповнюється.

У **чотиритрубних** мережах одна пара теплопроводів обслуговує системи опалення й вентиляції, а інша – систему гарячого водопостачання й технологічні потреби.

Багатотрубні системи влаштовують за необхідності виокремлення певних типів теплового навантаження (наприклад окремі системи для гарячого водопостачання й опалення). Використання багатотрубних систем спрощує регулювання подачі тепла, способи приєднання споживачів до теплових мереж, а також їхню експлуатацію.

За видом теплоносія системи ЦТ поділять на водяні й парові.

За способом регулювання подачі тепла в системах тепlopостачання (добове, сезонне) розрізняють системи з центральним якісним регулюванням, місцевим кількісним регулюванням і якісно–кількісним регулюванням.

Систему тепlopостачання обирають за техніко–економічними показниками.

10.3 Теплові пункти

Щоб приєднати споживачів теплової енергії до теплової мережі, забезпечити управління і контроль тепlopостачання окремих установок, будівель чи груп будинків влаштовують **теплові пункти**.

Теплові пункти розподіляють на **індивідуальні теплові пункти** (для приєднання систем опалення, вентиляції, гарячого водопостачання і технологічних установок, які використовують тепло одного будинку або його частини) і **центральні** (те ж саме для двох або більше будинків).

Влаштування індивідуальних теплових пунктів (ІТП) для кожного будинку є обов'язки, незалежно від того, є або відсутній центральний тепловий пункт (ЦТП); до того ж в ІТП передбачають тільки ті заходи, які необхідні для приєднання даного будинку, і які не передбачені в ЦТП.

Теплові пункти (ТП) у системах тепlopостачання використовують для:

–приготування гарячої води, параметри якої відповідають санітарно–побутовим і технічним потребам споживачів, а також для підтримання сталості або регулювання цих параметрів у процесі експлуатації систем; при цьому змінюються не тільки параметри, але й в окремих випадках відбувається перетворення теплоносіїв;

–захисту місцевих систем від підвищення тиску й температури теплоносія;

–постійного контролю параметрів теплоносія (t і P);

–регулювання витрат теплоносія й розподілу його за системами споживання тепла;

–обліку теплових потоків, витрат теплоносія й конденсату;

–заповнення й підживлення систем споживання тепла,

–збирання, охолодження, повернення конденсату й контролю його якості;

–акумуляування тепла з метою вирівнювання добових коливань витрат теплоносія;

–водопідготовки для систем гарячого водopостачання.

Контрольні питання

1. Поясніть у чому полягає призначення систем централізованого тепlopостачання.
2. назвіть способи прокладання теплових мереж..
3. Від чого залежить вибір траси теплових мереж? Якими є схеми трасування?
4. Для чого призначені системи тепlopостачання ?
5. Які вимоги ставлять до схеми тепlopостачання?
6. За якими ознаками класифікують системи централізованого тепlopостачання?
7. Для чого потрібно влаштовувати теплові пункти?

ТЕМА 11 ОБЛАШТУВАННЯ ТЕПЛОВИХ МЕРЕЖ І МЕТОДИ ЇХНЬОГО ПРОКЛАДАННЯ

11.1 Призначення теплових мереж.

Основні принципи їхнього трасування і розміщення

Теплову енергію у вигляді гарячої води або пари транспортують від джерела теплоти (ТЕЦ або котельні) до споживачів тепла по трубопроводах, що називають *тепловою мережею*. Отже, теплові мережі призначені для транспортування тепла споживачам з метою забезпечення їхніх комунально–побутових і технологічних потреб.

Джерела тепла з'єднуються з тепловими пунктами за допомогою теплових мереж. За призначенням теплові мережі розподіляють на:

–магістральні;

–розподільні;

–внутрішньо-квартальні.

Магістральні теплові мережі – це ділянки, які несуть основне теплове навантаження і з'єднують джерело тепла з великими тепловими споживачами.

Розподільними або між-квартирними мережами тепло транспортують від теплових магістральних мереж до об'єктів тепло-споживання. Вони зазвичай відрізняються від магістральних мереж меншим діаметром і довжиною.

Внутрішньо-квартирні мережі відгалужуються від розподільних мереж і закінчуються в теплових пунктах споживачів тепла. Вони несуть лише те теплове навантаження, яке має цей споживач тепла.

За конфігурацією магістральні теплові мережі (рис. 11.1, 11.2) розподіляють на тупикові (променеві) й кільцеві.

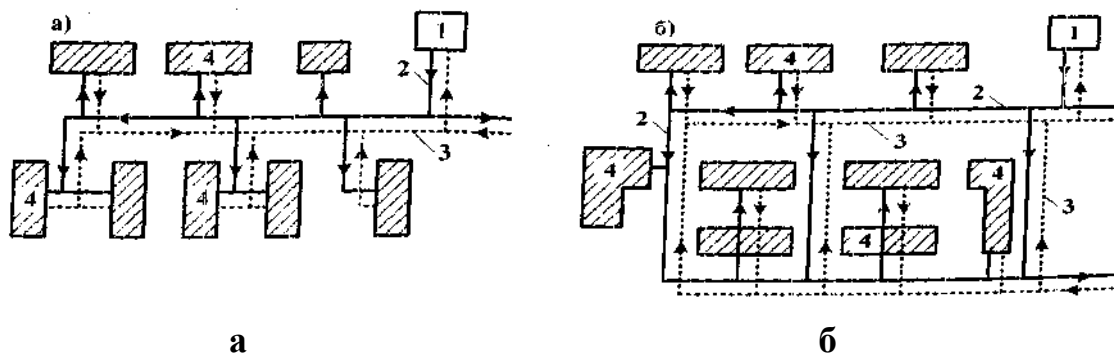


Рисунок 11.1 – Схеми конфігурація теплових магістральних мереж:
а – тупикова, б - кільцева: 1 – джерело тепла; 2 – подавальний трубопровід;
3 – зворотний трубопровід; 4 – споживачі

Тупикові мережі прості, економічні під час будівництва й зручні для експлуатації. Їхнім головним недоліком є небезпечність припинення подачі абонентам тепла в разі аварії на мережі. Улаштовують їх з поступовим зменшенням діаметрів труб в напрямі від джерела тепла. Кільцеві мережі більш надійні щодо забезпечення споживачів теплом, але в такому разі строки ліквідації аварій подовжуються, тому що складніше визначити місце аварії й зробити необхідні перемикання засувки.

Загальна довжина магістральних тупикових мереж значно менша за довжину кільцевих, але кільцеві мережі надійніші за тупикові. У кільцевих мережах легше й швидше вирівнюються втрати тиску, що виникають у разі неоднакового навантаження систем тепlopостачання, особливо в період аварійних відключень окремих ділянок.

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

Найважливішим під час проектування теплових мереж є вибір траси теплопроводів. Обираючи трасу тепломережі необхідно подбати про надійність і безперебійність її роботи, а також про якомога меншу довжину. Під час трасування необхідно враховувати й розташування інших підземних споруд, наявність удосконалених дорожніх покриттів і елементів міського благоустрою.

Траса тепломережі повинна бути прямолінійною і розташовуватися паралельно до осі проїздів або ліній забудови кварталів.

Напря́м траси теплових мереж у містах і інших населених пунктах потрібно обирати за районами найщільнішого теплового навантаження, урахувавши наявність підземних і наземних споруд, даних про склад ґрунтів і рівень ґрунтових вод, у відведених для інженерних мереж технічних смугах, паралельно до червоних ліній вулиць, поза проїжджою частиною і смугою зелених насаджень.

За способом прокладання теплової мережі розподіляють на підземні й надземні. Найпоширенішим способом прокладання трубопроводів теплових мереж є підземне прокладання в каналах. Щоб обрати найоптимальніший з технічного, економічного й екологічного погляду напрям траси теплових мереж, необхідно дотримуватися таких вимог:

- магістральні мережі потрібно прокладати поблизу центрів теплових навантажень;

- теплові мережі, незалежно від способу прокладання й різновиду системи теплопостачання, не повинні проходити по території кладовищ, звалищ, місць поховання радіоактивних відходів, зрошуваних земель, полів фільтрації і інших ділянок, що небезпечні з погляду хімічного, біологічного й радіоактивного забруднення;

- траси повинні бути якомога коротшими;

- теплові мережі не можна прокладати в затоплюваних районах міст;

- траси не рекомендовано розташовувати на місці майбутньої забудови, вони не повинні заважати роботі транспортної системи міста;

- трасування систем теплопостачання повинне забезпечувати їхню зручність під час проведення ремонтних робіт;

- обраний варіант траси теплових мереж повинен мати найменшу вартість під час його будівництва й експлуатації і якомога надійним;

- підземні теплові мережі не можна прокладати уздовж електрифікованих залізничних і трамвайних колій, щоб уникнути корозії металевих трубопроводів.

11.2 Канали для прокладання теплових мереж

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

Під час будівництва тепломережі, як і інших підземних споруд, необхідно враховувати гідрогеологічні умови місцевості. Відстань від траси теплових мереж до інших споруд і паралельно прокладених комунікацій повинна бути оптимальною для збереження цілісності цих споруд і комунікацій.

Основними способами прокладання теплових мереж є такі:

- підземний – безканальний, в непрохідних, в напівпрохідних каналах і прохідних каналах, в загальних колекторах у поєднанні з іншими інженерними комунікаціями (приклади підземного прокладання наведено на рис. 11.3);

- надземний прокладка – на естакадах або на високих опертях, а також на низьких опертях.

Виходячи з архітектурних міркувань у житлових районах міст застосовують підземні методи прокладання теплових мереж. Надземні в житлових районах використовують як виняток, за особливо складних ґрунтових умов.

Зі всіх підземних методів найбільш довершеним, хоч і найдорожчим, є прокладання теплопроводів у *прохідних каналах*, які використовують за наявності декількох теплопроводів великих діаметрів. У великих містах будують так звані міські колектори, у яких прокладають теплопроводи, водопроводи, електричні й телефонні кабелі.

Найважливішою перевагою прохідних каналів є забезпечення постійного доступу до трубопроводів. У разі використання прохідних каналів можна замінити й додавати трубопроводи, проводити ревізію, ремонт і ліквідувати аварії на трубопроводах, не руйнуючи дорожніх покриттів і не розкопуючи бруківки.

Спосіб прокладання теплових мереж обирають на підставі порівняння техніко–економічних показників, з урахуванням гідрогеологічних особливостей ґрунту на трасі прокладання. У разі високого рівня ґрунтових вод, наявності вічної мерзлоти й просадних ґрунтів віддають перевагу надземному способу прокладання, особливо це важливо на територіях промислових підприємств; у разі спорудження теплових мереж поза межами міста, за наявності перетину ярів тощо. Якщо рівень ґрунтових вод високий і надземний спосіб прокладання застосувати неможливо, траси теплових мереж влаштовують у каналах, з влаштуванням попутного дренажу і випуском дренажних вод у водостоки або водойми.

У напівпрохідних і прохідних каналах теплопроводи прокладають разом з іншими комунікаціями. Прокладання в прохідних каналах використовують у разі великої кількості мереж (рис. 11.2, 11.3). Прохідні канали дуже зручні під час експлуатації, тому що забезпечують постійний доступ обслуговуючого персоналу до теплопроводів і зручність проведення ремонтних робіт, хоча мають великі габарити й високу будівельну вартість.

У міських умовах прохідні канали використовують не тільки для прокладання теплових мереж, але й для прокладання інших підземних комунікацій. У прохідних колекторах тепломережі можуть розміщатися разом з водопроводами діаметром до 300 мм, кабелями зв'язку, силовими кабелями напругою до 10 кВ, а в міських колекторах – також із трубопроводами стисненого повітря з тиском до 1,6 МПа й напірною каналізацією. У внутрішньоквартальних колекторах допускається одночасне прокладання водопровідних мереж діаметром не більше 250 мм із газопроводами природного газу з тиском до 0,005 МПа і діаметром до 150 мм

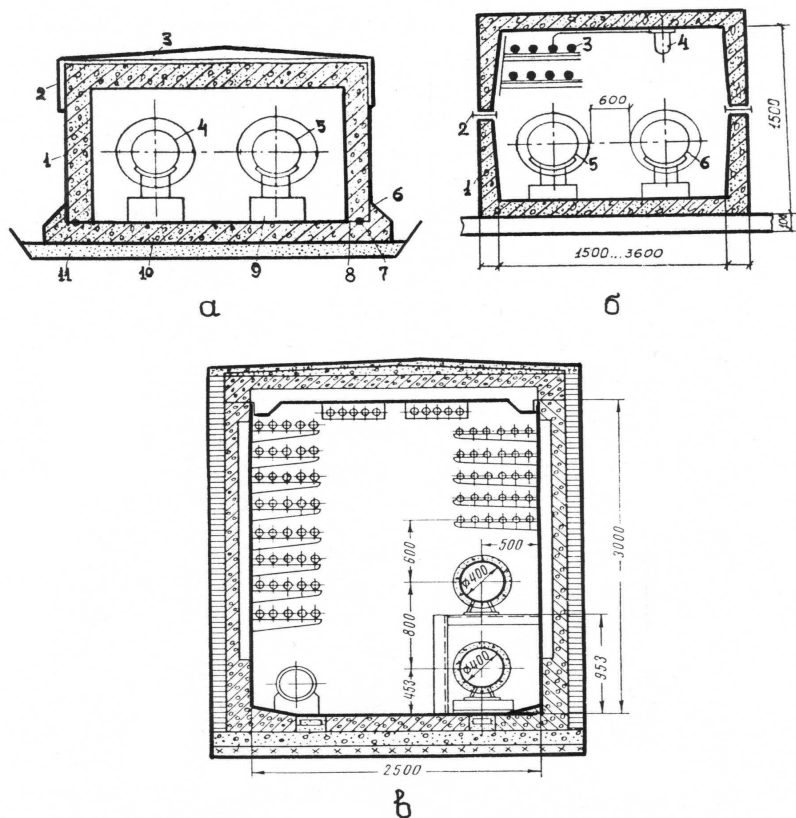


Рисунок 11.2 – Підземне прокладання теплопроводів:
a – у непрохідних каналах: 1 – залізобетонна секція, 2 – гідроізоляція, 3 – захисна стяжка з цементного розчину; 4, 5 – подавальний і зворотний трубопроводи; 6 – бетон; 7 – пароніт; 8 – ізоляна мастика; 9 – опірня подушка; 10 – плита; 11 – піщана підготовка або бетон;
б – у напівпрохідних каналах: 1 – залізобетонний лотковий елемент; 2 – двотавр; 3 – низьковольтні кабелі; 4 – світильник; 5, 6 – подавальний і зворотний трубопроводи теплової мережі;
в – прокладання теплових мереж у загальному колекторі з іншими міськими інженерними системами

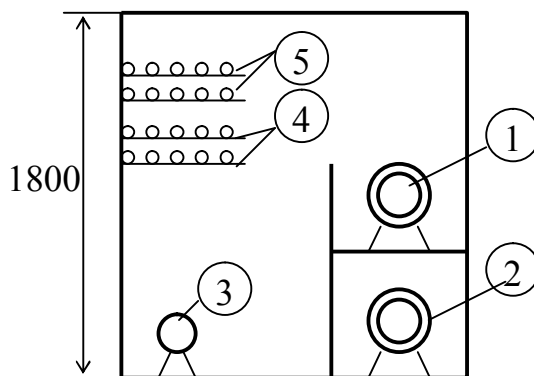


Рисунок 11.3 – Прокладання теплових мереж у прохідних каналах
 1 – подавальний трубопровід; 2 – зворотний трубопровід; 3 – водопровід,
 4 – силові кабелі; 5 – кабелі зв'язку

У разі одночасного прокладання тепломережі й водопроводу, щоб уникнути нагрівання останнього, його тепло-ізолюють і розташовують або в одному ряду, або під тепловими мережами, з огляду на нормативну глибину закладення. У прохідних колекторах проводять безперервне спостереження й контроль за станом мереж. Ремонт таких мереж спрощується.

Розміри прохідних каналів вибирають таким чином, щоб забезпечити вільне обслуговування всіх трубопроводів й устаткування (засувки, компенсатори). Такі канали обладнають вентиляцією з метою підтримки температури повітря не вище 30°C, електричним освітленням (напруга до 30 В). Прохідні канали рекомендується влаштовувати під основними міськими магістралями з удосконаленими дорожніми покриттями. Ширину проходу у світлі в тунелях приймають такою, що дорівнює діаметру найбільшої труби плюс 100 мм, але не менше за 1000 мм.

Конструкція прохідних каналів (тунелів) обумовлюється обраним способом проведення робіт. У разі закритого способу тунелі круглого перетину споруджують методом щитової проходки. Роботи ведуть без розкриття вулиць, що в умовах великих міст дуже важливо.

Канали збирають із залізобетонних елементів, виготовлених на спеціальних підприємствах. Напівпрохідні канали використовують у місцях перетинання залізниць і автострад. Трубопроводи, прокладені в таких каналах, можна оглядати й ремонтувати, не порушуючи покриття доріг. У прохідних каналах забезпечується постійний доступ обслуговуючого персоналу до інженерних комунікацій для контролю і ремонту.

Напівпрохідні канали застосовують тоді, коли кількість трубопроводів, що прокладаються, невелика, але необхідно забезпечити доступ до інженерних мереж. Напівпрохідні канали складаються зі стінових блоків Г-подібної форми, залізобетонних днищ і перекриттів. Їх будують на складних ділянках, наприклад: під проїздами з інтенсивним вуличним рухом, під залізничними коліями, у разі перетинання будинків, де ремонт трубопроводів здійснити складно. Їхня висота зазвичай не перевищує 1600 мм, ширина проходу між трубами – 400–500 мм. У таких каналах, не розриваючи вдосконаленого покриття доріг, можна не тільки проводити експлуатаційні роботи (огляд і дрібний ремонт теплопроводів), але й частково замінити пошкоджені труби.

Прокладання в непрохідних каналах – найбільш зручний спосіб прокладання теплопроводів, чим і пояснюється його широке застосування під час прокладання теплових мереж діаметром до 350 – 400 мм. Для прокладання трубопроводів у непрохідних каналах поширення набули канали лоткового (КЛ) і збірного (КС) типів. Застосовують також цегляні канали.

За трасою підземних теплопроводів влаштовують спеціальні камери й колодязі для встановлення арматури, вимірювальних приладів, компенсаторів тощо. Підземний теплопровід прокладають на ковзних опорах. Відстань між опорами приймають залежно від діаметра труб. Перевагою цього способу, порівняно з безканалним прокладанням, є те, що теплопровід захищений від коливання тиску в ґрунті, оскільки його укладають у канал, де він перебуває на спеціальних рухливих і нерухомих опорах. Однак він має недолік: неможливо

проводити постійне спостереження за станом мереж, а у разі аварії потрібно розривати частину каналу, щоб знайти місце ушкодження.

Недоліком підземного прокладання є небезпека зволоження теплопроводів із наступним руйнуванням теплової ізоляції й виникненням зовнішньої корозії сталевих труб. Унаслідок цього сучасні підземні теплопроводи повинні мати надійний антикорозійний захист зовнішньої поверхні сталевих труб та високий і стійкий під час експлуатації тепло- й вологоопір ізолювальної конструкції. Отже теплові мережі повинні бути забезпечені надійною тепло- й гідроізоляцією. Розрізняють декілька типів теплової ізоляції: обгорткова, сегментна, набивна й мастикова.

Надземні теплопроводи застосовують на територіях пром підприємств, на ділянках, вільних від забудови, в місцях, де вони не впливають на архітектурне оформлення і не заважають руху транспорту. Надземному прокладанню віддають перевагу в районах з високим рівнем ґрунтових вод та сильно пересіченим рельєфом місцевості. Цей різновид прокладання застосовують також у зонах вічної мерзлоти, а також в інших випадках за необхідності.

Переваги надземної прокладки: доступність для огляду і зручність під час експлуатації; потенційна можливість у найкоротші терміни виявити й ліквідувати аварію; зручність використання під час експлуатації П-подібних компенсаторів; відсутність електрокорозії, захист від впливу блукаючих струмів і агресивних ґрунтових вод; менша вартість спорудження порівняно з вартістю підземного прокладання теплових мереж.

Надземне прокладання здійснюють на опертях (щоглах), що стоять окремо, на естакадах з прогонною надбудовою чи підвісних конструкцій. Опертя й щогли виконують залізобетонними чи металевими.

Для сумісного прокладання теплових мереж із трубопроводами різного призначення застосовують естакади (рис. 11.4). Залежно від кількості трубопроводів, що прокладають одночасно, застосовують одно-, двох- і багатоярусні прогонні будови. Естакади з проходами за всією довжиною траси називаються прохідними. У разі невеликої кількості труб обслуговування здійснюють із переносних драбин або майданчиків. Такі естакади називаються непрохідними.

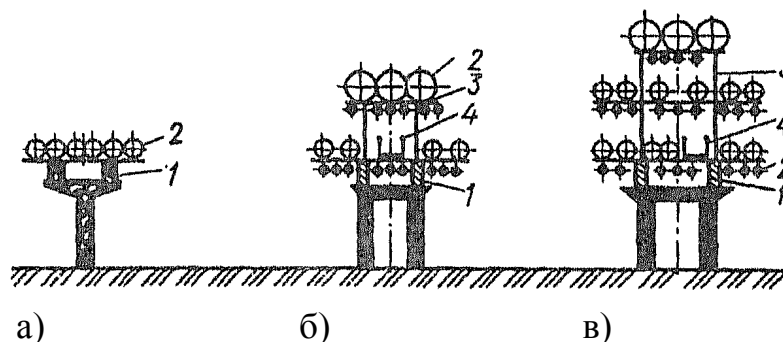


Рисунок 11.4 – Перетини естакад:

а – одноярусне; б – двоярусне; в трьохярусне

1 – поздовжні балки; 2 – трубопроводи; 3 – настроювання;
4 – настил для проходу й обслуговування

Надземне прокладання (рис. 11.5) здійснюють на низьких ($H = 0,5-2,0$ м) і високих опертях ($H=2-3$ м). Для надземного прокладання на вільних від забудови майданчиках застосовують в переважно низькі опертя. Високі опертя за принципом роботи розподіляють на жорсткі, гнучкі й коливальні.

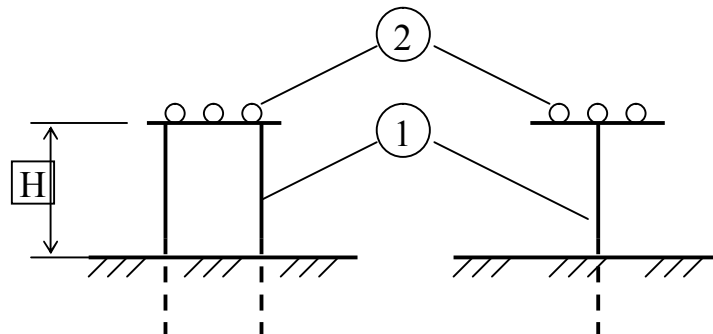


Рисунок 11.5 – Прокладання теплових мереж на опертях
1 – опертя; 2 – трубопроводи мережі

11.3 Безканальне прокладання теплових мереж

У разі безканального способу прокладання трубопроводи зі спеціальною тепловою ізоляцією укладають безпосередньо в ґрунт на спеціальну підготовку (рис. 11.6). За безканального прокладання ізолювальна конструкція теплопроводів зазнає навантаження ґрунту.

Якщо на трасі теплових мереж наявні ґрунтові води, рівень води в яких високий, то передбачають водозниження (дренаж). З цією метою паралельно до теплопроводу прокладають дренажні трубопроводи, якими й видаляють ґрунтові води (рис. 11.7). Труби попутного дренажу повинні прокладатися з ухилом не меншим за 0,003.

Використання методу безканального прокладання дає змогу значно зменшити трудові затрати, знизити на 30–40 % будівельну вартість теплових мереж порівняно з вартістю мереж, прокладених у непрохідних каналах. Досвід експлуатації мереж у разі безканального прокладання свідчить про їхню довговічність. Однак цей спосіб має певні недоліки, такі, як корозія, труднощі проведення ремонтних робіт, відсутність періодичного нагляду. Для захисту труб від зовнішніх дій ґрунту використовують ізолювальні матеріали, цементну кірку й гідроізоляцію.

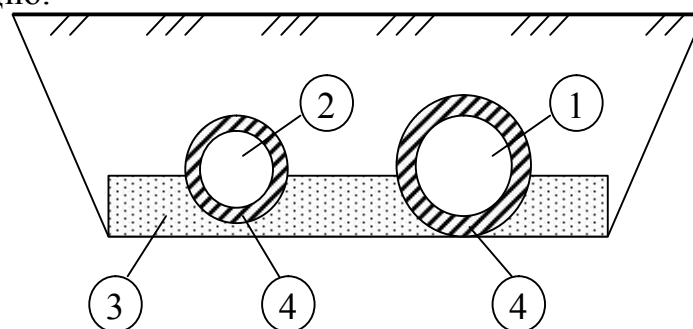


Рисунок 11.6 – Безканальне прокладання:
1 – подавальний трубопровід; 2 – зворотний трубопровід;
3 – піщана підготовка; 4 – теплова ізоляція.

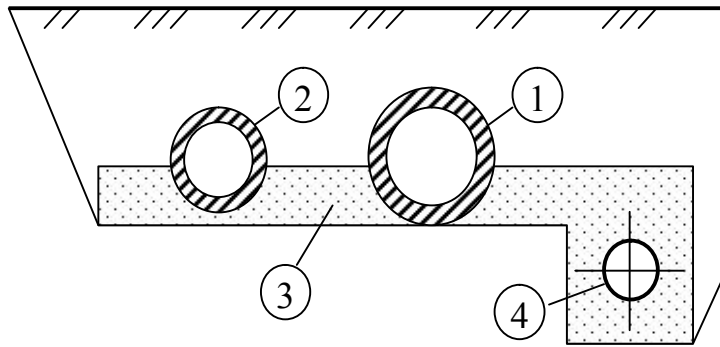


Рисунок 11.7 – Безканальне прокладання з водозниженням:
 1 – подавальний трубопровід; 2 – зворотний трубопровід;
 3 – піщана підготовка; 4 – дренажний трубопровід

Застосовують також безканальне прокладання теплопроводів у засипних порошках (рис. 11.8).

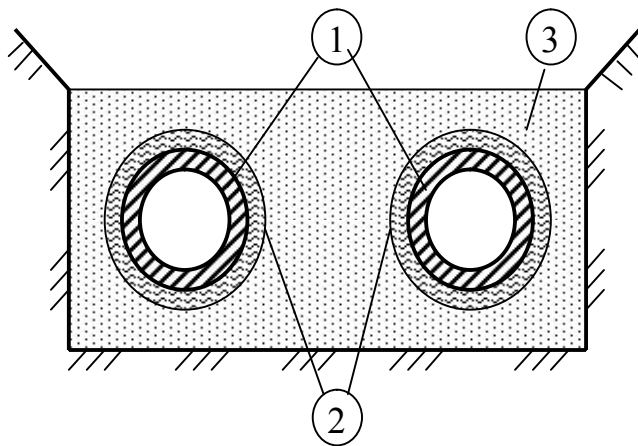


Рисунок 11.8 – Безканальне прокладання теплопроводу в засипних порошках:
 1 – щільний шар; 2 – поруватий шар; 3 – порошкоподібний шар

Основним компонентом для виготовлення самоспінного порошку є природний бітум–асфальт або штучний бітум.

Процес провадження робіт з прокладання таких трубопроводів передбачає здійснення двох основних операцій – засипання труб у траншеї порошкоподібним асфальтоізолом та нагрівання труб до температури плавлення цієї речовини (140–150 °С) і підтримання цієї температури протягом 30–40 год. Під час розігрівання трубопроводу на поверхні труби утворюється щільний шар з розплавленого асфальтоізолу, що має адгезію до зовнішньої поверхні сталевих трубопроводу й захищає її від зволоження й корозії. Під цим щільним шаром утворюється другий спікшийся шар, що має порувату структуру і який є основним теплоізолювальним шаром. Зовнішній, третій, порошкоподібний неспікшийся шар асфальтоізолу буде додатковою тепло- й гідроізоляцією.

Безканальне прокладання теплопроводів виконують також із литих конструкцій з пінобетону або перлітобетону. Змонтовані в траншеї сталеві трубопроводи заливають рідкою композицією ізолювального матеріалу, приготовленою безпосередньо на трасі або доставленою в контейнері з виробничої бази. Після зчеплення композиції траншею засипають ґрунтом.

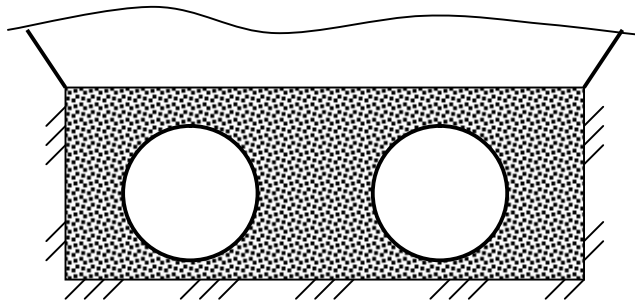


Рисунок 11.9 – Безканальне прокладання в пінобетоні

Глибину закладання теплових мереж під час прокладання в каналах приймають не меншою ніж 0,5 м до верху перекриттів каналів, за безканального способу прокладання – не менше ніж 0,7 м до верху ізолювальної оболонки трубопроводу.

11.4 Матеріал труб для теплових мереж. Теплоізоляція мереж

Для влаштування теплових мереж зазвичай застосовують безшовні сталеві гарячекатані труби діаметром 50–350 мм. Теплопроводи діаметром більше ніж 400 мм прокладають зі сталевих електрозварних труб з повздовжнім швом.

Сталеві труби здебільшого з'єднують за допомогою зварювання.

Трубопроводи теплових мереж прокладають паралельно до рельєфу місцевості з мінімальним ухилом 0,002. У нижніх точках мережі передбачають випуски для спорожнення мереж, у верхніх – пристрої для випускання повітря.

Під час прокладання теплових мереж дуже важливе значення має улаштування теплової ізоляції. Якістю ізолювальної конструкції теплопроводу обумовлюються не тільки теплові втрати, але й, що не менш важливо, його довговічність. За відповідній якості і технології виготовлення матеріалів теплова ізоляція може слугувати і для антикорозійного захисту зовнішньої поверхні сталевих трубопроводу.

У прохідних, напівпрохідних і непрохідних каналах трубопроводи покривають ізоляцією. Ізоляцію здійснюють шляхом нанесення теплоізолювального шару безпосередньо на трубопровід або зверху на його покривний гідрофобний рулонний матеріал.

Як тепло-ізолювальні матеріали використовують мати мінераловатні, вироби зі скляного й штапельного волокна, пінопласт, перлітоцемент тощо. Теплопроводи, укладені в непрохідних каналах і тунелях, захищають рулонним склопластиком, армопластмасовими матеріалами, склотекстолітом, алюмінієвою фольгою, азбестоцементним тинькуванням тощо.

У разі безканального прокладання теплових мереж теплова ізоляція безпосередньо стикається із ґрунтом, тому вона повинна бути міцною і водонепроникною. Конструкції ізоляції теплових мереж у такому разі можуть бути набивними, литими, збірно-литими й збірно-блоковими.

У разі наземного способу прокладання для ізоляції тепло-ізолювальних конструкцій застосовують алюмінієві листи або листи зі сплавів алюмінію, тонколистову сталь, сталь листову вуглецеву, склопластик рулонний тощо.

11.5 Арматура й обладнання на мережах теплопостачання

Для забезпечення безперебійної роботи теплових мереж на них передбачають установлення запірної і регулювальної арматури (вентилі на трубопроводах невеликих діаметрів, засувки, закривки), випуску води (спускні пристрої), випуску повітря, дренажів (для випуску конденсату з паропроводів) і грязьовиків перед насосами й регуляторами.

Для компенсації теплових подовжень сталевих труб використовують повороти і вигини трубопроводів, за їхньої відсутності встановлюють компенсатори. Використовують компенсатори лінзові, чепцеві, гнучкі компенсатори із труб (П-подібні).

Повне теплове подовження розрахункової ділянки трубопроводу (мм) визначають за формулою:

$$\Delta l = \alpha \Delta t L, \quad (11.1)$$

де α – середній коефіцієнт лінійного розширення стали при нагріванні від 0° до $t^\circ\text{C}$;

t – розрахунковий перепад температур, прийнятий як різниця між робочою температурою теплоносія й розрахунковою температурою зовнішнього повітря для проектування опалення, $^\circ\text{C}$;

L – відстань між нерухомими опорами, м

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

У разі підземного прокладання уздовж траси споруджують камери для розміщення запірно-регулювальної арматури і пристроїв, що потребують обслуговування, а також нерухомі опори.

Теплові камери (рис. 11.10) влаштовують не менше 2 м заввишки. Камери теплових мереж можуть бути збірними залізобетонними, монолітними й цегельними. Їх зазвичай монтують із стінних залізобетонних блоків і плит перекриття. Розміри камери визначаються діаметрами теплопроводів. Для розміщення вільних компенсаторів у каналах і в разі безканалного прокладання трубопроводів передбачають розширення, які називаються нішами.

Опертя є важливішими деталями теплопроводу. Вони сприймають зусилля від трубопроводів і передають їх на опорні конструкції або ґрунт. Під час спорудження теплопроводів застосовують опертя двох типів – вільні (рухливі) й нерухомі.

Щоб поділити трубопроводи на окремі ділянки, на яких встановлюють компенсатори, на них улаштовують *нерухомі опертя*, які затискають трубопроводи. Вони можуть бути упорними, щитовими й хомутовими. Упорні нерухомі опертя встановлюють за будь-яких різновидів прокладання, щитові – у разі безканалного прокладання й прокладання в непрохідних каналах, у разі розміщення опертів поза камерами. Хомутові опертя – у разі надземного прокладання й прокладання в тунелях (на ділянках із гнучкими компенсаторами та із самокомпенсацією). У разі безканалного прокладання опірні конструкції нерухомих опертів спираються на ґрунт. Нерухомі опертя можуть бути кінцевими й проміжними.

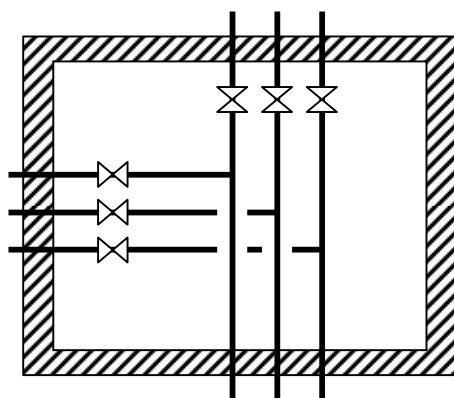


Рисунок 11.10 – План теплової камери

Для забезпечення вільного переміщення трубопроводів при теплових подовженнях використовують *рухливі оперття*, які можуть бути ковзними, котковими, кульковими, пружинними (підвіски) і твердими підвісками.

Рухливі оперття сприймають вагу трубопроводу й забезпечують його вільне переміщення при температурних деформаціях. Нерухомі оперття фіксують положення трубопроводу в певних точках і сприймають зусилля, що виникають у місцях фіксації під дією температурних деформацій і внутрішнього тиску.

У разі безканального прокладання зазвичай відмовляються від установлення вільних опертів під трубопроводами, щоб уникнути нерівномірного осідання й додаткових згинальних напруг. У цих теплопроводах труби укладають на незайманий ґрунт або ретельно втрамбований шар піску.

Ковзні оперття проектують незалежно від напрямку горизонтальних переміщень трубопроводів при всіх способах прокладки й для всіх діаметрів труб.

Коткові опори використовують для труб діаметром 200 мм і більше при горизонтальному переміщенні труб і в тих випадках, коли вони прокладені в тунелях, на кронштейнах, на окремих оперттях і естакадах. Кулькові оперття застосовують в тих самих випадках, що й коткові, але за наявності горизонтальних переміщень труб під кутом до осі труби.

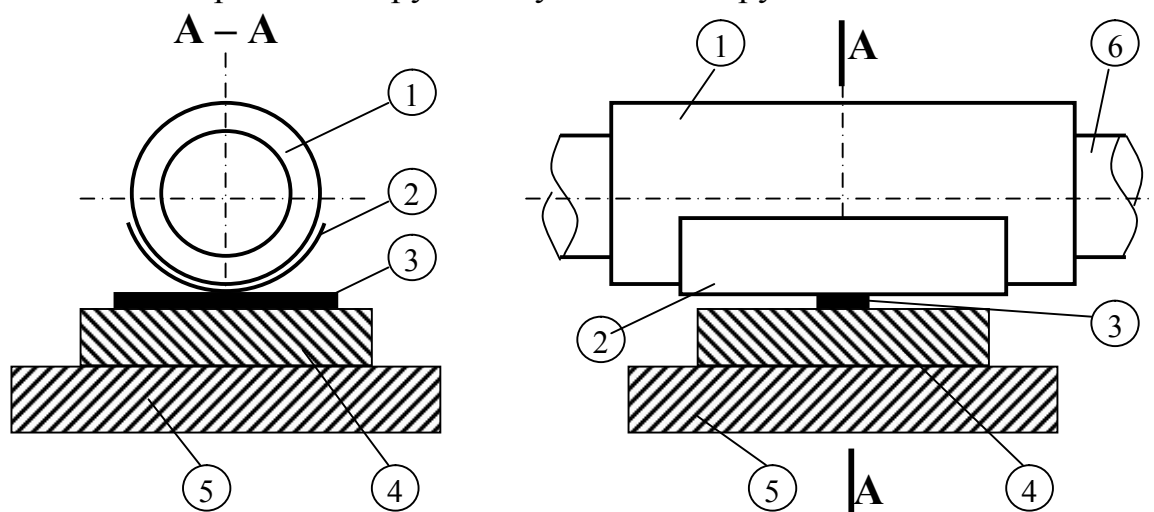


Рисунок 11.11 – Ковзні оперття:

1 – теплова ізоляція; 2 – опірний напівциліндр; 3 – сталева підкладка;
4 – бетонний камінь; 5 – основа; 6 – труба

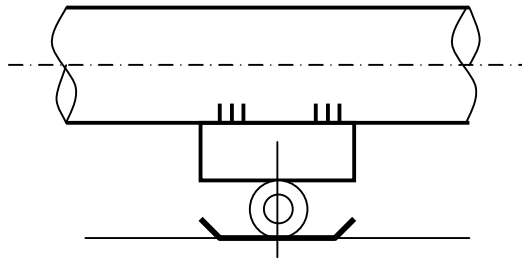


Рисунок 11.12 – Коткове опертя

Пружинні опертя, або підвіски, передбачають для труб діаметром 150 мм і більше в місцях вертикальних переміщень труб, а тверді підвіски використовують у разі наземного прокладання трубопроводів із гнучкими компенсаторами й на ділянках самокомпенсації.

11.6 Перетинання теплових мереж з перешкодами

У разі перетинання теплових мереж з водними перешкодами, залізничними коліями, ярами й підземними спорудами улаштовують підводні переходи типу дюкерів і прохідних тунелів, мостові переходи та естакади, підземні переходи мереж у футлярах і тунелях.

Прохідні тунелі прокладають у разі великої кількості інженерних мереж і довгих підводних переходів. Прикладом може бути підводний теплофікаційний тунель загальною довжиною 176 м, прокладений у підводній траншеї на глибині 7,5 м від поверхні Москви – ріки для передачі по ньому гарячої води та пари від ТЕЦ–12. Діаметр його сталюого циліндра становить 2500 мм. Тунель доступний для обслуговування й ремонту теплопроводів, обладнаний припливно–витяжною вентиляцією, розрахований на підтримання при сталому режимі внутрішньої температури 40 °С.

Дюкер застосовують у разі перетинання теплопроводами й іншими комунікаціями річок. Дюкер – складний інженерний комплекс. Його занурюють на дно у задалегідь підготовлене гравійне ложе, заповнюючи водою внутрішній простір у ньому. Додатково його навантажують чавунними або залізобетонними вантажами, що унеможливають його спливання. Обслуговування дюкерів здійснюють з берегових камер. Поперечний переріз дюкера теплових мереж наведений на рисунку 11.13.

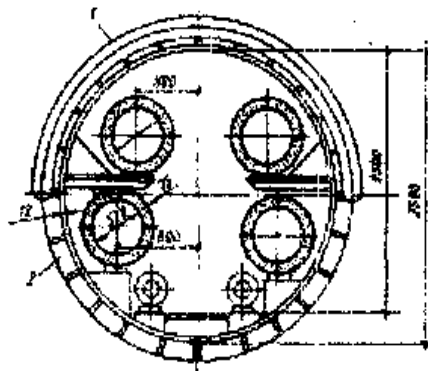


Рисунок 11.13 – Поперечний переріз дюкера теплових мереж:
1 – кільце для додаткового навантаження; 2 – кільце твердості

11.7 Надземні та наземні переходи трубопроводів

Основними різновидами надземних переходів трубопроводів є:

- а) підвісок до прогонної будови мостів, що служать для залізничного, автомобільного або пішохідного руху;
- б) прокладання по мостах загального призначення;
- в) укладання по мостам, опертям і естакадах, які для цього спеціально споруджуються;
- г) влаштування переходів у дамбах;
- д) влаштування переходів у вигляді трубчастих опорних арок.

Конструкції надземних переходів можуть бути різноманітними. Насамперед потрібно забезпечити можливість огляду труб і ліквідації аварій. Під час проектування переходів особливу увагу потрібно приділити питанню теплового розрахунку та обрати необхідний різновид ізоляції з метою запобігання замерзанню води. Необхідно також вжити ефективних заходів для захисту поверхні труб від корозії. Надземні переходи потрібно профілювати так, щоб їх легко можна було звільнити від води. Потрібно також влаштувати пристрої для випускання повітря. Для цього необхідно передбачити установавання випусків із засувками, а якщо буде потрібно – вантузів.

Для надземних переходів зазвичай використовують сталеві труби зі зварними або фланцевими з'єднаннями. Великі температурні напруження, що інколи виникають у надземних переходах, можуть спричинити необхідність установавання на кінцях трубопроводу компенсаторів. Спосіб прокладання переходів у такому разі повинен сприяти відносно вільному коливанню положення труби по довжині.

Конструкції мостів і естакад мають бути розраховані на відповідні навантаження. Їх визначають з урахуванням власної ваги трубопроводу, ваги антикорозійної та теплової ізоляції, об'єму води, що заповнює труби, снігу, величини тиску вітру, ваги експлуатаційного персоналу та обладнання, ваги кріплень і підвісок. Необхідно враховувати також зусилля, що виникають під час монтажу конструкцій переходу. Відповідно до цих навантажень розраховують окремі підвіски й точки опираювання водоводу. Стінки водоводу розраховують із урахуванням зусиль, що виникають під впливом внутрішнього тиску та зовнішніх зусиль. Крім того, окремі кріплення труб, а також стінки водоводів потрібно перевірити на місцеві напруження.

Контрольні питання

1. Які вимоги ставлять до трасування теплових мереж?
2. Які труби використовують для прокладання теплових мереж?
3. Як ведуть будівництво теплових мереж?
4. У чому полягають особливості прокладання теплових мереж?
5. Перелічить різновиди надземних переходів через природні та штучні перешкоди, що використовують для прокладання теплових мереж.
6. Яку арматуру встановлюють на теплових мережах (різновиди, призначення)?
7. З якою метою встановлюють компенсатори? Якою є їхня конструкція?

ТЕМА 12 ГАЗОПОСТАЧАННЯ. ВЛАШТУВАННЯ ГАЗОПРОВІДІВ

12.1 Загальні відомості про газопостачання міст. Системи 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, газорегулювальних пунктів (ГРП), розвідних газопроводів низького тиску та введень споживачам, а також системи контролю й автоматичного керування, диспетчерської служби і системи експлуатації.

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 і підтримується постійним на необхідному для міста 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 газорегулювальні пункти), а також промислових і комунально–побутових підприємств (пральні, хлібозаводи, ресторани, їдальні) через місцеві газорегулювальні 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;
- триступеневі, що включають газопроводи низького, середнього і високого тиску
- багатоступеневі.

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

Газопроводи з різним тиском, які належать до багатоступеневої системи газопостачання, з'єднують тільки через газорегулювальні 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).

Отже, за допомогою ГРП очищують газ від механічних домішок, знижують рівень тиску до низького й розподіляють між споживачами. Їх розміщують у окремому будинку мікрорайону. Контролюють тиск на вході й виході, температуру газу. Приміщення ГРП обладнують постійно діючою вентиляцією, щоб забезпечити не менш ніж трикратний повітрообмін протягом 1 год.

У невеликих містах і населених пунктах, де витрати газу незначні, застосують здебільшого одноступеневу систему низького тиску (рис. 12.1, *а*). Схема одноступеневої системи розподілу газу передбачає наявність газгольдерної станції низького тиску, кінцевого газорегуляторного пункту низького тиску, кільцевих газопроводів низького тиску, відгалужень до споживачів і тупикового газопроводу низького тиску. У разі живлення від одного джерела, застосовують газові мережі більшого діаметра, а газ розподіляється по мережі дуже нерівномірно. Із огляду на це мережі живляться газом із декількох джерел, для цього застосовують газорозподільні станції.

На рисунку 12.1, *б* надано схему двоступеневої системи газопостачання. Газ середнього тиску по газопроводу підводиться до газорегулювальних пунктів, що розташовують поза кварталами на вільних від забудови площах. Із газорегулювальних пунктів газ після зниження тиску надходить у газопроводи низького тиску, з яких через введення він підводиться до внутрішньобудинкової мережі.

Із магістрального газопроводу газ подається в ГРС, де тиск знижується до 2 МПа. Потім газ надходить у мережу високого тиску, що кільцем оточує місто. До цього кільця через контрольно-регулювальний пункт приєднується підземне газове сховище. Це сховище й ГРС належать до системи магістральних газопроводів. Міське газове господарство починається з кільця високого тиску 1,2 МПа. Потім через ГРП газ послідовно надходить у газопроводи з більш низьким тиском і, нарешті, із мережі низького тиску надходить до житлових будинків.

У великих містах з населенням більше ніж 1 млн. мешканців, житловими масивами в 5–12 поверхів і розвинутою промисловістю, за наявності споживачів газу середнього тиску застосовують три- або багатоступеневу системи розподілу газу: високого (першої або першої та другої категорій), середнього й низького тиску (рис. 12.1, в, рис. 12.2). У такому разі від джерела газ подається до окремих районів міста під високим тиском (рис. 12.2) на регулювальні пункти, де тиск газу знижується до середнього. У межах районів розміщені ГРП, на яких знижується тиск газу до низького. На ці станції газ надходить газопроводами середнього тиску (пунктирні лінії). Мережа низького тиску має найбільші розгалуження й довжину (суцільні лінії).

а)

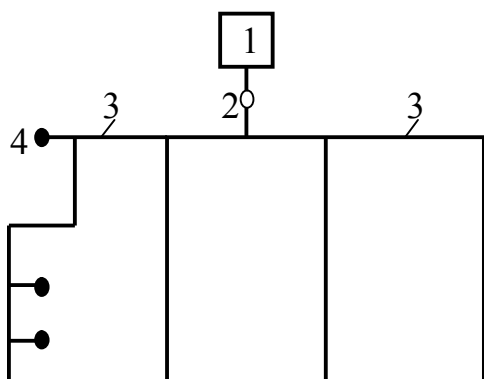
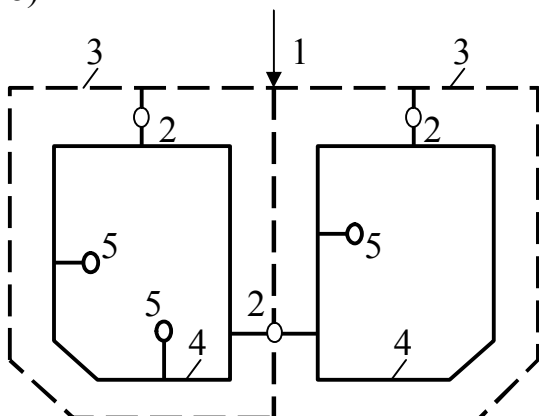


Рисунок 12.1 – Схеми газопостачання міст:

а – одноступенева схема:

- 1 – група установка зрідженого газу (ГЗ);
- 2 – ГРП;
- 3 – мережа низького тиску;
- 4 – відгалуження до споживачів;

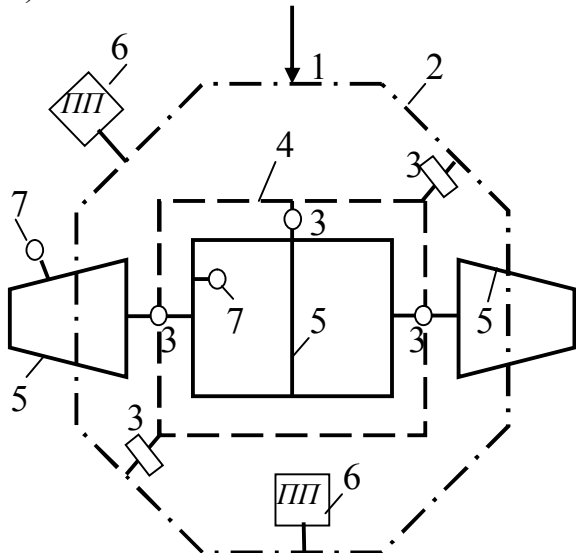
б)



б – двоступенева схема:

- 1 – газорозподільна станція (ГРС);
- 2 – газорегулювальний пункт (ГРП);
- 3 – мережа середнього тиску;
- 4 – мережа низького тиску;
- 5 – відгалуження до споживачів;

в)



в) треступенева схема:

- 1 – ГРС;
- 2 – мережа високого тиску;
- 3 – ГРП;
- 4 – мережа середнього тиску;
- 5 – мережа низького тиску;
- 6 – промислові підприємства;
- 7 – відгалуження

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 з використанням ЕОМ і з урахуванням об'єму, структури й густини 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, обліковують витрати газу й, за необхідності, додатково його одоризують. 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.

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 під'єднуватися до будь-якої мережі за допомогою індивідуальних регулювальних установок.

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

- 1) забезпечує подачу всім споживачам розрахункової кількості газу встановленого тиску;
- 2) має найменшу будівельну й експлуатаційну вартість;
- 3) надійна 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 проектують змішаного типу, закріплюючи лише основні контури.

За конфігурацією в плані системи розподілу газу, розподіляють на тупикові, кільцеві й змішані.

Щоб забезпечити безперебійність газопостачання необхідно проектувати кільцеві й змішані мережі. Тупикові мережі споруджують тільки в тому разі, коли можлива перерва в подачі газу на об'єкт споживання.

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

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 проектувати з урахуванням черговості їхнього будівництва й подальшого розвитку. Проектуючи трасу газопроводу по незабудованих територіях, потрібно враховувати можливості й особливості майбутньої забудови.

12.2 Труби, арматура і компенсатори при влаштуванні газопроводів

Газові мережі споруджують із металевих і пластмасових труб. У сучасних умовах для прокладання газових мереж різного призначення використовують сталеві безшовні й зварні труби.

Під час вибору сталевих труб для конкретних умов трасування газопроводів керуються «Інструкцією щодо застосування сталевих труб для будівництва систем газопостачання».

На практиці застосовують сталеві електрозварні прямошовні труби із зовнішнім діаметром від 426 до 1620 мм та товщиною стінки від 7 до 16 мм, зі спіральним швом діаметром 159–1220 мм, сталеві безшовні холодно- й теплодеформовані труби із зовнішнім діаметром 10–45 мм; сталеві водогазопровідні труби.

Сталеві газопроводи, що прокладають під землею, з'єднують шляхом зварювання. Нарізні з'єднання труб і арматури в разі підземного прокладання газопроводів не використовують.

Фланцеві з'єднання застосовують тільки в колодязях, у місцях установлення арматури із фланцями, а також під час влаштування компенсаторів і інших деталей.

Перевагою пластмасових труб є їхня висока корозійна стійкість і невелика маса. Для підземних газопроводів здебільшого використовують поліетиленові (із зовнішнім діаметром до 630 мм) і вінілпластові (діаметром до 150 мм) труби. Недоліками пластмасових труб є великий коефіцієнт лінійного розширення й обмеженість температурних показників, за якими вони можуть функціонувати: від -60°C до $+40^{\circ}\text{C}$ для поліетиленових і від 0°C до $+45^{\circ}\text{C}$ – для вінілпластових труб.

Діаметри труб й їхня довжина значною мірою залежать від кількості й розташування ГРС. Під час вибору кількості й розміщення ГРС і ГРП необхідно забезпечити підтримання встановленого режиму роботи газових мереж, можливість дублювання однієї споруди іншими в разі аварії, дотримання оптимальної відстані до найбільш віддалених точок, що живляться від цієї споруди. Для наближених розрахунків рекомендується приймати відстань між

ГРС по зовнішньому кільцю мережі в межах 10–15 км, якщо на кожен кілометр довжини кільця припадає в середньому 50–100 тис. м³ витрат газу на добу, радіус дії ГРП – 500–1000 м, а пропускна здатність одного ГРП – 500–5000 м³/год.

На мережі газопроводів встановлюють різноманітну арматуру й фасонні частини. Основними різновидами запірної арматури є крани й засувки. Засувки встановлюють на магістральних мережах високого й середнього тиску. На розподільних газопроводах низького тиску (включаючи відгалуження й уведення) встановлюють засувки, крани й гідравлічні закривки. Гідравлічні закривки становлять собою герметичні закривні пристрої, які можна використовувати і як збірники конденсату. Засувки на газопроводах встановлюють або в колодязях, або безпосередньо в землі, використовуючи захисні кожухи (рис. 12.2). Залежно від призначення й кількості пристроїв, що відключають, розташованих у колодязях, останні монтують за різними схемами.

Для зручності експлуатації й проведення ремонту газових мереж на них монтують спеціальну арматуру – компенсатори, конденсатозбірники, засувки.

Для вимикання окремих ділянок або відключення окремих споживачів використовують запірну арматуру, установлюючи її в колодязях.

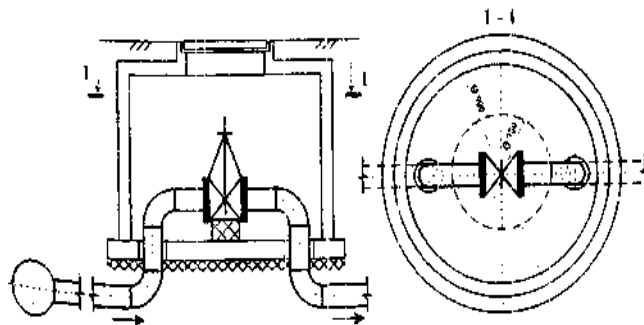


Рисунок 12.2 – Засувка в захисному кожусі

Для збирання вологи, що конденсується на стінках газопроводів і її видалення застосовують збірники конденсату.

Найпоширенішим пристроєм є *збірник конденсату* на газопроводах низького тиску (рис. 12.3). Він складається з корпусу, килима, подушки, на яку встановлюють килим, і трубки для видалення конденсату. Конденсатозбірник встановлюють у нижніх точках газопроводу. Вода з газопроводу поступає в конденсатозбірник самопливом. Періодично вона вилучається через спеціальні трубки, які також використовують для продувки газопроводів та випускання газу під час ремонту мереж газопостачання. Розміри й конструкція конденсатозбірників обумовлюються тиском газу та кількістю вологи, яка конденсується.

На газопроводах низького тиску встановлюють конденсатозбірник циліндричної форми, а на газопроводах високого тиску застосовують конденсатозбірники у вигляді трійників.

Килим – невеликий металевий ковпак конусоподібної або циліндричної форми з накривкою, яка захищає від механічних пошкоджень верхню частину контрольних та дренажних трубок конденсатозбірника й гідрозакривок.

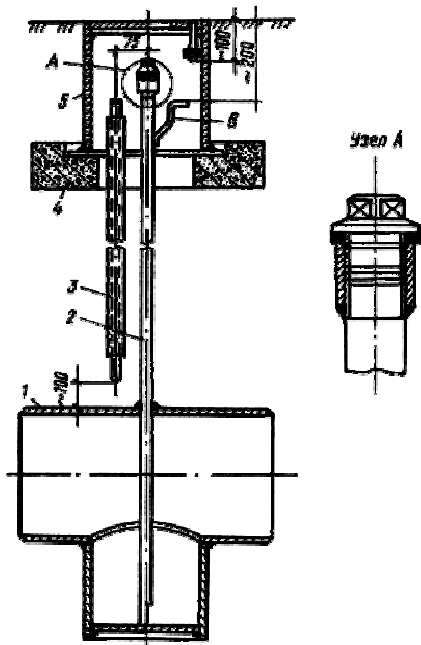


Рисунок 12.3 – Збірник конденсату на газопроводах низького тиску
 1 – корпус; 2 – труба для видалення конденсату; 3 – електрод заземлення;
 4 – подушка під килим; 5 – килим;
 6 – контактна пластина різниці потенціалів «труба – ґрунт»

Поширення набули лінзові компенсатори, які можуть бути однофланцевими або двофланцевими. Їх з'єднують із трубопроводами за допомогою зварювання або на фланцях і встановлюють в колодязях зазвичай одночасно із засувками. Лінзові компенсатори (окремі лінзи, що зварюють між собою) виготовляють із тонколистової сталі.

12.3 Улаштування колодязів на газових мережах

Колодязі встановлюють на підземних газопроводах зазвичай у місцях установлення пристроїв, що відмикають, і компенсаторів, які призначені для зниження напруг, що виникають унаслідок коливань температури ґрунту. Колодязі влаштовують із вологостійких, незагниваючих і непальних матеріалів (бетону, залізобетону, цегли), збірними або монолітними.

Залежно від призначення й кількості розташовуваних у колодязях пристроїв, використовують різні монтажні схеми (рис. 12.4).

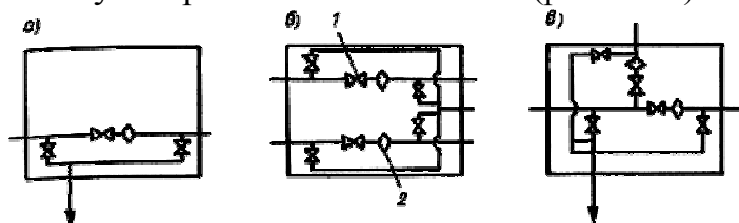


Рисунок 12.4 – Схеми колодязів на газовій мережі:
 а, б – із одним відгалуженням; в – із двома відгалуженнями;
 1 – засувки; 2 – компенсатори

Гідравлічні закривки використовують як пристрої для відімкнення газу на мережах низького тиску. Щоб відімкнути газ на введенні в будинок, у гідравлічну закривку (гідрозакривку) подають воду. Заповнивши нижню частину, вода унеможливує потрапляння газу через гідрозакривку і споживач відмикається.

Коливання температури ґрунту спричиняють зміну напруги в газопроводах і арматурі, що на них встановлена. У разі зміни температурних умов на газопроводі виникають розтяжні зусилля, які можуть розірвати зварений стик або засувку. Щоб зменшити ці напруги, а також демонтувати й пізніше встановити засувки, використовують компенсатори, які дають змогу легко демонтувати й замінити засувки. На газопроводах діаметром 100 мм і менше у колодязях встановлюють гнучкі компенсатори.

Особливості прокладання газопроводів. Перетинання з перешкодами

На території міст і населених пунктів газопроводи зазвичай прокладають у землі. На територіях промислових і комунально-побутових підприємств можна застосовувати надземне прокладання по стінах і дахах будинків, по колонах, естакадах, переходах по проїзній частині заводської автотраси. Допускається надземне прокладання внутрішньо-квартальних (двірських) газопроводів на опертях і по фасадах будинків.

У разі влаштування надземних переходів газопроводи доцільно підвішувати до конструкцій наявних металевих і залізобетонних мостів або ж споруджувати для них спеціальні мости.

Газопроводи низького тиску можна прокладати в підземних колекторах одночасно з іншими комунікаціями. Їх можна прокладати також у прохідних каналах між житловими й громадськими будівлями (у зчепленнях для спільного прокладання інженерних мереж). Прохідні й напівпрохідні канали повинні бути обладнані постійно діючою природною вентиляцією. Прокладати газопроводи в непрохідних каналах разом з іншими трубопроводами й кабелями неприпустимо.

У разі підземного прокладання газопроводів у містах з розвиненим підземним господарством вимушених перетинань уникнути неможливо. До того ж цьому газопроводи низького й середнього тиску, що перетинають стінки каналізаційних колекторів або тунелів, потрібно прокладати тільки в ізольованих футлярах. Якщо газопроводи перетинають канали тепломереж, їх також прокладають у футлярах.

У разі перетинання газопроводам інших підземних комунікацій відстані між ними по вертикалі у просвітах повинні бути такими: не менше ніж 0,15 м при перетинанні водопроводу, каналізації, телефонній мережі; 0,5 м – електрокабеля.

Переходи газопроводів через ріки, канали інші водні перешкоди можуть бути підводними (дюкери) і надводними (по мостах, естакадам). Щоб газопровід, прокладений по дну ріки, не спливав, на нього по всій довжині укладають залізобетонні плити. Дюкер обов'язково укладають у дві лінії, кожна з яких розраховується на 75 % витрат газу.

Під час прокладання зовнішніх газопроводів урахувують певні обмеження. Газопроводи низького, високого й середнього тисків не можна прокладати по залізничних мостах. Не можна прокладати їх під залізницями й трамвайними шляхами, а також автодорогами без футлярів.

Допускається прокладати два й більше газопроводи в одній траншеї. У такому разі відстань між газопроводами у просвіті потрібно обирати з урахуванням умов зручності монтажу й ремонту трубопроводів (не менше ніж 0,4 м за діаметра труб до 300 мм включно й не менше ніж 0,5 м - за більших діаметрів).

Глибина закладання газопроводів залежить від складу газу, що транспортується. Газопроводи, що транспортують вологий газ, прокладають нижче рівня промерзання ґрунту для цієї місцевості. Щоб забезпечити стікання й видалення конденсатної вологи, їх укладають із ухилом не менше ніж 0,002 й у нижніх точках розміщують збірник конденсату. Газопроводи, що транспортують осушений газ, прокладають у зоні промерзання ґрунту на глибині не менше ніж 0,8 м від поверхні землі (до верху труби).

Контрольні питання

1. Назвіть відомі вам системи газопостачання.
2. Як здійснюють трасування газових мереж?
3. Труби із якого матеріалу застосовують для спорудження газових мереж?
4. Як розподіляють газопроводи залежно від тиску? Яке призначення мають різні категорії газопроводів?
5. Який тиск допустимий у магістральних газопроводах і в міських газових мережах?
6. Які різновиди арматури встановлюють на газопроводах?
7. Для чого призначені конденсатозбірники? Якою є їхня конструкція?
8. Із якою метою встановлюють і яким є призначення та основні різновиди компенсаторів на газопроводах?
9. Як прокладають підземні газопроводи?

ТЕМА 13 МІСЬКІ ЕЛЕКТРИЧНІ МЕРЕЖІ Й КАБЕЛІ

Електричні мережі використовують для транспортування і забезпечення споживачів електричною енергією для побутових і технологічних потреб.

Система електропостачання міста передбачає використання елементів енергетичної системи, що забезпечує розподіл електроенергії споживачам.

Енергетичною системою називається сукупність електростанцій, ліній електропередач, підстанцій і теплових мереж, об'єднаних подібністю режиму й безперервністю процесу виробництва, а також розподілом електричної енергії.

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

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

У разі застосування роздільного методу прокладання розподільні електричні мережі (W_2) прокладають вулицями міста безканально, а в разі застосування сумісного методу прокладання - у міському колекторі.

Трансформаторні підстанції (ТП) використовують для приймання, зменшення напруги й розподілу електричної енергії.

Розвідні електричні мережі (W_1) від ТП до будинків мікрорайону чи до прохідних каналів прокладають паралельно до проїзної частини на відстані 1 м або поблизу від ТП перпендикулярно через проїзд до будинку в технічне підпілля. Від розвідних електричних мереж, що проходять через технічні підпілля будинків і прохідні «зчеплення», прокладають відгалуження до електричних щитів, що встановлюють на сходових клітках. У разі роздільного прокладання мережі W_1 її прокладають на відстані від будинку не менше ніж 0,6 м.

Телефонні кабельні мережі є необхідним складником міського господарства. Основи прокладання й улаштування цих мереж ідентичні до принципів побудови силових електричних мереж.

Джерелом телефонізації є автоматична станція (АТС). Кабелі від міської АТС у будинок уводять із телефонних розподільних шаф (ТРШ), установлених на зовнішніх стінках сходових кліток будинків із розрахунку 1 ТРШ на 300 абонентів або безпосередньо від комутаційного щита міської телефонної мережі.

Розвідні телефонні мережі (VO) від ТРШ прокладають транзитом через технічні підпілля будинків і прохідні «зчеплення» разом з розвідними водопровідними (В), тепловими (ТО) і електричними (W_1) мережами.

Лінії електропересилань

Електричну енергію від електричних станцій до споживачів пересилають за допомогою повітряних і кабельних електричних мереж. На територіях за містом найчастіше використовують повітряний метод прокладання електричних мереж на високих опертях.

Основними елементами повітряної лінії є опертя, які підтримують дроти на певній висоті від землі, дроти для передавання енергії, ізолятори й арматуру для кріплення.

Електрична мережа, насамперед, повинна бути безпечною під час експлуатації. Цього досягають проектуванням мереж відповідно до «Правил улаштування електроустановок» (ПУЕ). Згідно з ПУЕ, після влаштування силового кабелю перевага повинна надаватися кабелям з алюмінієвими жилами й алюмінієвою оболонкою. Як ізоляцію при напрузі до 35 кВ використовують просочений масло–каніфольним складом кабельний папір. У разі напруги до 6 кВ застосовують також гумову ізоляцію з оболонкою із пластика.

У системах електропостачання міст поширення набуло прокладання кабелів під землею (у траншеях під газонами, уздовж будинків і під тротуарами). Кабелі необхідно прокладати за найкоротшою відстанню, так, щоб вони не проходили під наявними або споруджуваними будівлями, а також не перетинали підвали й складські приміщення.

Під час вибору траси потрібно уникати ґрунтів, що агресивно впливають на металеві оболонки, а також обходити зони, де виявлено блукаючі струми.

Під час прокладання кабельних ліній у землі відповідно до «Правил улаштування електроустановок» над кабелем влаштовують охоронні зони. У разі прокладання кабельних ліній безпосередньо у землі кабелі укладають у траншеї і вони мають знизу підсипку, а зверху засипку шаром ґрунту, що не містить великих включень. У звичайних умовах глибина закладання становить 70 см від планувальної позначки.

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

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

Якщо велика кількість кабелів перетинає вулиці й площі із вдосконаленим покриттями і інтенсивним рухом, де їхнє розкриття виключається, кабелі

прокладають у блоках із труб, у яких передбачено резервні канали. Матеріал труб (сталі, азбестоцементні, бетонні тощо) обирають з урахуванням особливостей ґрунтів (агресивності, наявності блукаючих струмів).

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

У колекторах кабелі укладають разом з теплопроводом і водопроводом. До того ж унизу розташовують теплопроводи та водопроводи, потім кабелі зв'язку, а вище – силові кабелі (у порядку зростання їхньої напруги). У разі двостороннього розташування комунікацій з одного боку, зверху розміщують кабелі зв'язку, а внизу – теплопроводи; з іншого боку – зверху силові кабелі, а внизу – водопроводи. Між різними комунікаціями передбачають неспальні переділки й необхідні проходи. Зверху на перекриття колектора насипають шар землі не менше ніж 0,5 м заввишки. Блоки й колектори влаштовують з ухилом (не менше ніж 0,1 %) для забезпечення стоку.

Контрольні питання

1. Для чого призначені міські електричні мережі?
2. Охарактеризуйте особливості прокладання та розміщення кабельних мереж

ТЕМА 14 РОЗМІЩЕННЯ ПІДЗЕМНИХ МЕРЕЖ РІЗНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ НА ТЕРИТОРІЇ НАСЕЛЕНИХ МІСЦЬ

14.1 Розміщення підземних мереж і колекторів у плані

Підземні інженерні мережі повинні бути розміщені таким чином, щоб їхня експлуатація та ремонт завдавали найменшої шкоди проїзній частині доріг, тротуарів, зеленим насадженням і не порушували порядку руху транспорту й пішоходів.

Інженерні мережі міст і інших населених пунктів необхідно проектувати як комплексну систему, що поєднує всі надземні, підземні й наземні мережі, враховуючи їхній розвиток на розрахунковий період.

У разі створення нових або під час реконструкції наявних населених місць інженерне устаткування проектується як комплекс систем водопостачання, каналізації, тепло-, газо- й електропостачання тощо. До того ж підземні мережі також необхідно проектувати як комплексне господарство розміщуючи їх відповідно до поперечного профілю проєктованих вулиць, транспортної мережі та внутрішньо-мікрорайонних проїздів.

Щоб забезпечити споруджувані райони міста водою, газом, теплом і електроенергією, підземні мережі потрібно прокладати до початку забудови мікрорайонів: магістральні (міські й районні) мережі – уздовж вулиць, розвідні (мікрорайонні) мережі – уздовж внутрішньо-мікрорайонних проїздів.

Під час трасування магістральних підземних мереж необхідно враховувати структурно-планувальні рішення населеного місця, розміри міжмагістральних територій, особливості шляхово-транспортної мережі, рельєф, розміщення водоймищ і, обов'язково, розташування найбільших споживачів води, тепла,

газу й електроенергії. Магістральні підземні мережі зазвичай трасують через щільно забудовані території житлових районів у напрямі до великих споживачів води. Магістральні міські мережі прокладають уздовж транспортних вулиць у технічних смугах, що відводяться спеціально для них, а магістральні районні мережі – уздовж житлових вулиць і проїздів. До того ж потрібно намагатися проектувати прокладання підземних комунікацій в одній траншеї або в загальному колекторі (каналі).

Магістральні міські й районні мережі водопостачання й тепlopостачання, якщо це можливо, трасують на місцевості із підвищеними відмітками поверхні землі, а газопроводи низького тиску – на місцевості з низькими відмітками. Це дає змогу раціональніше використати напори в мережах. Для забезпечення рівномірності напорів у мережах і запобіганню перерв у роботі в разі аварій, основні транзитні магістралі доцільно з'єднувати перегородами.

У схемах підземних мереж населеного місця необхідно передбачати по черговість у будівництві об'єкта, а також його подальше розширення й реконструкцію.

На поперечному профілі вулиці (рис. 14.1) мережі необхідно розміщувати так, щоб урахувати планувальне й транспортне призначення вулиці, вид забудови, наявність перехресть і в'їздів на територію мікрорайонів, кварталів або дворів. Під час будівництва нових районів із озеленими вулицями й вільним плануванням житлової забудови підземні мережі розміщують поза проїзною частиною – під смугами зелених насаджень і під тротуарами (рис. 14.2). Ці місця можна розглядати як спеціальні технічні смуги, які повинні бути досить широкими. У разі реконструкції старих районів житлової забудови, а також будівництва нових районів з вулицями, що мають невелику ширину, підземні мережі прокладають і під проїзною частиною.

Розміщення підземних мереж, що прокладаються окремо, проектують з урахуванням терміну їхнього функціонування. Так, кабельні мережі, які потребують постійного розривання під час експлуатації, зазвичай розміщують у смугі тротуарів. Магістральні мережі водопроводу, каналізації, тепло- й газопроводів, що мають тривалий термін використання, розташовують під смугами зелених насаджень, а якщо їхня ширина виявиться недостатньою, – у середній частині вулиці.

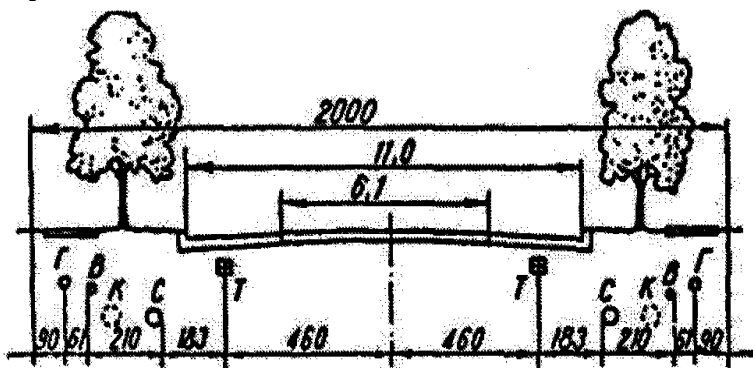


Рисунок 14.1 – Схема розміщення підземних мереж на вулицях, ширина яких становить 20 м:

Г – газопровід; В – водопровід; К – побутово-виробнича каналізація;
С – водостік; Т – телефонна мережа

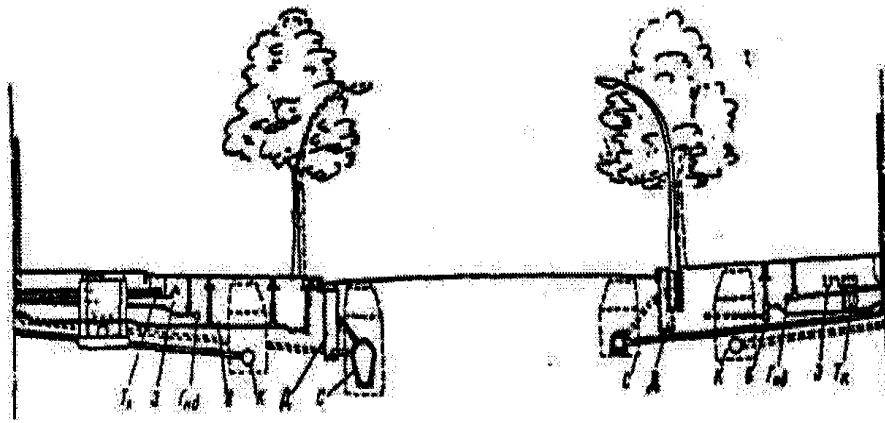


Рисунок 14.2 – Схема розміщення підземних мереж на широких вулицях:
 T_k – телефонні кабелі; E – електрокабелі; Γ – газопровід; B – водопровід;
 K – побутово-виробнича каналізація;
 $Д$ – дощоприймальний колодязь; C – водостік

Поперечний профіль вулиці проектують урахуваючи такі положення. Ширина тротуару для однієї лінії пішоходів повинна становити 0,75 м. У смузі тротуару або прилеглого до нього газону на відстані не менше ніж 0,5 м від червоної лінії забудови прокладають кабелі слабого струму (пожежної сигналізації, радіо, телебачення, міжміського зв'язку й спеціального призначення), потім – кабелі телефонного зв'язку, із проміжком 0,5–0,6 м – силові кабелі напругою до 10 кВ. Кабелі постійного струму (тролейбуса, метро, трамвая) розміщують на відстані 0,5 м від крайнього силового кабелю, а кабелі ліній високовольтної передачі напругою 35 кВ прокладають у смугах зелених насаджень або під проїзною частиною на відстані не менше ніж 2 м від найближчих підземних мереж. Інші підземні мережі розташовують у плані від червоної лінії забудови до осі вулиць у напрямі зростаючої глибини їх закладання (рис. 14.3).

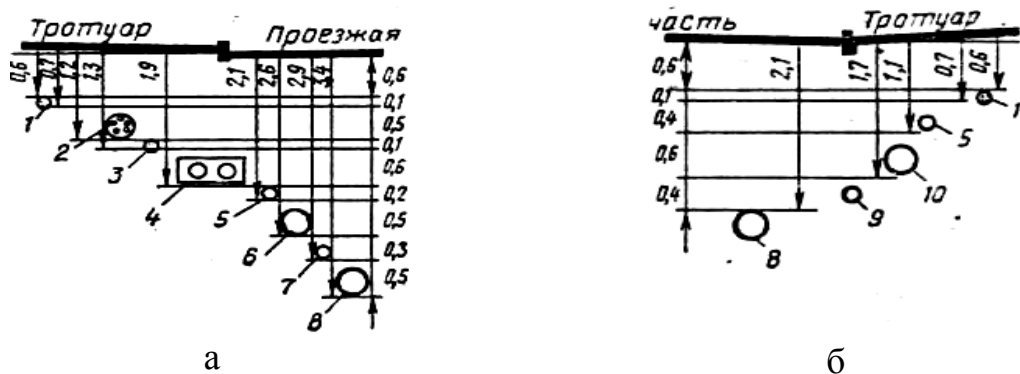


Рисунок 14.3 – Варіанти (а і б) вертикально – горизонтального зонування
 1 – кабелі слабого струму; 2 – кабелі телефонного зв'язку; 3 – силові кабелі; 4 – теплопровід; 5 – газопровід; 6 – дощова мережа;
 7 – водопровід; 8 – побутова каналізація; 9 – водопровід розвідний;
 10 – магістральні мережі; 11 – кабелі зв'язку

Під час будівництва мереж і колекторів відкритим способом необхідно виконати підготовальні роботи, а саме: розбиття траси трубопроводу в плані і за

висотою з прив'язкою до незмінних орієнтирів, розмічення місць перетинання наявних підземних споруд і установа інвентарних огорожень траншей.

Спеціальні технічні смуги у вигляді газонів з посадками та деревами використовують для прокладання розвідних напірних трубопроводів, вуличних самопливних ліній каналізації і водостоків. Поблизу дерев трубопроводи прокладають не ближче ніж 1,5–2 м від їхніх стовбурів до осі труби.

Відстань від осі найближчого трубопроводу до крайніх рейкових гілок трамваю повинна становити не менше ніж 2 м, щоб забезпечити можливість проведення будівельних робіт, не припиняючи трамвайного руху.

14.2 Горизонтальне та вертикальне зонування

При розміщенні підземних мереж у профілі вулиці необхідно передбачити їхнє не тільки горизонтальне, але й вертикальне зонування. Найчастіше застосовують вертикальне зонування розвідних мереж, оскільки в такому разі забезпечуються раціональні рішення розміщення введень і перетинання підземних мереж на різних рівнях. Під час підземного прокладання інженерних мереж необхідно у всіх площинах дотримуватися відстані як між мережами і спорудами, так і між самими мережами.

У разі вертикального зонування можливе використання двох варіантів прокладання підземних мереж – з дублюванням або без дублювання.

На вулицях підземні мережі розміщують з урахуванням глибини їхнього закладання. Найближче від лінії забудови прокладають менш заглиблені кабелі зв'язку, потім телефон, силові кабелі, трубопроводи тепломережі, газопроводи, водопровід, каналізацію і водостік.

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

Максимально глибоко закладають підземні мережі каналізації (6,5–8 м). Теплові мережі розміщують вище за мережі каналізації, водопроводу й газопроводу. Найменшою є глибина закладання кабелів слабого струму й силових кабелів.

У всіх випадках глибину закладання мереж призначають із урахуванням глибини промерзання ґрунту в даній місцевості й запобігання руйнування їх статичними й динамічними навантаженнями з поверхні землі. При проектуванні підземних мереж глибину їхнього закладання не слід приймати менш зазначеної в таблиці 14.1.

У разі перетинання підземних мереж мінімальну відстань між ними по вертикалі (у просвіті) приймають від 15 до 40 см залежно від матеріалу труб і призначення мереж. У разі перетинання водопровідних мереж із каналізаційними із огляду на санітарні умови їх прокладають у футлярах (кожухах).

Таблиця 14.1 – Найменша глибина закладання підземних мереж щодо їхнього верха

Підземні мережі	Глибина закладання мереж	
Водопровід за діаметром труб:		
– до 300 мм,	Нижче глибини промерзання на 0,2 м	
– від 300 до 600 мм,	Вище глибини промерзання на 0,25 діаметра	
– більше ніж 600 мм	Вище глибини промерзання на 0,5 діаметра	
Каналізація за діаметром труб:		
– до 500 мм,	Вище глибини промерзання на 0,3 м	
– більше ніж 500 мм	Вище глибини промерзання на 0,5 м, але не менше ніж 0,7 м від планувальної відмітки	
Газопровід:		
– вологого газу,	Нижче за глибину промерзання	
– осушеного газу в неспучуваних ґрунтах в зоні проїзної частини:		
– з удосконаленим покриттям		0,8 м
– без удосконалених покриттів		0,9 м,
Теплопровід:		
– у разі прокладання в каналі,	0,5 м,	
– у разі безканалюного прокладання	0,7 м	
Кабелі:		
– поза проїздами,	0,7 м,	
– у разі перетинання проїздів	1,0 м	

Контрольні питання

1. У чому полягає комплексне проектування інженерних мереж на території населених місць?
2. Поясніть принцип горизонтального зонування під час трасування міських інженерних мереж.
3. Поясніть принцип вертикального зонування під час трасування міських інженерних мереж.
4. Якими є особливості прокладання магістральних підземних мереж?

ТЕМА 15 СПОСОБИ ПРОКЛАДАННЯ МІСЬКИХ ІНЖЕНЕРНИХ МЕРЕЖ

Міські інженерні мережі прокладають під землею відкритим або закритим способами. Відкритий спосіб прокладання мереж із улаштуванням траншей у будівництві поширений найбільше. Закриті способи прокладання трубопроводів застосовують головним чином у умовах тісних міських вулиць, коли наявність траншей у місті є неможливою або небажаною або труби розташовані на великій глибині – більше 6–8 м.

Підземні інженерні мережі прокладають трьома способами: 1) роздільним, коли кожен комунікаційний канал прокладають у ґрунті окремо, дотримуючись відповідних санітарно-технологічних і будівельних умов розміщення незалежно від обраних способів і строків будівництва інших комунікацій; 2) сполученим способом, коли в одній траншеї одночасно укладають комунікації різного призначення; 3) сполучене прокладання у міських і внутрішньо-квартальних колекторах, коли в одному колекторі спільно розташовують мережі різного призначення.

15.1 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 обсягів 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 траншів 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 трубопроводи 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.

15.2 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.

Теплопроводи укладають зі сталевих труб, які піддаються корозії. Безканальне укладання не забезпечує постійного контролю за станом мереж, можливості їхнього швидкого ремонту й теплової ізоляції. Тому безканальне прокладання можна застосовувати лише в сухих ґрунтах для розвідних мереж усередині кварталів і по другорядних проїздах. 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 зливової каналізацій зазвичай укладають з матеріалів, що не піддаються ґрунтовій корозії (кераміка, бетон і залізобетон). У цих мережах вода рухається без напору, унаслідок чого унеможлиблюються 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

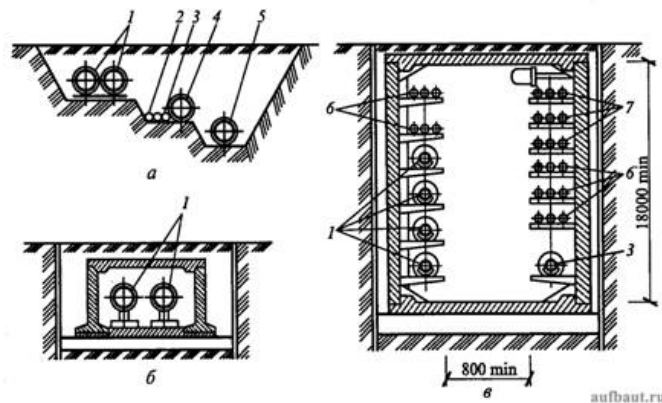
експлуатацію, спрощує ремонт і заміну комунікацій без проведення земляних робіт. У разі прокладання мереж у одному колекторі можна влаштувати окремі комунікації навіть після закінчення нульового циклу будівництва. У колекторі можуть розміщатися теплові мережі діаметром від 500 до 900 мм, водоводи діаметром – 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.



*Рисунок 15.1 – 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*

Контрольні питання

1. Які вимоги ставляться до розміщення інженерних мереж на території міста?
2. Назвіть переваги й недоліки прокладання інженерних мереж у тунелях.

ТЕМА 16 БЕЗТРАНШЕЙНІ (ЗАКРИТІ) МЕТОДИ БУДІВНИЦТВА ТРУБОПРОВОДІВ

Будівництво підземних мереж і колекторів відкритим способом у забудованих районах населених місць ускладнюється 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.

Технологічна схема виконання робіт з безтраншейного (закритого) прокладання трубопроводів містить такі основні операції: підготовчі роботи, захист кожуха від корозії, прокладання кожуха під пересічною спорудою, укладання робочого трубопроводу всередині кожуха, влаштування ущільнень, витяжної труби, контрольного колодязя й відвідної каналізації.

Вибір того чи іншого методу закритого проходження обумовлюється гідрогеологічними умовами будівництва, робочим діаметром труби, станом наземних споруд і здійснюється на підставі техніко-економічного порівняння варіантів.

Прокладання труб у футлярах. Футляр призначений для забезпечення робочого трубопроводу від навантажень, що виникають під час руху транспорту над трубопроводом, а також для захисту трубопроводу від

агресивних ґрунтів і блукаючих струмів. Крім того, кожух захищає дорогу від руйнування в разі аварії на трубопроводі під нею.

У практиці містобудування поширення під час спорудження футлярів набули такі методи закритого (безтраншейного) прокладання мереж: проколювання, продавлювання, горизонтальне свердління й щитове проходження.

За допомогою способів продавлювання й проколювання прокладають труби-кожухи для робочих трубопроводів або самі робочі трубопроводи. Для збільшення термінів використання кожухів і робочих трубопроводів їхні зовнішні поверхні вкривають антикорозійною ізоляцією. Високу механічну міцність має азбестоцементна або піщано-цементна армована ізоляція, товщина якої під час нанесення повинна становити 20-30 мм.

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 прийомного 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 вдавлення 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. 16.1) 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 пробиті свердловину вставляють трубу, яка може бути робочою трубою або футляром для трубопроводу чи кабелю, що прокладають.

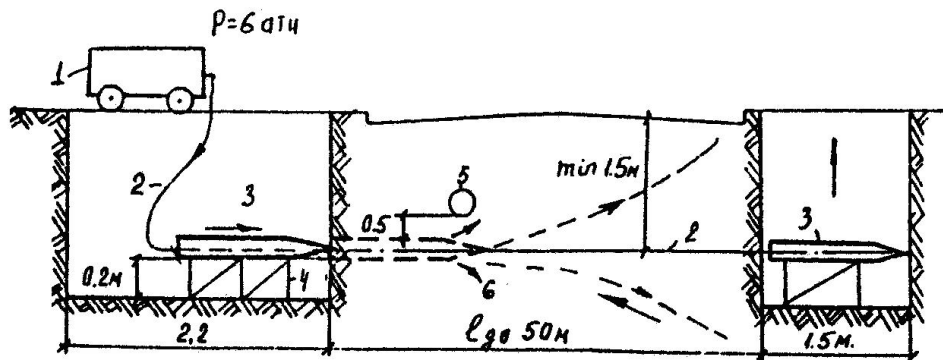


Рисунок 16.1 – Прокладання пневмопробійником:
 1 – компресор; 2 – шланг; 3 – пневмопробійник; 4 – опора;
 5 – існуючий трубопровід; 6 – ґрунт, що ущільнюється

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 2000 мм у будь-яких ґрунтах, крім скельних і тих, які характеризуються пливунними властивостями. Середні швидкості проходження коливаються від 0,15 до 1 м/ч. 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 1700 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 переріза.

Метод горизонтального свердління – найбільш індустріальний метод закритого прокладання трубопроводів діаметром від 100 до 1500 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-поліспаств.

При цьому методі (рис. 16.2) 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.

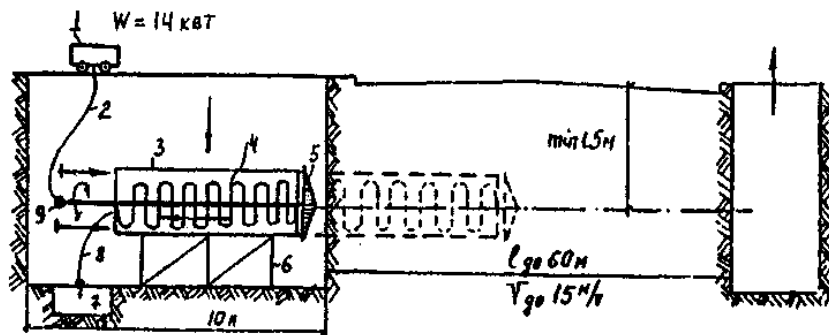


Рисунок 16.2 – Схема горизонтального свердління:

- 1 – пересувна електростанція; 2 – кабель; 3 – трубопровід; 4 – шнек;
5 – різальна голівка; 6 – оперття; 7 – прямик; 8 – ґрунт, що розробляється;
9 – електромотор

Щитовий спосіб прокладання

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. 16.3) становить собою пересувне кругле металеве кріплення, під захистом якого розробляють ґрунт і зміцнюють стінки виробки залізобетонними або металевими тубінгами.

Прохідницький щит складається із трьох основних частин:

- 1–передньої – різальної (клиноподібної форми з козирком або без нього);
2–середньої, яка є опорною, у ній розміщують гідравлічні домкрати за допомогою яких відбувається просування щита. Ця частина щита має велику

твердість завдяки опорним кільцям і ребрам жорсткості, які приварені до опорних кілець у проміжках між домкратами.

3–задньої – хвостової, яку використовують для оброблення тунелю.

До комплексу робіт під час щитового прокладання колекторів входять такі основні операції: 1) підготовчі роботи; 2) щитове проходження; 3) внутрішнє оброблення колекторів.

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. Вдавнений усередину щита ґрунт розробляють ручним або механізованим способом і вантажать на візки, які відкочують тунелем до шахти, із якої розпочата розробка.

У процесі роботи щит пересувають вперед за допомогою гідравлічних домкратів, розташованих у середній частині щита, за його периметром. Оперттям для домкратів під час переміщення щита слугує блокове оброблення вироблення. Під час увімкнення домкратів їхні штоки впираються у раніше покладене первинне оброблення тунелю, і щит, просуваючись уперед, урізається в ґрунт. Після пересування щита штоки домкратів забирають, збирають наступне кільце первинного оброблення тунелю, розробляють ґрунт у вибої й знову пересувають щит. Після просування щита вперед і вироблення ґрунту у хвостовій частині щита за його периметром укладають блоки обробки під захистом хвостової оболонки. Блоки укладають при втягнених у домкрати штоках.

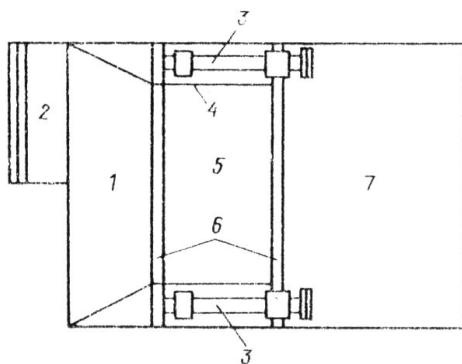


Рисунок 16.3 – Схема щита для підземного прокладання мереж:

- 1 – передня різальна частина;
- 2 – козирок; 3 – гідравлічні домкрати;
- 4 – ребро жорсткості; 5 – середня опорна частина; 6 – опорні кільця;
- 7 – задня частина

За кожен цикл щит просувається на довжину переміщення штока домкратів. За наступний цикл штоки домкратів упираються в знову покладені блоки і щит просувається в наступне положення. Робота щита, таким чином, складається з постійно повторюваних трьох основних циклів: просування вперед на довжину блока обробки, розробки, транспортування тунелем ґрунту й укладання наступних блоків обробки.

Щитове проходження для водопровідно-каналізаційних мереж і споруд виконують за допомогою щитів із зовнішнім діаметром від 2 до 5 м.

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 використовують три різновиди пристроїв:

- механізовані щити, якими досить складно керувати, але які дають змогу прокладати за день найбільшу кількість метрів тунелю;
- 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.

Контрольні питання

1. Назвіть способи прокладання мереж.
2. Перелічіть переваги й недоліки роздільного та сумісного прокладання трубопроводів в одній траншеї?
3. Назвіть методи безтраншейного прокладання інженерних мереж.
4. Охарактеризуйте спосіб прокладання трубопроводів за допомогою щитового проходження.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Инженерные сети, оборудование зданий и сооружений / Е. Н. Бухаркин, В. М. Овсянников, К. С. Орлов и др. / под ред. Ю. П. Соснина. – Москва: Высш. шк., 2001. – 415 с.
2. Городские инженерные сети и коллекторы. / М. И. Алексеев, В. Д. Дмитриев и др. – Ленинград.: Стройиздат, 1990. – 384 с.
3. Музалевская Г. Н. Инженерные сети городов и населенных пунктов: учеб. пособ. – Москва: Изд-во АСВ, 2006. – 148 с.
4. Деркач І. Л. Міські інженерні мережі: навч. посіб. / І. Л. Деркач. – Харків: ХНАМГ, 2006. – 97 с.
5. Инженерне обладнання населених місць: підручник. / М. О. Шульга, І. Л. Деркач, О. О. Алексахін. – Харків: ХНАМГ, 2007. – 259 с.
6. Федоров Н. Ф. Городские подземные сети и коллекторы. / Н. Ф. Федоров, С. Ф. Веселов. – Москва: Стройиздат, 1971. – 303 с.
7. ДБН 360–92: Державні будівельні норми України. Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень». – Київ: 1992, 68 с.
8. ДБН В.2.5 – 74: 2013 Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – Київ: Міністерство регіонального розвитку будівництва та житлово–комунального господарства України.
9. ДБН В.2.5 – 75: 2013 Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – Київ: Межрегіон України.
10. Журба М. Г., Соколов Л. И., Говоров Ж. М. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений: учеб. пособ., изд. 2-е, перераб. и доп. – Москва: Издательство АСВ, 2004. – 496 с.
11. Проектування мереж водовідведення стічних вод міста: навч. посіб./ С.М. Епоян, І. В. Корінько та інші. – Харків: Каравела, 2004. – 124с.
12. Тугай А. М., Орлов В. О. Водопостачання: Підручник для вузів. – Рівне: РДТУ, 2001. – 429 с.
13. Абрамович И. А. Сети и сооружения водоотведения: Расчет, проектирование, эксплуатация. – Харків: Коллегиум, 2005. – 288 с.
14. Соколов Е. Я. Теплофикация и тепловые сети: Учебник для вузов. – 7-е изд. – Москва: Издательство МЭИ, 2001. – 472 с.
15. Федоров Н. Ф., Курганов А. М., Алексеев М. И. Канализационные сети. Примеры расчетов: учеб. пособ. для ВУЗов 3–е изд. – Москва: Стройиздат, 1985. – 223 с.
16. Тугай А. М., Терновцев В.О., Тугай Я.А. Розрахунок і проектування систем водопостачання: навч. посіб. – Київ: КНУБА, 2001. – 254 с.
17. Водоснабжение и водоотведение. Наружные сети и сооружения. Справочник под ред. Б. Н. Репина. – Москва: Высш. шк., 1995. – 431 с.
18. Абрамов Н. Н. Водоснабжение. – Москва: Стройиздат, 1982. – 440 с.
19. Храменков С. В., Примин О. Г., Орлов В. А. Бестраншейные методы восстановления трубопроводов: учеб. пособ. для вузов. – Москва: Прима – Пресс, 2002. – 284 с.

Навчальне видання

АЙРАПЕТЯН Тамара Степанівна

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

з дисципліни

«МІСЬКІ ІНЖЕНЕРНІ МЕРЕЖІ»

(для студентів 1–3 курсів денної та заочної форм навчання спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія)

Відповідальний за випуск *С. С. Душкін*

Редактор *О. А. Норик*

Комп'ютерне верстання *К. А. Алексанян*

План 2015, поз. 42Л

Підп. до друку 05.08.2015
Друк на різнографі
Зам. №

Формат 60x84/16
Ум. друк. арк. 5,5
Тираж 50 пр.

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002
Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 5328 від 11.04.2017 р.