

Міністерство освіти і науки України  
Відокремлений структурний підрозділ  
«Любешівський технічний фаховий коледж  
Луцького національного технічного університету»



## **Інженерні мережі**

### *Конспект лекцій*

для здобувачів освітньо-професійного ступеня фаховий молодший бакалавр  
освітньо-професійна програма Опорядження будівель і споруд та будівельний дизайн  
галузь знань 19 Архітектура і будівництво  
спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія  
денної форми навчання

УДК 624(042.3)  
Ш 71

До друку

Голова методичної ради ВСП «Любешівський ТФК Луцького НТУ»

\_\_\_\_\_ Герасимик-Чернова Т.П.

Електронна копія друкованого видання передана для внесення в репозитарій коледжу

Бібліотекар \_\_\_\_\_ М.М. Демих

Затверджено методичною радою ВСП «Любешівський ТФК Луцького НТУ»

протокол № \_\_\_\_\_ від « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 р.

Рекомендовано до видання на засіданні циклової методичної комісії викладачів будівельних дисциплін

протокол № \_\_\_\_\_ від « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 р.

Голова циклової методичної комісії \_\_\_\_\_ Данилік С.М.

Укладач: \_\_\_\_\_ О.Ф. Шмаль, викладач

Рецензент: \_\_\_\_\_

Відповідальний за випуск: \_\_\_\_\_ Кузьмич Т.П., методист коледжу

Інженерні мережі [Текст]: Конспект лекцій для здобувачів освітньо-кваліфікаційного ступеня фаховий молодший бакалавр галузь знань 19 Архітектура і будівництво спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія спеціалізація Опорядження будівель і споруд та будівельний дизайн денної форми навчання / уклад. О.Ф. Шмаль. – Любешів : ВСП «Любешівського технічного фахового коледжу Луцького НТУ», 2022. – 54 с.

Методичне видання складене відповідно до діючої програми курсу «Інженерні мережі » з метою вивчення та засвоєння основних розділів дисципліни, містить розгорнуті питання до тем та перелік рекомендованої літератури.

©Шмаль О.Ф., 2022

## ВСТУП

Інженерні мережі є основним елементом інженерного благоустрою міських територій.

У дисципліні «Інженерні мережі» вивчають широке коло питань з спорудження підземних комунікацій - раціонального улаштування підземних мереж різного призначення, монтажу на них арматури, пристроїв, що забезпечують їх надійну експлуатацію тощо. Це наука про раціональне влаштування та прокладання підземних мереж, які служать для забезпечення населених місць і промислових підприємств водою, різними видами енергії (теплом, газом, електрикою), а також для відведення стічних вод побутової й промислової каналізації.

Спорудження мереж водопостачання та водовідведення займають одне із провідних місць у комплексі містобудівних і санітарно-епідеміологічних завдань.

Метою вивчення дисципліни є підготовка фахівця, який буде володіти знаннями, пов'язаними з вирішенням питань прокладання і взаємного впливу мереж різного призначення між собою. У процесі вивчення даної дисципліни студенти здобувають досвід проектування зовнішніх водопровідних, каналізаційних, теплових, газових і електричних мереж, знайомляться з прийомами вибору оптимального варіанта прокладання інженерних комунікацій населеного району.

## 1. МІСЬКІ ІНЖЕНЕРНІ МЕРЕЖІ І ЇХ РОЛЬ У СТРУКТУРІ МІСТА

### 1.1. Призначення підземних мереж

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

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

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

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

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

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

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

## 1.2. Коротка історія розвитку підземних мереж

Перші відомості про штучні споруди для добування води відносять до третього тисячоріччя до н.е., коли у Древньому Єгипті використовували механізми для підйому води з колодязів. У Вавилоні володіли засобом підйому води на досить значну висоту за допомогою різних пристосувань. У Єгипті і Вавилоні воду з резервуарів розподіляли за допомогою гончарних, дерев'яних, а також металевих (свинцевих і мідних) труб. У період розквіту Древньої Греції й Рима вже існували більш централізовані системи водопостачання. Рим імператорської епохи мав кілька водопроводів. Вода подавалася до міста самопливом по каналах. При перетинанні долин або ярів канали прокладалися по спеціальних мостах - акведуках. Акведуки, що збереглися частково до наших днів являють собою найцікавіші зразки древнього інженерного мистецтва.

Ще до нашої ери древні народи Єгипту і Індії будували досить удосконалені системи для видалення нечистот за межі населених місць. Каналізаційні споруди в Середні століття склалися з каналів, прокладених по вулицях або з тильної сторони домоволодінь, по яких видалялися нечистоти. Змив цих нечистот здійснювався в період дощів і сніготанення. Тому що в суху пору року в цих каналах відбувалося нагромадження нечистот, то з метою зменшення смороду їх перекривали і вони перетворювалися в деяку подобу колекторів.

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

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

Гамбург був першим містом Німеччини, в якому побудували каналізацію (1843 р.), потім каналізація з'явилася в інших містах (Берліні – у 1873 р.). В США – до 1902 р. були каналізовані майже 1000 міст. Істотним недоліком водовідвідних систем Англії, Франції й Німеччині було те, що стічні води по

колекторах надходили безпосередньо в ріки у межах міста і забруднювали їх. Це приводило до епідемій кишкових захворювань.

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

Перші централізовані системи водопостачання в Росії з'явилися в XI в. До їхнього числа ставиться, наприклад, самопливний дерев'яний водопровід, побудований у Новгороді. До 1917 р. в Росії водопровід був побудований в 215 містах, а каналізація в - в 18.

Під час громадянської війни багато водопроводів було знищено, але в 30-40-х роках їх було відбудовано. І тільки в роки Радянської влади бурхливими темпами починає розвиватися міський підземний простір. Почалося будівництво централізованих систем водопостачання і каналізації в усіх значних містах. Поступово число міст і селищ, обладнаних водопроводом і центральною каналізацією збільшувалося й відповідно в десятки разів зростала довжина водопровідних і каналізаційних мереж.

Першим містом, де був побудований повний комплекс споруд каналізації, була Одеса. Введення загальносплавної системи каналізації в експлуатацію відбулося у 1875 році. Загальна довжина вуличних мереж у місті складала 100 км, очисні споруди були представлені полями зрошення загальною площею 1150 га, що дозволяло очищати близько 50 000 м<sup>3</sup> стічних вод за добу. Потім почали працювати загальносплавні системи в Тбілісі (1885 р.), у Ялті (1887 р.). Перші роздільні системи каналізації були побудовані в 1893 р. у Києві й Ростові-на-Дону. Потім була побудована перша черга Московської каналізації, що охоплювала тільки центр міста (1898г). В 1910 р. почали функціонувати системи каналізації у Саратові й Севастополі, в 1914 . у Харкові, в 1916 р. у Нижньому Новгороді, Волгограді, Дніпропетровську й інших містах. Таким чином, до революції тільки сім міст України мали повноцінні системи каналізації - це Одеса, Львів, Харків, Ялта, Севастополь і Дніпропетровськ.

Розвитку водопровідно-каналізаційного господарства міст сприяла плідна діяльність ряду науково-дослідних, навчальних і виробничих організацій, а також окремих фахівців (Н.К. Чижова, М.Г. Мельникова, Н.Н. Абрамова й ін.).

Розвиток техніки енергопостачання (теплопостачання, електропостачання й газопостачання) відноситься до порівняно недавнього часу. Для одержання тепла люди довгий час користувалися примітивними вогнищами й печами, у яких спалювалося тверде паливо. Лише на початку XIX із розвитком котлабудування з'явилися централізовані системи теплопостачання з теплоносієм у вигляді пари або гарячою водою, що транспортується по мережах. У Росії системи районного централізованого теплопостачання з'явилися на початку XX в. Так, у Петербурзі в 1903 р. була споруджена перша

велика система теплопостачання від теплоелектростанції. Розвиток централізованого теплопостачання тісно пов'язано з електрифікацією країни.

У другій половині ХІХ в. з'являються два нових види централізованого енергопостачання - газопостачання й електропостачання.

У роки Радянської влади в країні було створено сім науково-дослідних інститутів, які активно розвивають енергетичне господарство міст і промислових підприємств. Великий внесок у розвиток енергопостачання міст внесли В.М. Чаплін, Л.Л. Гінтер, В.В. Дмитрієв, С.Ф. Коп'єв і ін.

У теперішній час усі великі міста мають системи централізованого водопостачання і каналізації, будують водопроводи і в селах.

### 1.3. Комплексний благоустрій міських територій

У даний час у всіх великих містах є централізоване водопостачання та каналізація, в багатьох містах - теплопостачання та газопостачання. Звичайно, у всіх містах зараз є електропостачання для освітлення, побутових і комунально-виробничих потреб.

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

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

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

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

Інженерні мережі є основним елементом інженерного благоустрою міських територій. Озеленення вулиць і мікрорайонів повинне виконуватися в повному узгодженні з розташуванням інженерних мереж у підземному просторі. Проїзні частини вулиць і проїзди в мікрорайонах, як правило, повинні бути вільними від роздільної прокладки трубопроводів і кабелів.

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

На підставі дослідницьких робіт розробляється проект планування міста. У цьому проекті вирішується весь комплекс питань, пов'язаних з його будівництвом - розселення жителів, розміщення ПП і житлових районів, організація транспортного обслуговування, пристрій водопровідно-каналізаційних споруд, енергопостачання, озеленення й інші питання загального благоустрою.

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

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

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

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

У проектно-конструкторській документації прийняті позначення інженерних мереж відповідно до ЕСКД:

В - водопровідні мережі;

КО - каналізаційні мережі;

ГО - газові мережі;

ТО - теплові мережі;

ВО - силові електричні мережі;

VO - слабкострумові електричні мережі.

Одним з основних вимог пропонованих до сучасного містобудування, є глибоке проникнення в екологічні процеси і створення відповідно до цього гармонічної взаємодії міста і його оточення. Інженерний благоустрій міської території нерозривно пов'язаний із зовнішнім природним середовищем. Захист природи та раціональне використання її ресурсів є основним завданням сучасного містобудування. Наприклад, не допускається будівництво

інженерних мереж і споруд на територіях заповідників, національних природних парків, ботанічних садів, водоохоронних смуг, у перших поясах зон санітарної охорони джерел водопостачання тощо.

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

#### 1.4. Класифікація міських інженерних мереж

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

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

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

1. Трубопроводи;
2. Кабелі;
3. Канали (загальні колектори).

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

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

До третьої групи відносяться тунелі (колектори) для розміщення кабелів та загальні колектори, призначені для спільного розміщення мереж різного призначення (теплові мережі, водопровідні, електричні).

*За технологічними особливостями підземні мережі бувають:*

- теплопроводи систем централізованого тепlopостачання з максимальною температурою води від джерела тепла 150°C;
- газопроводи високого, середнього й низького тиску;
- водопроводи господарсько-питного водопостачання;
- каналізаційні мережі систем міської каналізації, включаючи водостік для відведення атмосферних вод;

- електричні мережі систем електропостачання (кабелі напругою до 1кВ і високої напруги 6-10 кВ) ;
- телефонна мережа.

*За матеріалом:*

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

Канали бувають непрохідні, напівпрохідні та прохідні (колектори). Улаштовують їх із залізобетонних елементів з високим ступенем заводської готовності.

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

*За терміном служби* інженерні мережі можна розділити на такі групи:

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

*За призначенням* всі інженерні мережі, крім каналізаційних підрозділяють на:

- магістральні - живильні (П), їх розташовують, як правило, у польових умовах від джерела постачання до мережі міста. Трасуються ці мережі паралельно залізничним та автомобільним дорогам;
- Розподільні ( $P_c$ ) – розміщаються на вулицях у розділових смугах і під тротуарами;
- Розводящі ( $P_z$ ) – прокладаються в мікрорайонах від інженерних споруд до будинків, вони обслуговують квартали та групи будинків. Вони є необхідними підземними спорудами кожної вулиці й проїзду міста.

*Каналізаційні мережі за призначенням* підрозділяються на:

- мережі, що приймають ( $П_p$ ) – вони служать для прийому стічних вод від систем внутрішньої каналізації, розташовуються в мікрорайонах від будинків або приймальних зливових колодязів до мереж, що збирають;
- мережі, що збирають (З) - прокладають у розділових смугах вулиць або на території мікрорайону.
- мережі, що відводять ( $O_m$ ) – розміщають їх, як правило, від мережі до очисних споруд.

*За методом прокладання* – застосовують наступні методи прокладання мереж:

- роздільний метод прокладання трубопроводів і кабелів (підземний, надземний на низьких опорах і надземний на високих опорах). Застосовується при влаштуванні живильних мереж та інженерних мереж, що відводять за межі міста. У межах міста цей метод використовують при

- прокладанні каналізаційних мереж, що збирають і приймають, влаштуванні поливального водопроводу й зовнішнього освітлення.
- сумісний метод прокладання трубопроводів і кабелів в одній траншеї, який дозволяє розмістити в одній траншеї мережі ВО, ТО, ВО, ВО;
  - сумісний метод прокладання в прохідному каналі (колекторі) – цей метод варто застосовувати у тому випадку, коли передбачається влаштування централізованого теплопостачання. У колекторі дозволяється розміщати ТО, ВО, ВО, ВО та напірну каналізацію;
  - сумісний метод прокладання в напівпрохідних каналах висотою 1,4 м - може бути рекомендований для прокладання розводящих інженерних мереж ВО, ВО, ВО при відсутності в будинках централізованого теплопостачання;
  - сумісний метод прокладання транзитних розводящих мереж у технічних підполах будинків, «зчіпках» між ними (ТО, ВО, ВО, ВО).

Контрольні запитання:

1. Роль інженерних мереж у структурі міста.
2. Комплексний благоустрій міських територій.
3. Класифікація інженерних мереж за призначенням.

## 2. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ

### 2.1. Системи водопостачання

*Система водопостачання* являє собою комплекс інженерних споруд, призначених для забезпечення потреб у воді різних об'єктів - міських, селищних, промислових, сільськогосподарських та інших.

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

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

- водозабірні споруди, які здійснюють забір води з обраного для заданого об'єкта джерела. Джерела водопостачання бувають підземні й поверхневі.
- споруди для підйому й перекачування води - насосні станції, які створюють у водопровідних трубах тиск, необхідний для подачі заданої кількості води на необхідну висоту;
- споруди для очистки води;
- резервуари чистої води;
- споруди для транспортування води до місць її розподілу – водоводи;
- споруди для розподілу води по території об'єкта й роздачі її споживачам - водопровідна мережа;
- споруди для зберігання с акумулювання води (водонапірна башта).

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

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

#### *Основні споживачі води*

Різновиди споживання води можуть бути зведені до наступних основних категорій:

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

## **2.2. Водопровідна мережа як елемент системи водопостачання**

Одним з основних елементів системи водопостачання є водопровідна мережа, робота якої нерозривно пов'язана із водоводами, насосними станціями й регулюючими ємкостями. На відміну від водоводів водопровідна мережа призначена не тільки для транспортування, але й для розподілу води споживачам. Вона повинна забезпечувати подачу заданих кількостей води необхідної якості до місць її споживання під необхідним напором, надійну роботу системи водопостачання при найменших витратах на будівництво й експлуатацію як самої мережі, так і насосних станцій, і напірно-регулюючих ємкостей. Дотримання зазначених вимог досягається правильним вибором конфігурації мережі й матеріалу труб, визначенням діаметрів труб з урахуванням техніко-економічних міркувань.

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

Контрольні запитання:

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

### 3. ВОДОПРОВІДНІ МЕРЕЖІ

#### 3.1. Основні принципи трасування та проектування водопровідних мереж

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

Проектування і гідравлічний розрахунок водопровідної мережі ведуть в такій послідовності:

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

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

Розміщення ліній водоводів та мереж залежить від наступних умов:

- місця розташування джерел водопостачання, характеру планування населеного пункту або промислового підприємства, розміщення великих споживачів води, форми і розмірів житлових кварталів, цехів, зелених насаджень, розташування проїздів і т.п.;
- наявності природних або штучних перешкод для прокладки труб (річки, яри, канали, залізниці і шосейні дороги та ін.);
- рельєфу місцевості;
- наявності інших комунікацій (газопроводи, каналізаційні колектори і т.п.).

При трасуванні потрібно враховувати наступне:

- магістралі повинні розташовуватися уздовж основного напрямку руху води в місті;
- до кожного споживача вода повинна йти найкоротшим шляхом;
- мережа повинна як можна повніше охоплювати селитебну зону;
- необхідно враховувати перспективу розвитку населеного пункту;
- варто перетинати мінімальне число природних перешкод;
- траси водопроводів бажано прокладати поблизу автодоріг і проїздів паралельно лініям забудови, поза асфальтовими й бетонними покриттями;
- перетинання проїздів і інших комунікацій необхідно виконувати під прямим кутом;
- траси трубопроводів повинні мати мінімальне число штучних споруд і бути легко доступними для експлуатації й виробництва ремонтних робіт.

Бажано, щоб трубопроводи більших діаметрів були прокладені на височині.

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

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

### Типи водопровідних мереж

При виборі конфігурації мережі необхідно враховувати наступне:

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

По накресленню в плані водопровідні мережі бувають:

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

Тупикові мережі дешевше, ніж кільцеві, але вони менш надійні відносно постачання водою споживачів, оскільки не забезпечують безперебійності водопостачання. Вони можуть бути застосовані в тих випадках, коли за умовами споживання води можливі перерви в її подачі на час, необхідний для ліквідації аварії, або коли існують запаси води для постачання об'єкта на час відновлення трубопроводу. При кільцевих мережах завдяки наявності

паралельно працюючих ліній аварія на будь-якій ділянці не приводить до припинення подачі води споживачам, окрім тих, що живляться безпосередньо від ушкодженої ділянки.

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

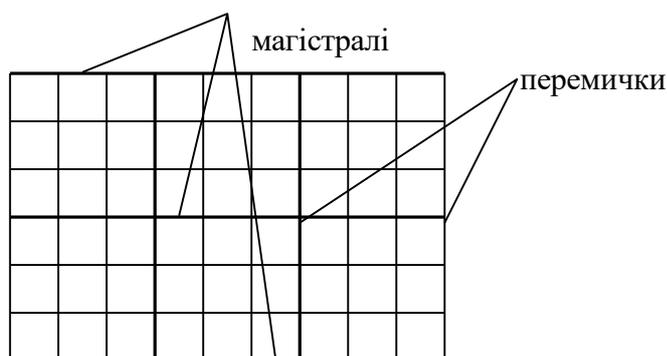


Рис. 3.1 - Схема конфігурації кільцевої мережі

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

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

Залежно від характеру роботи лінії водопровідної мережі розділяються на *магістральні й розподільні*. Основне завдання магістральних ліній - транспортування води транзитом у більш вилучені райони території, що постачається водою. Від магістральних ліній йде розводяща мережа. Розподіл і віддачу води споживачам через будинкові введення й пожежні гідранти (при пожежі) покладають на розподільні лінії. Діаметри розподільних ліній, на відміну від магістральних, не розраховують, а приймають відповідно до пожежної витрати, що пропускається.

Діаметри труб зовнішньої водопровідної мережі визначають розрахунком, але повинні бути не менш 100 мм.

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

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

При великій різниці відміток поверхні землі улаштовують зонні системи водопостачання.

Умовно схеми водопровідних мереж поділяють на три види: з баштою на початку мережі, з баштою наприкінці мережі та система без башти.

Контрольні запитання:

1. Наведіть схеми розгалуженої та кільцевої мережі, їх переваги й недоліки.
2. У чому полягає принципова різниця між магістральною та розподільчою мережею?
3. Від чого залежить розміщення ліній водоводів та водопровідних мереж?
4. Основні принципи трасування водопровідних мереж.

## 4. УСТРІЙ ВОДОПРОВІДНОЇ МЕРЕЖІ

### 4.1. Матеріали труб водопровідних мереж та способи їх з'єднання

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

1. Міцність, тобто високий опір всім можливим внутрішнім і зовнішнім навантаженням;
2. Герметичність (водонепроникність);
3. Гладкість внутрішньої поверхні стінок, що забезпечує найменші втрати напору при русі води у трубах;
4. Довговічність;
5. Мінімальна вартість.

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

Сталеві труби застосовуються:

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

*Сталеві труби* мають високу міцність, порівняно невеликою масою, здатністю чинити опір зовнішнім динамічним навантаженням і вібраціям. До

основного недоліку сталевих труб відносять їх сильну корозію і у порівнянні з іншими трубами вони мають менший термін служби.

Сталеві труби випускають електрозварними холоднокатаними на тиск до 2,5 МПа, діаметром 100-1400мм і з'єднують зварюванням.

*Чавунні розтрубні труби* ( $d= 65-1200\text{мм}$ ;  $l= 2-7\text{м}$ ), відрізняються високою міцністю, значною протикорозійною опірністю, простотою з'єднань і довговічністю. Стикі розтрубних з'єднань зашпаровують гумовими ущільненнями або смоленим, бітумним пасмом і чеканять азбестоцементною сумішшю.

*Азбестоцементні труби* - випускають діаметром 100-500 мм і довжиною 3-4 м. З'єднуються за допомогою муфт. Мають ряд переваг у порівнянні із трубами сталевими і чавунними – це невелика вага, гладка внутрішня поверхня, краща стійкість проти корозії, діелектричність. Однак їм властиві і недоліки - мала опірність ударам і крихкість.

*Залізобетонні труби* напірні ( $d= 500-1600$  мм, довжина 5м) мають високу стійкість до корозії, діелектричні, довговічні, здатні в умовах експлуатації зберігати гладку поверхню. З'єднання розтрубне з ущільненням гумовими кільцями і цементним розчином.

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

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

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

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

#### **4.2. Глибина закладання водопровідної мережі й особливості прокладання**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

#### 4.3. Вимоги до розташування мережі

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

Відстані від трубопроводу приймаються наступні (не менше):

- до осі залізничної колії - 4м (але не менше глибини траншеї);
- до осі трамвайних шляхів - 2,75 м;
- до бордюрного каменю автодороги - 2м;
- до кабелів зв'язку - 1,5 м;
- до газопроводу - 1-2м;
- до електрокабеля напругою до 35 В – 1 м;
- до опор зовнішнього освітлення, зв'язку - 1,5 м
- до огорожень території - 1,5 м
- до фундаментів будинків та споруджень > 5 м (при відповідному обґрунтуванні допускається 3м, але з обов'язковим укладанням у футлярах);
- до стовбурів дерев- 2 м.

*Відстані між мережами по горизонталі у світлі:*

- до дренажних ліній і водостоків - 1,5 м;
- до газопроводів:  $P < 0,3$  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 при діаметрі водопровідних труб, мм:
  - до 200 - 1,5 м;
  - понад 200 – 3 м .

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

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

Контрольні запитання:

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

## 5. АРМАТУРА ТА СПОРУДИ НА ВОДОПРОВІДНІЙ МЕРЕЖІ

### 5.1. Типи водопровідної арматури

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

*Запірно-регулююча арматура* необхідна для часткового або повного перекриття окремих ділянок трубопроводів. До неї ставляться засувки, вентилі, поворотні затвори. За допомогою засувок можна змінювати ступінь їхнього відкриття змінювати витрату води в лініях та відключати 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 здійснюється водопостачання селищ і будинків, які не обладнані внутрішнім водопроводом. Для забору води з мережі з метою пожежогасіння застосовують гідранти.

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

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

### 5.2. Споруди на водопровідних мережах

#### 5.2.1. Водопровідні колодязі

При підземному прокладанні трубопроводів арматура на них (засувки, пожежні гідранти, вантузи, регулятори тиску і витрати води) повинна

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

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

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

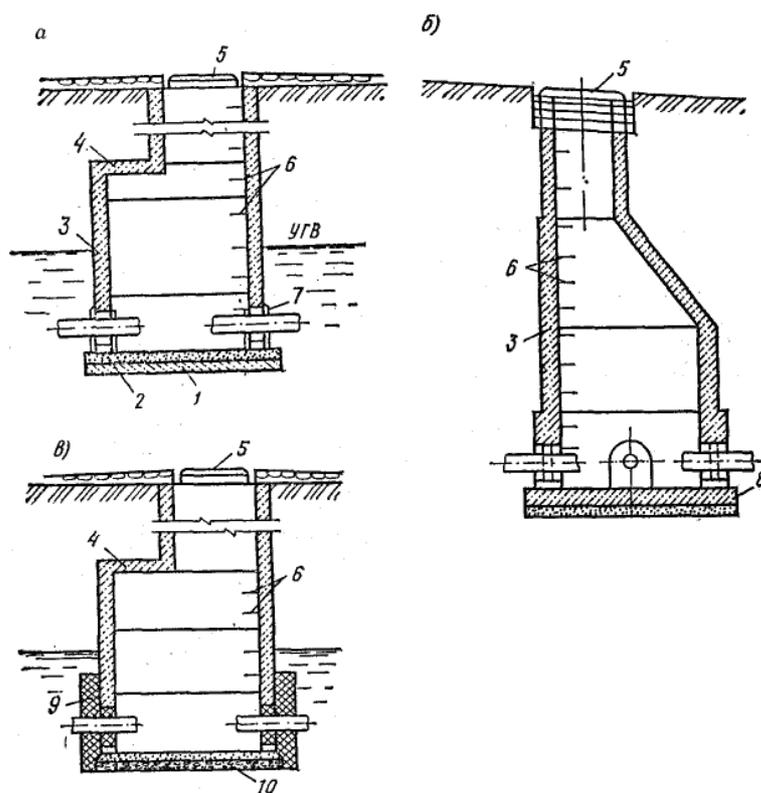


Рис. 5.1 - Збірний круглий (а, б) та прямокутний (в) залізобетонні колодязі, що влаштовуються у ґрунтах:

- а* — водонасичених; *б* — сухих; *в* — просідаючих; 1 — бетонна підготовка;
- 2 — плита днища з асфальтовим покриттям; 3 — залізобетонні кільця;
- 4 — плита перекриття; 5 — чавунний люк з кришкою; 6 — скоби;
- 7 — гідроізоляційне покриття; 8 — плита днища на утрамбованому ґрунті;
- 9 — водопорний замок; 10 — шар щебеню

### 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 викликати порушення розтрубних з'єднань (вихід гладких кінців труб з розтрубів). Для виключення зміщення і ушкодження трубопроводів в оглядових колодязях або у ґрунті встановлюють *упори* в напрямку дії розтяжних зусиль.

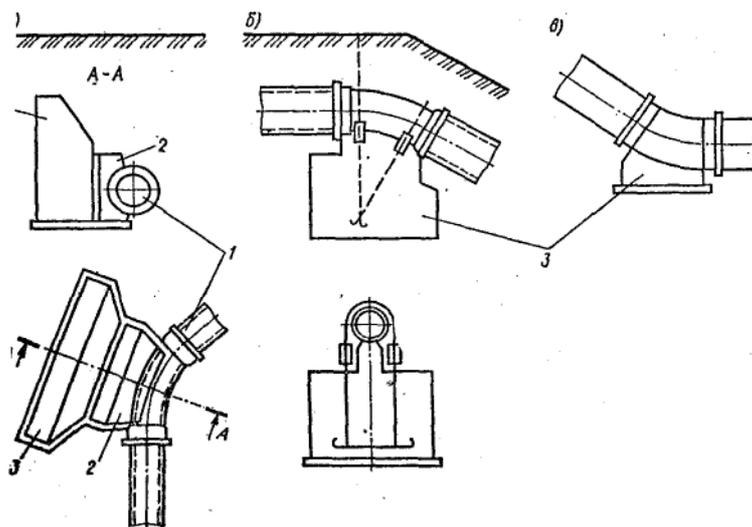


Рис. 5.2 - Бетонні упори:  
1 — відвод; 2 — упор; 3 -подушка

### 5.2.3. Переходи водопровідних ліній через річки, дороги і яри

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

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

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

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

трубопровід утеплюють теплоізолюючими матеріалами і покривають зверху толем або кровельним оцинкованим залізом.

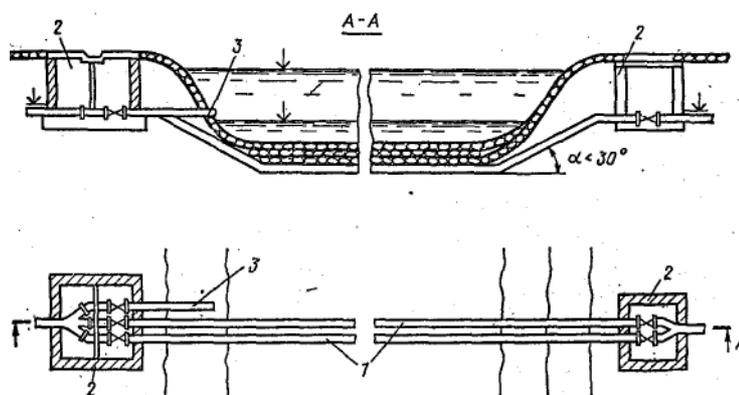


Рис. 5.3 - Схема устрою дюкера:  
1 — дюкер; 2 — камера перемкнення; 3 - випуск

Контрольні запитання:

1. Якою арматурою обладнують водопровідні мережі?
2. З яких основних елементів складається водопровідний колодязь?
3. Призначення упорів на водопровідних мережах, в яких місцях їх споруджують?
4. Як прокладають водопровідні лінії при перетинанні з залізницями й автомобільними дорогами?
5. У яких випадках споруджують дюкери? Їх устрій.

## 6. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО КАНАЛІЗАЦІЮ

### 6.1. Системи водовідведення. Види стічних вод

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

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

- побутові, які утворюються в житлових, адміністративних, комунальних будинках, а також у побутових приміщеннях промислових підприємств;
- виробничі, які утворюються при використанні води в різних технологічних процесах виробництва;
- дощові, які утворюються в результаті випадання осадів, танення снігу.

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

Каналізаційна мережа складається з наступних основних елементів:

1. Внутрішні домові устрої;
2. Зовнішня внутрішньоквартальна мережа;
3. Зовнішня вулична водовідвідна мережа;
4. Насосні станції, напірні водоводи;
5. Очисні споруди;
6. Випуски очищених стічних вод.

Для прийому та відведення дощових вод улаштовують систему внутрішніх водостоків.

## 6.2. Системи водовідведення міст

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

- *Загальносплавна* – це система, при якій всі категорії стічних вод надходять на очисні споруди по одній підземній мережі трубопроводів. Переваги цієї системи - повне знешкодження стічних вод, при цьому якість очищеної суміші стічних вод відповідає необхідним для водойми показникам. Специфічною особливістю загальносплавної каналізації є наявність ливнеспусків, призначених для розвантаження мережі від великих витрат, що виникають при сильних дощах, безпосередньо у водойму (без очищення), що в санітарному відношенні є одним з недоліків такої системи..
- *Повна роздільна*, при якій прокладають дві самостійні підземні мережі трубопроводів: одна - для відведення побутових та виробничо-побутових стічних вод, а друга – для відведення дощових вод. Перевагами такої системи є рівномірна робота головних колекторів насосних станцій і очисних споруд, які розраховані тільки на витрати побутових і виробничо-побутових стічних вод. Недоліки - необхідність будівництва двох роздільних мереж, скидання дощових вод без очищення у водойми.
- *Напівроздільна*, при якій також, як і при повній роздільній, улаштовуються дві самостійні мережі: одна для побутових і виробничих стоків, інша – для дощових і талих вод. Головні колектори, що відводять стоки на очисні споруди, улаштовуються загальносплавними. Стоки дощової каналізації надходять у них через розподільні камери, які пропускають лише обмежену витрату дощових вод. При його перевищенні відбувається скидання дощових вод у водойму (тільки дощових). Таким чином при такій системі під час дощу у водойму надходить найменша кількість забруднень. У цьому велика перевага напівроздільної системи каналізації.
- *Неповна роздільна* система – має одну водовідвідну мережу для відводу побутових й виробничо-побутових стічних вод. Відвід дощових вод у водойми передбачається по відкритих лотках, кюветах, каналах.

- *Комбінована* система каналізації, яка допускає будівництва в окремих районах міста різних систем каналізації.

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

### 6.3. Схеми каналізаційних мереж

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

Схеми водовідвідних мереж бувають наступні:

1. *Перпендикулярна* – колектори басейнів каналізування трасують перпендикулярно напрямку руху води у водоймі. Таку схему застосовують при ухилі поверхні землі до водойми й при відводі стічних вод, які не вимагають очищення (дощові, умовно чисті).
2. *Пересічена* – колектори басейнів каналізування трасують перпендикулярно напрямку руху води у водоймі й перехоплюються головним колектором, трасування якого здійснюється паралельно річці. Таку схему застосовують при плавному падінні рельєфу місцевості й необхідності очищення стічних вод.
3. *Паралельна* – колектори басейнів каналізування трасують паралельно або під невеликим ухилом до напрямку руху води у водоймі й перехоплюються головним колектором, що транспортує стічні води до очисних споруд перпендикулярно до напрямку руху води у водоймі. Цю схему застосовують при різкому падінні рельєфу місцевості до водойми. Вона дозволяє уникнути в колекторах підвищення швидкостей руху води, яке сприяє руйнуванню трубопроводів.
4. *Зонна схема* – територія, що каналізується, розбивається на дві зони: з верхньої стічні води надходять до очисних споруд самопливом, а з нижньої вони перекачуються насосною станцією. Кожна зона має схему, аналогічну однієї з наведених вище.
5. *Радіальна* – очищення стічних вод здійснюється на двох або більше очисних станціях. Дану схему застосовують при складному рельєфі місцевості й каналізуванні великих міст.

Трасування вуличних каналізаційних мереж може бути здійснене за трьома основними схемами (рис.6.1):

- *Охоплююча схема трасування* - вуличні мережі прокладають по проїзній, частині, що охоплює кожний квартал з всіх чотирьох сторін (рис.6.1, а). Цю схему застосовують при плоскому рельєфі місцевості (ухил до 0.005... 0.007) та великих розмірах кварталів.
- *Трасування по зниженій стороні кварталу* - вуличні мережі прокладають лише зі знижених сторін кварталів, що обслуговуються. Цю схему використовують при значному падінні місцевості з падінням поверхні рівня землі до однієї або двох границь кварталу (ухил поверхні землі більше 0.008 - 0.01), (рис.6.1, б).

- *чрезквартирна схема трасування* - вуличні мережі прокладають усередині кварталів - від вищерозташованих до нижчерозташованих. Дана схема дозволяє значно скоротити довжину мереж і вартість їх будівництва, але створює труднощі в експлуатації (рис. 6.1, в).

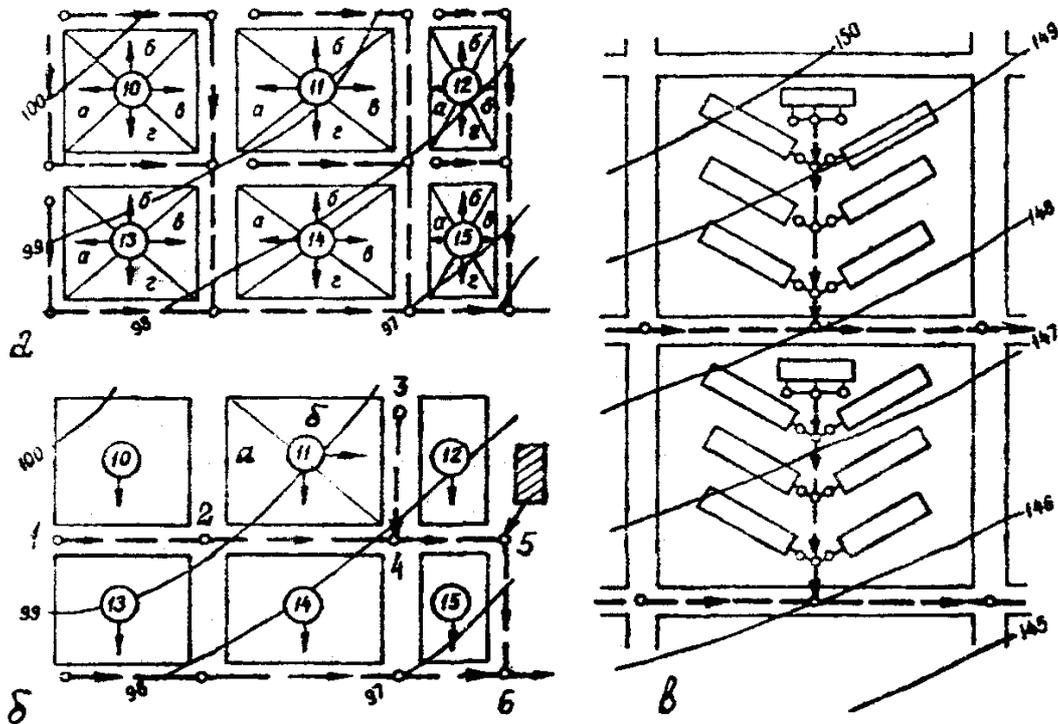


Рис. 6.1 - Схеми трасування каналізаційних мереж:  
 а) за охоплюючою схемою; б) трасування по зниженій стороні кварталу;  
 в) чрезквартирна; а, б, в, г - сектори кварталів; 10-15 - номери кварталів; 1-6 - вузлові колодязі.

#### 6.4. Норми водовідведення. Визначення розрахункових витрат стічних вод

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

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

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

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

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

де  $n$  - питоме середньодобове (за рік) водовідведення на одного жителя, л/доб.

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

Максимальна годинна витрата

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

Максимальна секундна витрата

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

### 6.5. Трасування та основи проектування каналізаційних мереж

Трасування каналізаційних мереж залежить в основному від рельєфу місцевості, ґрунтових умов і розташування водоймищ. Проектування мереж здійснюється у такій послідовності:

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

Основні правила проектування каналізаційних мереж:

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

Відступ від правил 3 і 4 приводить до замулювання трубопроводу.

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

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

Самопливний режим течії з частковим наповненням перерізу трубопроводів дозволяє:

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

Для запобігання замулювання колекторів приймають мінімальні самоочищаючі швидкості руху стічних вод залежно від їх діаметра за табл.6.1. Максимально припустиме значення  $h/d$  для труб виробничо-побутової мережі різного діаметра також обмежено значеннями, які надані в табл. 6.1.

Таблиця 6.1

Діаметр, мм	Мінімальна самоочищаюча швидкість, м/с	Максимально припустиме наповнення $h/d$
150-250	0,7	0,6
300-400	0,8	0,7
450-500	0,9	0,75
600-800	1,0	0,75
>900	1,15	0,8

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 запитання:

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

## 7. УСТРІЙ МЕРЕЖ ВОДОВІДВЕДЕННЯ

### 7.1. Вибір матеріалу труб і спосіб їх з'єднання

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

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

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

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

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

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

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

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

*Труби керамічні каналізаційні* для влаштування безнапірних мереж випускають діаметром 150-300 мм, L= 900-1500мм, з'єднання розтрубне.

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

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

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

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

Недолік - крихкість, що перешкоджає їхньому транспортуванню.

*Труби залізобетонні безнапірні* виготовляють діаметром 400-2400 мм, За способом з'єднання підрозділяють на розтрубні й фальцеві. Розтрубні ущільнюють герметиками або гумовими кільцями, фальцеві ущільнюють герметиками. Бувають нормальної й підвищеної міцності.

*Труби залізобетонні напірні* - виготовляються діаметром 300-2400 мм. З'єднуються між собою за допомогою розтрубів з ущільненням з гумових кілець.

*Пластмасові труби.* Для виробництва пластмасових труб найбільше використовують полівінілхлорид, поліетилен й інші термопластики.

Переваги: стійкість до агресивного середовища, до високих температур (до 45°C), стійкість до механічних ударів і довговічність – до 50 років. Діаметри труб до 2400мм, довжина до 12,5 м. Але вартість дуже велика.

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

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

*Сталеві напірні трубопроводи* діаметром 100-600 мм. З'єднання здійснюється зварюванням, довжина до 24м. Використовують при значному

внутрішньому тиску, укладанні труб у сейсмічних районах по мостах, естакадах, для прокладки дюкерів, переходів під залізницями і автодорогами, тобто там, де потрібний великий опір динамічним навантаженням і стискальним зусиллям.

Недоліки - піддаються корозії, що зменшує термін служби трубопроводів.

## **7.2. Влаштування основ під трубами.**

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

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

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

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

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

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

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

## **7.3. Ізоляція труб**

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

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

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

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

## **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 внутрішньоквартальних мереж і бічних гілок;
- перетинання з водопроводом.

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

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

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

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

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

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

Для внутрішньоквартальної 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.

Проектування висотної схеми мереж водовідведення являє собою складання поздовжнього профілю мережі.

Контрольні запитання:

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

## 8. СПОРУДИ НА МЕРЕЖАХ ВОДОВІДВЕДЕННЯ

### 8.1. Колодязі і камери

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

Оглядові колодязі на каналізаційних мережах передбачають у таких місцях:

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

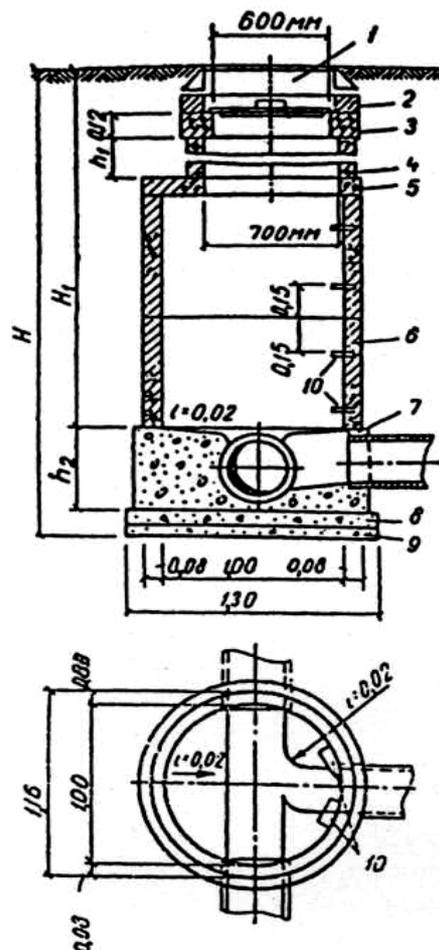


Рис. 8.1 - Оглядовий колодязь для вуличної мережі діаметром 600мм:  
1-чавунний люк із кришкою; 2,3 - кільця відповідно - регульовальне й опорне; 4,6 - залізобетонні кільця відповідно діаметром 700 і 1000 мм; 5-плита;  
7-регульовальні блоки або цегельні камені; 8- основа; 9-підготовка; 10-скоби

На прямих ділянках залежно від діаметра труб колодязі влаштовують у такий спосіб:

Діаметр труби, мм,	Інтервал, м,
150	35
200-450	50
500-600	75
700-900	100
1000-1400	150
1500-2000	200
понад 2000	250-300.

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

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

Розміри колодязів у плані залежать від максимального розміру труб, що проходять через колодязь. Діаметр робочої частини круглих у плані колодязів може бути для труб діаметром до 600 мм – 1000 мм; для труб діаметром 700 мм – 1250 мм; для діаметра від 800 до 1000 – 1500 мм, для труб діаметром 1200 мм і більше – 2500 мм.

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

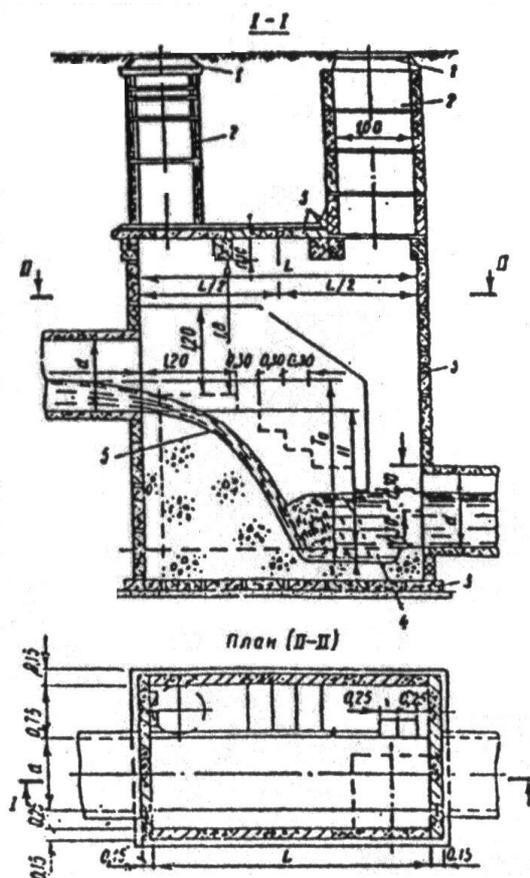


Рис.8.1 – Перепадний колодязь з водозливом практичного профілю:  
 1 – люк; 2 – горловина; 3 – стіни із збірних залізобетонних блоків; 4 – водобійний  
 приямок; 5 – водозлив.

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

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

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

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

## 8.2. Дощоприймачі

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

Відстані між дощоприймачами слід приймати за табл. 8.1, що складена на підставі досвіду експлуатації.

Таблиця 8.1

Ухили вулиці	Відстані між дощоприймачами, м
0,004	50
0, 004-0,006	60
0, 006-0,01	70
0, 01-0,03	80

## 8.3. Перетинання трубопроводів із перешкодами

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

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

Конструкція перетинання залежить від взаємного розташування (різниці відміток) трубопроводу і перешкоди. У місцях перетинання каналізаційних мереж із природними або штучними перешкодами влаштовують дюкери, естакади, переходи.

### 8.3.1. Дюкери

При незначній різниці відміток землі найчастіше перетинання виконується у вигляді дюкера – напірного трубопроводу, що з'єднує два самопливних трубопроводи. Дюкер складається з наступних основних елементів: напірних трубопроводів, верхньої й нижньої камер (рис. 8.2). Напірні трубопроводи дюкера виконуються не менш ніж із двох ниток сталевих труб з посиленою антикорозійною ізоляцією. Кожна з ліній повинна бути діаметром не менше 150 мм і забезпечувати пропуск розрахункової витрати. Обидві лінії повинні бути робочими.

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

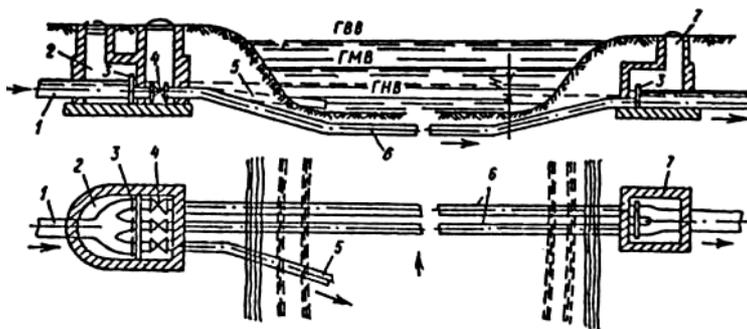


Рис. 8.2 – Схема дюкера на самопливній каналізаційній мережі:  
1 — самопливний колектор; 2 — входна камера; 3 — шибер; 4 — засувка;  
5 — аварійний випуск; 6 — напірні труби; 7 — вихідна камера

### 8.3.2. Естакади

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

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

### 8.3.3. Переходи під залізницями і автомобільними дорогами

При перетинанні водовідвідних трубопроводів залізниць або автомобільних доріг можна влаштовувати дюкери або переходити прямолінійними самопливними трубами, покладеними з ухилом. З метою запобігання залізничного й автодорожнього полотна від підмиву у випадку аварії трубопроводи укладають в сталевому кожусі на опорах. На

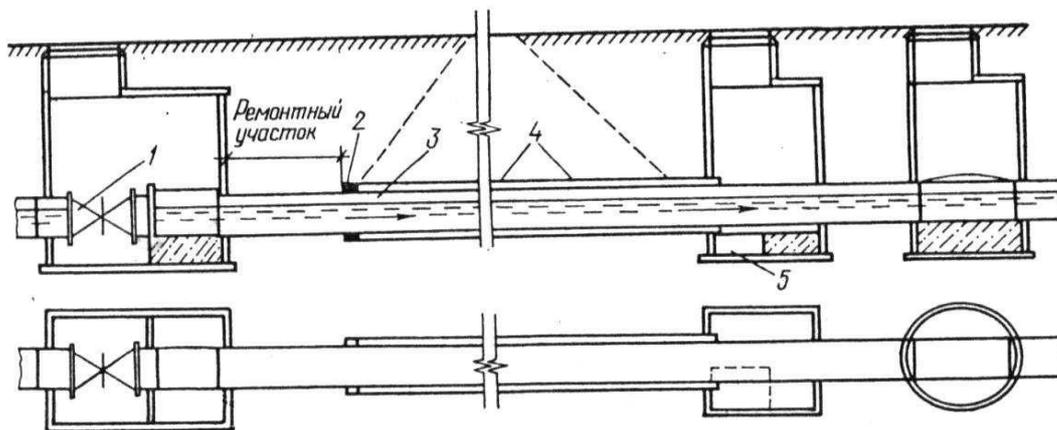
трубопроводах по обидва боки переходу під залізницями передбачаються колодязі з установкою в них запірної арматури.

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

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

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

Футляри повинні влаштовуватися із протикорозійною ізоляцією.



Контрольні запитання:

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

## 9. ТЕПЛОВІ МЕРЕЖІ

### 9.1. Призначення. Основні принципи трасування і розміщення теплових мереж

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

Розрізняють районне і централізоване теплопостачання.

Комплекс споруд і пристроїв, які служать для вироблення тепла, його транспортування та споживання, називається централізованим теплопостачанням.

Централізоване теплопостачання населених місць теплом передбачає потреби опалення, вентиляції, гарячого водопостачання, а також потреби промислового виробництва.

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

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

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

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

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

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

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

### 9.2. Способи прокладання теплових мереж

Теплові мережі прокладають або над поверхнею землі (надземні мережі), або в землі (підземні мережі). З огляду на необхідність забезпечення нормального наземного руху, з архітектурних міркувань, у містах теплові

мережі прокладають під землею. Споруджують також і повітряні лінії. Траси повітряних ліній вибирають так, щоб опори і труби не порушували руху автотранспорту й по можливості гармонізували із навколишньою забудовою.

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

Підземні прокладки теплових мереж ведуть:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Конструкція прохідних каналів (тунелів) залежить від прийнятого способу виробництва робіт. При закритому способі виробництва робіт тунелі круглого перетину споруджують, як правило, методом щитової проходки. Роботи ведуться без розкриття вулиць, що в умовах великих міст має незаперечні переваги.

Для устрою теплопроводів застосовують, як правило, безшовні сталеві гарячекатані труби діаметром 50-350 мм. Теплопроводи діаметром більше 400 мм прокладають із сталевих електрозварних труб з поздовжнім швом.

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

На теплових мережах встановлюють запірну і регулюючу арматуру: на трубопроводах невеликих діаметрів - вентиля, а на трубопроводах більших діаметрів - засувки.

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

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

Контрольні запитання:

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

## 10. ГАЗОВІ МЕРЕЖІ

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

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

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

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

Розподільні газопроводи прокладають вулицями міста роздільно від інших інженерних мереж.

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

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

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

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

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

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

Газові мережі звичайно прокладають під землею (підземні прокладки).

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

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

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

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

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

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

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

**Контрольні запитання:**

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

## 11. МІСЬКІ ЕЛЕКТРИЧНІ МЕРЕЖІ

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

Система електропостачання міста містить у собі елементи енергетичної системи, які забезпечує розподіл електроенергії споживачам.

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

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

До джерел електропостачання міст і населених місць відносяться: теплоелектроцентральною (ТЕЦ), конденсаційною електростанцією (КЕС), теплоелектростанцією (ТЕС), атомною електростанцією (АЕС), гідроелектростанцією (ГЕС).

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

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

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

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

Джерелом телефонізації служить автоматична станція (АТС). Введення кабелів у будинок від міської АТС здійснюється з телефонних розподільних шаф (ТРШ), установлених на зовнішніх стінках у сходових клітках будинків з розрахунку 1 ТРШ на 300 абонентів, або безпосередньо від комутаційного щита міської телефонної мережі.

Розводящі телефонні мережі VO від ТРШ прокладають транзитом через технічні підпілля будинків і прохідні «зчіпки» разом з розводящими водопровідними В, тепловими ТО і електричними  $W_1$  мережами.

### *Лінії електропередачі*

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

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

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

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

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

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

При перетинанні кабелями вулиць і площ, полотна залізниць і автомобільних доріг, трамвайних шляхів, водовідвідних каналів, траншеїв і т.п., а також коли потрібно зменшити відстань між самими кабелями і між ними та іншими підземними комунікаціями, кабелі прокладають у трубах.

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

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

У колекторах кабелі укладають сумісно з теплопроводом і водопроводом. Причому внизу розташовують теплопроводи та водопроводи, потім кабелі зв'язку, а вище силові кабелі (у порядку зростання їх напруги). При двосторонньому розташуванні комунікацій з однієї сторони розміщують зверху кабелі зв'язку, а внизу теплопроводи, а з іншого боку - зверху силові кабелі, а внизу водопроводи. Між різними комунікаціями передбачаються незгораючі перегородки і необхідні проходи. Поверх перекриття колектора насипають шар землі висотою не менше 0,5 м. Блоки і колектори влаштовують з ухилами (не менше 0,1%) для забезпечення стоку.

Контрольні запитання:

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

## 12. РОЗМІЩЕННЯ ПІДЗЕМНИХ МЕРЕЖ РІЗНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ НА ТЕРИТОРІЇ НАСЕЛЕНИХ МІСЦЬ

### 12.1. Розміщення підземних мереж і колекторів у плані

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

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

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

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

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

На поперечному профілі вулиці (рис.12.1) необхідно розміщати мережі з урахуванням призначення вулиці в планувальному і транспортному відношенні, роду забудови, наявності перехресть і в'їздів на території мікрорайонів, кварталів або дворів. При будівництві нових районів з озеленими вулицями й вільним плануванням житлової забудови підземні мережі розміщують поза проїзною частиною — під смугами зелених насаджень і

під тротуарами (рис.12.2). Ці місця можна розглядати як спеціальні технічні смуги, які повинні бути досить широкими. При реконструкції старих районів житлової забудови, а також при будівництві нових районів з вулицями, що мають невелику ширину, підземні мережі прокладають і під проїзною частиною.

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

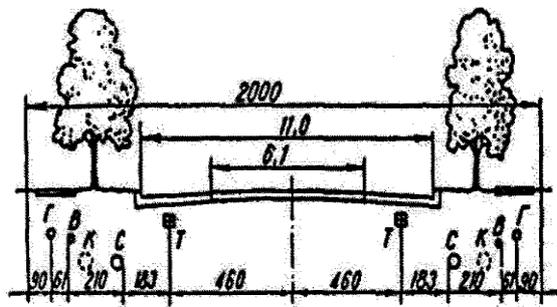


Рис.12.1 – Схема розміщення підземних мереж на вулицях шириною 20 см:  
*Г – газопровід; В – водопровід; К – побутово-виробнича каналізація;  
 С – водостік; Т – телефонна мережа*

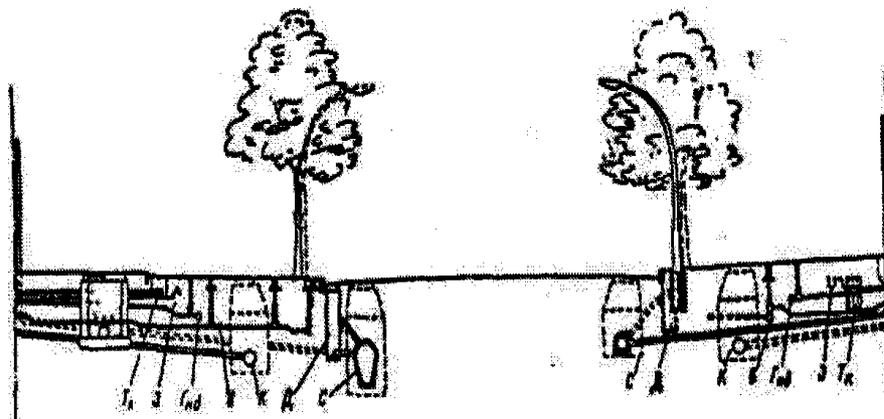


Рис.12.2 – Схема розміщення підземних мереж на широких вулицях:  
*Тк – телефонні кабелі; Е – електрокабелі; Г – газопровід; В – водопровід; К – побутово-виробнича каналізація; Д – дощоприймальний колодязь; С – водостік*

Поперечний профіль вулиці проектують з урахуванням наступних положень. Ширина тротуару для однієї лінії пішоходів приймається рівною 0,75 м. У смузі тротуару або прилягаючого до нього газону на відстані не менше 0,5 м від червоної лінії забудови прокладають кабелі слабого струму (пожежної сигналізації, радіо, телебачення, міжміського зв'язку й спеціального призначення), потім — кабелі телефонного зв'язку з розривом 0,5-0,6 м — силові кабелі напругою до 10 кВ. Кабелі постійного струму (тролейбусу, метро, трамваю) розміщують на відстані 0,5 м від крайнього силового кабелю, а кабелі ліній високовольтної передачі напругою 35 кВ прокладають у смугах зелених насаджень або під проїзною частиною на відстані не менше 2 м від найближчих підземних мереж. Інші підземні мережі розташовують у плані від червоної лінії забудови до осі вулиць за зростаючою глибиною їх закладання (рис. 12.3).

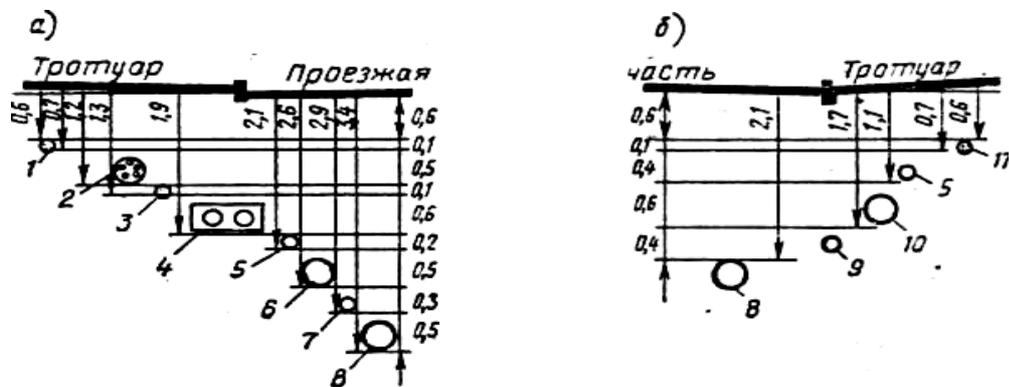


Рис. 12.3 - Варіанти а і б вертикально - горизонтального зонування:  
 1 - кабелі слабого струму; 2 - кабелі телефонного зв'язку; 3 - силові кабелі;  
 4 - теплопровід; 5 — газопровід; 6 - дощова мережа; 7 - водопровід;  
 8 - побутова каналізація; 9 — водопровід розводящий;  
 10 - магістральні мережі; 11 - кабелі зв'язку

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

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

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

Розміщення підземних мереж на вулицях роблять з урахуванням глибини їх закладання. Першими від лінії забудови прокладають менш заглиблені кабелі

зв'язку, потім телефон, силові кабелі, трубопроводи тепломережі, газопроводи, водопровід, каналізацію і водостік.

### 12.2. Глибина закладання підземних мереж і їх перетинання

При розміщенні підземних мереж у профілі вулиці повинно передбачатися не тільки горизонтальне, але й вертикальне їх зонування. Найбільш часто здійснюють вертикальне зонування розводящих мереж, тому що при цьому забезпечуються раціональні рішення розміщення введень і перетинання підземних мереж на різних рівнях. При вертикальному зонуванні також можливі два варіанти прокладки підземних мереж - з дублюванням або без дублювання.

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

Максимальну глибину закладання повинні мати підземні мережі каналізації (6,5—8 м). Теплові мережі розміщують вище мереж каналізації, водопроводу і газопроводу. Найменшу глибину закладання мають кабелі слабого струму й силові кабелі.

У всіх випадках глибину закладання мереж призначають із урахуванням глибини промерзання ґрунту в даній місцевості й запобігання руйнування їх статичними й динамічними навантаженнями з поверхні землі. При проектуванні підземних мереж глибину їхнього закладання не слід приймати менш зазначеної в табл. 12.1

Таблиця 12.1 Найменша глибина закладання підземних мереж, якщо рахувати до їх верха

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

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

Контрольні запитання:

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

### 13. СПОСОБИ ПРОКЛАДАННЯ МІСЬКИХ ІНЖЕНЕРНИХ МЕРЕЖ

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

#### 13.1. Роздільне й спільне прокладання мереж в одній траншеї

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

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

Недоліки роздільного підземного методу прокладання:

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

Роздільне прокладання мереж вимагає більших розривів між ними, а також збільшення обсягів земляних робіт у порівнянні з іншими способами прокладання. У першу чергу варто прокласти мережі глибокого закладання, а потім більше дрібного. Ширина зони прокладання мереж водопроводу,

каналізації й теплопроводу визначається розмірами камер, що споруджуються на них, і колодязів. Ширина зони прокладання газопроводів низького тиску великих діаметрів, а також газопроводів середнього і високого тиску встановлюється технічними правилами залежно від відстані до будинків та споруд.

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

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

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

Недоліки цього методу:

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

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

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

### **13.2. Прокладка підземних мереж у загальних колекторах**

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

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

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

Переваги спільного методу прокладання в колекторах:

- розміщення на порівняно невеликій площі великої кількості напірних трубопроводів і кабелів;

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

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

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

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

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

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

### **13.3. Безтраншейні (закриті) методи будівництва трубопроводів**

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

Споруди підземних переходів трубопроводів через автомобільні дороги і залізниці треба передбачати в місцях проходження доріг під насипами, або в

міцях з нульовими відмітками. При цьому прокладання трубопроводів через тіло насипу не допускається.

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

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

### *Прокладання труб у футлярах*

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

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

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

Прокол може здійснюватися шляхом ущільнення ґрунту, часткового випуску ґрунту в середину кожуха і вдавлення з утворенням ґрунтової пробки. Спосіб проколювання залежить від довжини проколу, гідрогеологічних умов і діаметра кожуха. У свою чергу від способу проколювання залежить вибір конструкції наконечника.

*Метод продавлювання* — найпоширеніший метод безтраншейної прокладки, що дозволяє споруджувати переходи трубопроводів діаметром від 700 до 2000 мм у будь-яких ґрунтах, крім скельних і тих, які володіють пливунними властивостями. Середня швидкість продавлювання становить 1,8 м/зміну, продуктивність праці прохідників - 0,61 м/чол.-зміну. Практично з одного робочого котловану можна продавлювати труби на довжину до 60-80 м.

При прокладці труб способом продавлювання необхідно розробляти і видаляти ґрунт, що надходить у трубу через її відкритий передній кінець. Залежно від умов робіт його розробляють механізованим способом або вручну.

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

*Метод горизонтального буравлення* - найбільш індустріальний метод, його реалізують за допомогою установок, до складу яких входять: машина з

двигунами внутрішнього згорання, шнековий транспортер з ріжучою голівкою, механізм подачі з лебідкою і системи блоків-поліспастів.

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

Роботи із продавлювання або проколювання труб починають з риття робочого котловану, з якого ведуть проходку, і прийомного котловану, у який виходить кінець труби, що прокладається. У робочому котловані розміщують усі устаткування та пристосування, тому його розміри залежать від способу провадження робіт, устаткування, яке застосовується, довжини і діаметра труб, що прокладаються. Звичайно довжина робочого котловану становить 10—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 збільшення термінів служби кожухів і робочих трубопроводів зовнішні поверхні їх покривають антикорозійною ізоляцією. Високою механічною міцністю володіє азбестоцементна або піщано-цементна армована ізоляція, що наноситься товщиною 20—30 мм.

#### *Щитовий спосіб прокладання*

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

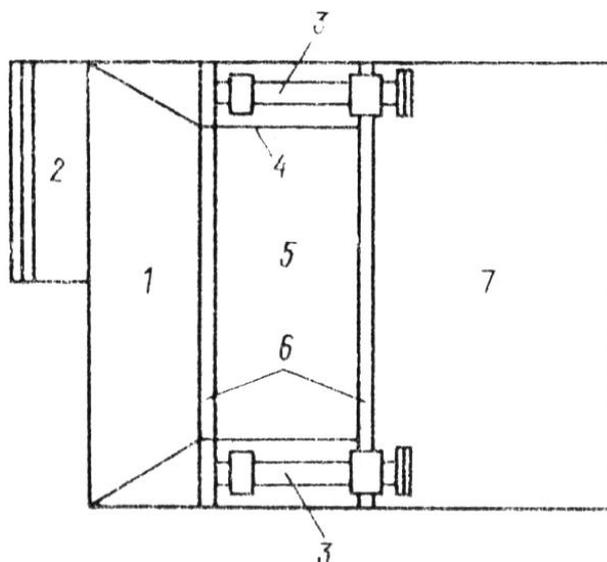
Щит для спорудження підземних тунелів (рис. 13.1) являє собою пересувне кругле металеве кріплення, під прикриттям якого розробляють ґрунт і зміцнюють стінки виробки. Пересування щита вперед у процесі роботи здійснюється за допомогою гідравлічних домкратів, розташованих у середній частині щита по його периметру. При включенні домкратів їхні штоки впираються в раніше покладене первинне оброблення тунелю, і щит, просуваючись вперед, урізається в ґрунт. Після пересування щита штоки домкратів забирають, збирають наступне кільце первинного оброблення тунелю, розробляють ґрунт у вибої й знову пересувають щит.

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

Прохідницький щит складається із трьох основних частин: передньої - ріжучої, середньої - опорної й задньої (хвостової).

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

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



**Рис.13.1**—Схема щита для підземного прокладання мереж:  
 1- передня ріжуча частина; 2- козирок; 3 гідравлічні домкрати; 4 – ребро жорсткості; 5 – середня опорна частина; 6 –опірні кільця; 7 –задня частина

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

Контрольні запитання:

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

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. О.А. Ткачук. Міські інженерні мережі. Навчальний посібник. – Рівне: НУВГП, 2015. – 412 с.
2. Сукач М.К. Будівельні машини і обладнання: підручник. – К.: Видавництво Ліра-К, 2020. – 458 с.
3. Т.С. Айрапетян. Конспект лекцій з дисципліни Міські та інженерні мережі. Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 97 с.
4. М.О.Шульга, І.Л. Деркач, О.О.Алексахін. Інженерне обладнання населених місць: Підручник. – Харків: ХНАМГ, 2007. – 259 с.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
1. МІСЬКІ ІНЖЕНЕРНІ МЕРЕЖІ І ЇХ РОЛЬ У СТРУКТУРІ МІСТА.....	3
1.1. Призначення підземних мереж.....	3
1.2. Коротка історія розвитку підземних мереж.....	4
1.3. Комплексний благоустрій міських територій.....	6
1.4. Класифікація міських інженерних мереж.....	8
2. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ.....	10
2.1. Системи водопостачання.....	10
2.2. Водопровідна мережа як елемент системи водопостачання.....	11
3. ВОДОПРОВІДНІ МЕРЕЖІ.....	12
3.1. Основні принципи трасування й проектування водопровідних мереж.....	12
3.2. Типи водопровідних мереж.....	13
4. УСТРІЙ ВОДОПРОВІДНОЇ МЕРЕЖІ.....	15
4.1. Матеріал труб водопровідних мереж та способи їх з'єднання.....	15
4.2. Глибина закладання водопровідної мережі й особливості прокладання.....	16
4.3. Вимоги до розташування мережі.....	17
5. АРМАТУРА ТА СПОРУДИ НА ВОДОПРОВІДНІЙ МЕРЕЖІ.....	18
5.1. Типи водопровідної арматури.....	18
5.2. Споруди на водопровідних мережах.....	18
5.2.1. Водопровідні колодязі.....	18
5.2.2. Упори.....	20
5.2.3. Переходи водопровідних ліній через річки, дороги та яри.....	20
6. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО КАНАЛІЗАЦІЮ.....	21
6.1. Системи водовідведення. Види стічних вод.....	21
6.2. Системи водовідведення міст.....	22
6.3. Схеми каналізаційних мереж.....	23

6.4. Норми водовідведення. Визначення розрахункових витрат стічних вод.....	24
6.5. Трасування та основи проектування каналізаційних мереж.....	25
7. УСТРІЙ МЕРЕЖ ВОДОВІДВЕДЕННЯ .....	26
7.1. Вибір матеріалу труб і спосіб їх з'єднання.....	26
7.2. Влаштування основ під трубами.....	28
7.3. Ізоляція труб.....	28
7.4. Глибина закладання каналізаційних мереж .....	28
8. СПОРУДИ НА МЕРЕЖАХ ВОДОВІДВЕДЕННЯ.....	30
8.1. Колодязі і камери.....	30
8.2. Дощоприймачі.....	32
8.3. Перетинання трубопроводів з перешкодами .....	32
8.3.1. Дюкери .....	33
8.3.2. Естакади .....	33
8.3.3. Переходи під залізницями й автомобільними дорогами.....	33
9. ТЕПЛОВІ МЕРЕЖІ .....	35
9.1. Призначення. Основні принципи трасування й розміщення теплових мереж.....	35
9.2. Способи прокладання теплових мереж .....	35
10. ГАЗОВІ МЕРЕЖІ.....	37
11. МІСЬКІ ЕЛЕКТРИЧНІ МЕРЕЖІ .....	39
12. РОЗМІЩЕННЯ ПІДЗЕМНИХ МЕРЕЖ РІЗНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ НА ТЕРИТОРІЇ НАСЕЛЕНИХ МІСЦЬ.....	41
12.1. Розміщення підземних мереж і колекторів у плані.....	41
12.2. Глибина закладання підземних мереж і їх перетинання.....	44
13. СПОСОБИ ПРОКЛАДАННЯ МІСЬКИХ ІНЖЕНЕРНИХ МЕРЕЖ.....	45
13.1. Роздільне й спільне прокладання мереж в одній траншеї.....	45
13.2. Прокладка підземних мереж у загальних колекторах.....	46
13.3. Безтраншейні (закриті) методи будівництва трубопроводів.....	47
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ .....	51

Інженерні мережі [Текст]: Конспект лекцій для здобувачів освітньо-кваліфікаційного ступеня фаховий молодший бакалавр галузь знань 19 Архітектура і будівництво спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія спеціалізація Опорядження будівель і споруд та будівельний дизайн денної форми навчання / уклад. О.Ф. Шмаль. – Любешів : ВСП «Любешівського технічного фахового коледжу Луцького НТУ», 2022. – 54 с.

Комп'ютерний набір і верстка : О.Ф. Шмаль  
Редактор: О.Ф. Шмаль

Підп. до друку \_\_\_\_\_ 2022 р. Формат А4.  
Папір офіс. Гарн. Таймс. Умов. друк. арк. 3,5  
Обл. вид. арк. 3,4. Тираж 15 прим.