

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Київський національний університет будівництва і архітектури

**С.В. Лісниченко**

**ІНЖЕНЕРНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ  
БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД**

Конспект лекцій

для здобувачів першого (бакалаврського) рівня  
вищої освіти спеціальності Е2 (101) «Екологія»,  
які навчаються за освітньо-професійною програмою  
«Екологія та охорона навколишнього середовища»

Київ 2026

УДК 711  
Л63

Рецензент Л.О. Апостолова-Сосса, канд. техн. наук, доцент

*Затверджено на засіданні кафедри міського господарства,  
протокол № 6 від 24 червня 2025 року.*

В авторській редакції.

**Лісниченко С.В.**

Л63        Інженерне забезпечення будівель та споруд [електронний ресурс]:  
конспект лекцій / С.В. Лісниченко. – Київ : КНУБА, 2026. – 63 с.

Містить тематику лекційного курсу, список рекомендованої літератури.

Призначено для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності Е2 (101) «Екологія», які навчаються за освітньо-професійною програмою «Екологія та охорона навколишнього середовища».

УДК 711

© С.В. Лісниченко, 2026

© КНУБА, 2026

## ***ЗМІСТ***

<b>ВСТУП</b> .....	<b>4</b>
<b>Лекція 1.</b> Системи та схеми водопостачання.....	<b>6</b>
<b>Лекція 2.</b> Водоводи та водогінні мережі.....	<b>17</b>
<b>Лекція 3.</b> Стічні води та їх класифікація. Схеми каналізації населених пунктів.....	<b>21</b>
<b>Лекція 4.</b> Системи і схеми теплопостачання. Теплові мережі.....	<b>33</b>
<b>Лекція 5.</b> Системи газопостачання.....	<b>43</b>
<b>Лекція 6.</b> Схеми та склад міських електричних мереж.....	<b>48</b>
<b>Лекція 7.</b> Розміщення інженерних мереж у вертикальній та горизонтальній площині. Принципи розміщення інженерних мереж у містах та мікрорайонах.....	<b>52</b>
<b>Список літератури</b> .....	<b>60</b>

## ВСТУП

Конспект лекцій з дисципліни «Інженерне забезпечення будівель та споруд» розроблено відповідно до значення дисципліни за структурно-логічною схемою, що передбачена освітньо-професійною програмою напряму і спеціальності. Змістовність тем визначена для мінімальної кількості годин за стандартом. Програма вивчення дисципліни передбачає формування у студентів базових компетенцій у містобудівному проектуванні інженерних систем та їх раціональної експлуатації.

Підвищення якості будівництва в сучасних соціально-економічних умовах пов'язане з пошуком принципово нових підходів при здійсненні проектно-будівельної діяльності, впровадженням нових економічних інженерних систем та технологій. Підвищити привабливість територій для реалізації інвестиційних проектів житло-комунального будівництва може відповідна інженерна підготовка мереж водопостачання, каналізації, теплопостачання, газопостачання, електропостачання, зв'язку.

Містобудування комплексно вирішує соціально-економічні, санітарно-гігієнічні, екологічні, будівельні, транспортні і архітектурні завдання. У зв'язку з цим необхідно вивчити інженерно-геологічні та кліматичні умови території будівництва, визначити засоби сучасної техніки, вибрати раціональні методи трасування та прокладання інженерних мереж, розміщення інженерних споруд, що забезпечить їх ефективну роботу.

Головним завданням розвитку систем інженерного устаткування, що відповідають вимогам комфортності, є виявлення шляхів економії водних і паливно-енергетичних ресурсів з урахуванням вимог раціонального природокористування.

Створення комфортних умов мешкання людини багато в чому залежить від якісної роботи мереж водо-, газо-, тепло- і електропостачання, очисних споруд, що забезпечують приймання, відведення та очистку побутових, виробничих і дощових вод від каналізаційних мереж міст.

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

Комплекс пристроїв, які забезпечують всі ці потреби називають інженерним обладнанням будинків. Для успішної роботи цього устаткування в населених пунктах влаштовуються інженерні мережі і

споруди. Весь комплекс всіх цих мереж, споруд і устаткування буде розглянутий у цьому курсі лекцій.

Інженерне устаткування, що представляє собою комплекс технічних пристроїв, призначене для забезпечення комфортних умов побуту і трудової діяльності населення, комунальних і промислових підприємств.

Інженерне обладнання містить у собі системи водопостачання, каналізації, тепlopостачання, газопостачання, електропостачання, зв'язку, освітлення, санітарного очищення та інших видів благоустрою.

Пристрої, що підвищують комфортність житла, застосовувалися ще в древні часи. У палацах фараонів, у Древній Греції, Римі були найпростіші системи водопостачання і водовідведення, які являли собою мережу спеціальних каналів, що підводять чисту воду із джерел водопостачання, і що відводять забруднені стоки. В Італії збереглися залишки цих каналів (акведуків). В середину будинків вода подавалася по свинцевих або дерев'яних трубах у місця загального користування та у фонтани. У приміщеннях загального користування вода протікала по спеціальних лотках. У міру руху по лотку вода забруднювалася і видалялася самопливом за межі будинків у низькі місця (яри, струмки, ріки і т.д.) або в спеціальні канали для стічних вод. Існували такі канали і у Древньому Римі. Найбільший канал для стічних вод там називався клоакою максима.

Системи опалення житла почали розвиватися з ще більш раннього часу. Найпростішими спорудженнями для опалення житла були відкриті вогнища, розташовані звичайно в центрі приміщення. Потім з'явилися печі, печі з організованим відводом диму, печі для підігріву підлог і повітря, що подається в приміщення, як це робилося для опалення суспільних лазень (терм) у Древньому Римі.

Подальший свій розвиток інженерні мережі і споруди одержали в середні століття в епоху Відродження. Стали впорядковуватися палаци, парки з будівництвом каналів і фонтанів. Був винайдений унітаз. В ХІХ столітті для тепlopостачання будинків стали застосовуватися водяні системи опалення, до будинків почали підводити електрику, природний газ.

Комфортні умови проживання людей у великому ступені залежить і від якості середовища перебування, тобто навколишнього середовища. Тому останнім часом, коли гостро стоять екологічні проблеми, розвиток інженерних споруд у населених пунктах іде у напрямку вдосконалювання систем очищення стічних вод, систем захисту атмосферного повітря, систем знешкодження твердих відходів.

Пристаюючи до проектування інженерних мереж, студент повинен вивчити принципи напрямки в розвитку інженерних комунікацій, їх взаємозв'язок, а також зв'язок з житловим і культурно-побутовим будівництвом у загальному комплексі містобудування.

**Мета дисципліни «Інженерне забезпечення будівель та споруд»** – ознайомлення майбутніх фахівців з охорони навколишнього середовища з комплексом питань, пов'язаних з влаштуванням і проектуванням систем водопостачання і каналізації, а також систем теплопостачання, газопостачання і електропостачання та виявлення шляхів економії водних і паливно-енергетичних ресурсів з урахуванням вимог раціонального природокористування.

В результаті вивчення навчальної дисципліни студенти мають:

*знати:*

- основні поняття і категорії в галузі функціонування інженерних систем;
- теоретичну базу для сприйняття дисципліни спеціалізації та володіти професійними знаннями;
- сучасні цифрові технології та програмне забезпечення при розв'язанні задач інженерної справи;
- реальний стан інженерних мереж, виявляти проблеми і можливі шляхи їх рішення;
- науково-методологічні проблеми у напрямку управління житлово-комунальним господарством міст;

*вміти:*

- збирати вихідні дані, проводити натурні обстеження та виконувати вимірювання при визначенні характеристик та технічного стану інженерних систем;
- складати план та аксонометричну схему інженерних систем;
- проводити розрахунки та застосовувати сучасні програмні продукти при виконанні розрахунково-графічної роботи;
- оформлювати результати досліджень, в тому числі графічні матеріали;
- застосовувати на практиці набуті знання.

У п'ятому семестрі виконується розрахунково-графічна робота, метою якої є навчити студентів збирати вихідні дані, проводити натурні обстеження, виконувати вимірювання, складати креслення та схеми при визначенні характеристик і технічного стану інженерних систем.

## **Лекція 1. СИСТЕМИ ТА СХЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ**

Під системою водопостачання мають на увазі комплекс інженерних споруд і установок, необхідних за технічними умовами, взаємозалежних і призначених для забору води, підйому і створення необхідного напору, очищення і підготовки, зберігання і транспортування до місця споживання.

Система водопостачання складається з наступних основних елементів: водозабірних споруд, насосних станцій першого, другого, третього підйому, станцій підкачування, водонапірних башт або гідропневматичних пристроїв, резервуарів чистої води, водоводів, магістральних і розвідних мереж, пристроїв охолодження, трубопроводів з арматурою тощо.

Системи водопостачання класифікують по ряду ознак.

Системи водопостачання ділять на міські, селищні, промислові і сільськогосподарські.

За призначенням розрізняють наступні системи водопостачання: господарсько-питні для подачі води на питні і побутові потреби населення, виробничі для подачі води на виробничі потреби промислових підприємств, протипожежні і поливальні для поливу зелених насаджень у парках, скверах, на газонах, миття площ, вулиць, проїздів і тротуарів.

Найчастіше ці системи поєднують і виходять так звані об'єднані системи, наприклад, господарсько-протипожежна система, виробничо-протипожежна і т.д.

За характером використання природних джерел води розрізняють водопроводи, що одержують воду з поверхневих джерел (з рік, озер, водоймищ і т.д.), з підземних джерел і водопроводи змішаного живлення при використанні різних видів джерел водопостачання.

За способами подачі води розрізняють водопроводи самопливні (гравітаційні) і з механічною подачею води (за допомогою перекачування води насосами).

За зонами обслуговування водопроводи поділяють на зовнішні і внутрішні. До зовнішнього водопроводу відносять всі споруди для забору, очищення води і розподілу її водогінною мережею населеного пункту. Внутрішні водопроводи забирають воду від зовнішньої мережі і подають її споживачам всередину будинків.

Виробничі системи водопостачання можуть поділятися по кратності використання води на прямоточні (з однократним використанням), оборотні системи, системи з повторним (послідовним) використанням води.

Системи протипожежного водопостачання теж мають свою класифікацію. Існують системи низького тиску, де необхідний напір для гасіння пожеж створюється за допомогою пожежних насосів пожежних команд і системи тимчасового високого тиску, де для забезпечення необхідного напору під час гасіння пожежі застосовуються пожежні насоси.

Вибір схеми і системи водопостачання варто робити на підставі зіставлення можливих варіантів її здійснення з урахуванням особливостей об'єкта або групи об'єктів, необхідних витрат води на різних етапах їхнього розвитку, джерел водопостачання, вимог до напорів, якості води і забезпеченості її подачі. Для різних варіантів повинні бути обґрунтовані:

- джерела водопостачання і їхнє використання для тих або інших споживачів;
- ступінь централізації системи і доцільність виділення локальних систем водопостачання;
- об'єднання або поділ споруд водоводів і мереж різного призначення;
- зонування системи водопостачання, використання регулюючих ємностей, застосування станцій регулювання і насосних станцій підкачування;
- застосування об'єднаних або локальних систем оборотного водопостачання;
- використання відпрацьованих вод одним з підприємств (цехом, установкою, технологічною лінією) для виробничих потреб інших підприємств, а також для поливання території і зелених насаджень;
- використання очищених виробничих і побутових стічних вод, а також акумульованого поверхневого стоку для виробничого водопостачання, зрошення і обводнювання водойм;
- доцільність організації замкнутих циклів або створення замкнутих систем водокористування.

Система водопостачання населених пунктів залежно від місцевих умов і прийнятої схеми водопостачання повинна забезпечувати:

- господарсько-питне водоспоживання в житлових і громадських будинках, потреби комунально-побутових підприємств;
- господарсько-питне водоспоживання на підприємствах;
- виробничі потреби промислових і сільськогосподарських підприємств, де потрібна вода питної якості або для яких економічно недоцільне спорудження окремого водопроводу;
- гасіння пожеж;

- власні потреби станцій водопідготовки, промивання водопровідних і каналізаційних мереж.

При технічному обґрунтуванні допускається влаштування самостійного водопроводу для:

- поливання і мийки територій (вулиць, проїздів, площ, зелених насаджень), роботи фонтанів;
- поливання посадок у теплицях, парниках і на відкритих ділянках, а також на присадибних ділянках.

Конкретні рішення розташування всіх споруд і пристроїв системи водопостачання, ув'язані із планом населеного пункту і промислового об'єкта та місцем розташування основних споруд на рельєфі місцевості, називаються схемою системи водопостачання або схемою водопостачання.

Початковим етапом проектування водопроводу є визначення витрат води (річних, добових, годинних, секундних) і встановлення режимів водоспоживання. Ці норми визначають витрату води в літрах на одну людину за добу. Вони враховують всі господарсько-побутові потреби населення міст, селищ і промислових підприємств.

При наявності досить великого і стійкого дебіту води в наявних вододжерелах величина витрат води в населених пунктах залежить від наступних обставин:

- ступеня благоустрою населеного пункту або промислового підприємства;
- ступеня санітарно-технічного благоустрою окремих будинків або об'єктів;
- кліматичних умов і сезону року.

Наявність у містах торгових центрів, лазень, перукарень, пралень, плавальних басейнів, котків та інших громадських, комунальних і спортивних споруд, а також удосконалених дорожніх покриттів і зелених насаджень веде до збільшення питомих норм водоспоживання. Характер устаткування будинків санітарно-технічними приладами також впливає на норми водоспоживання.

Одним з найбільш великих виробничих споживачів води є теплові і дизельні електричні станції, а також технологічні процеси, пов'язані з охолодженням устаткування.

Принцип нормування витрати води, призначеної для пожежогасіння, істотно відрізняється від принципу нормування витрат води на господарсько-питні і виробничі потреби. Відмінність полягає в тому, що ця витрата не постійна (вона є випадковою) і за короткі проміжки часу повинна бути подана велика кількість води. Гасіння водою пожеж (як

зовнішніх, так і внутрішніх) при сучасних засобах пожежогасіння передбачається за допомогою водяних струменів і завіс, лафетних стовбурів, спринклерних і дренчерних систем. Відповідні пристрої для забору води і подачі її на місце виникнення пожеж передбачаються на зовнішніх водопровідних (пожежні гідранти) і внутрішніх мережах (пожежні крани).

Розрахункові витрати води на зовнішнє пожежогасіння і розрахункова кількість одночасних пожеж у населених містах залежать від кількості населення в містах і селищах і поверховості міської забудови.

Розрахункові витрати води на пожежогасіння промислових підприємств залежить від ступеня вогнестійкості будинків, категорії виробництв по пожежній небезпеці і об'єму будинків.

Витрати води на пожежогасіння для житлових, громадських будинків і для виробничих підприємств наводяться в будівельних нормах на проектування.

Водогінна мережа повинна забезпечувати подачу води до всіх точок її споживання з невеликим вільним напором, вимірюваним висотою стовпа над поверхнею землі.

Мінімальний вільний напір у мережі водопроводу населеного пункту при максимальному господарсько-питному водоспоживанні на введенні в будинок повинен прийматися при одноповерховій забудові не менш 10 м. вод. ст., при більшій поверховості — на кожен поверх додається 4 м. вод. ст.

Для окремих висотних будинків або груп будинків, для яких напір 60 м. вод. ст. недостатній, застосовують місцеві установки, що підвищують напір. Вільний напір у водорозбірних колонок повинен становити не менш 10 м. вод. ст.

Максимальний вільний напір у мережі об'єднаного водопроводу (господарсько-питного і протипожежного) у водоспоживача не повинен перевищувати 90 м. вод. ст. У випадку перевищення цього тиску для окремих будинків, споруд або зон установлюються регулятори тиску або застосовується зонування систем водопроводу. Для промислових підприємств мінімальний вільний напір приймається за даними технологів підприємства залежно від технології виробництва і характеру устаткування.

Для систем пожежогасіння низького тиску, які рекомендуються для населених міст, мінімальний вільний напір в пожежних гідрантах, влаштованих на мережі, повинен бути не менш 60 м. вод. ст.

Водогінна мережа являє собою сукупність трубопроводів, по яких вода транспортується споживачам. Вона складається з водоводів, магістральної мережі і розподільчих трубопроводів.

При проектуванні враховуються технологічні і економічні вимоги. Технологічні вимоги визначаються функціональним призначенням водоводів і мереж у системі водопостачання. До таких функцій відносяться:

- зв'язування всіх споруд у єдину систему водопостачання;
- транспортування води споживачам;
- забезпечення надійності роботи системи водопостачання.

Від правильного розміщення водоводів і мереж, вибору діаметра трубопроводів і місця установки різного виду арматури залежать капітальні і експлуатаційні витрати, тобто економічні показники. При виборі траси водоводів і мереж необхідно враховувати і вимоги гігієнічного порядку. Водоводи складаються безпосередньо з водоводів і перемичок.

Мережі по накресленню підрозділяються на кільцеві і тупикові. Тупикові водогінні мережі або окремі лінії допускається прокладати в наступних випадках:

- при подачі води на виробничі цілі, якщо допустима перерва у водопостачанні підприємства або цеху підприємства;
- при подачі води на господарсько-питні цілі, якщо діаметр трубопроводу дорівнює або менше 100 мм;
- при подачі води на протипожежні або господарсько-протипожежні потреби незалежно від витрати води на пожежогасіння, якщо довжина ліній не перевищує 200 м.

У системах водопостачання, як правило, використовуються кільцеві мережі, що забезпечують високу надійність роботи системи.

Кількість водоводів вибирається з урахуванням техніко-економічних розрахунків, що враховують вартість і доцільність заходів, необхідних для забезпечення безперервності роботи системи водопостачання.

Для господарсько-питних потреб водозабірні споруди на ріках розташовують за течією вище населених пунктів і промислових підприємств, які можуть забруднювати ріки. Внаслідок цього водозабірні спорудження доводиться розміщати на значних відстанях від населеного пункту.

З метою захисту джерел водопостачання від забруднення і кращого використання водойм для господарсько-питних потреб влаштовують зони санітарної охорони, які ділять на два пояси. У першому поясі строгого

режиму заборонено проживати, а також тимчасово перебувати особам, що не мають відношення до водопроводу. Цей пояс повинен охоплювати місце забору води і його оточують смугою насаджень. У другому поясі забороняється спускати стічні води і влаштовувати смітники.

Водозабірні спорудження з поверхневих джерел розділяються на два основні типи: водоприймачі берегового типу - прийом води здійснюється спорудою, розташованою безпосередньо на березі; водоприймачі руслового типу - водоприймальний пристрій (оголовок) винесено в русло ріки і з'єднано самопливними лініями з береговим колодязем.

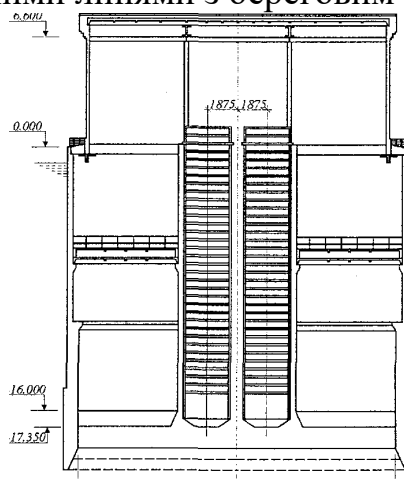


Рис. 1. Водозабірне спорудження берегового типу, сполучене з насосною станцією

Водоприймач берегового типу являє собою камеру або колодязь, які розташовуються біля самого берега і приймають воду з ріки безпосередньо через вікна в їхній передній стінці. Для запобігання попадання великих забруднень, льоду, риби в берегових колодязях передбачають ґрати і сітки. Водозабори цього типу влаштовують, якщо беріг крутий і біля нього достатня глибина водойми.

Водоприймачі берегового типу можуть бути роздільними або сполученими з насосною станцією.

При наявності пологого берега і малих глибин поблизу берегового колодязя проектують водоприймачі руслового типу. З берегового колодязя вода забирається насосною станцією. В окремих випадках застосовують водоприймачі комбінованого типу, у яких вода може забиратися або через оголовок по самопливних трубах, або при підйомі води в річці через вікно в стіні берегового колодязя.

На ріках, де спостерігається інтенсивне утворення донного льоду і шуги, висока мутність, забір води виконується не безпосередньо з русла, а з ковша, що влаштовується спеціально та представляє собою штучну заводь (затока).

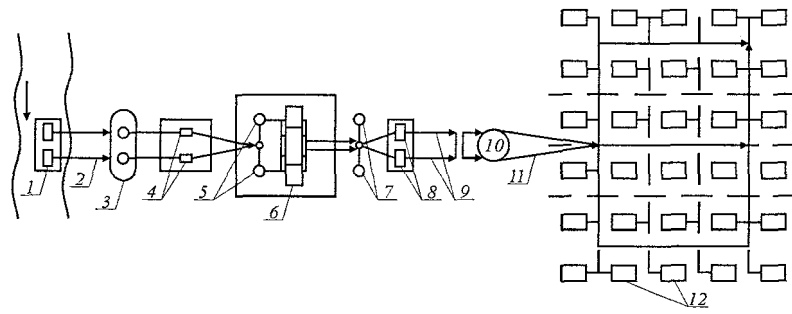


Рис. 2. Схема системи водопостачання з забором води з річки:

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

Річкова вода надходить у водозабірне спорудження, з якого насосами станції першого підйому подається на очисні споруди. Очищена вода надходить у резервуари чистої води, звідки забирається насосами станції другого підйому для подачі по магістральних водопроводах і трубопроводах у водогінну мережу, що розподіляє воду по окремих районах і кварталах міста.

Станції водопідготовки призначені для обробки природної води перед подачею її споживачам. Метод обробки води, склад і розрахункові параметри очисних споруд, а також розрахункові дози реагентів установлюють залежно від якості води в джерелі водопостачання, призначення водопроводу, продуктивності станції і місцевих умов. Найпоширенішими методами очищення води є посвітління і знезаражування.

Посвітління може здійснюватися відстоюванням води у відстійниках, пропуском її через зважений шар осаду в освітлителях і фільтруванням через зернисті речовини у фільтрах. Для поліпшення процесу відстоювання застосовують коагулювання, тобто вводять у воду хімічні реагенти (коагулянти), які взаємодіючи із дрібними колоїдними частками, що перебувають у воді, утворюють агрегати злиплих часток у вигляді пластівців, що швидко випадають в осад.

Знезаражування води здійснюють із метою знищення бактерій, головним чином, патогенних. Найпоширенішими способами знезаражування є хлорування і бактерицидне опромінення. Іноді застосовується спеціальна обробка води (в основному підземних вод).

Таким чином, очисна станція (станція водопідготовки) являє собою комплекс споруд, в яких вода піддається очищенню, здобуваючи якості і властивості, необхідні споживачеві.

Для одержання води питної якості при використанні поверхневих джерел, як правило, необхідне посвітління, знебарвлення і знезаражування води.

У наш час найпоширеніші технологічні схеми посвітління, знебарвлення і знезаражування води.

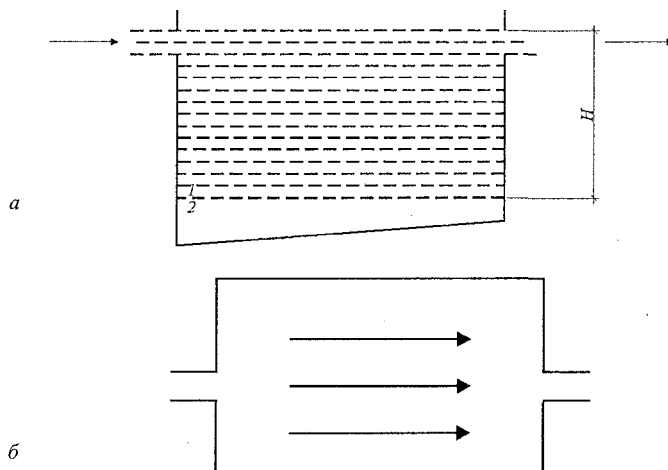


Рис. 3. Схема горизонтального відстійника:  
а – проточний горизонтальний відстійник, б – схема напрямку руху основного потоку води у відстійнику, 1 – робоча частина, 2 – нижня частина

Горизонтальний відстійник звичайно являє собою басейн прямокутної форми. Вода, що підлягає посвітлінню, підводиться до однієї з його торцевих стінок, проходить уздовж відстійника до протилежної торцевої стінки і там відводиться.

Основними вимогами, що диктують вибір траси водопровідних ліній, є:

- охопат всіх водоспоживачів водопровідними лініями;
- найменша вартість водоводів і водогінної мережі, тому подача води повинна здійснюватися по найкоротших напрямках, по можливості мати мінімальну кількість штучних споруд;
- безперебійна подача води споживачам.

При проектуванні водопровідних ліній повинна бути передбачена можливість перспективного розвитку. Обрис у плані будь-якої мережі залежить від наступних факторів:

- конфігурації території постачання води;
- планування об'єкта;
- місць розташування на плані найбільш великих споживачів;

- рельєфу місцевості;
- місць розташування використовуваних джерел водопостачання;
- наявності і розташування природних і штучних перешкод.

Для постачання водою мікрорайонів передбачається мікрорайонна мережа, що складається з введення, що з'єднує зовнішню водогінну мережу з будинком центрального теплового пункту (ЦТП), і квартальної мережі, що транспортує воду від ЦТП до груп будинків або окремих будинків. При значних розмірах кварталів мікрорайонна мережа забезпечує і пожежні потреби, тому на ній розміщаються пожежні гідранти на відстані не більше 150 м друг від друга. Пожежні гідранти встановлюють у місцях, зручних для під'їзду пожежних машин, уздовж автомобільних доріг на відстані не більше 2,5 м від краю проїжджої частини, але не ближче 5 м від стін будинків. Розміщення пожежних гідрантів на квартальній мережі повинне забезпечувати пожежогасіння будь-якого будинку, що обслуговується даною мережею.

Насосні станції в системах водопостачання використовуються для подачі води на очисні споруди і у водогінні мережі. Основним устаткуванням цих станцій є насосні агрегати, що складаються з насосів і електродвигунів, установлених на загальному фундаменті.

Насоси бувають різних типів і конструкцій: поршневі насоси, відцентрові насоси.

По розташуванню в схемі водопостачання і призначенню насосні станції бувають чотирьох видів: станції I підйому, II підйому, підвищувальні і циркуляційні.

Насосні станції I підйому подають воду із джерела водопостачання на очисні споруди або, якщо не потрібно очищення води, безпосередньо в резервуари чистої води.

Насосні станції II підйому служать для подачі води від резервуарів чистої води в розподільну мережу і у водонапірні башти.

Повищувальні насосні станції призначені для підвищення напору у водогінній мережі.

Циркуляційні насосні станції звичайно влаштовують у промислових системах оборотного водопостачання для подачі відпрацьованої води на очисні і охолоджувальні пристрої і повернення цієї води на підприємство.

Насосні станції бувають заглиблені та незаглиблені.

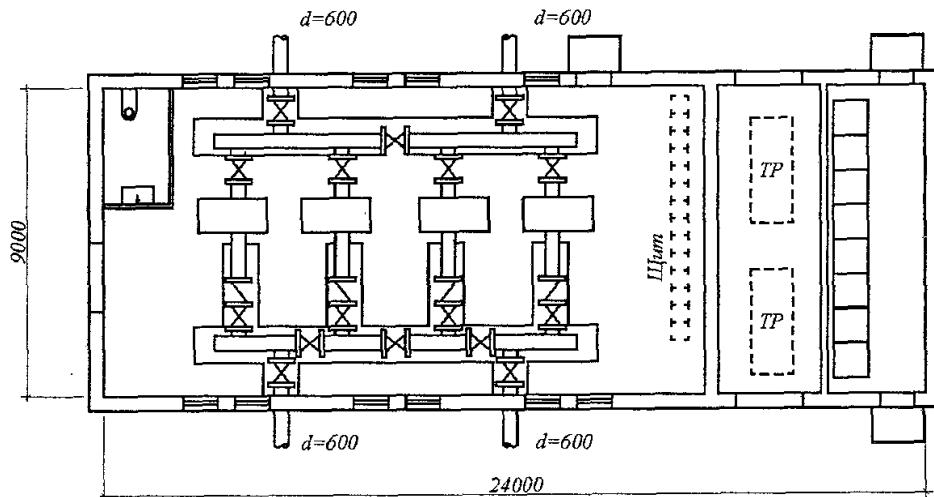


Рис. 4. План насосної станції другого підйому, обладнаної чотирма насосами

При підборі насосної станції другого підйому і визначення числа робочих агрегатів враховують спільну роботу насосів, водоводів і мережі. При цьому на насосній станції завжди передбачаються резервні агрегати. Основними параметрами, що характеризують роботу станції, є її подача і напір, що розвивається станцією.

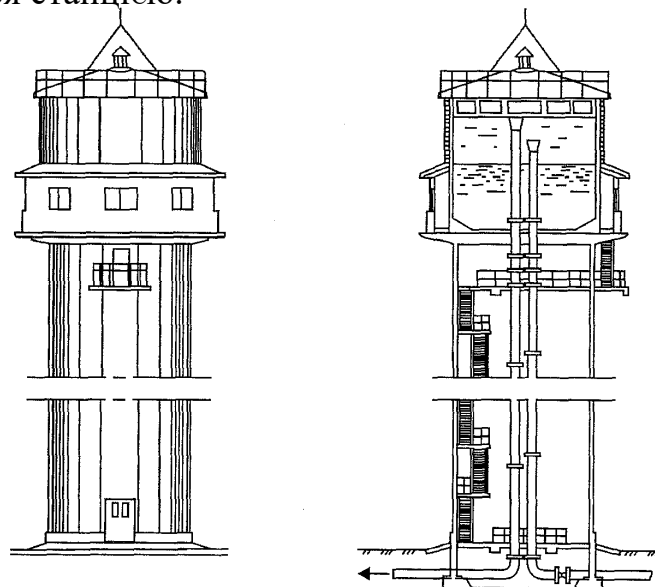


Рис. 5. Водонапірна залізобетонна башта з залізобетонним баком

При розрахунку водогінної мережі передбачається, що промисловим підприємствам вода подається у вигляді зосереджених витрат, а в містах для господарсько-питних цілей - рівномірно по довжині магістральних ліній.

### Запитання для самоконтролю

1. Які основні елементи системи водопостачання?
2. У чому полягає класифікація систем водопостачання?
3. Як здійснюється вибір схеми і системи водопостачання?
4. Класифікація, призначення та трасування водопровідних мереж.
5. Охарактеризуйте особливості водозаборів поверхневих вод.
6. Методи очищення води.
7. Для чого використовуються насосні станції?

### Лекція 2. ВОДОВОДИ ТА ВОДОГІННІ МЕРЕЖІ

Розрахунок водоводів і водогінних мереж виконується з метою визначення економічних діаметрів труб і втрат напору в трубопроводах при русі в них розрахункової кількості води. Остання вимога необхідна при підборі насосів.

Вихідні дані:

- склад водоспоживачів і їхні вимоги до кількості води та вільних напорів;
- розташування споживачів води на плані об'єкта;
- розрахункові витрати води: максимальні, мінімальні, середньорічні (добові, годинні, секундні);
- режим водоспоживання;
- глибина закладення трубопроводів;
- протипожежні вимоги споживачів води.

При наявності зазначених даних починається процес проектування водопровідних ліній. Цей процес може бути розділений на три етапи:

- підготовка мережі до гідравлічного розрахунку;
- гідравлічний розрахунок водогінної мережі;
- конструювання водоводів і мережі.

Транспортування води від джерел до об'єктів її споживання здійснюється водоводами. Їх виконують із двох або більше ниток трубопроводів, що укладають паралельно один одному. Для подачі води безпосередньо до місць її споживання служить водогінна мережа.

Зовнішня водогінна мережа є основною частиною системи водопостачання населеного пункту. Вартість водогінної мережі населених міст становить від 50 до 70 % вартості всієї системи водопостачання.

Водогінні мережі складаються з магістральних і розподільчих ліній. Магістральні лінії служать для транспортування транзитних мас води,

розподільчі - для транспортування води з магістралей до окремих кварталів і мікрорайонів. Магістральні і розподільчі лінії повинні мати достатню пропускну здатність для забезпечення необхідного напору води в місцях споживання.

Для напірних водоводів і мереж, як правило, намагаються застосовувати неметалічні труби: залізобетонні напірні, поліетиленові.

Чавунні напірні труби застосовують для мереж у межах населених пунктів, територій промислових і сільхозпідприємств при відсутності відповідних неметалічних труб.

Сталеві труби застосовуються в наступних випадках: на ділянках мережі, де робочий тиск перевищує 1,2 Мпа (120 м. вод. ст.); на переходах під залізничними і автомобільними дорогами, через водні перешкоди і яри; у місцях перетинання господарчого питного водопроводу з мережами каналізації; при прокладці трубопроводів по опорах естакад і у тунелях; при прокладці у важкодоступних місцях будівництва, у просадних ґрунтах, ґрунтах, що набухають і торф'яних ґрунтах, та у карстових районах.

Для нормальної експлуатації водогінної мережі на ній установлюють наступні арматури: засувки, зворотні клапани, повітряні вантузи, водорозбірні колонки і крани, пожежні гідранти.

Засувки служать для вимикання окремих ділянок мережі з роботи. Зворотні клапани призначені для пропуску води тільки в одному напрямку. Повітряні вантузи встановлюють у підвищених точках мережі для автоматичного випуску повітря, що збирається в них. Вуличні водорозбірні крани або колонки встановлюють поруч із тими будинками, де відсутній внутрішній водопровід. Пожежні гідранти служать для подачі води при гасінні пожеж. Їх установлюють на вуличній або двірській мережі на відстані друг від друга не більше 100 м.

У місцях установки фасонних частин і арматури влаштовують водопровідні колодязі або камери. Звичайно їх споруджують із залізобетонних кілець, перекривають зверху плитою із чавунним люком.

Основними спорудами на водогінній мережі є:

- оглядові колодязі;
- переходи під залізничними і автомобільними дорогами;
- дюкери (переходи під ріками);
- надземні переходи.

Для перетинання автомобільних або залізничних доріг трубопроводи, як правило, повинні прокладатися по мостах або в трубах під насипами.

При неможливості або недоцільності використання цих споруд, труби розміщуються у футлярах з установкою засувок по обох сторонах від переходу.

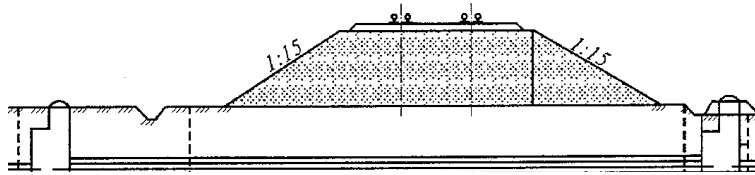


Рис. 6. Перехід водопроводу у футлярі під залізничними шляхами

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

Глибина закладення труб повинна бути більше розрахункової глибини промерзання ґрунту. Орієнтовно глибину закладення труб можна прийняти: 2,5-3 м.

Системою водопостачання будинку називається сукупність трубопроводів і устаткування, які подають воду із зовнішнього водопроводу до місць її використання в будинку.

Системи водопостачання будинків можуть житися водою від центральних або районних систем зовнішнього водопроводу, а також від місцевих джерел водопостачання.

Водопроводи будинків у загальному випадку складаються з наступних основних елементів: введення (або декількох введень); водомірного вузла; розподільчих магістралей; стояків і підводок; водорозбірної і регулюючої арматур; пристроїв для створення напору (насосів, баків); пристроїв для гасіння пожеж, поливання навколишньої території, нагрівання води та ін.

Внутрішні водопроводи бувають: господарсько-питними, виробничими, протипожежними, поливальними. Вони можуть бути об'єднаними. Вибір системи водопостачання визначається конструкцією і призначенням будинку.

Внутрішні водопроводи діляться на гарячі і холодні.

Схеми водопроводів бувають:

- з нижнім розведенням; магістраль прокладена під підлогою першого поверху, у підвалі, техпідвалі, застосовується в житлових, громадських і промислових будинках;

- з верхнім розведенням; магістраль прокладена зверху по горищу, під стелею верхнього поверху, використовується в лазнях, у виробничих будинках (при установці водонапірних баків);
- з установками для підвищення напору, використовується при постійному недоліку тиску в зовнішній мережі і невеликій нерівномірності водоспоживання;
- з регулюючою ємністю, застосовується, коли тиск у зовнішній мережі менше необхідного протягом декількох годин на добу (у період підвищеного тиску вода накопичується в баку, у години зменшення нижче необхідного, живлення здійснюється з бака), краще використати гідропневматичний бак, застосовується в протипожежних і об'єднаних системах багатопверхових будинків;
- з ємністю і установкою для підвищення тиску, використовується при великій нерівномірності водоспоживання, необхідності мати запас води в системі при постійному недоліку тиску в зовнішній мережі;
- кільцеві мережі влаштовують у будинках, де неприпустима перерва в подачі води, звичайно кільцюються магістралі (горизонтальне кільцювання), але в будинках більше 17 поверхів необхідна закільцьовка стояків (вертикальне кільцювання);
- тупикові;
- з циркуляцією;
- без циркуляції.

Поливальні водопроводи використовують для поливання зелених насаджень, території двору, мийки тротуарів. Витрати на поливання складають 3-6 л/с. У громадських і житлових будинках поливальний водопровід поєднують із господарсько-питним. Поливальні крани встановлюють через 60-70 м периметра будинку. Розміщують у цоколі будинку із зовнішньої сторони в ніші або в землі - чавунному колодязі (ковере). Мережа тупикова зі сталевих труб.

Протипожежні водопроводи. Залежно від пожежної небезпеки будинку влаштовують наступні системи протипожежного водопроводу: система з пожежними кранами в будинках із важкоспалимих матеріалів. Система з пожежними кранами влаштовується в житлових будинках (висотою більше 12 поверхів), адміністративних, лікувальних та ін. будинках. Система об'єднана. Використовують сталеві неоцинковані труби і арматури на робочий тиск 0,9 Мпа. Пожежні крани встановлюються звичайно на опалювальних сходових клітках.

### **Запитання для самоконтролю**

1. Які основні етапи проектування водопровідних мереж?
2. Основні види арматури водогінної мережі.
3. Споруди системи водопостачання.
4. Призначення водоводів та водогінних мереж.
5. Які матеріали застосовуються для трубопроводів водопостачання?
6. Охарактеризуйте системи й схеми водопостачання будинків.
7. Протипожежні водопровідні системи.

### **Лекція 3. СТИЧНІ ВОДИ ТА ЇХ КЛАСИФІКАЦІЯ. СХЕМИ КАНАЛІЗАЦІЇ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТИВ**

Каналізація, або система відведення і очищення стічних вод це комплекс інженерних споруд і пристроїв, що служать для прийому і видалення стічних вод за межі населених пунктів і промислових підприємств, а також їхнє очищення і знезаражування. Стічні води, що утворюються в межах населених міст і на промислових підприємствах, можна підрозділити на три категорії:

- побутові - з унітазів, раковин, ванн та інших приладів; вони утворюються в житлових, громадських, комунальних і деяких суспільних будинках;
- виробничі - води, що утворюються в результаті використання у різних технологічних процесах виробництва;
- дощові (атмосферні) - що з'являються на поверхні проїздів, площ, дахів при випаданні атмосферних опадів і таненні снігу.

Під системою каналізації мається на увазі комплекс споруд, призначених для відведення стічних вод трьох основних видів та їхнього очищення.

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

Загальносплавна система каналізації — це система, при якій по одній підземній мережі труб і каналів видаляються стічні води всіх категорій за межі населених міст.

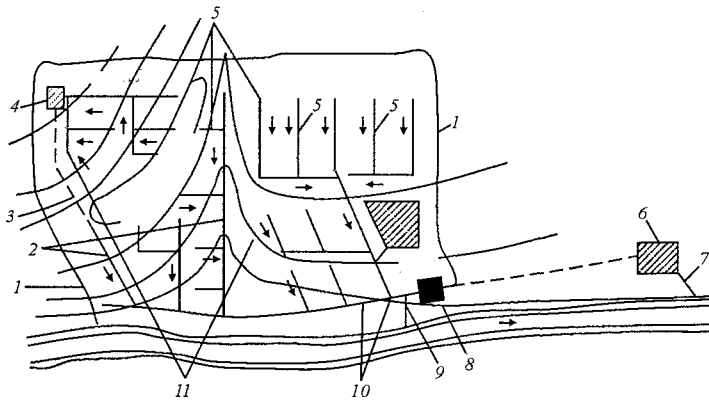


Рис. 7. Система каналізації міста: 1 – границя міста; 2 – колектори; 3 – напірний трубопровід; 4 – насосна станція; 5 – вулична мережа; 6 – очисні споруди; 7 – випуск у водойму; 8 – головна насосна станція; 9 – аварійний випуск; 10 – головний колектор; 11 – границя басейнів каналізування

Колектори загальносплавної каналізації мають більші перетини, в результаті чого їхнє будівництво вимагає більших одноразових капіталовкладень. З метою зменшення діаметрів труб мережі, обсягів очисних споруд і потужностей насосних станцій, на головних колекторах передбачають камери з ливнеспусками і ливневідводами, через які частина дощових вод у суміші з іншими стічними водами скидається без очищення у водойми під час сильних дощів. При влаштуванні загальносплавної системи каналізації всі стічні води в суху погоду і частина їх у період дощів надходять на очисні споруди і після необхідного очищення випускаються у водойму. Загальносплавні системи каналізації за санітарними показниками в цей час для населених місць не проектуються. Їх можна застосовувати в тих випадках, коли буде передбачене очищення і знезаражування суміші стічних вод, що відводять на скидання у водойми через ливнеспуски.

Роздільна система каналізації може бути повною і неповною. При повній роздільній системі прокладають дві самостійні підземні мережі труб і каналів, з яких одна служить для відведення побутових і забруднених виробничих стічних вод, а друга для відведення дощових і умовно-чистих виробничих вод. Перша мережа називається виробничо-побутовою, або побутовою, а друга - дощовою.

До побутових мереж стічні води надходять на очисні споруди, розташовані здебільшого за межами населених міст. Дощові води по іншій мережі течуть по найкоротшій відстані в найближчі водні потоки. У дощову мережу можуть відводитись умовно чисті виробничі стічні води.

При роздільній системі побутова мережа, що будується у першу чергу, має діаметр труб і каналів значно менше, ніж дощова.

У тому випадку, коли при роздільній каналізації влаштовують тільки побутову мережу, а дощові води відводять по відкритих лотках і канавах, систему називають неповною роздільною.

Напівроздільна система каналізації передбачає будівництво двох роздільних мереж (виробничо-побутової і дощової) і загальносплавного колектора, по якому відводяться на очищення всі побутові, виробничі води і найбільш забруднена частина дощових вод. У місцях перетинання дощової мережі із загальносплавним колектором, влаштовують розподільчі камери, у яких регулюється відведення дощових вод на скидання у водойми і на очищення. По конструкції розподільчі камери можуть бути аналогічними ливнеспускам загальносплавної системи каналізації.

Комбінована система каналізації допускає влаштування в окремих районах міста різних систем каналізації.

Найбільш досконала в санітарному відношенні напівроздільна система, тому що в цьому випадку забруднені стічні води всіх категорій віддаляються за межі населеного міста і піддаються очищенню. Однак капітальні вкладення на одночасне будівництво двох мереж і спеціальних камер великі, тому напівроздільні системи каналізації поки ще не одержали широкого поширення. Найбільш часто застосовується роздільна система каналізації. Ця система задовільна в санітарному відношенні. Її економічні переваги полягають у тому, що в першу чергу можна будувати побутову мережу, труби і канали якої мають невеликі діаметри, і, отже, первісні витрати в період будівництва будуть знижені. Тільки в міру благоустрою території об'єкта прокладається підземна дощова мережа.

Схема каналізації розробляється на підставі прийнятої системи каналізації і є конкретним технічно і економічно обґрунтованим рішенням на вибір і розміщення комплексу інженерних споруд для прийому, транспортування, очищення і випуску їх у водойму або передачі для наступного використання в сільському господарстві і промисловості.

На генплані каналізуемого населеного пункту виділяються басейни каналізування, наносяться траси основних колекторів, вуличної мережі, місця розташування насосних станцій, очисних споруд і випусків.

Вибір схеми каналізації обумовлюється рельєфом місцевості, місцем розташування очисних споруд і поверхневої водойми, витратою стічних вод, вимогами утилізації стічних вод і повторного їхнього використання, відводом і очищенням поверхневого стоку.

Застосовують наступні схеми каналізування (рис. 8):

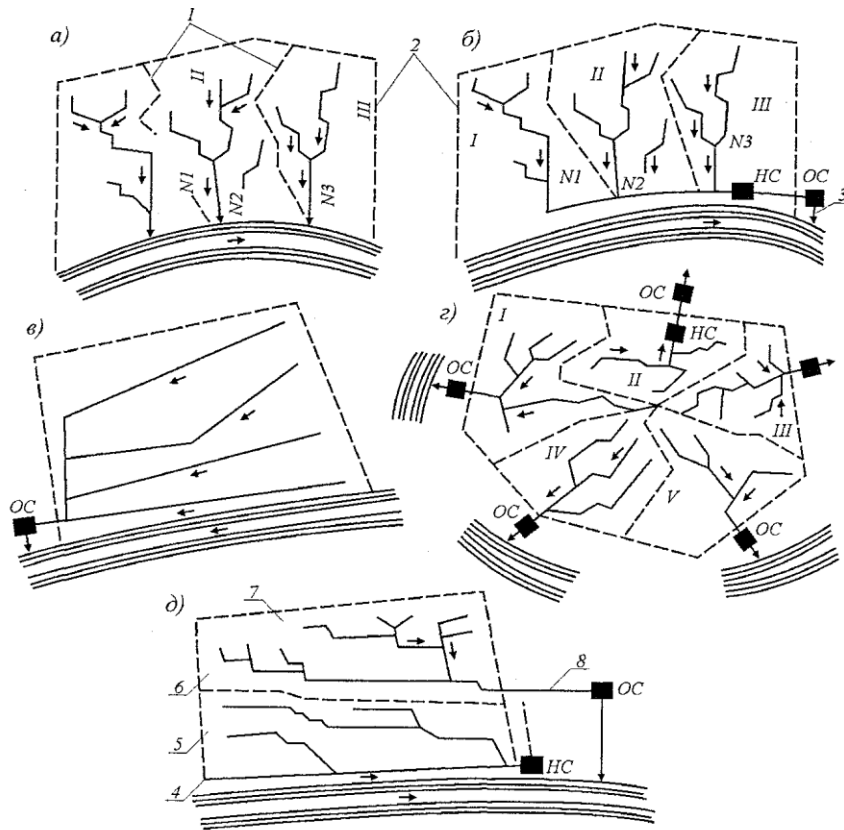


Рис. 8. Схеми каналізаційних мереж населених пунктів:

1 – границя басейну, 2 – границя каналізування, 3 – випуск, 4 – колектор нижньої зони, 5 - парковий колектор, 6 – головний колектор верхньої зони, 7 – північний колектор, 8 – відвідний канал

- Перпендикулярну (а), при якій колектори окремих басейнів каналізування, якщо немає зворотних ухилів, трасують по найкоротшому шляху — перпендикулярно водоймі. Таку схему застосовують при відводі чистих вод. При необхідності очищення вод, що відводяться, цю схему можна переробити на пересічену схему.
- Пересічену (б), що має широке поширення, якщо територія каналізуємого об'єкта знижується у бік водойми. Вона зручна при реконструкції старих систем каналізації, виконаних за перпендикулярною схемою і скиданням стічних вод у водойму без очищення.
- Вієрну, або паралельну (в), при якій колектори басейнів каналізування спрямовані під кутом або паралельно один одному і стосовно водойми і перехоплюються головним колектором, що відводить стічні води на очисні спорудження. Схему застосовують при дуже крутих схилах до ріки з метою зменшення ухилів труб, а також швидкості руху води в колекторах.

- Радіальну (г), застосовують при відводі стічних вод окремих районів самостійними системами і при розкиданих площадках очисних споруд. Колектори басейнів каналізування мають радіальний напрямок від центра населеного пункту до його периферії, кожен район міста має незалежну мережу із самостійними головним і відвідними колекторами і з окремими очисними спорудженнями. Ця схема зручна тим, що при розширенні забудови міста не потрібна перебудова діючих колекторів.
- Зонну, або поясну (д), застосовують при розташуванні об'єкта на території з горбкуватим рельєфом. За цією схемою населений пункт розбивають на зони із самостійними мережами, і стічні води нижньої зони перекачуються в головний або відвідний колектор верхньої зони, що йде на очисні споруди. Від окремих об'єктів стічні води відводяться самопливом.

У густонаселених районах країни і при близькому розташуванні населених пунктів і промислових підприємств варто передбачати районну схему каналізації всього промислового району. Районна схема каналізації дозволяє відмовитися від влаштування в окремих населених пунктах і промислових підприємствах невеликих очисних споруд, забезпечити більш якісне очищення стічних вод і високоефективну систему повторного і багатоцільового використання очищеної води і тим самим досягти скорочення будівельних і експлуатаційних витрат і більш надійний захист водойм від забруднень.

У засушливих районах з дефіцитом води, при наявності маловодних водойм, де відбір води і скидання стічних вод після очищення ускладнені, або в тих випадках, коли по санітарних або рибогосподарських вимогах не допустимо скидання стічних вод без дорогого глибокого очищення, доцільно проектувати замкнуті схеми водного господарства без випуску стічних вод у водойми. Такі схеми передбачають повний водообіг з використанням у виробництві очищених і підготовлених промислових і побутових стічних вод при мінімальному поповненні безповоротних втрат системи з вододжерела.

При розробці схеми каналізації варто передбачити максимально можливе використання стічних вод як виробничих, так і побутових, і дощових.

Оптимальний варіант повинен визначатися найменшою величиною наведених витрат з урахуванням скорочення трудових витрат, витрат матеріальних ресурсів, електроенергії і палива, а також виходячи із санітарно-гігієнічних і рибогосподарських вимог.

Вибір системи і схеми відведення побутових, виробничих і атмосферних стічних вод по загальних або роздільних мережах багато в чому залежить від того, чи буде надалі здійснюватися їх спільне або роздільне очищення.

Спільне відведення побутових і виробничих стічних вод економічно виправдано при їх наступному спільному механічному і біологічному очищенні. Виробничі стічні води, що містять органічні речовини і побутові стічні води, можуть бути використані після їхнього біологічного очищення у виробничому водопостачанні. Для систематизації і узагальнення науково-технічної інформації різних систем і схем каналізування рекомендується розробляти структурні схеми, у яких показані ймовірні і перспективні системи, а також можливий рівень їхнього використання.

Для визначення розрахункових витрат необхідно знати кількість населення, що проживає в містах, норму водовідведення, режим надходження стічних вод у мережу. Норми водовідведення приймають рівними нормам водоспоживання залежно від ступеня благоустрою будинків. У норми водовідведення входять всі види споживання води в місті (у т.ч. витрата води на лазні, пральні, лікарні та ін.), за винятком витрат води промисловими підприємствами і на поливання вулиць, площ і зелених насаджень.

Розрізняють коефіцієнти загальної мінімальної і максимальної нерівномірності водовідведення. Встановлено, що нерівномірність надходження стічних вод у каналізаційну мережу залежить від середньої витрати води, що протікає по ній: чим більше середня витрата мережі, тим менше діапазон коливань витрат за годинами доби.

Для розрахунку каналізаційної мережі і споруд на ній, а також для розрахунку очисних споруд необхідно знати розрахункові витрати — середньодобові, середньогодинні, максимальні і мінімальні секундні.

Для малих міст варто передбачати, як правило, централізовані системи каналізації для одного або декількох населених пунктів, окремих груп будинків і виробничих зон. Централізовані системи каналізації варто проектувати об'єднаними для житлових і виробничих зон. Пристрої централізованих схем роздільно для жилої і виробничої зон допускається при техніко-економічному обґрунтуванні.

Децентралізовані схеми каналізації допускається передбачати:

- при відсутності небезпеки забруднення використовуваних для водопостачання водоносних об'єктів;
- при відсутності централізованої каналізації в існуючих або підлягаючих реконструкції містах для об'єктів, які повинні бути

каналізовані в першу чергу (лікарень, шкіл, дитячих садків і ясел, адміністративно-господарських будинків, окремих житлових будинків, промислових підприємств), а також для першої стадії будівництва населених пунктів на відстані не менш 500 м;

- при необхідності каналізування груп або окремих будинків.

Для окремо розташованих будинків при витраті побутових стічних вод до 1 м<sup>3</sup>/добу допускається влаштування люфтів-клозетів або вигрібних ям.

Система водного господарства промислових підприємств повинна бути з максимальним повторним (послідовним) використанням виробничої води в окремих технологічних операціях і з обортом холодної води для окремих цехів або всього підприємства в цілому. Безповоротні втрати води повинні заповнюватися за рахунок акумулювання поверхневих стічних вод, побутових, міських і виробничих стічних вод після їхнього очищення і знезаражування (знешкодження).

При виборі схеми і системи каналізації промислових підприємств необхідно враховувати:

- можливість виключення утворення забруднених стічних вод у технологічному процесі за рахунок впровадження безвідхідних і безводних виробництв;
- вимоги до якості води, використовуваної в різних технологічних процесах і її кількість;
- кількість і характеристику стічних вод, що утворюються в різних технологічних процесах, і фізико-хімічні властивості присутніх у них забруднюючих речовин, матеріальний і енергетичний баланси водоспоживання і водовідведення;
- можливість локального очищення потоків стічних вод з метою добування окремих компонентів і повторного використання води, а також створення локальних замкнутих систем виробничого водопостачання;
- можливість використання у виробництві очищених побутових міських стічних вод, а також поверхневих стічних вод і створення замкнутих систем водного господарства без скидання стічних вод у водні об'єкти;
- умови спуска виробничих стічних вод у водні об'єкти або систему каналізації населеного пункту або іншого водокористувача.

Каналізування промислових підприємств слід передбачати по повній роздільній системі. Очищення виробничих і міських стічних вод на позаплощадкових очисних спорудах можуть виконуватись спільно або

роздільно залежно від характеристики стічних вод і умов їхнього повторного використання.

Виробничі стічні води, що підлягають спільному відведенню і очищенню з побутовими стічними водами населеного пункту, не повинні:

- порушувати роботу мереж і споруд;
- містити речовини, які здатні засмічувати труби каналізаційної мережі або відкладатися на стінках труб;
- робити руйнуючу дію на матеріал труб і елементи споруд каналізації;
- мати горючі домішки і розчинені речовини, здатні утворювати вибухонебезпечні і токсичні гази в каналізаційних мережах і спорудах;
- мати шкідливі речовини в концентраціях, що порушують роботу очисних споруд або перешкоджають використанню їх у системах технічного водопостачання або скиданню у водні об'єкти.

При трасуванні каналізаційних мереж враховують рельєф місцевості і вертикальне планування, розміщення водних потоків і місця скидання стічних вод, а також дані гідрогеологічних вишукувань.

На схему каналізації впливає розміщення очисних споруд. Схеми трасування каналізаційної мережі розрізняють щодо кварталів залежно від рельєфу місцевості і вертикального планування території:

- об'ємна схема вуличної каналізаційної мережі;
- схема зі зниженого боку кварталів.
- по внутрішньоквартальних проїздах.

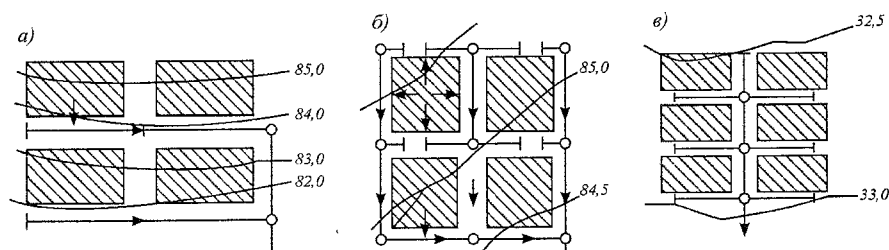


Рис. 9. Схеми трасування каналізаційних мереж:

а – вулична каналізаційна мережа по декільком сторонам кварталу,

б – об'ємна мережа, що пов'язано з лінійною забудовою вулиць,

в – вулична каналізаційна мережа по внутрішньоквартальним проїздам

Збірні колектори трасують уздовж рік і тальвегів (ліній, що з'єднують найбільш знижені ділянки річкової долини, яру). По цих колекторах стічні води побутової або загальносплавної мережі відводять на очисні споруди і після очищення скидають у водойму. У такому разі випуск стічних вод виконується за межею населеного пункту. Дощову

мережу при проектуванні трасують із розрахунку випуску стічних вод у водойму по найкоротшій відстані. Ґрунтові умови також впливають на трасування мережі.

На загальній схемі каналізації крім ліній мережі відзначають мережні споруди: дюкери, переходи і камери різного призначення. На схемі відмічаються місця розташування насосних станцій, очисних споруд і випусків.

При проектуванні необхідно розглядати доцільність кооперування систем каналізації об'єктів незалежно від відомчої приналежності, а також враховувати технічну, економічну і санітарну оцінки існуючих споруд, передбачати можливість їхнього використання і інтенсифікацію роботи.

Проекти каналізації об'єктів необхідно розробляти, як правило, одночасно із проектами водопостачання з обов'язковим аналізом балансу водоспоживання і відведення стічних вод. При цьому необхідно розглядати можливість використання очищених стічних і дощових вод для виробничого водопостачання і зрошення. Основні технічні рішення, прийняті в проектах і черговість їхнього здійснення повинні бути обґрунтовані порівнянням можливих варіантів.

Оптимальний варіант визначається найменшою величиною наведених витрат з урахуванням скорочення трудових витрат, витрат матеріальних ресурсів, електроенергії і палива, а також виходячи із санітарно-гігієнічних і рибогосподарських вимог.

При проектуванні мереж і споруд каналізації повинні бути передбачені прогресивні технічні рішення, механізація трудомістких робіт, автоматизація технологічних процесів і максимальна індустріалізація будівельно-монтажних робіт за рахунок застосування збірних конструкцій, стандартних і типових виробів і деталей, що виготовляють на заводах і у заготівельних майстернях.

Каналізаційну мережу звичайно влаштовують самопливною і проектують на часткове заповнення. Для того щоб вода протікала з необхідною швидкістю, мережу прокладають з ухилом. Щоб уникнути заливання каналізаційних мереж, розрахункові швидкості руху стічних вод варто приймати залежно від ступеня наповнення труб і каналів і величини зважених речовин, що втримуються в стічних водах. Розрахункове наповнення трубопроводів при відведенні побутових стічних вод залежить від діаметра труб. Труби дощовий (зливової) і загальносплавної каналізації приймаються при розрахунках працюючими на повний перетин.

Розрахункові швидкості повинні бути такими, щоб при русі стічної рідини по трубах в них не випадав осад. При більших швидкостях

відбувається швидке зношування стінок труб, що витираються твердими частками, які утримуються в стічних водах. Внаслідок цього було введено поняття про максимально припустимі швидкості.

Найбільша (максимально припустима) розрахункова швидкість руху стічних вод приймається рівною 8 м/с для металевих та 4 м/с для неметалевих труб, а для дощової каналізації відповідно 10 і 7 м/с. При установці максимальних швидкостей необхідно визначати і максимально припустимі ухили.

При складному рельєфі місцевості припустимо прокладати окремі колектори і ділянки вуличної мережі із трубами діаметром 200 мм і з найменшим ухилом 0,005, а 150 мм — 0,007.

Виходячи з умов експлуатації (зручності прочищення мережі) мінімальні розміри діаметрів трубопроводів зовнішньої виробничо-побутової каналізації приймають 150 мм для внутрішньоквартальних і 200 мм для вуличних мереж, а для дощової і загальносплавної каналізації відповідно 200 і 250 мм.

До каналізаційних мережних споруд відносяться: колодязі різного призначення, дощоприймачі, ливнеспуски (на мережах загальносплавної системи), розділові камери, регулюючі резервуари, дюкери, переходи під залізничними і шосейними дорогами, водними потоками, ярами, мостами, пішохідними містками, випуски, вентиляційні пристрої.

Оглядові колодязі на каналізаційних мережах всіх систем слід передбачати:

- в місцях приєднань;
- в місцях зміни напрямку, ухилів і діаметрів трубопроводів;
- на прямих ділянках на відстані залежно від діаметра труб: 150 мм - 35 м, 200-400 мм - 50 м, 500-600 мм - 75 м, 700-900 мм - 100 м, 1000-1400 мм - 150 м, 1500-2000 мм - 200 м, понад 2000 мм - 250-300 м.

Розміри в плані колодязів або камер побутової і виробничої каналізації приймають залежно від труби найбільшого діаметра, що приєднується до колодязя: на трубопроводах діаметром до 600 мм — довжину і ширину 1000 мм; на трубопроводах діаметром 700 мм і більше — довжину  $D + 400$  мм, ширину  $D + 500$  мм.

Діаметри круглих колодязів варто приймати на трубопроводах діаметрами: до 600 мм — 1000 мм; 700 мм — 1250 мм; 800-1000 мм — 1500 мм; 1200-2000 мм.

Розміри колодязів у плані на поворотах трубопроводів необхідно визначати з умови розміщення в них лотків повороту. На трубопроводах діаметром більше 150 мм при глибині закладення до 1,2 м допускається

влаштування колодязів діаметром 700 мм; при глибині закладення понад 3 м діаметр колодязів варто приймати не менш 1500 мм.

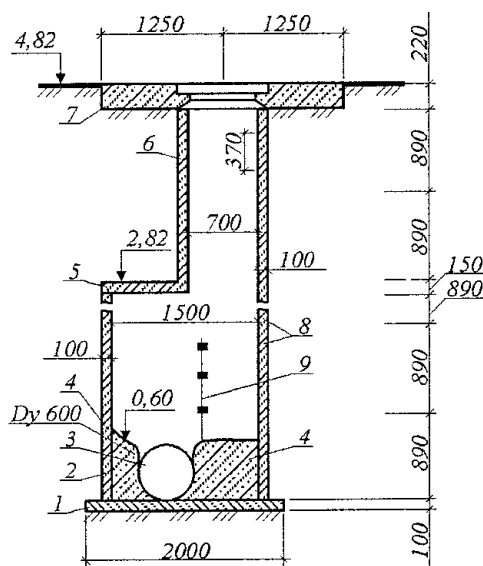


Рис. 10. Оглядовий колодязь:

- 1 – плита днища, 2 – кільце стінове з отворами, 3 – лоток з бетону,
- 4 – полка лотка, 5 – плита перекриття, 6 – стінове кільце горловини,
- 7 – плита дорожня з нішею для люку, 8 – скоби, 9 – огорожа

Колодязь складається з робочої частини, що забезпечує можливість виробництва в ньому робіт, горловини, призначеної для спуску в робочу частину і люка. Висоту робочої частини колодязів (від полиці або площадки лотка до перекриття) необхідно приймати не менш 1800 мм. У робочій частині колодязя слід передбачати установку сталевих скоб або начіпних сходів для спуску в оглядовий колодязь, а на трубопроводах діаметром понад 1200 мм при висоті робочої частини понад 1500 мм - огороження робочої площадки висотою 1000 мм.

Горловини колодязів на мережах каналізації слід приймати діаметром 700 мм. Установку люків необхідно передбачати: в одному рівні з поверхнею проїзної частини доріг при вдосконаленому покритті, на 50-70 мм вище поверхні землі в зеленій зоні і на 200 мм вище поверхні землі на недобудованій території. Якщо буде потреба слід передбачати люки із запірними пристроями.

При наявності ґрунтових вод з розрахунковим рівнем вище дна колодязя необхідно передбачати гідроізоляцію дна і стін колодязя на 0,5 м вище ґрунтових вод. Закладення труб у стінах колодязів повинне забезпечувати щільність з'єднання, водонепроникність, а також можливість незалежного осідання стінок колодязя.

Всі приймачі стічних вод повинні бути обладнані гідравлічними затворами (сифонами). Гідравлічний затвор являє собою вигнутий канал або трубу, заповнені шаром води 60 мм, надійно закриваючий вихід газів.

Відвідні труби можуть бути прокладені по підлозі відкрито або приховано в каналах і борознах. Від мийок  $d=50$  мм із ухилом 0,035, від унітаза  $d=100$  мм із ухилом 0,02 до стояка.

Конструктивно діаметри стояків приймають однаковими по всій довжині. Стояки розміщують відкрито в стінах і перегородках (ближче до кута), або приховано в монтажних шахтах кабін.

При тупиковій схемі і наявності не експлуатованого підвалу випуски можуть бути прокладені по підлозі підвалу на підставках із забезпеченням плавних приєднань до стояків. На одну секцію будинку по одному випуску.

Для систем каналізації з урахуванням вимог міцності, корозійної стійкості і економії застосовують чавунні, азбестоцементні, бетонні, залізобетонні, пластмасові і скляні труби. У житлових будинках - пластмасові труби з полівінілхлориду, поліетилену високої щільності.

Для очищення внутрішньої каналізації застосовуються ревізії і очищення. Стояки очищаються за допомогою ревізій, які встановлюються на висоті 1 м від підлоги.

Внутрішня система каналізації працює з неповним наповненням. Швидкість руху 0,7-1,5 м/с.

При русі стічних вод в трубах концентруються гази, для їхнього видалення передбачаються вентиляційні мережі, які виконуються шляхом виводу каналізаційних стояків вище покрівлі будинку.

### **Запитання для самоконтролю**

1. Як класифікують системи та схеми каналізації?
2. Стічні води і їхня класифікація.
3. Норми й режим водовідведення.
4. Вибір схеми й системи каналізації.
5. У чому полягають основні принципи проектування каналізаційних мереж та споруд на них?
6. Вимоги до каналізування промислових підприємств.
7. Трасування каналізаційних мереж.
8. Які основні елементи системи внутрішньої каналізації?

## **Лекція 4. СИСТЕМИ І СХЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ. ТЕПЛОВІ МЕРЕЖІ**

Теплопостачання являє собою комплекс інженерних споруд, призначених для постачання теплом житлових, громадських і промислових будинків і споруд з метою забезпечення комунально-побутових потреб (опалення, вентиляція, кондиціонування повітря і гаряче водопостачання) і технологічних потреб споживачів.

Розрізняють місцеве (децентралізоване) і централізоване теплопостачання. У централізованих системах теплопостачання один або кілька джерел тепла обслуговують тепловикористовуючі пристрої ряду споживачів, розташованих роздільно, тому передача тепла від джерела до споживачів здійснюється по спеціальних теплопроводах – теплових мережах.

У децентралізованих системах теплопостачання кожен споживач має власне джерело тепла. Нові ефективні інженерні рішення по теплопостачанню житлових будинків із застосуванням автоматизованих теплогенераторів дозволяють розробляти поквартирне опалення в багатоповерхових житлових будинках.

Система теплопостачання призначена для забезпечення споживачів тепловою енергією. Вона складається з теплогенеруючої установки (тобто джерела тепла), що служить для виробітку енергоносія у вигляді водяної пари, перегрітої і гарячої води заданих параметрів, теплової мережі для транспортування енергоносія до споживача, теплових пунктів і місцевих систем споживачів тепла. Теплогенеруючі установки діляться на районні, квартальні, групові і установки підприємств.

Вибір системи теплопостачання варто визначати на підставі техніко-економічних розрахунків з урахуванням якості вихідної води, ступеня забезпеченості і підтримки необхідної якості гарячої води в споживачів.

Джерелами тепла при централізованому теплопостачанні можуть бути теплоелектроцентралі (ТЕЦ), на яких здійснюється комбінований виробіток електричної і теплової енергії (теплофікація), котлові установки великої потужності, що виробляють тільки теплову енергію, пристрої для утилізації теплових відходів промисловості, установки для використання геотермальних джерел.

У системах децентралізованого теплопостачання джерелами тепла служать автоматизовані теплогенератори, печі, водогрійні котли, різні водонагрівачі, що використовують надлишкове тепло промислових підприємств, сонячну енергію і т.д.

Розміщення джерела тепла на території міста або мікрорайону здійснюється з урахуванням ряду факторів:

- запобігання замету сірчистих димових газів і летючої золи в житловій зоні міста;
- розташування щодо центру теплових навантажень (ця відстань повинна бути найменшою, тоді радіус подачі тепла споживачам буде найкоротшим);
- зручності доставки палива; повинні використовуватись або існуючі, або новоспоруджені залізничні колії;
- можливості дальності дії систем теплопостачання; при сучасних технічних засобах віддалення парових систем від центрів споживання не повинне перевищувати 5-6 км при тиску 1,5-2,0 Мпа, систем гарячого водопостачання - 30-40 км (насосні станції в цьому випадку проєктуються на трубопроводах, що подають, і зворотних), системи подачі тепла від районних котелень - 5-6 км.

Теплоносіями в системах централізованого теплопостачання звичайно є перегріта вода з температурою до 200° С. Вода звичайно служить для забезпечення комунально-побутових, а пара - технологічних навантажень. Вибір температури теплоносія визначається економічними розрахунками і вимогами споживачів.

Використання теплоти в системах теплопостачання пов'язане із сезонами року. Частина споживачів теплоти залежить від кліматичних умов (системи опалення, вентиляції і кондиціонування повітря), а частина не залежить (системи побутового гарячого водопостачання, технологічного паропостачання і гарячого водопостачання). Від переваги тих або інших теплових потоків залежить багато в чому вибір систем і схем теплопостачання.

Вибір варіанта схеми теплопостачання об'єктів: системи централізованого теплопостачання від котлових, великих, малих і автономних електростанцій (ТЕЦ, ТЕС, АЕС) або від децентралізованого теплопостачання (ДЦТ) - автономних, дахових котелень, від квартирних теплогенераторів виробляється шляхом техніко-економічного порівняння варіантів.

Прийнята схема теплопостачання повинна забезпечувати:

- нормативний рівень теплоенергозбереження;
- нормативний рівень надійності, обумовлений трьома критеріями: імовірністю безвідмовної роботи, готовністю (якістю) теплопостачання і дієздатністю;
- вимоги екології;

- безпека експлуатації.

У деяких системах можуть працювати кілька джерел тепла, що підвищує надійність роботи системи (з погляду забезпечення споживачів теплом), її маневреність і економічність, але до деякої міри ускладнює її гідравлічну роботу: збільшується ймовірність виникнення гідравлічних ударів при зміні напрямку руху потоків теплоносія в трубопроводах.

Функціонування теплових мереж і системи центрального тепlopостачання не повинне приводити:

- до неприпустимої концентрації в процесі експлуатації токсичних і шкідливих для населення, ремонтно-експлуатаційного персоналу і навколишнього середовища речовин у тунелях, каналах, камерах, приміщеннях та інших спорудах, в атмосфері, з урахуванням здатності атмосфери до самоочищення в конкретному житловому кварталі, мікрорайоні, населеному пункті.
- до стійкого порушення природного теплового режиму рослинного покриву (трави, чагарників, дерев), під якими прокладаються теплопроводи.

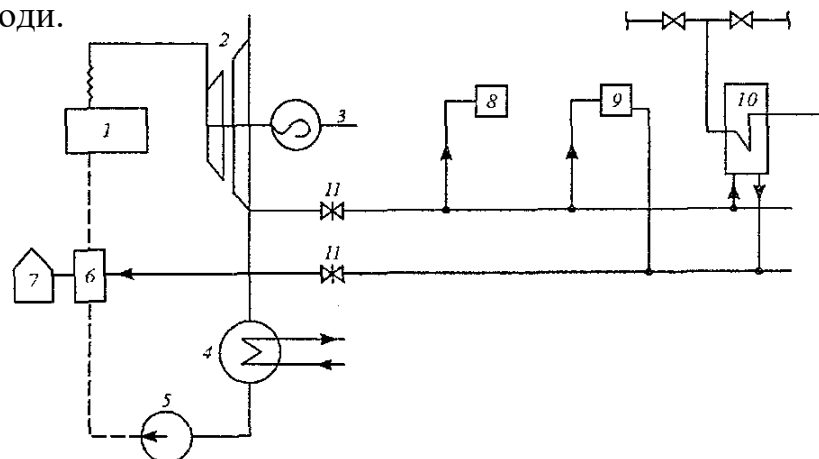


Рис. 11. Принципіальна схема теплофікації:

1 – котельня, 2 – турбіна, 3 – електрогенератор, 4 – конденсатор,  
5 – конденсаторний насос, 6 - регенератор, 7 – хімічна водопідготовка,  
8 – 10 – споживачі тепла, 11 – засувка

Системи центрального тепlopостачання можуть бути класифіковані за рядом ознак:

- за способом приєднання установок опалення;
- за числом трубопроводів;
- за видом теплоносія;
- за способом регулювання тепла.

За способом приєднання установок опалення розрізняють залежні і незалежні системи. У залежних системах теплоносій надходить безпосередньо з теплової мережі в опалювальні установки споживачів. У незалежних - у проміжний теплообмінник, установлений у тепловому пункті, де нагрівається вторинний теплоносій, що циркулює в місцевій установці споживача.

За кількістю трубопроводів, використовуваних для передачі теплоносія, розрізняють одно-, дво- і багатотрубні системи теплоносія. Однотрубні системи застосовуються в тих випадках, коли теплоносій повністю використовується споживачами і назад не повертається (наприклад, у парових системах без ворття конденсату або у відкритих системах гарячого водопостачання, у яких вода повністю розбирається споживачами).

У двохтрубних системах теплоносій повністю або частково повертається в джерело тепла, де він підігрівається. Багатотрубні системи влаштовуються при необхідності виділення окремих типів теплового навантаження (наприклад, окремі системи для гарячого водопостачання і опалення).

Застосування багатотрубних систем спрощує регулювання відпуску тепла, способів приєднання до теплових мереж, а також їхню експлуатацію.

Теплові мережі, що транспортують у відкритих системах теплопостачання мережну воду в одному напрямку, при надземній прокладці допускається проектувати в однотрубному виконанні при довжині транзиту до 5 км.

При більшій довжині і відсутності резервного підживлення систем центрального теплопостачання від інших джерел теплоти теплові мережі повинні виконуватися у два (або більше) паралельних теплопроводи.

За видом теплоносія системи ЦТ підрозділяються на водяні і парові. Причому вода використовується переважно для задоволення навантажень опалення, вентиляції, кондиціонування повітря і гарячого водопостачання, а пара, крім того, - для задоволення технологічного навантаження.

За способом регулювання відпуску тепла в системах теплопостачання (добове, сезонне) розрізняють центральне якісне, місцеве кількісне регулювання.

Центральне якісне регулювання подачі тепла здійснюється за основним видом теплового навантаження - опаленню або гарячому водопостачанню. Воно полягає в зміні температури теплоносія, що

подається від джерела тепла в теплову мережу відповідно до прийнятого температурного графіка залежно від температури зовнішнього повітря.

Місцеве кількісне регулювання здійснюється в теплових пунктах. Цей вид регулювання знаходить широке застосування при гарячому водопостачанні і здійснюється, як правило, автоматично. У парових системах теплопостачання в основному здійснюється місцеве кількісне регулювання - тиск пари в джерелі теплопостачання підтримується постійним, а витрата його регулюється споживачами.

Крім чисто якісного і кількісного регулювання має місце якісно-кількісне регулювання, що полягає у визначенні еквівалента витрати мережної води і температури води залежно від відносного розрахункового теплового навантаження. Завданням регулювання є підтримка в опалювальних приміщеннях розрахункової внутрішньої температури. Застосування тих або інших типів систем теплопостачання обумовлюється їхніми особливостями і вимогами споживачів тепла.

При центральному якісно-кількісному регулюванні відпуск теплоти для підігріву води в системах гарячого водопостачання споживачів, температура води в трубопроводі, що подає, повинна бути:

- для закритих систем теплопостачання не менш  $70^{\circ}\text{C}$ ;
- для відкритих систем теплопостачання не менш  $60^{\circ}\text{C}$ .

Визначення теплових потоків та їхніх необхідних параметрів є початковою стадією проектування будь-якої системи теплопостачання. При цьому істотним моментом є таке визначення витрат тепла, при якому сума витрат всіма споживачами системи досягає максимального значення.

Максимальні теплові потоки на опалення, вентиляцію, гаряче водопостачання, технологічні процеси промислових підприємств приймаються при проектуванні теплових мереж за відповідними проектами.

Теплові потоки при відсутності проектів опалення, вентиляції і гарячого водопостачання будинків і споруд визначаються:

- для підприємств - за укрупненими відомчими нормами, затвердженими у встановленому порядку, або за проектами аналогічних підприємств;
- для житлових районів міст і інших населених пунктів - за формулами.

Для підтримки постійної температури повітря в приміщеннях необхідно підтримувати баланс витрати тепла будинком (теплові втрати конструкціями, що огороджують) і приходу тепла (теплова віддача нагрівальних приладів). У силу зміни температури зовнішнього повітря

теплові втрати то зростають, то зменшуються, а разом з ними точно так само повинна змінюватися тепла віддача нагрівальних приладів опалювальних систем.

За своїм призначенням теплові мережі, що з'єднують джерело теплоти з тепловими пунктами, поділяються на магістральні, розподільчі внутрішньоквартальні.

Магістральні теплові мережі являють собою ділянки, які несуть основне теплове навантаження і з'єднують джерела теплоти з великими тепловими споживачами.

Розподільчі або міжквартальні мережі транспортують теплоту від теплових магістральних мереж до об'єктів теплоспоживання. Вони відрізняються від магістральних мереж, як правило, меншим діаметром і довжиною.

Внутрішньоквартальні мережі відгалужуються від розподільчих мереж і закінчуються в теплових пунктах споживачів теплоти. Вони несуть тільки те теплове навантаження, що має цей споживач теплоти. Навантаження розподільчих мереж відрізняється великою годинною і добовою нерівномірністю споживання теплоти в порівнянні з навантаженням магістральних мереж.

Трасування мереж міста починають із магістральних мереж, їх креслення впливає на побудову розподільчих і внутрішньоквартальних мереж, на їхню довжину і надійність подачі теплоти споживачам. За способом прокладки теплові мережі поділяються на підземні і надземні. Переважним способом прокладки трубопроводів теплових мереж є підземна прокладка в прохідному, напівпрохідному і непрохідному каналах.

Для правильного вибору траси теплових мереж, що дає найкраще рішення з технічної, економічної і екологічної точок зору, необхідне виконання наступних умов:

- магістральні мережі необхідно прокладати поблизу центрів теплових навантажень;
- теплові мережі, незалежно від способу прокладки і системи теплопостачання, не повинні проходити по території цвинтарів, смітників, скотомогильників, місць поховання радіоактивних відходів, землеробських полів зрошення, полів фільтрації та інших ділянок, що представляють небезпеку хімічного, біологічного і радіоактивного забруднення;
- траси повинні мати найкоротші відстані;
- теплові мережі не слід прокладати в ґрунтах у затоплюваних районах міст, мікрорайонів і промислових підприємств;

- намічені траси не рекомендується розташовувати на місцях, передбачених під забудову, а також вони не повинні заважати роботі транспортної системи міста;
- трасування систем теплопостачання повинно забезпечувати зручність при проведенні ремонтних робіт;
- обраний варіант траси теплових мереж повинен мати найменшу вартість при будівництві та експлуатації і мати високу надійність;
- підземну прокладку теплових мереж не слід передбачати уздовж електрифікованих залізничних і трамвайних шляхів щоб уникнути електрокорозії металевих трубопроводів.

Теплові пункти в системах теплопостачання призначені для виконання наступних функцій:

- постійного контролю параметрів температури і тиску;
- готування гарячої води з параметрами, необхідними для санітарно-побутових і технічних потреб споживачів, а також підтримки та регулювання цих параметрів у процесі експлуатації систем; при цьому відбувається не тільки зміна параметрів, але в окремих випадках і перетворення теплоносія;
- регулювання витрати теплоносія та розподілу його по системах споживання теплоти;
- обліку теплових потоків, витрат теплоносія і конденсату;
- захисту місцевих систем від підвищення тиску і температури теплоносія;
- заповнення і підживлення систем споживання теплоти;
- збору, охолодження, повернення конденсату та контролю його якості;
- акумулювання теплоти з метою вирівнювання добових коливань витрати теплоносія;
- водопідготовки для систем гарячого водопостачання.

За розміщенням на генеральному плані теплові пункти підрозділяються на окремо розташовані, прибудовані до будинків і споруд та вбудовані в будинки і споруди.

При виборі траси теплопроводів необхідно враховувати економічність і надійність теплових мереж. З метою підвищення надійності роботи теплових мереж доцільно влаштовувати резервування подачі теплоти споживачам за рахунок спільної роботи декількох джерел теплоти, а також пристрою блокувальних перемичок між магістралями теплових мереж при підземній прокладці.

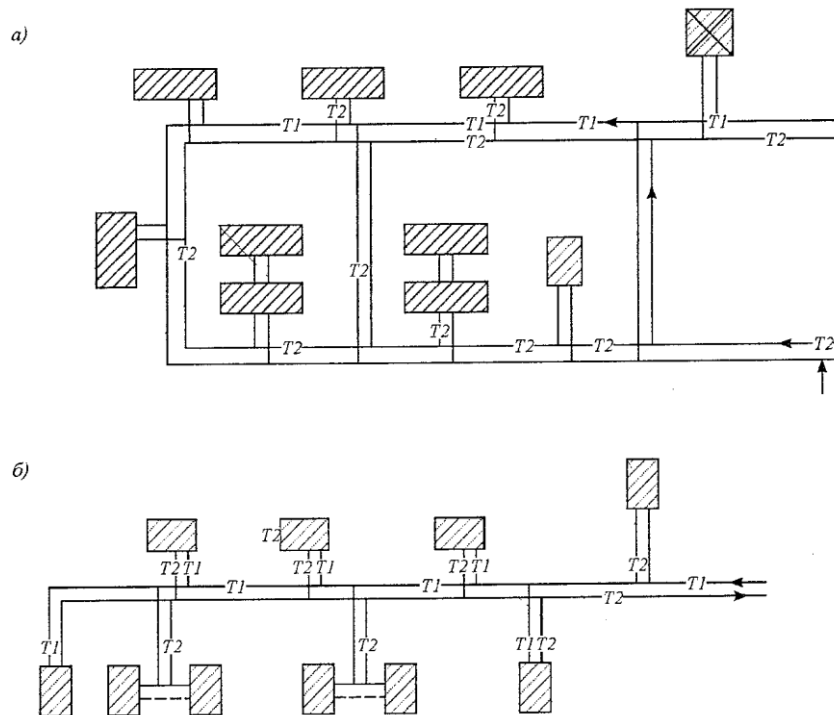


Рис. 12. Конфігурація теплових магістральних мереж:  
 а – кільцева схема, б – тупикова схема

При виборі траси передбачається одне введення теплових мереж у кожен квартал. В окремих випадках у великі квартали влаштовують по два введення. Допускається підключати поруч розташовані квартали з однієї камери.

У місцях відгалужень до кварталів або будинків передбачають теплові камери. На трасі теплових мереж показуються нерухомі опори, компенсатори та запірно-регулююча арматура. Камери теплових мереж можуть виконуватися зі збірних залізобетонних, бетонних елементів, монолітними або із цегли. Їхні габаритні розміри визначають із умов зручності, безпеки обслуговування і забезпечення нормативних відстаней між будівельними конструкціями та устаткуванням.

Монтажна схема розробляється після вибору траси, способу прокладки теплових мереж і попереднього гідравлічного розрахунку, за яким визначають діаметри теплопроводів. Складання монтажною схеми полягає в розміщенні на трасі теплових мереж нерухомих опор, компенсаторів і запірно-регулюючої арматури.

На ділянках між нерухомими опорами передбачають компенсатор. Повороти траси тепломережі під кутом  $90-130^\circ$  використовують для

самокомпенсації температурних подовжень, а в місцях поворотів під кутом більше 130° установлюють нерухомі опори.

Теплові подовження трубопроводів при температурі теплоносія від 50° С і вище повинні сприйматися спеціальними пристроями, що компенсують, охороняючи трубопроводи від виникнення неприпустимих деформацій і напруг. В якості компенсуючих пристрів застосовують П – образні, S - образні або чепцеві та хвилясті компенсатори.

Вибір труб і арматури при проектуванні здійснюють за робочим тиском та температурою теплоносія. Для теплових мереж рекомендується застосовувати електрозварні сталеві прямошовні труби або зі спіральним швом. З'єднують труби за допомогою зварювання. Основним видом запірних арматур є сталеві засувки з ручним приводом при діаметрі до 500 мм та електричним при діаметрі більше 500 мм.

Як джерело тепла для поквартирних систем тепlopостачання варто застосовувати теплогенератори (одно і двоконтурні водогрійні котли, водогрійні колонки, каміни, калорифери та ін.) тепловою потужністю до 35 кВт, як паливо використовувати природний газ.

Для житлових будинків поверховістю понад п'ять поверхів не допускається застосування теплогенераторів з відкритою камерою згоряння.

Установку котлів дозволяється передбачати при сумарній тепловій потужності, кВт:

- до 60 - в кухнях;
- до 100 - у спеціально виділених нежилых приміщеннях квартир або приміщеннях громадського призначення (теплогенераторних).

Об'єм кухні з установкою електроплити та теплогенератора із закритою камерою згоряння і обсяг теплогенераторної, обладнаної теплогенератором із закритою камерою згоряння не нормується, вибирається з умови забезпечення необхідних нормованих відстаней до стін, устаткування і зручності обслуговування.

Приміщення кухні та теплогенераторної повинні відповідати наступним вимогам:

- висота не менш 2,50 м;
- внутрішній об'єм, обумовлений виходячи з умов зручності виробництва монтажних робіт і експлуатації теплогенераторів, але не менше зазначеного в експлуатаційній документації підприємства-виготовлювача;
- для приміщення кухні, крім того, наявності вікна, конструкція якого забезпечує провітрювання приміщення.

Кухня та теплогенераторна повинні мати віконний проріз площею скління 0,03 м на 1 м<sup>3</sup> обсягу приміщення.

Теплогенераторна громадського призначення повинна мати - евакуаційний вихід, що відповідає протипожежним вимогам і захист від несанкціонованого проникнення всередину приміщення.

Установку настінних теплогенераторів варто передбачати:

- на стінах з горючих матеріалів на відстані не менш 20 мм від стіни;
- на стінах з горючих матеріалів з ізоляцією негорючими матеріалами (покрівельною сталлю, по аркуші азбесту товщиною не менш 3 мм, штукатурка не менш 25 мм і т.п.) на відстані не менш 30 мм від стіни. Ізоляція повинна виступати за габарити корпуса теплогенератора на 100 мм.

Автономне джерело тепlopостачання (котельня) може бути окремо розташованою, вбудованою у будинок, (незалежно від поверху розміщення) прибудованою або розташованою на даху. Ефективність використання розташованих на даху котелень, призначених для децентралізованого тепlopостачання житлових, громадських і промислових будинків обумовлена наступними факторами:

- скорочення абсолютних капітальних вкладень впровадженням у практику одночасної здачі в експлуатацію джерела тепла і будинку;
- економією питомих капітальних вкладень за рахунок відсутності зовнішніх теплових мереж;
- зниження поточних експлуатаційних витрат шляхом скорочення теплових втрат;
- розташуванням котельні на будинку, що підвищує ефективність використання територій, оскільки немає необхідності розміщення ЦТП і теплової мережі.

Можуть застосовуватися полівалентні (гібридні) системи тепlopостачання, які являють собою комплекси декількох різнорідних джерел тепла: котельні установки, поновлювані джерела, пристрої, що використовують вторинні енергоресурси.

Вбудовані та розташовані на даху котельні можуть працювати тільки на газі, окремо розташовані установки - на будь-яких видах палива.

Автономна котельня, що працює на газоподібному або рідкому паливі, повинна бути автоматизованою та експлуатуватися без постійної присутності обслуговуючого персоналу. Для котелень, що працюють на газоподібному або рідкому паливі, необхідно передбачити на газопроводі і паливопроводі всередині котельні швидкодіючий запірний клапан з електроприводом.

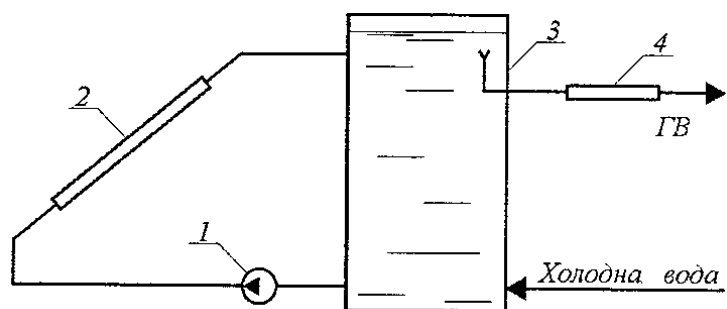


Рис. 13. Одноконтурна установка сонячного гарячого водопостачання:  
 1 – циркуляційний насос, 2 – сонячний колектор, 3 – бак-акумулятор,  
 4 – догрівач

При роботі котелень без постійної присутності обслуговуючого персоналу на диспетчерський пункт необхідно передавати відповідні попереджувальні і аварійні сигнали про стан котельні. У приміщенні, де перебуває установка, необхідно встановити щит з детальною розшифровкою причин аварій.

### Запитання для самоконтролю

1. Наведіть класифікацію систем теплопостачання.
2. Як здійснюється трасування мереж теплопостачання?
3. Трасування теплової мережі.
4. Проектування систем теплопостачання й теплових мереж.
5. Джерела теплопостачання та їх розташування.
6. Призначення та функції теплових пунктів в системах теплопостачання.
7. Які особливості поквартирних систем теплопостачання?

## Лекція 5. СИСТЕМИ ГАЗОПОСТАЧАННЯ

В населених містах газ витрачається жителями, комунально-побутовими підприємствами та установами, автотранспортом, промисловістю і теплоелектростанціями; крім того, він використовується для опалення будинків.

Як населенням, так і промисловістю газ споживається нерівномірно (особливо на потреби опалення). Нерівномірність споживання газу в опалювальний період перебуває в прямої залежності від температури зовнішнього повітря. Протягом доби міняється витрата газу і на побутові

потреби. Промислові підприємства з безперервним технологічним процесом споживають газ більш рівномірно. Режим витрати газу споживачами різних категорій залежить від багатьох факторів і може змінюватися з часом.

Систему газопостачання розраховують на максимальну годинну витрату, обумовлену по сполученому добовому графіку споживання газу всіма споживачами.

Для кожного району газопостачання коефіцієнт годинного максимуму витрати газу варто приймати диференційовано, якщо мережі являють собою самостійну систему, гідравлічно не пов'язану із системами інших районів.

Газорозподільна система це майновий виробничий комплекс, що складається з технологічно, організаційно та економічно взаємозалежних об'єктів, призначених для транспортування і подачі газу безпосередньо його споживачам.

Газорозподільна мережа складається із системи зовнішніх газопроводів від джерела до введення газу споживачам, а також споруд і технічних пристроїв на них.

Джерелом газорозподілу є елементи системи газопостачання (наприклад, газорозподільна станція - ГРС), що служать для подачі газу в газорозподільну мережу.

Газове господарство населених міст складається з наступних основних споруд: газорозподільних станцій ГРС, газгольдерних станцій, зовнішніх розподільних газопроводів різного тиску, газорегуляторних пунктів ГРП, відгалужень та введень на об'єкти, що використовують газ, а також із внутрішніх газопроводів і приладів споживання газу.

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

- низького тиску - з тиском газу не більше 5 кПа;
- середнього тиску - з тиском газу від 5 кПа до 0,3 МПа;

високого тиску:

- I категорія з тиском газу більше 0,6 до 1,2 МПа;
- II категорія з тиском газу від 0,3 і до 0,6 МПа.

Газопроводи низького тиску призначені для постачання газом житлових і громадських будинків, а також дрібних промислових і комунально-побутових підприємств.

Газопроводи середнього і високого (II категорії) тиску прокладають для живлення розподільних газопроводів низького і середнього тиску

(через газорегуляторні пункти), а також промислових і комунально-побутових підприємств (через місцеві газорегуляторні установки).

Газопроводи високого тиску (з тиском газу більше 0,6 Мпа) призначені для подачі газу до міських газорегуляторних пунктів, місцевих газорегуляторних пунктів великих підприємств, а також до підприємств, технологічні процеси яких вимагають застосування газу високого тиску.

По числу ступенів тиску в газових мережах системи газопостачання підрозділяються на одно-, двох-, трьох- і багатоступінчасті. Застосування тієї або іншої схеми визначається величиною населеного пункту, плануванням його забудови, розташуванням житлової (сельбищної) і промислових зон і витратою газу окремими споживачами. У невеликих населених пунктах з малою витратою газу і середніх містах застосовують головним чином двоступінчасті системи, а у великих - триступінчасті або багатоступінчасті.

Двохступінчаста система газопостачання. Газ середнього тиску по газопроводу підводиться до газорегуляторних пунктів, розташованих поза кварталами на вільній від забудови площі. З газорегуляторних пунктів після зниження тиску газ надходить у газопроводи низького тиску, з яких через введення він підводиться до внутрішньобудинкової мережі.

Трьохступінчаста система газопостачання. У цьому випадку газ від джерела подається до окремих районів міста під високим тиском на газорегуляторні пункти, що знижують тиск до середнього. Всередині розміщені ГРП, що знижують тиск до низького.

Газорегуляторні пункти (ГРП) і установки (ГРУ) служать для зниження тиску газу і підтримки його на необхідному заданому рівні. ГРП звичайно споруджують для живлення газом розподільних мереж, а ГРУ - для живлення окремих споживачів. ГРП розміщують в окремо розташованих будинках або шафах зовні будинку, ГРУ - у приміщеннях підприємства, де розташовані агрегати, що використовують газ.

Основні вимоги до розміщення ГРП:

ГРП варто розміщувати:

- окремо розташованими;
- прибудованими до газифікованих виробничих будинків;
- вбудованими в одноповерхові газифіковані виробничі будинки і котельні (крім приміщень, розташованих у підвальних і цокольних поверхах);
- на покриттях газифікованих виробничих будинків I і II ступенів вогнестійкості із негорючим утеплювачем;

- поза будинками на відкритих обгороджених площадках під навісом на території промислових підприємств.

За накресленням в плані системи розподілу газу поділяються на тупикові, кільцеві і змішані. Конфігурація газових мереж, а також прийняті в них робочі тиски в умовах міста впливають на розміщення газорозподільних станцій (ГРС) і газорегуляторних пунктів (ГРП).

З метою забезпечення безперервності газопостачання варто проектувати кільцеві і змішані мережі. Тупикові мережі споруджують тільки в тих випадках, коли можлива перерва в подачі газу на об'єкт споживання. При трасуванні газопроводів, виходячи з економічних міркувань, варто прагнути до того, щоб газ із мережі надходив на об'єкт по найкоротшій відстані.

Газопроводи високого тиску трасують за межами міста або по районах з малою щільністю населення, а газопроводи середнього і низького тиску - по всіх вулицях, причому газопроводи більших діаметрів по можливості варто прокладати по вулицях з неінтенсивним рухом.

Газові мережі звичайно прокладають під землею (підземні прокладки). На територіях промислових і комунально-побутових підприємств можливе застосування надземної прокладки по стінах і дахах будинків, по колонах і естакадах. Допускається надземна прокладка внутрішньоквартальних (дворових) газопроводів на опорах і по фасадах будинків. Дозволяється прокладати два і більше газопроводи в одній траншеї, але в цьому випадку відстані між газопроводами у світлі варто призначати з умови зручності монтажу і ремонту трубопроводів (не менш 0,4 м при діаметрі труб до 300 мм і не менш 0,5 м при більших діаметрах).

Газові мережі споруджуються з металевих і пластмасових труб. Їхні діаметри і довжина в значній мірі залежать від кількості та розташування ГРС і ГРП. При виборі кількості і місць розміщення ГРС і ГРП необхідно враховувати підтримку заданого режиму роботи газових мереж, можливість дублювання одного спорудження іншим при аварії, дотримання оптимальної відстані до найбільш віддалених крапок.

На газопроводах у житлових і громадських будинках, дитячих установах, навчальних закладах, магазинах, перукарнях, вимикачі установлюють:

- на введеннях у будинки;
- при влаштуванні від одного введення двох і більше стояків - на кожному стояку, що обслуговує більше чотирьох поверхів;
- перед лічильниками;
- перед кожним газовим приладом;

- на відгалуженнях до опалювальних печей або приладів;
- на газопроводах перед пальниками газових, побутових приладів, ресторанних плит, опалювальних печей.

Введення газопроводів у житлові будинки повинні передбачатися в нежилых, доступних для огляду газопроводів приміщеннях (наприклад, кухні, теплогенераторні).

Введення газопроводів у громадські будинки, підприємства громадського харчування, об'єкти комунально-побутового господарства слід передбачати безпосередньо в приміщення, де встановлені газові прилади.

Критерієм ефективності роботи установок, що використовують газове паливо, є ККД агрегатів і питома витрата умовного палива на одиницю виробленої продукції.

Сталеві футляри газопроводів під автомобільними дорогами, залізничними і трамвайними шляхами при безтраншейній прокладці (прокол, продавлювання та інші технології, дозволені до застосування) повинні бути, як правило, захищені засобами електротехнічного захисту, при прокладці відкритим способом - ізоляційними покриттями.

Газорозподільні системи міст із населенням більше 100 тис. чол. повинні бути оснащені автоматизованими системами дистанційного керування технологічним процесом розподілу газу і комерційного обліку споживання газу.

Для підземних газопроводів варто застосовувати поліетиленові і сталеві труби, для наземних і надземних газопроводів - сталеві труби. Для внутрішніх газопроводів низького тиску дозволяється застосовувати сталеві і мідні труби.

Вибір матеріалу труб, трубопроводної запірної арматури, деталей сполучення, зварювальних матеріалів варто робити з урахуванням тиску газу, діаметра і товщини стінки газопроводу, розрахункової температури зовнішнього повітря в районі будівництва та температури стінки труби при експлуатації, ґрунтових і природних умов, наявності вібраційних навантажень.

## Запитання для самоконтролю

1. Визначте категорії газопроводів.
2. Будівлі та споруди газопостачання, вимоги до їх розміщення.
3. Основні принципи трасування мереж газопостачання.
4. Проектування мереж газопостачання.
5. Які основні вимоги до розміщення споруд газопостачання?
6. Наведіть складові газового господарства.
7. Внутрішні системи газопостачання.

## Лекція 6. СХЕМИ ТА СКЛАД МІСЬКИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ

Одним з основних елементів генерального плану розвитку міста є схема його електропостачання, що розробляється комплексно з урахуванням розвитку енергетики всього енергетичного району.

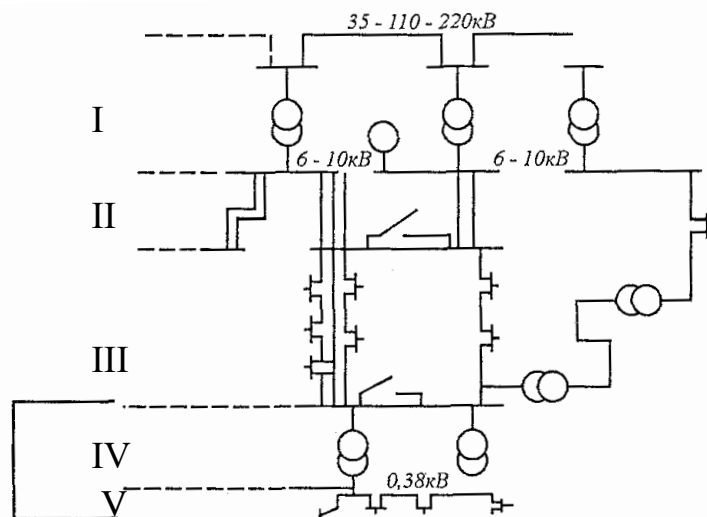


Рис. 14. Схема електрозабезпечення міста:

I – мережа електрозабезпечення 35 кВ та вище, до складу якої входять понижуючі підстанції, що живлять їх лінії; II – живляча мережа 6-10 кВ як сукупність розподільчих підстанцій; III – розподільча мережа 6-10 кВ, її живлення відбувається від розподільчих пунктів та безпосередньо від центрів живлення; IV – трансформаторні підстанції розподільчих мереж; V – розподільча мережа 0,38 кВ

Енергетичною системою називається сукупність електростанцій, енергетичних і теплових мереж, з'єднаних між собою і зв'язаних спільністю режиму в безперервному процесі виробництва, перетворення і розподілу енергії.

Режим споживання електроенергії залежить від виду споживання (комунально-побутові споживачі, промислові підприємства, електрифікований транспорт). Крім того, на режим електроспоживання впливає коливання електричного навантаження по годинах доби і порам року. Протягом доби навантаження регулярно знижується в нічні години, а протягом тижня зниження навантаження має місце в неробочі дні.

Розподіл навантаження енергосистеми між електростанціями здійснюється за критеріями мінімуму витрати палива. Основними споживачами електроенергії, вироблюваної на електростанціях, є промислові підприємства, житлово-побутові об'єкти, електрифікований транспорт.

Частина вироблюваної енергії витрачається на власні потреби електростанцій. Основним методом розрахунку і прогнозування електроспоживання є прямий розрахунок, заснований на застосуванні укрупнених питомих норм або узагальнених показників витрати електроенергії з урахуванням планових даних по розвитку галузей народного господарства. Для промислових потреб навантаження встановлюються за технологічними даними, а для інших розраховуються за діючими нормативами.

Система електропостачання міста містить у собі елементи енергетичної системи, що забезпечують розподіл електроенергії споживачам. До міських електричних мереж відносяться:

- мережі напругою 35 кВ і вище, що містять кільцеві мережі з понижувачими підстанціями (ПС), лінії і підстанції глибоких введень;
- розподільні мережі напругою 6-20 кВ, що містять трансформаторні підстанції (ТП) і лінії, що з'єднують центри живлення між собою;
- розподільні мережі до 1000 В.

До понижуючих підстанцій відносяться:

- міські підстанції (35-220 кВ), що розташовуються в безпосередній близькості до границь міста;
- підстанції глибоких введень (110-220 кВ), споруджені безпосередньо на території районів і у промислових зонах великих міст;
- трансформаторні підстанції (10-20/0,38 кВ) комунально-побутових і промислових споживачів енергії.

Підстанції і розподільні пункти (РП) звичайно споруджуються як окремо розташовані будинки. Для відкритих варіантів підстанцій проводять шумозахисні заходи, а відстані від ТП до житлових будинків і комунальних споруд визначаються акустичним розрахунком.

Електроприймачі споживачів діляться на три категорії.

До першої категорії відносяться електроприймачі, перерва електропостачання яких може викликати небезпеку для життя людей, значний збиток народному господарству, порушення функціонування особливо важливих елементів комунального господарства. Електроприймачі першої категорії повинні забезпечуватися електроенергією від двох незалежних резервних джерел живлення. Перерва електропостачання від одного із джерел живлення може бути допущена лише на час автоматичного відновлення живлення. Особлива за надійністю група електроприймачів першої категорії повинна передбачати додаткове живлення від третього незалежного взаємного джерела резервного живлення.

До другої категорії відносяться електроприймачі, перерва постачання електроенергії яких приводить до масового зменшення вироблення продукції, масових простоїв робітників, механізмів і промислового транспорту, порушенню нормальної діяльності жителів міста. Електроприймачі другої категорії забезпечуються електроенергією від двох незалежних джерел живлення. При порушенні електропостачання від одного із джерел живлення припустимі перерви, необхідні для включення резервного живлення черговим персоналом. Припустимо живлення електроприймачів однією повітряною лінією або двохланцюговою кабельною, при забезпеченні аварійного ремонту цієї лінії за час не більше доби.

До третьої категорії відносяться всі інші електроприймачі, що не охоплені першими двома. Живлення цих приймачів допускається від одного джерела живлення за умови ремонту системи протягом не більше доби.

Основний напрямок в обслуговуванні споживачів електроенергією – це забезпечення надійності і безперебійності живлення, із заданими характеристиками за частотою та напругою струму. Сучасні електричні прилади (комп'ютери, телевізори, кондиціонери пральні машини, тощо) дуже чутливі до коливання напруги в мережі. Навіть при роботі ламп накалювання зниження напруги на 5% зменшує світловий потік на 20%, а підвищення напруги на 5% трохи збільшить світловіддачу, але в 2,5 рази скоротить термін служби.

Використання в міських електричних системах трансформаторних підстанцій різного призначення дозволяє оптимізувати схеми електропостачання, скоротити втрати при передачі електроенергії, а також

зменшити витрати на будівництво і експлуатацію систем електропостачання в містах.

При проектуванні систем електропостачання необхідно розробити конкретні пропозиції з комплексного і раціонального використання енергетичних ресурсів і складання принципової схеми, що забезпечує потреби виробництва та населення.

Відповідно до цього необхідне наступне:

- охарактеризувати енергоресурси, енергетичні мережі і системи району;
- виявити недоліки та диспропорції в існуючій структурі енергоспоживання в енергетичному господарстві і визначити шляхи їхнього подолання в перспективі;
- розрахувати енергоспоживання на першу чергу і розрахунковий строк;
- скласти енергетичні баланси;
- розробити принципові пропозиції з енергопостачання міста, промислових підприємств, сільськогосподарських об'єктів і зон масового відпочинку.

Характеристика сучасного електропостачання включає:

- показники загального стану електричних мереж і мережних пристроїв;
- показники джерел електропостачання і їхній зв'язок з даною і сусідньою енергосистемами;
- короткий огляд розвитку енергопостачання в минулі роки з визначенням основних економічних показників енергосистеми та електроустановок;
- структуру споживання за галузями господарства;
- питомі норми електроспоживання і звітний баланс активної потужності та електроенергії енергосистеми.

### **Запитання для самоконтролю**

1. Наведіть термін «енергетична система».
2. Охарактеризуйте елементи енергетичної системи міста.
3. Назвіть категорії електроприймачів.
4. Складові системи електропостачання.
5. Проектування систем електропостачання.
6. Джерела й режими електропостачання.
7. Схеми й пристрої міських електричних мереж.

## **Лекція 7. РОЗМІЩЕННЯ ІНЖЕНЕРНИХ МЕРЕЖ У ВЕРТИКАЛЬНІЙ ТА ГОРИЗОНТАЛЬНІЙ ПЛОЩИНІ. ПРИНЦИПИ РОЗМІЩЕННЯ ІНЖЕНЕРНИХ МЕРЕЖ У МІСТАХ ТА МІКРОРАЙОНАХ**

Мережі прокладаються переважно по вулицях і дорогах. Для цієї мети в поперечних профілях вулиць і доріг передбачаються місця для укладання мереж різного призначення. Так, на смузї між червоною лінією і лінією забудови укладаються кабельні мережі (силові, зв'язку, сигналізації і диспетчеризації), під тротуарами - теплові мережі або прохідні канали, на розподільчих смугах - водопровід, газопровід і господарсько-побутова каналізація. Причому при ширині вулиць в межах червоних ліній 60 м і більше прокладка підземних мереж проектується по обидва боки вулиць. Розміщення підземних мереж відносно будинків, споруд і зелених насаджень і їхнє взаємне розташування повинні виключати можливість підмивання фундаментів будинків і споруд, а також забезпечувати можливість ремонту мереж без ускладнень руху міського транспорту.

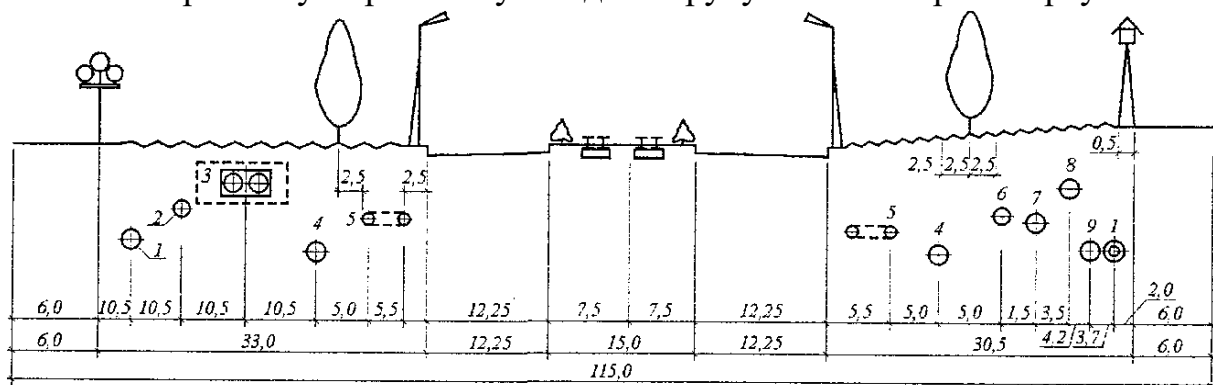


Рис. 15. Розміщення інженерних мереж на магістральній вулиці з трамвайною полосою:

- 1 – збірні трубопроводи дощової каналізації;
- 2 – виробничий водопровід; 3 – теплопровід; 4 – магістральна лінія дощової каналізації; 5 – розподільча мережа водопроводу; 6 – газопровід середнього тиску; 7 - газопровід високого тиску; 8 – магістральний водопровід; 9 – господарчо-побутова каналізація

Вибір схеми прокладки інженерних мереж у мікрорайонах залежить від рельєфу і планувальних рішень. В окремих випадках можливо одночасне застосування різних прийомів прокладки інженерних комунікацій.

При спільній прокладці інженерних мереж у напівпрохідних каналах розміщуються такі мережі, як водопровід, теплопроводи, каналізація, поливальний водопровід, гаряче водопостачання.

Газопостачання і низьковольтні електрокабелі рекомендується прокладати окремо в самостійних траншеях. Це пов'язано з наступними обставинами:

- спільна прокладка в каналах електрокабелів і трубопроводів рентабельна лише на ділянках, де їхні траси збігаються. Влаштування спеціальних каналів тільки для прокладки кабелів не може бути рекомендовано, тому що це приводить до значного подорожчання електричних мереж. Риття ж не глибоких траншей не викликає особливих ускладнень.
- прокладка газових мереж разом з іншими інженерними комунікаціями допускається тільки за умови влаштування прохідних каналів, обладнаних приточно-витяжною вентиляцією. Ці додаткові вимоги приводять до значного підвищення вартості будівництва.

Для прокладки інженерних мереж можна використовувати канали під будинками. Канали під будинками проектуються з таким розрахунком, щоб для однієї зі стінок каналу можна було використати фундамент будинку, а для перекриття - підлогу першого поверху. Особливу увагу необхідно звертати на санітарні вимоги при проектуванні каналізаційних мереж у напівпрохідних каналах під будинками, у підвалах будинків.

Для забезпечення цих вимог повинні виконуватися наступні умови:

- канали не повинні мати входів з житлових і підсобних приміщень будинків;
- трубопроводи каналізації необхідно виконувати з напірних неметалевих труб (азбестоцементних, пластмасових), з дотриманням повної герметичності з'єднань;
- пристрої для очищення каналізаційних ліній варто виносити за межі будинків;
- приточну вентиляцію каналізаційної мережі необхідно влаштовувати шляхом установки вентиляційних ґрат із зовнішньої сторони цоколя будинку;
- трубопроводи теплопостачання і гарячого водопостачання необхідно виконувати із сталевих труб на зварюванні з гідравлічним випробуванням на підвищений тиск;
- запірна та інша арматури на водопровідних і теплових мережах повинні виноситися за межі каналу.

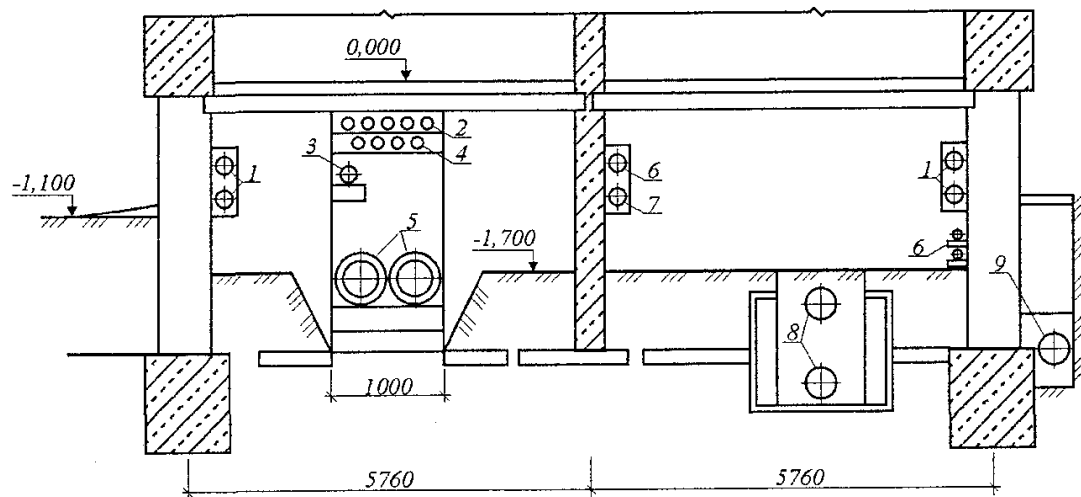


Рис. 16. Прокладання інженерних мереж під та поруч з будівлею в підвалах:

1 – теплопроводи, 2 – телефонні кабелі, 3 – магістральний трубопровід холодного водопостачання; 4 – електрокабелі; 5 – магістральні трубопроводи теплової мережі; 6 – трубопроводи гарячого водопостачання; 7 – водопровід холодної води; 8 – трубопроводи каналізаційні; 9 – дренаж

Перетинання трубопроводів із залізничними і трамвайними шляхами, а також автодорогами, як правило, повинне проходити під кутом  $90^\circ$ . При відповідному обґрунтуванні допускається зменшення кута перетинання до  $45^\circ$  у тих випадках, коли перетинаються водні перешкоди, автомобільні дороги, трамвайні шляхи, окремі будинки і споруди, і  $60^\circ$  при перетинанні споруд метрополітену і залізниць.

Підземне перетинання інженерними мережами залізниць диктує наступні найменші відстані по горизонталі у світлі:

- до стрілок і хрестовин залізничної колії і місць приєднання кабелів електрифікованих доріг – 10 м;
- до стрілок і хрестовин залізничної колії при пучинистих ґрунтах - 20 м;
- до мостів, труб, тунелів і інших штучних споруд на залізницях - 20 м.

Прокладка інженерних мереж при підземному перетинанні залізничних і автомобільних доріг, трамвайних шляхів і ліній метрополітену може здійснюватися:

- у каналах при можливості виробництва будівельно-монтажних робіт і ремонтних робіт відкритим способом;

- у футлярах при неможливості провадження робіт відкритим способом, при довжині перетинання до 40 м і можливості забезпечення по обидві сторони від перетинання прямих ділянок траси довжиною 10-15 м;
- в тунелях в інших випадках, а також при заглибленні від поверхні землі до перекриття каналу (футляра) більше 2,5 м.

Відстань у плані від обріза футляра, а у випадку влаштування наприкінці футляра колодязя, від зовнішньої поверхні стіни колодязя, встановлюється наступним чином:

- при перетинанні залізниць - 8 м від осі крайнього шляху, 5 м від подошви насипу і 3 м від брівки виїмки та від крайніх водовідвідних споруд (кюветів, лотків і дренажів);
- при перетинанні автомобільних доріг - 3 м від брівки земляного полотна або подошви насипу, брівки виїмки або іншого водовідвідного спорудження.

Внутрішній діаметр футляра при прокладці в ньому ліній водопроводів, теплопроводів і каналізації приймається на 200 мм більше зовнішнього діаметра трубопроводу, що прокладається, або зовнішнього діаметра теплоізоляції на теплових мережах. При перетинанні газових мереж іншими мережами на останні на відстані до 15 м передбачаються пристрої для відбору проб на витік газу.

При підземному укладанні інженерних мереж повинні дотримуватися відстані не тільки в горизонтальній, але і у вертикальній площині як між мережами та спорудами, так і між самими мережами. Прокладка трубопроводів, що транспортують господарсько-питну або стічну воду побутового або виробничого походження, у північних і центральних районах країни виконується з врахуванням глибини промерзання і температури транспортування води.

З урахуванням цих впливів найменша глибина закладення приймається не менш 0,5 м. Крім цих умов на глибину закладення трубопроводів впливають і санітарні вимоги. Так, водопровідні лінії з водою господарсько-питного призначення завжди розміщуються вище каналізаційних трубопроводів, а також трубопроводів, по яких перекачуються отруйні рідини. Відстань у світлі між названими трубопроводами повинна бути не менш 0,4 м.

Допускається у виняткових випадках водопровідні лінії прокладати нижче каналізаційних при дотриманні наступних умов:

- водопровідні лінії повинні бути із сталевих труб;

- труби водопроводу необхідно розміщувати у футлярах, при цьому відстань від стінок каналізаційних труб до обріза футляра повинна становити не менш 5 м у глинистих ґрунтах і не менш 10 м у піщаних та інших великоблочних ґрунтах;
- каналізаційні трубопроводи в місцях перетинання прокладаються із чавунних труб;
- допускається прокладка водопровідних введень діаметром до 150 мм нижче каналізаційних без влаштування футлярів, якщо відстань у світлі між трубопроводами буде більше 0,5 м;
- теплопроводи відкритих систем тепlopостачання і трубопроводи гарячого водopостачання дозволяється прокладати нижче або вище каналізаційних мереж, якщо відстань між ними буде становити не менш ніж 0,4 м.

Відстань між трубопроводами різного призначення приймається рівною 0,2 м, за винятком (як уже вказувалося): водопровідних, пересічних з каналізаційними і трубопроводами отрутих рідин.

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

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

Прокладка трубопроводів і електрокабелів під залізничними та трамвайними шляхами (від підшви рейки) або автодорогами (до верху труби, футляра або електрокабеля) здійснюється на глибині 1,0 м при відкритому способі провадження робіт і на глибині 1,5 м при закритому (продавлювання, горизонтальне буріння або щитова проходка).

Роздільна прокладка трубопроводів припускає монтаж різних мереж незалежно друг від друга у різний час. Така прокладка доцільна, коли відбувається заміна старих мереж на нові. Роботи подібного роду виконуються при реконструкції інженерних мереж у містах. Роздільна прокладка вимагає більших розривів між трубопроводами і в цілому більших обсягів коштів. Такий вид прокладки може мати місце також тоді, коли роботи здійснюються різними будівельними організаціями в неузгоджений термін і нерідко розтягуються на тривалий час. У такому випадку порушується нормальний пішохідний і транспортний рух на вулицях.

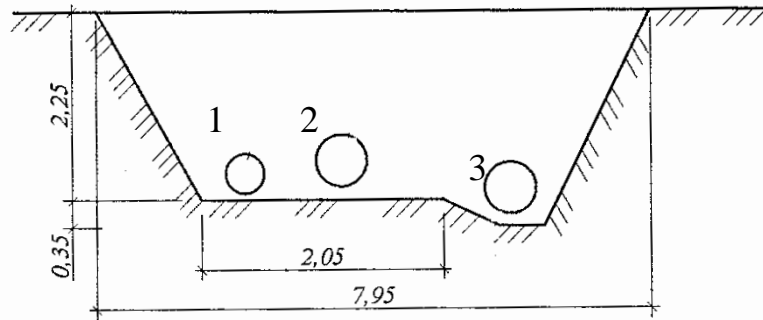


Рис. 17. Суміщений спосіб прокладання підземних мереж в одній траншеї:  
 1 – газопровід низького тиску; 2 – газопровід високого тиску;  
 3 – водопровід

При будівництві житлових комплексів, кварталів, мікрорайонів більше прийнятний і доцільний сполучений спосіб прокладки підземних мереж в одній траншеї. Практика будівництва показує, що вартість при сполученій прокладці трубопроводів в одній траншеї в порівнянні з роздільною прокладкою дешевше на 15-30%. При сполученій прокладці трубопроводів в одній траншеї їх розміщують паралельно один одному, за винятком каналізації, причому ухил для всіх ліній призначається однаковим. Відстані між мережами призначаються мінімальними, що знижує вартість будівництва.

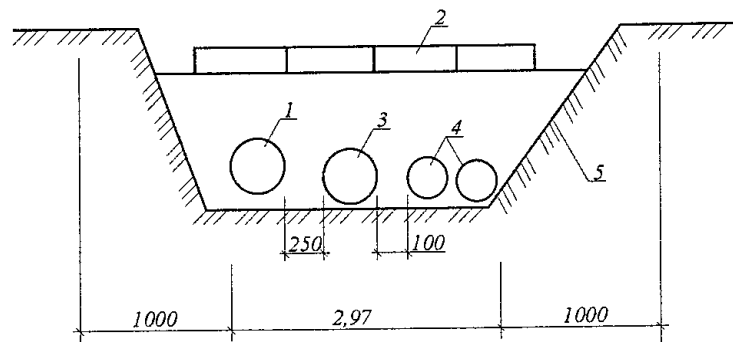


Рис. 18. Суміщений спосіб прокладання підземних мереж в одній траншеї:  
 1 – кабелі напругою 35 кв; 2 – залізобетонні плити; 3 – кабелі 10 кв;  
 4 – контрольні кабелі; 5 – м'який ґрунт або пісок

Іноді, як диктують нам технічні умови, монтаж інженерних мереж виконується в колекторах (прохідних каналах). Таку прокладку рекомендується здійснювати наступним чином: зверху силові кабелі, нижче кабелі зв'язку та знизу водопроводи.

При однорядному розташуванні - зверху прокладаються силові кабелі, під ними кабелі зв'язку, нижче теплопроводи і водопроводи. Водопровідні лінії розташовуються завжди нижче теплопроводів і кабелів.

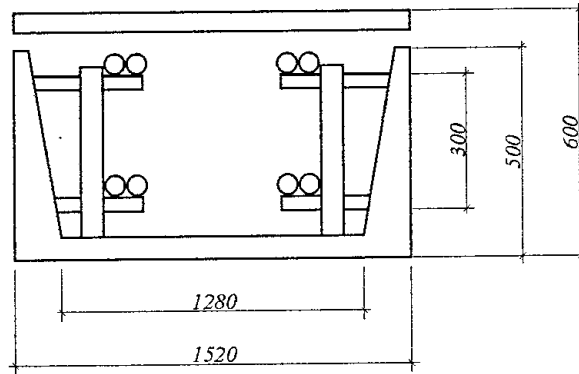


Рис. 19. Прокладка кабельної каналізації в каналах

Телефонні кабельні мережі є необхідною складовою міського господарства. Основи прокладки та влаштування цих мереж збігаються із принципами побудови силових електричних мереж. Прокладка траси міської телефонної мережі МТМ передбачає монтаж трубопроводів, каналів та експлуатації кабелів зв'язку.

Основним елементом МТМ є підземні трубопроводи, що прокладаються під пішохідними і проїжджими частинами вулиць. Трубопроводи збираються з окремих труб або блоків із загальною кількістю отворів (каналів) від 1 до 48 і більше. По трасі трубопроводи розділяються на окремі ділянки (прольоти) довжиною до 150 м, що з'єднуються між собою підземними оглядовими колодязями. У кабельній каналізації МТМ використовуються бетонні труби, поліетиленові труби, блоки з декількох рядів бетонних труб.

При розробці проекту конкретного об'єкта визначаються тип колодязя (з урахуванням перспективи розвитку кабельної мережі) і способи гідроізоляції та запобігання руйнування колодязів у ґрунтах, підданих різним зсувам.

Кабельні телефонні мережі виконуються також на стовпах ліній зв'язку. Така лінія зв'язку починається з кабельної опори, обладнаної кабельними ящиками і кабельною площадкою. Опори ліній встановлюються на пішохідній частині вулиць, а кабель підвішують на семижильному сталевому канаті. При проведенні МТМ по дахах будинків і для підвіски розподільних кабелів застосовують стоїчні лінії. Довжина прольоту між опорами не повинна перевищувати 80 м. Для кожної стоїчної опори передбачається безпечний підхід з робочою площадкою для проведення ремонтно-відновлювальних робіт. Введення кабелів у будинок від міської АТС здійснюється від розподільчих шаф, або безпосередньо від комутаційного щита МТМ. Він може бути підземним або повітряним.

Інженерне життєзабезпечення сучасного міста і населеного пункту призначено для створення необхідних санітарно-гігієнічних і комфортних умов побуту і трудової діяльності населення, комунальних, культурно-побутових і промислових підприємств. Інженерне устаткування містить в собі системи водопостачання, каналізації, теплопостачання, газопостачання, електропостачання, зв'язку, освітлення, санітарного очищення та інших видів благоустрою.

На вибір стратегії реконструкції міської забудови впливають інженерні комунікації. Їхні технічні параметри, фізичне зношення, потужність і пропускна здатність визначають реконструкцію або повну модернізацію об'єктів з повною або частковою заміною мереж. Основна складність проведення реконструктивних заходів полягає в значній зношеності мереж і споруд інженерних систем у містах, а також відставання потужностей і пропускної здатності від потреб.

Відомо, що будь-яка технічна система має свій життєвий цикл. Він складається з етапів: проектування, виготовлення, монтаж, пусконаладження, експлуатація, ремонт, реконструкція. На першому етапі зіставляються всі основні параметри систем інженерних комунікацій. На всіх наступних етапах ці параметри, як правило, можуть тільки знижуватися. Причому на етапі експлуатації (найбільш тривалому періоді життєвого циклу) проявляються всі наслідки помилок у проекті, дефектів виготовлення і монтажу.

До особливостей обстеження інженерних комунікацій можна віднести наступне:

- перехід до кількісних критеріїв оцінок.
- використання принципів системного аналізу.
- облік впливу випадкових факторів.

Житлові будинки, які зводилися в 50-60 роках мають потребу в реконструкції, у зв'язку зі зміною нормативної бази та застарілих інженерних систем і устаткування. Реконструкція можлива після обстеження конструкцій будинків і всіх інженерних комунікацій. Разом з тим і сама система інженерного забезпечення має потребу в розвитку та удосконалюванні.

Необхідність у реконструкції виникає в наступних випадках:

- при проведенні ремонтно-відновлювальних робіт на мережах або спорудах із застосуванням нових матеріалів, енергозберігаючих технологій і нового обладнання;
- при зміні характеру послуг населенню;

- при зміні функціонального складу забудови території і як наслідок нових вимог до інженерного забезпечення;
- при будівництві об'єктів або споруд, а також реконструкції наявних зі зміною обсягів або необхідної якості інженерного забезпечення.

При обстеженні інженерних комунікацій необхідно, щоб замовники надавали достатню вихідну інформацію з існуючих мереж теплопостачання, газопостачання, водопостачання і каналізації, електропостачання, зв'язку, електричних мереж, зовнішньому електроосвітленню, силовому устаткуванню. Наприклад, для систем теплопостачання необхідно вказати джерело теплопостачання, параметри теплоносіїв, місце підключення, спосіб прокладки теплових мереж, для газопостачання тиск, місце підключення і т.д. Одержавши дані у замовника з інженерних мереж, зробивши обстеження і проаналізувавши, можна встановити, які інженерні системи в період подальшої експлуатації можуть привести до різних несприятливих подій і результатів: порушенню умов життєдіяльності, зайвим витратам матеріальних, енергетичних і трудових ресурсів, екологічному і матеріальному збитку, поломкам і аварійним ситуаціям.

При обстеженні встановлюється можливість використання існуючих систем або повна їхня заміна. Для цього необхідно одержати нові технічні умови на відповідні інженерні комунікації. Шляхом аналізу і розрахунку встановлюється технічний рівень старої житлової забудови:

- якість функціонування, що складається зі здатності підтримки заданих параметрів теплоносіїв, надійності, безпеки,
- екологічної безпеки, зручності користування, а останнім часом і обмеження за витратами енергоресурсів.

### **Запитання для самоконтролю**

1. У чому полягають основні принципи розміщення підземних мереж у плані?
2. Охарактеризуйте особливості розміщення інженерних мереж у вертикальній площині.
3. Особливості обстеження інженерних комунікацій у старій житловій забудові.
4. Основні вимоги до прокладання інженерних мереж.
5. Наведіть життєві цикли технічної системи.
6. Особливості прокладання кабельних слабострумних мереж.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Про основи містобудування: Закон України від 16.11.1992 р. № 2780-XII. URL: <https://zakon.rada.gov.Ua/laws/show/2780-12#Text>.
2. Про архітектурну діяльність: Закон України від 20.05.1999 р. № 687-XIV. URL: <https://zakon.rada.gov.Ua/laws/show/687-14#Text>.
3. Про будівельні норми: Закон України від 05.11.2009 р. № 1704-VI. URL: <https://zakon.rada.gov.Ua/laws/show/1704-17#Text>.
4. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування і забудова територій. Видання офіційне. – К.: Мінрегіон, 2019. – с. Чинний з 1 жовтня 2019 р.
5. ДБН В.2.5-74:2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Видання офіційне. – К.: Мінрегіон, 2013. – с. Чинний з 1 січня 2014 р.
6. ДБН В.2.5-64:2012 Внутрішній водопровід та каналізація. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво. Видання офіційне. – К.: Мінрегіон, 2012. – с. Чинний з 1 березня 2013 р.
7. ДБН В.2.5-75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. Видання офіційне. – К.: Мінрегіон, 2013. – с. Чинний з 1 січня 2014 р.
8. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування. Видання офіційне. – К.: Мінрегіон, 2013. – с. Чинний з 1 січня 2014 р.
9. ДБН В.2.5-20:2018 Газопостачання. Видання офіційне. – К.: Мінрегіон, 2019. – с. Чинний з 1 липня 2019 р.
10. ДБН А.2.2-3:2014 Склад та зміст проектної документації на будівництво. Видання офіційне. – К.: Мінрегіон, 2014. – с. Чинний з 1 жовтня 2014 р.
11. СОУ ЖКГ 75.11 - 35077234. 0015:2009 Правила визначення фізичного зносу житлових будинків: затв. наказом Міністерства з питань житлово-комунального господарства України від 03.02.2009 р. № 21.
12. ДБН В.2.2.-15:2019 Житлові будинки. Основні положення. Видання офіційне. – К.: Мінрегіон, 2019. – с. Чинний з 1 грудня 2019 р.
13. ДСТУ Б А.2.4-19:2008. Система проектної документації для будівництва. Зображення умовні графічні електрообладнання та проводок на планах. Видання офіційне. – К.: Мінрегіон, 2009. – с. Чинний з 27 червня 2008 р.
14. ДСТУ Б А.2.4-8:2009 Умовні графічні зображення та умовні позначки елементів санітарно-технічних систем. Видання офіційне. – К.: Мінрегіон, 2009. – с. Чинний з 24 січня 2009 р.

15. Ключниченко Є.Є. Житлово-комунальне господарство міст: навч. посібник / Є.Є. Ключниченко, С.В. Лісниченко, Є.О. Рейцен, Н.О. Денисенко. – Київ : КНУБА, 2010. – 248 с.
16. Кравченко В.С., Гіроль М.М., Мацієва Т.С. Водопостачання і водовідведення. – Рівне : НУВГП, 2007. – 432с.
17. Крупак І.М. Інженерні мережі з полімерів: посібник. – Львів : ЕКОінформ, 2008. – 372 с.
18. Ткачук О.А., Косінов В.П., Новицька О.С. Системи подачі та розподілення води населених пунктів: навчальний посібник. – Рівне : НУВГП, 2011. – 273 с.
19. Шилова Т.О. Міське комунальне господарство: навч. посібник / Т.О. Шилова. – Київ : КНУБА, 2006. – 272 с.

Навчально-методичне видання

ЛІСНИЧЕНКО Сергій Васильович

**ІНЖЕНЕРНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ  
БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД**  
Конспект лекцій

Комп'ютерне верстання *А. П. Селівестрової*

Ум. друк. арк. 3,72 Обл.-вид. арк. 4,0  
Електронний документ. Вид № 11/V-26.

Виконавець і виготовлювач

Київський національний університет будівництва і архітектури  
Проспект Повітряних Сил, 31, Київ, Україна, 03680

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів  
видавничої справи ДК № 808 від 13.02.2002 р