



Національний університет

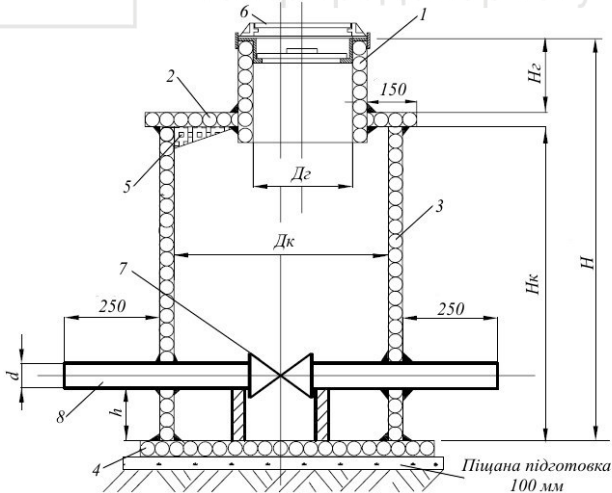
Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України  
Національний університет водного господарства та  
природокористування

В.О. Орлов, В.О. Шадура, В.Л. Филипчук

# Міські інженерні мережі та споруди

*Навчальний посібник*

Європейська кредитно-трансферна система



Рівне 2011



Національний університет

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ  
УКРАЇНИ**

Національний університет водного господарства та  
природокористування

**В.О. Орлов, В.О. Шадура, В.Л. Филипчук**

# **Міські інженерні мережі та споруди**



Національний університет  
Навчальний посібник  
водного господарства  
та природокористування

Для студентів напряму підготовки  
**6.170202 «Охорона праці»**

**Рівне 2011**



Національний університет

УДК 625.78 (073)

ББК 38.78я7-6

О-66

*Затверджено вченою радою Національного університету водного господарства та природокористування.  
(Протокол № 9 від 30 вересня 2011 р.)*

**Рецензенти:**

**Ткачук М.М.**, д-р.техн.наук, професор Національного університету водного господарства та природокористування, м. Рівне;

**Туровська Г.І.**, канд.техн.наук, доцент Національного університету водного господарства та природокористування, м. Рівне.

**Орлов В.О., Шадура В.О., Филипчук В.Л.**

**О-66** Міські інженерні мережі та споруди: Навчальний посібник. – Рівне: НУВГП, 2011. – 200 с.

У посібнику розглянуто основні схеми, споруди та обладнання, способи прокладання інженерних мереж населених пунктів і підприємств. Висвітлено конструктивні особливості і основні принципи розміщення водопровідних, каналізаційних, теплових, газових та електричних мереж. Викладено основи сумісного розміщення інженерних мереж на території міста. Наведено основні заходи з безпеки праці при будівництві та експлуатації мереж та споруд.

Навчальний посібник рекомендовано для студентів вищих навчальних закладів, які навчаються за напрямом 6.170202 «Охорона праці», а також для студентів зі спеціальності 7. 092601 «Водопостачання та водовідведення» при вивченні дисципліни „Охорона праці в галузі”.

Табл. 7, іл. 71, бібліогр. 23 назв.

**УДК 625.78 (073)**

**ББК 38.78я7-6**

© Орлов В.О., Шадура В.О., Филипчук В.Л., 2011

© Національний університет водного

господарства та природокористування, 2011



## ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ПРО ІНЖЕНЕРНІ МЕРЕЖІ.....	7
1.1. Інженерні мережі.....	10
1.1.1. Водопостачання і каналізація.....	10
1.1.2. Енергопостачання.....	11
1.1.3. Теплопостачання.....	13
1.1.4. Газопостачання.....	13
1.1.5. Зв'язок, радіомовлення, телебачення.....	14
1.2. Закордонний досвід розміщення інженерних мереж.....	14
1.3. Позначення міських інженерних мереж на кресленнях.....	18
1.4. Конструювання мереж.....	26
1.5. Оглядові колодязі.....	28
Контрольні запитання.....	31
2. ВОДОПРОВІДНІ ІНЖЕНЕРНІ МЕРЕЖІ ТА СПОРУДИ.....	32
2.1. Загальні положення про схеми водопостачання.....	32
2.2. Визначення розрахункових витрат води.....	40
2.2.1. Добові і річні витрати води.....	40
2.2.2. Погодинні витрати води.....	43
2.2.3. Витрати води на пожежогасіння.....	45
2.2.4. Розрахункові режими роботи водопровідної мережі.....	46
2.3. Труби та арматура для водопровідних мереж.....	47
2.3.1. Запірна та регулювальна арматура.....	54
2.3.2. Вантузи та водовипуски.....	54
2.3.3. Захист трубопроводів від гідравлічних ударів.....	59
2.3.4. Водорозбірна арматура.....	60
2.4. Споруди та обладнання на мережі.....	61
2.5. Водопровідні насосні станції.....	69
Контрольні запитання.....	77
3. КАНАЛІЗАЦІЙНІ МЕРЕЖІ ТА СПОРУДИ.....	78
3.1. Загальні поняття про схеми каналізацій.....	78
3.2. Трасування каналізаційних мереж.....	83
3.2.1. Визначення розрахункових витрат та гідравлічний розра хунок.....	84
3.3. Труби для каналізаційних мереж.....	86
3.4. Обладнання та споруди на каналізаційних мережах.....	88
3.5. Каналізаційні насосні станції.....	93



Контрольні запитання.....	99
4. ТЕПЛОВІ МЕРЕЖІ ТА СПОРУДИ.....	100
4.1. Загальні положення про схеми тепlopостачання.....	100
4.2. Трасування теплової мережі.....	102
4.3. Труби та їх прокладання в теплових мережах.....	104
4.4. Особливості прокладки теплових мереж.....	106
4.5. Обладнання на теплових мережах.....	110
Контрольні запитання.....	114
5. ГАЗОВІ МЕРЕЖІ ТА СПОРУДИ.....	115
5.1. Загальні положення про схеми газопостачання.....	115
5.2. Вибір системи газопостачання. Визначення розрахункових витрат води.....	118
5.2.1. Вибір і обґрунтування системи газопостачання.....	118
5.3. Розрахунок споживання газу.....	122
5.3.1. Річні витрати газу населенням.....	122
5.3.2. Річні витрати газу комунальними та громадськими підприємствами.....	123
5.3.3. Річні витрати газу на опалення та вентиляцію.....	125
5.3.4. Максимальні годинні витрати газу.....	126
5.4. Газорегуляторні пункти і установки.....	127
5.4.1. Визначення оптимальної кількості ГРП.....	129
5.5. Трасування газових мереж.....	131
5.6. Гідравлічний розрахунок газопроводів.....	132
5.6.1. Методика розрахунку газопроводів високого (середнього тиску).....	133
5.6.2. Гідравлічний розрахунок розподільчих мереж в аварійному режимі.....	133
5.6.3. Гідравлічний розрахунок розподільчих мереж при нормальному режимі.....	136
5.7. Труби для газопроводів.....	137
5.8. Арматура для газопроводів.....	148
5.9. Газопровідні колодязі.....	151
5.10. Охорона праці при експлуатації ГРП, ГНС, ГНП.....	154
Контрольні запитання.....	156
6. МІСЬКІ ЕЛЕКТРИЧНІ МЕРЕЖІ.....	157
6.1. Загальна схема електропостачання.....	157
6.2. Прокладка кабельних ліній.....	159
6.3. Обладнання на телефонних кабельних мережах.....	166



Контрольні запитання.....	172
<b>7. ПЕРЕХОДИ ІНЖЕНЕРНИХ МЕРЕЖ ЧЕРЕЗ ШТУЧНІ ТА ПРИРОДНІ ПЕРЕШКОДИ.....</b>	<b>173</b>
7.1. Підземні переходи мереж через залізничні та шосейні магістралі.....	173
7.2. Перетинання водних перепон дюкерами.....	175
7.3. Надземні та наземні переходи трубопроводами.....	176
Контрольні запитання.....	179
<b>8. РОЗМІЩЕННЯ ІНЖЕНЕРНИХ МЕРЕЖ НА ТЕРИТОРІЇ МІСТ.....</b>	<b>181</b>
8.1. Загальні положення.....	181
8.2. Розміщення інженерних мереж на території міст України.....	182
Контрольні запитання.....	185
ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ.....	186
ТЕРМІНОЛОГІЧНИЙ СЛОВНИК.....	195
ЛІТЕРАТУРА.....	198





## ВСТУП

Проектування міських та сільських поселень базується на законах України, які мають значення для містобудування, і регіональних програм з вирішення соціальних, екологічних та економічних проблем. Міські та сільські поселення проектуються як елементи єдиної системи розселення України із врахуванням територіально-адміністративного поділу, соціально-економічного та природно-містобудівного районування. Інженерне забезпечення таких поселень є однією з найважливіших складових містобудування в частині законодавчого регулювання, господарського планування, інженерного й архітектурно-планувального проектування, організації й проведення будівельних робіт, подальшої експлуатації. Інженерні мережі населених пунктів забезпечують стабільне функціонування промисловості, задовольняють соціальні, гігієнічні, культурно-естетичні та інші потреби населення.

Практично всі населені пункти мають системи водопостачання, каналізації (водовідведення), електропостачання, зв'язку, теплопостачання, розширюється мережа газопроводів. Всі вказані мережі в більшості випадків прокладаються вздовж проїздів. При цьому слід чітко виконувати правила їх будівництва, розміщення мереж в плані і по висоті. Під час будівництва та експлуатації інженерних мереж і споруд виконується значна частина робіт з підвищеною небезпекою, тому важлива увага повинна приділятися питанням охорони праці.

Навчальний посібник рекомендовано для студентів вищих навчальних закладів, які навчаються за напрямом 6.170202 «Охорона праці», а також буде корисним для студентів зі спеціальностей 7(8).092601 «Водопостачання та водовідведення» та 7(8).092108 «Теплогазопостачання і вентиляція» при вивченні дисципліни „Охорона праці в галузі”.

Розділи 2, 7 підготовлені завідувачем кафедри водопостачання та бурової справи професором Орловим В.О, розділи 5, 6, 8 підготовлені доцентом кафедри водопостачання та бурової справи Шадурою В.О, розділи 3, 4 підготовлені завідувачем кафедри охорони праці і безпеки життєдіяльності професором Филипчуком В.Л., розділ 1 підготовлений спільно Орловим В.О. та Шадурою В.О.



## 1. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ПРО ІНЖЕНЕРНІ МЕРЕЖІ

**Інженерне забезпечення** сучасного міста є сукупністю систем водопостачання, каналізації, електро-, газо- і теплопостачання, телефонізації, радіофікації, телебачення і сміттєвидалення, що забезпечують функціонування і подальший розвиток міста. Системи інженерного забезпечення складаються з головних споруд і інженерних мереж.

До головних споруд відносяться: водозабори, очисні водопровідні і каналізаційні споруди (побутові і дощові), теплоелектростанції (ТЕП) і котельні; газорозподільні станції (ГРС); електричні підстанції (ГПП 220, 110, 35 кВ); вузли зв'язку, автоматичні телефонні станції (АТС); сміттєзбірні станції і тому подібне.

Інженерні мережі складаються з трубопроводів водопостачання, побутової і дощової каналізації, дренажу, тепло- і газопостачання, сміттєвилучення, кабельних мереж різного призначення, що прокладаються в різних конструкціях, з допоміжними пристроями і спорудами.

За виглядом і способом прокладки інженерні мережі населеної території можна розділити на три групи: а) окремі трубопроводи різних систем і призначення; б) різні кабельні мережі; в) загальні комунікаційні тунелі, спеціальні тунелі, канали і колектори.

До першої групи входять трубопроводи водопостачання, побутової і дощової каналізації, дренажу, теплопостачання, газопостачання і сміттєвилучення. До другої групи відносяться кабельні мережі електропостачання, телефонізації, радіофікації і телебачення, диспетчеризації, вуличного освітлення, електротранспорту і ін. До третьої групи входять загальні комунікаційні тунелі для спільної прокладки трубопроводів і кабелів в різних поєднаннях, спеціальні тунелі, канали і колектори для прокладки окремих видів мереж (кабельні, теплові, дощові і побутові каналізації).

За способом прокладки всі названі групи можна класифікувати на підземні, наземні і надземні інженерні мережі. Слід зазначити, що, як правило, на населеній території міст застосовується підземний спосіб прокладки інженерних мереж.

Трубопроводи і кабелі конкретного призначення поділяються за зображенням в плані на кільцеві, променеві, тупикові; за технічним призначенням на трубопроводи водопостачання для господарсько-





питних, виробничих потреб, пожежогасіння, поливу; живлячі і розподільні кабелі електропостачання. Трубопроводи за гідравлічним режимом можуть бути напірними, самопливними, комбінованими, а за тиском газопроводи низького, середнього і високого тисків. До основних споруд на інженерних мережах населеної території відносяться: насосні станції на мережах водопостачання, каналізації і теплопостачання; центральні і контрольно-розподільні пункти (ЦТП, КРП) на мережах теплопостачання; газорозподільні пункти (ГРП) для трансформації тиску на мережах газопостачання; розподільні пункти і трансформаторні підстанції електропостачання; диспетчерські пункти і вентиляційні пристрої загальних комунікаційних і спеціальних тунелів, каналів і колекторів; станції забору повітря, очищення, повітродувки і стиковки на мережах пневосміттєвилучення; камери, колодязі самих трубопроводів, кабелів, тунелів і каналів.

Перераховані споруди розміщуються в різних функціональних зонах населеної території і можуть бути як надземного, так і підземного виконання.

При проектуванні, будівництві та експлуатації інженерних мереж та споруд на них значна увага повинна приділятися питанням охорони праці. Особи, що приймаються на роботу, пов'язану з безпосереднім обслуговуванням, ремонтом, випробуванням і налагодженням роботи споруд, комунікацій, устаткування, обов'язково проходять медичне обстеження на відповідність стану їхнього здоров'я вимогам до даної професії, а потім періодичні огляди згідно з Інструкцією по проведенню обов'язкових попередніх і періодичних медичних оглядів, затвердженою Міністерством охорони здоров'я України.

До призначення на самостійну роботу чи у разі переведення на іншу роботу (посаду) робітники зобов'язані пройти: спеціальну фахову підготовку; інструктаж на робочому місці; перевірку знань, виробничих і посадових інструкцій, правил з охорони праці. Для працівників, що обслуговують електроустановки, обов'язкове знання Правил технічної експлуатації електроустановок і Правил техніки безпеки при експлуатації електроустановок.

Роботи, що виконуються при будівництві мереж та більшості споруд, відносяться до робіт з підвищеною небезпекою. Тому вони виконуються за нарядом-допуском. Наряд - це письмове розпорядження на виконання роботи, яке визначає місце, час початку та



закінчення роботи, умови її безпечного проведення, склад бригади і осіб, відповідальних за безпечну організацію і виконання роботи. Наряд на роботу виписується в двох примірниках.

Працівники, які забезпечують безпечну організацію і виконання робіт: керівник, який видає наряд; безпосередній керівник робіт; члени бригади. Керівник, який видає наряд, визначає обсяги роботи і визначає: заходи з підготовки безпечного виконання робіт. Право видачі нарядів на виконання робіт надається посадовій особі із числа інженерно-технічних працівників, виконробів, майстрів. Безпосередній керівник робіт призначається керівником, який видає наряд, із числа бригадирів відповідної спеціалізації або найбільш досвідчених членів бригади, який має кваліфікаційний розряд не нижче п'ятого.

Список працівників, які можуть призначатись безпосередніми керівниками робіт, затверджується наказом. Працівники, які можуть призначатись безпосередніми керівниками робіт, повинні пройти навчання і перевірку знань.

Безпосередній керівник робіт організовує: проведення необхідного інструктажу з питань охорони праці на робочому місці; правильність підготовки робочого місця; забезпечення заходів безпеки, необхідних для виконання робіт. Він організовує виконання вимог безпеки і додержання дисципліни членами його бригади, слідкує за справністю інструменту та іншого оснащення.

Керівник, який видає наряд, повинен визначити, якими засобами індивідуального та колективного захисту, контрольно-вимірними приладами і огороженнями повинна бути забезпечена робоча бригада.

Безпосередній керівник робіт, який прибув на місце роботи, вказаної в наряді, знайомить робітників з характером роботи, наміченою технологією виконання робіт і проводить інструктаж з питань охорони праці під розпис кожного члена бригади, а також перевіряє виконання технічних заходів з підготовки робочого місця.

Керівник робіт повинен мати креслення усіх мереж і споруд по місцевості, вулицях і проїздах із прив'язкою їх до будинків, залізничних колій і опорних пунктів. На кресленнях повинні бути зазначені всі технічні дані (матеріал і розміри трубопроводів, колодязів і камер, глибина закладання, категорії ґрунтів тощо). Крім



того, повинні бути дані про загазованість споруд, засмічення їх, виникнення просадних явищ ґрунту тощо. Ці дані повинні систематично вивчатися та аналізуватися і доводитися до відома осіб, що проводять роботи.

Для забезпечення нагляду за членами бригади щодо їх безпеки керівник робіт повинен весь час перебувати на місці проведення робіт. Після повного закінчення роботи робоче місце приводиться в порядок і безпосередній керівник робіт робить відмітку в наряді про час закінчення роботи. Безпосередній керівник робіт здає керівнику, який видав наряд, оформлений наряд для перевірки.

Термін дії наряду - одна доба з моменту видачі. У разі якщо робота, визначена нарядом, не закінчена у вказаний термін, виписується новий наряд. Якщо роботи на об'єкті проводяться кількома бригадами або в кілька змін, кожній бригаді окремо виписується наряд.

Закриті наряди зберігаються протягом трьох місяців, після чого можуть бути знищені. Якщо під час виконання робіт за нарядом мали місце аварії і травми, то ці наряди слід зберігати в архіві підприємства разом з матеріалами розслідування.

## **1.1. Інженерні мережі**

Інженерні мережі слід проектувати у відповідності із розділом 8 державних будівельних норм ДБН 360-92\*\* "Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень".

### **1.1.1. Водопостачання і каналізація**

При проектуванні мережі водопостачання і водовідведення (каналізації) у проектах планування і забудови населених поселень повинні виконуватись такі роботи:

- оцінити умови водопостачання й водовідведення як елементів комплексної оцінки умов розвитку міст;
- визначити продуктивність системи на розрахункові етапи для такого складу і кількості водокористувачів, який проектується;



- мати принципові схеми в ув'язці з планувальною структурою, функціональним зонуванням, вимогами охорони навколишнього середовища і заходами щодо організації інженерної інфраструктури групових систем населених міст.

Місця випуску стічних вод повинні бути розміщені нижче за течією річки від межі населеного пункту і усіх місць його водокористування з урахуванням можливості зворотної течії при вітрах, які нагнітають хвилю і при зміні режиму роботи ГЕС. У групових системах населених місць наведені вище вимоги відносяться до ядра і місць відпочинку населення.

Розміщення головних споруд водопроводу і каналізації повинне бути ув'язане з територіальним розвитком міст як у межах, так і за межами розрахункового терміну проектування.

### 1.1.2. Енергопостачання

Енергопостачання міських і сільських поселень слід передбачати від мереж районної енергетичної системи з максимальним залученням нетрадиційних джерел електричної енергії: геліо-, геотермальних, вітрових установок тощо.

При виборі потужностей джерел енергопостачання розрахункова потреба у теплі, газі та електроенергії визначається:

- для промислових і сільськогосподарських підприємств - за їхніми замовленнями, аналогічними проектами нових підприємств і тих, що реконструюються, а також за укрупненими показниками енергоозброєності або енергоемності на підприємствах даної галузі промисловості з урахуванням місцевих умов;
- для комунально-побутових потреб - відповідно до чинних нормативів.

Кількість, потужність і напруга понижувальних підстанцій, а також їх розміщення визначаються за погодженням з розвитком районної енергосистеми. Понижувальні підстанції глибокого вводу з трансформаторами потужністю 16 тис.кВА і вище призначені для електропостачання житлових районів, а на територіях курортних зон і комплексів усі трансформаторні підстанції і розподільні пристрої слід передбачати закритого типу.

Розміри земельних ділянок для закритих підстанцій і розподільних пристроїв слід приймати 0,6 га, для відкритих - 0,5 - 1,5 га при



неодмінній умові дотримання санітарних вимог, для пунктів переходу повітряних ліній у кабельні - не більше 0,1 га.

В охоронних і санітарно-захисних зонах електричних мереж забороняється:

- а) будувати житлові, громадські та дачні будинки;
- б) розташовувати автозаправні станції або сховища пально-мастильних матеріалів;

Охоронні зони електричних мереж також встановлюються за периметром трансформаторних підстанцій, розподільних пунктів і пристроїв - на відстані 3 м від огорожі або споруди; уздовж підземних кабельних ліній електропередачі до 1 кВ, прокладених під тротуарами в населених пунктах, у вигляді земельної ділянки, обмеженої вертикальними площинами від крайніх кабелів на відстані 0,6 м у напрямку будинків і споруд та на відстані 1 м у напрямку проїжджої частини вулиці.

При монтажних роботах із застосуванням кранів та інших підйомних машин і механізмів особлива увага повинна приділятися роботам в охоронній зоні повітряних ліній електропередавання. Охоронною зоною вздовж повітряних ліній є ділянка землі та простору між двома вертикальними площинами, які проходять через паралельні прямі лінії, віддалені від крайніх проводів (у невідключеному стані) на відстань у метрах, яка залежить від напруги повітряної лінії. Вона може коливатись від 2 м (при напрузі до 1 кВ) до 30 м (при напрузі до 750 кВ).

Роботи повинні проводитись при наявності письмового дозволу організації-власника лінії та наряду-допуску. Перед початком роботи в охоронній зоні необхідно забезпечити зняття напруги з лінії. Якщо неможливо зняти напругу, то проводити роботи дозволяється за умови дотримання вимог до відстані між висувною частиною машини до вертикальної площини, що проходить через найближчий провід, який знаходиться під напругою. Ця відстань залежить від напруги повітряної лінії і становить не менше 1,5 м (при напрузі до 1 кВ) до 9,0 м (при напрузі до 500 кВ). При цьому корпуси механізмів, за винятком машин на гусеничному ході, повинні заземлюватись за допомогою переносного заземлювача. Допускається робота механізмів безпосередньо під проводами, які знаходяться під напругою 110 В і більше при умові, що відстань від підйомної частини машини до найближчого проводу не буде менше вказаної вище.



У разі випадкового доторкання робочого органа машини до проводу, який знаходиться під напругою, чи виникнення між ними електричного розряду забороняється до зняття напруги чи відведення стріли крана на безпечну відстань доторкатися, стоячи на землі, до машини, сходити з машини на землю чи підійматися на машину.

Якщо через доторкання робочого органа машини до проводу чи внаслідок електричного розряду виникне загоряння машини, яке не дозволяє залишатися в ній, водій повинен, не тримаючись руками за металеві частини, стрибнути на землю обома ногами одночасно. Віддалятися від машини можна тільки стрибками на одній нозі чи обох ногах одночасно. Віддалятися можна кроком в півступні, щоб уникнути дії крокової напруги, при цьому не дозволяється відривати ступні від землі.

### 1.1.3. Теплопостачання

Теплоелектроцентралі (ТЕЦ) слід розміщувати за межами сільбищної території, як правило, з мінімальною довжиною магістральних теплотрас до центрів теплових навантажень.

У житлових районах при забудові будинками більше двох поверхів за відсутності можливості підключення споживачів до діючих джерел централізованого теплопостачання (виробничо-опалювальних котелень, ТЕЦ та ін.) слід передбачати будівництво укрупнених опалювальних котелень. Районні опалювальні котельні необхідно розміщувати за межами житлових районів на спеціально виділених ділянках (у кварталах комунально-господарського призначення або комунально-складських територіях). При реконструкції житлових районів необхідно передбачати централізоване теплопостачання як для нової, так і для тієї забудови, що зберігається, відповідно до розроблених схем теплопостачання.

У житлових районах, забудованих одно- і двоповерховими житловими будинками з підвищеною щільністю населення, допускається передбачати їх централізоване теплопостачання при відповідному техніко-економічному обґрунтуванні.

### 1.1.4. Газопостачання



Газопостачання – організована подача та розподілення газового палива для потреб промисловості, населення, комунального господарства. Газорозподільна мережа складається із системи зовнішніх газопроводів від джерела до вводу газу споживачам, а також споруд та технічних пристроїв на них.

Перевага газу порівняно із іншими видами палива є в повному згоранні без диму, золи та кіптяви; можливість транспортування по трубах на великі відстані та таке інше. Але при неохайному користуванні з газовим обладнанням, неякісним монтажем газопроводів та арматури можливі витoki газу із трубопроводів і як результат – пожежі, вибухи. Найбільшу цінність для газопостачання міст представляють природні гази, які складені головним чином із вуглеводів метанового ряду. Особливістю природних газів є їх висока теплопровідна здатність, низький вміст баласту і для більшості – відсутність сірководню та інших домішок. Характерною особливістю природних газів є їх постійний склад.

### **1.1.5. Зв'язок, радіомовлення, телебачення**

У сучасних містах телефонний зв'язок здійснюється на базі автоматичних телефонних станцій (АТС). Ємність АТС повинна враховувати потребу квартирного сектора з розрахунку один телефон на одну сім'ю та народногосподарського сектора з розрахунку 20...25% від кількості сімей.

АТС слід передбачати в окремих будинках, розмішених у житлових районах, у центрах телефонних навантажень з урахуванням перспектив розвитку населеної території:

а) будинок АТС необхідно розміщувати на вільному майданчику в середині житлового кварталу з максимально можливим віддаленням від промислових підприємств (не менше 0,5...1 км), магістральних вулиць і площ, залізничних вокзалів і колій, ліній електропередачі і шосейних доріг;

б) площа і конфігурація ділянки під будинок АТС повинні дозволяти розміщення як технічного будинку, так і підсобних споруд;

в) площі будинків АТС повинні забезпечувати розвиток на їхню кінцеву ємність, визначену з урахуванням перспективи на 15...20 років.



## 1.2. Закордонний досвід розміщення інженерних мереж

**Польські норми**, як правило, допускають розміщення в межах проїжджої частини вулиць лише колекторів каналізації і дренажних мереж. Розподільні мережі прокладають лише під тротуарами і зеленими смугами, що мають ширину 2,5...4 м. Магістральні мережі водопроводу, газопроводу, теплопостачання, а також кабелі сильного і слабкого струмів розміщують під тротуарами і в смугах озеленення.

Зазвичай витримують наступну послідовність в розташуванні підземних мереж (від лінії забудови до осі вулиці): кабелі зв'язку, електрокабелі, газопровід, водопровід, теплопровід, магістральна мережа водопроводу, газопроводу і теплопостачання, дренаж і колектори каналізації. Ширина смуг для прокладки мереж і взаємні відстані між ними, як правило, значно менше прийнятих в Україні.

**Чехія.** Розміщення підземних мереж в містах країни визначається Державним стандартом, в якому визначені максимальні горизонтальні і вертикальні відстані між підземними мережами, глибина їх прокладання і розміщення в поперечному профілю на вулицях шириною від 7 до 27 м.

Тимчасові найменші відстані між підземними мережами встановлені стандартом, як правило, значно менше прийнятих в Україні. Для розміщення підземних мереж використовуються не лише тротуари, а й проїжджа частина, що неприпустимо на вузьких вулицях старовинних міст країни.

**Німеччина.** Основним принципом німецького стандарту на міські підземні мережі є розміщення розподільчих мереж і кабелів різного призначення під тротуарами, а магістральних - під проїжджою частиною вулиць на визначеній відстані від лінії забудови. У стандарті приведено 10 типових поперечних профілів для вулиць різної ширини. Для ряду міст Німеччини були розроблені детальні поперечні профілі вулиць (рис1.1.). Каналізаційні колектори, як правило, прокладають по краях проїжджої частини і під тротуарами при ширині більше 5 м.

Простір під тротуарами використовується дуже економно. Наприклад, ширина смуг газопроводу рівна 0,3...0,6 м, водопроводу - 0,3...0,35 м, кабельному зв'язку 0,3...1,8 м, електрокабелів 0,4...1,1 м, каналізації - 1,1 м.





Істотним недоліком всіх німецьких норм є широке використання проїжджої частини вулиць для розміщення підземних мереж, що призводить, у разі потреби, до розкопування вулиць і проїздів, а також утрудняє рух транспорту.

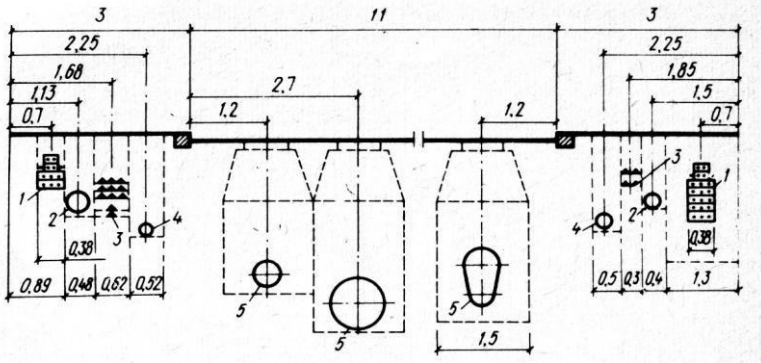


Рис. 1.1. Типове розміщення підземних мереж на вулицях Берліна:

1- телефонна каналізація; 2- газопровід; 3- силові кабелі; 4- водопровід;  
5- каналізація

**Франція.** Для французьких міст є характерне економне використання підземного простору в поперечному профілі вулиці. Так, відстань в світлі між електрокабелями високої і низької напруги складає 0,2 м, електрокабелем і газопроводом - 0,4 м, а між газопроводом і тепломережею - 0,3 м. Серйозна увага приділяється будівництву загальних тунелів для підземних мереж: наприклад, для спільної прокладки різних трубопроводів і кабелів широко використовують колектори загальносплавної каналізації.

Тунелі і колектори, як правило, проходять вздовж вулиць. В колекторах Парижа підземні мережі розташовуються наступним чином: розподільні трубопроводи питної і технічної води; телефонні і телеграфні кабелі; трубопроводи стиснутого повітря; трубопроводи пневмопошти; кабелі управління і координації сигналів регулювання дорожнього руху.

Характерною вимогою для тунелів французьких міст є заборона спільної прокладки газопроводів і силових кабелів. Службовий прохід у ряді споруд складає не більше 0,46 м. У тунелях, де знаходяться газопроводи, приймаються наступні заходи безпеки: наявність обов'язкової припливно-витяжної вентиляції; відсутність електричної проводки; пристрій освітлення, що унеможливило вибух. У цих

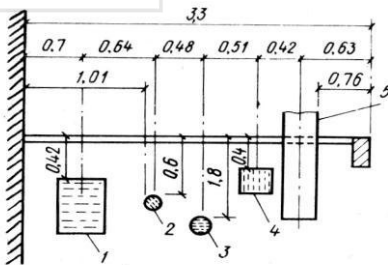


умовах вентиляція, освітлення і водовилучення працюють під дією стиснутого повітря.

Переріз тунелів, як правило, еліпсоподібний. Споруджується тунель з монолітного залізобетону або дрібних бетонних блоків з внутрішньою залізобетонною сорочкою.

**Англія.** Правила розміщення розподільчих підземних мереж передбачають виділення смуги тротуару шириною 3,2 м (рис.1.2). Якщо тротуари мають ширину більше 3,2 м, то вказані відстані від лінії забудови до підземних мереж зберігаються, в результаті з'являється можливість для розширення проїжджої частини вулиці. У деяких випадках допускається розміщення розподільчих мереж під вузькими тротуарами шириною 1,8 м.

Правила встановлюють наступну послідовність в розміщенні підземних розподільчих мереж (вважаючи від лінії забудови до осі вулиці): електрокабелі, газопровід, водопровід, кабелі зв'язку. Каналізацію зазвичай прокладають під проїжджою частиною вулиць, але в тих випадках, коли це можливо, розміщують її під тротуарами й узбіччями. Магістральні трубопроводи водо-, газо- й теплопостачання рекомендується прокладати під проїжджими частинами магістралей й жилих вулиць.



**Рис.1.2.** Приклад розміщення мереж під тротуаром в Англії: 1- електрокабелі; 2- газопровід; 3- водопровід; 4- телефонна каналізація; 5- щогла зовнішнього освітлення

Допускається також розміщення підземних мереж в колекторах. Колекторні тунелі побудовані в Лондоні, Глазго, Единбурзі, Абердині й інших містах.

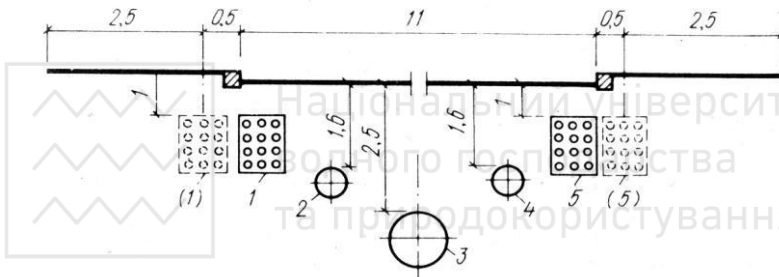
**Японія.** В умовах вузьких вулиць, типових для японських міст, найдоцільніше використання підземного простору можливе лише при максимальній стандартизації.

В Японії передбачають уніфікацію поперечних профілів вулиць шириною від 3 до 44 м. Виключно економне використання попере-



чного профілю вулиць є характерною особливістю японських норм. Ширина смуг для розподільних трубопроводів й кабелів дорівнює 0,3...0,6 м.

**США.** Особливий інтерес представляє практика розміщення підземних інженерних мереж в містах США. Загальнодержавних нормативів й стандартів по розміщенню підземних інженерних мереж в країні немає з огляду на те, що містобудівні відмінності міст дуже великі. Типовим прикладом є загальноприйнятий в Бостоні поперечний профіль вулиці з шириною проїжджої частини 11 м (рис.1.3.). Трубопроводи й кабелі розміщені під проїзною частиною. При прокладці нових підземних мереж на старих вулицях питання по розміщенню вирішуються за принципом «перший копає той, хто приходить першим».



**Рис.1.3. Типове розміщення підземних мереж по вулиці Бостона (США):**

1 - телефонна каналізація; 2 - газопровід; 3 - каналізація; 4 - газопровід; 5 - силові кабелі

Таким чином, до технічних рішень в зарубіжній практиці, що заслуговує детального вивчення, слід, перш за все, віднести економне використання наявного вуличного простору (США, Англія, Франція, Японія), досвід будівництва колекторних тунелів (Франція, Англія) й прогресивні методи розміщення підземних мереж за межами проїжджої частини (США, Польща).

### 1.3. Позначення міських інженерних мереж

Умовне позначення трубопроводів складається з графічного умовного позначення або спрощеного зображення трубопроводу та літерно-цифрового чи цифрового



позначення, яке характеризує вид середовища, що транспортується, його призначення та параметри. Літерою, або першою цифрою позначають вид середовища, що транспортується, наступними цифрами – призначення та (або) параметри середовища, що транспортується. Літерно-цифрові позначення трубопроводів **Ошибка! Закладка не определена.** в санітарно-технічних систем (зовнішніх мереж водопостачання **Ошибка! Закладка не определена.**, каналізації **Ошибка! Закладка не определена.**, теплових мереж **Ошибка! Закладка не определена.**, внутрішніх водопроводу **Ошибка! Закладка не определена.** і каналізації, гарячого водопостачання, опалення, вентиляції і кондиціонування) наведені в табл. 1.1.

Таблиця 1.1

Літеро-цифрові позначення трубопроводів **Ошибка! Закладка не определена.** в санітарно-технічних систем (зовнішніх мереж водопостачання **Ошибка! Закладка не определена.**, каналізації **Ошибка! Закладка не определена.**, теплових мереж **Ошибка! Закладка не определена.**, внутрішніх водопроводу **Ошибка! Закладка не определена.** і каналізації, гарячого водопостачання, опалення, вентиляції і кондиціонування) (ДСТУ Б Д.2.4-8-95 «Умовні позначення елементів санітарно-технічних систем»)

Найменування	Літерно-цифрові позначення
1	2
1 Водопровід:	
а) загальне позначення	В0
б) господарсько-питний*	В1
в) протипожежний*	В2
г) виробничий*	
загальне позначення	В3
оборотної води, подавальний	В4
оборотної води, зворотний	В5
зм'якшеної води	В6
річкової води	В7
річкової освітленої води	В8
підземної води	В9
2 Каналізація:	

а) загальне позначення	K0
б) побутова	K1
в) дощова	K2
г) виробнича:	
загальне позначення	K3
механічно забруднених вод	K4
мулова	K5
вод, що містять шлам	K6
хімічно забруднених вод	K7
кислих вод	K8
лужних вод	K9
кислотолужних вод	K10

*продовження табл. 1.1*

1	2
вод, що містять ціаніди	K11
вод, що містять хром	K12
3 Теплопровід:	
а) загальне позначення	T0
б) трубопровід гарячої води для опалення і вентиляції (в тому числі кондиціонування), а також загальний для опалення, вентиляції, гарячого водопостачання <b>Ошибка! Закладка не определена.</b> і технологічних процесів:	
подавальний	T1
зворотний	T2
в) трубопровід гарячої води для гарячого водопостачання <b>Ошибка! Закладка не определена.:</b>	
подавальний	T3
циркуляційний	T4
г) трубопровід гарячої води для технологічних процесів:	
подавальний	T5
зворотний	T6
д) трубопровід: пари (паропровід)	T7
конденсату (конденсатопровід)	T8
4 Газопровід	

а) Газопровід низького тиску <b>Ошибка! Закладка не определена.</b> до 0,005 МПа	ГО
б) Газопровід середнього тиску до 0,005 -0,3МПа	Г1
в) Газопровід високого тиску <b>Ошибка! Закладка не определена.</b> до 0,3- 0,6МПа	Г3
г) Газопровід високого тиску до 0,6 – 1,2МПа	Г4
5.Кабельна ЛЕП 0,4 кВ – 10 кВ	N

Примітка. У тому випадку, коли господарсько-питний або виробничий водопровід **Ошибка! Закладка не определена.** є одночасно і протипожежним, йому присвоюють позначення господарсько-питного або виробничого водопроводу **Ошибка! Закладка не определена.**, а призначення роз'яснюють на кресленнях.

Видимі ділянки трубопроводів **Ошибка! Закладка не определена.**, що проектуються, зображують суцільною основною лінією, невидимі (наприклад, у перекритих каналах) – штриховою лінією тієї ж товщини. Існуючі трубопроводи зображують відповідно безперервною чи штриховою тонкою лінією.

При зображенні трубопроводу на кресленні (схемі) літерно-цифрові позначення вказують на полицях ліній виносок або над лінією трубопроводу, а в необхідних випадках – у розривах ліній трубопроводів **Ошибка! Закладка не определена.** На рис. 1.4 наведений приклад зображення трубопроводів на кресленнях та схемах.

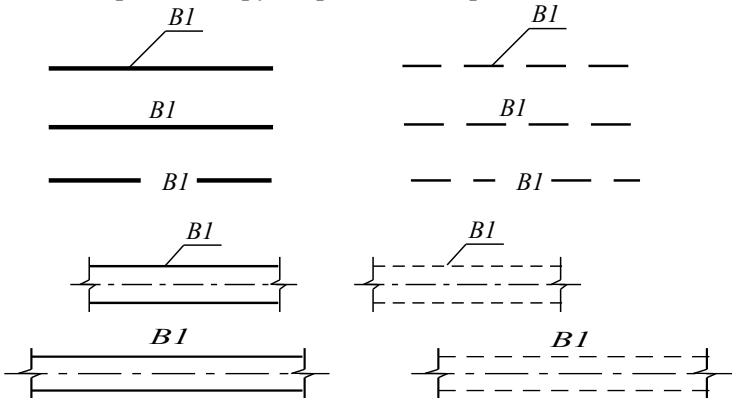


Рис. 1.4. Приклад зображення трубопроводів на кресленнях та схемах



При спрощених графічних зображеннях трубопроводу (у дві лінії) літерно-цифрові позначення вказують на полицях ліній виносок або безпосередньо над графічним зображенням трубопроводу (табл.1.2).

Кількість літерно-цифрових позначень, що проставляються на лініях трубопроводів **Ошибка! Закладка не определена.**, повинна бути мінімальною, але такою, що забезпечує розуміння креслення (схеми). Якщо треба показати, що ділянка мереж **Ошибка! Закладка не определена.** і каналізації **Ошибка! Закладка не определена.** або конденсатопроводу є напірною, то літерно-цифрове позначення доповнюють прописною літерою «Н», наприклад: К4Н; Т8Н.


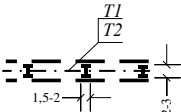
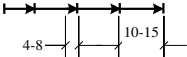
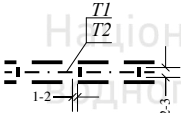

Трубопровідну, кабельну або повітряну мережу наносять однією лінією, яка відповідає осі (трасі) мереж **Ошибка! Закладка не определена.**, і супроводжують встановленими літеро-цифровими позначеннями. Літеро-цифрові позначення мережі наносять в розривах лінії мережі з інтервалами не більше 100 мм, а також біля характерних точок (поворотів, перехрещень, введів **Ошибка! Закладка не определена.** у будинки і споруди **Ошибка! Закладка не определена.** тощо). Мережі, що прокладаються в одній траншеї або на одній лінії опор, допускається зображати однією лінією, вказуючи види мереж на полиці лінії-виноски. Мережі, що прокладаються в комунікаційних спорудах, у межах цих споруд графічно не позначають.

Таблиця 1.2

Умовні графічні позначення і зображення елементів генеральних планів (ДСТУ Б А.2.4-2-95)

№ з/п	Найменування	Умовне позначення з розмірами, мм	№ з/п	Найменування	Умовне позначення з розмірами, мм
1	«Червона лінія»		3.	в) в кабельно-му каналі	
2	Межі зони санітарної охорони		4	Інженерні мережі, які прокладаються	



				в траншеї	
3	Інженерні мережі, які прокладаються в			5	Інженерні мережі надземні на високих опорах 
3.1	а) тунелі, прохідному каналі			6	Лоток укріплений 
3.2	б) непрохідному каналі			7	Дюкер 

Якщо в проєкті всі позамайданчикові мережі **Ошибка! Закладка не определена.** прокладені під землею, допускається умовно зображати їх суцільною лінією з відповідним поясненням. Трасу високовольтних ліній електропередачі (ВЛ), резервну або перспективну, зображають тонкою штриховою лінією. Межу коридору ВЛ зображають суцільною тонкою лінією.

З метою швидкого визначення вмісту трубопроводів **Ошибка! Закладка не определена.** на них можуть наноситися розпізнавальне фарбування, попереджувальні знаки та маркувальні щитки (включаючи з'єднувальні частини, арматуру **Ошибка! Закладка не определена.**, фасонні частини та ізоляцію) згідно ГОСТ 14202-69 «Трубопроводы промышленных предприятий. Опознавательная окраска, предупреждающие знаки и маркировочные щитки» (табл. 1.3). Зазначений стандарт не поширюється на розпізнавальне фарбування трубопроводів і коробів з електропроводкою.

Таблиця 1.3

Розпізнавальне фарбування та цифрове позначення укрупнених груп трубопроводів



Речовина, що транспортується		Найменування кольору розпізнавального фарбування
Цифрове позначення групи	Найменування	
1	Вода	Зелений
2	Пара	Червоний
3	Повітря	Синій
4	Гази горючі	Жовтий
5	Гази негорючі	Жовтий
6	Кислоти	Жовтогарячий
7	Луги	Фіолетовий
8	Рідини горючі	Коричневий
9	Рідини негорючі	Коричневий
0	Інші речовини	Сірий

Протипожежні трубопроводи, незалежно від їхнього вмісту (вода, піна, пара для гасіння пожежі тощо), спринклерні та дренчерні системи на ділянках запірно-регулюючих арматур та у місцях приєднання шлангів та інших пристроїв для гасіння пожежі повинні фарбуватися в червоний колір (сигнальний). При необхідності зазначення вмісту протипожежних трубопроводів допускається додаткове позначення їх за допомогою маркувальних щитків, які фарбуються у відповідний розпізнавальний колір.

Розпізнавальне фарбування трубопроводів може виконуватися суцільним по всій поверхні (при невеликій довжині та відносно невеликому числі комунікацій, якщо воно не погіршує умови роботи) або окремими ділянками (при значній кількості комунікацій та великій їх довжині).

На зовнішніх установках розпізнавальне фарбування по всій поверхні рекомендується застосовувати тільки в тих випадках, коли це не викликає погіршення умов експлуатації внаслідок впливу на комунікації сонячної радіації. При прокладці комунікацій у непрохідних каналах і при безканалній прокладці комунікацій, ділянки розпізнавального фарбування на трубопроводах доцільно наносити в межах камер та оглядових колодязів. Ділянки розпізнавального фарбування повинні наноситися з урахуванням місцевих умов у найбільш відповідальних пунктах комунікацій (на відгалуженнях, у місцях з'єднань, фланців, у місцях відбору та установки КВП, у місцях проходів трубопроводів через стіни, перегородки, перекриття,



на вводах і виводах з будівель та споруд тощо) не рідше ніж через 10 м усередині виробничих приміщень та на зовнішніх установках і через 30...60 м на зовнішніх магістральних трасах.

Ширина ділянок розпізнавального фарбування повинна прийматися залежно від зовнішнього діаметра трубопроводів (з урахуванням ізоляції):

- для труб діаметром до 300 мм - не менше чотирьох діаметрів;
- для труб діаметром понад 300 мм - не менше двох діаметрів.

При великих діаметрах трубопроводів ділянки розпізнавального фарбування допускається наносити у вигляді смуг, висотою не менш 1/4 кола трубопроводу. Ширина смуг повинна відповідати розмірам, установленим для трубопроводів даного діаметра.

Для позначення найнебезпечніших за властивостями речовин, які транспортуються, на трубопроводи наносяться попереджуючі кольорові кільця наступних кольорів:

- червоний - легкозаймисті, вогнебезпечні і вибухонебезпечні речовини;
- жовтий - небезпека або шкідливість (отруйні, токсичні, здатні викликати термічні або хімічні опіки, радіоактивні, високий тиск або глибокий вакуум тощо);
- зелений - безпека або нейтральність

При нанесенні кілець жовтого кольору по розпізнавальному фарбуванню трубопроводів газів і кислот кільця повинні мати чорне обрамлення шириною не менш 10 мм, а при нанесенні кілець зеленого кольору - біле обрамлення шириною не менш 10 мм.

У випадках, коли речовина одночасно володіє декількома небезпечними властивостями, що позначаються різними кольорами, на трубопроводи одночасно наносяться кільця декількох кольорів. На вакуумних трубопроводах, крім відповідного фарбування, необхідно давати напис «вакуум». Газовідвідні лінії та віддувка в атмосферу залежно від їхнього вмісту повинні мати розпізнавальне фарбування, установлене для умовної позначки укрупнених груп, зі звистими поперечними кільцями відповідних сигнальних кольорів.

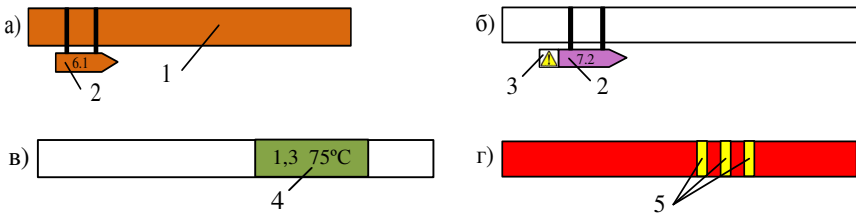
За ступенем небезпеки для життя та здоров'я людей або експлуатації підприємства речовини, що транспортують по трубопроводах, підрозділяються на три групи, що позначаються відповідною кількістю попереджуючих кілець (одне, два або три).

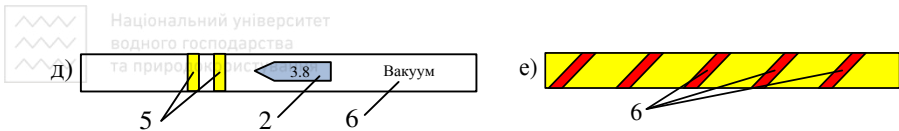


Для позначення трубопроводів з особливо небезпечним для здоров'я та життя людей або експлуатації підприємства вмістом, а також при необхідності конкретизації виду небезпеки, додатково до кольорових попереджувачих кілець можуть застосовуватися попереджувачі знаки. Попереджувачими знаками позначаються наступні речовини: отрутні, вогнебезпечні, вибухонебезпечні, радіоактивні, а також інший небезпечний вміст трубопроводів (наприклад, речовини, що представляють небезпеку при розбризкуванні тощо). Попереджувачі знаки повинні мати форму трикутника. Зображення, повинні бути чорного кольору на жовтому фоні:

Маркувальні щитки застосовують для додаткового позначення виду речовин та їхніх параметрів (температура, тиск тощо), необхідних за умовами експлуатації, а також, у тих випадках, коли від впливу агресивних речовин, що транспортуються, може відбутися зміна відтінку кольору фарбування. На маркувальні щитки на трубопроводах або на поверхні конструкцій, до яких прикріплені трубопроводи, можуть наноситися буквені або цифрові написи. Позначення за допомогою хімічних формул не допускається. Напрямок потоку речовин, що транспортуються по трубопроводах, вказуються гострим кінцем маркувальних щитків або стрілками, що наносяться безпосередньо на трубопроводи.

Попереджувачі знаки при кріпленні їх на трубопроводах ставлять разом з маркувальними щитками. Колір маркувальних написів і стрілок, які вказують напрямок потоку, що наносяться на трубопроводи та маркувальні щитки, повинен бути білим або чорним з урахуванням забезпечення найбільшого контрасту з основним фарбуванням трубопроводів. Колір написів при нанесенні їх на фоні розпізнавального фарбування приймають: білим - на зеленому, червоному та коричневому фоні; чорним - на синьому, жовтому, жовтогарячому, фіолетовому та сірому фоні.





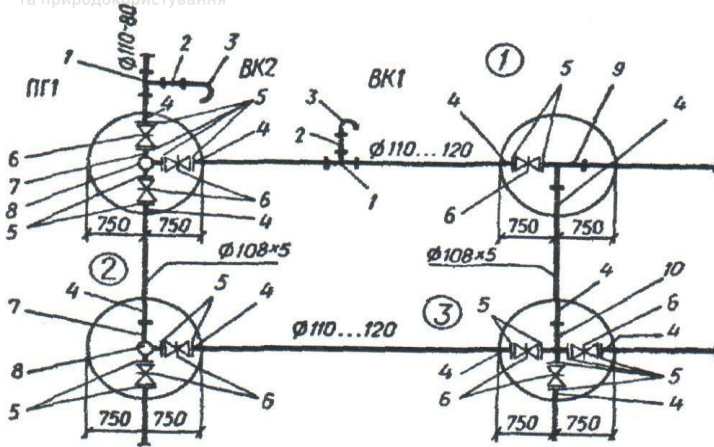
**Рис.1.5. Приклади виконання розпізнавального фарбування трубопроводів:**  
*а) сірчана кислота; б) калійний луги; в) гаряча вода; г) пар перегрітий 450°C; д) повітряний вакуум; е) газівідводна лінія; 1 – суцільне по всій поверхні розпізнавальне фарбування трубопроводу; 2 – маркувальний щиток з вказівкою напрямку потоку та цифровим позначенням рідини, що транспортується; 3 - попереджувальний знак про небезпеку; 4 – маркувальний щиток із зазначенням параметрів речовини, яка транспортується; 5 – попереджувальні кільця про небезпеку; 6 – напис «Вакуум»; б – звивисті поперечні кільця*

#### 1.4. Конструювання мереж

Для розробки планів мереж в якості підоснови використовують робочі креслення генерального плану чи топографічні плани. На планах мереж указують існуючі та ті, що проектуються будівлі і споруди, мережі водопостачання та каналізації з координатами або прив'язками до координатних осей будівель (споруд), інженерні мережі іншого призначення, які впливають на прокладання мереж, що проектуються; діаметри мереж, що проектуються, до і після точок їх зміни; споруди на мережі (в першу чергу колодязі, камери, дощові приймальники, переходи, дюкери) з відповідною їх нумерацією; координати мереж, що проектуються.

На планах мереж може вказуватися умовний діаметр трубопроводів, або зовнішній діаметр і товщина стінки трубопроводу, наприклад,  $\varnothing 250$ ,  $\varnothing 273 \times 8$ .

Схеми напірних мереж виконуються в плані без масштабу (див. рис. 1.6).



**Рис. 1.6.** Деталювання ділянки водопровідної мережі:

1 - трійник сталевий зварний 100 x 50 мм; 2 - труби сталеві 57 x 4 мм; 3 - водорозбірні колонки; 4 - патрубки сталеві зварні 108 x 5 мм; 5 - фланці сталеві приварні d=100 мм; 6 - засувка d=100 мм; 7 - трійник сталевий зварний з пожежної підставкою, 8 - пожежний гідрант; 9 - трійник сталевий зварний 100 x 100 мм; 10 - хрест сталевий зварний 100 x 100 мм

На схемах напірних мереж вказують: трубопроводи та довжини їх ділянок, діаметри і товщини стінок (при необхідності) труб, фасонні частини, арматуру, упори та інші елементи мереж; колодязі з розмірами в плані та прив'язкою осі трубопроводу до внутрішніх гранів колодязя. Елементом трубопроводу присвоюють позиційні позначення. Трубопроводи на схемах напірних мереж зображають одною сильно товстою лінією, елементи мереж та трубопровідну арматуру – умовними графічними позначеннями. При необхідності на листах зі схемою напірних мереж виконують плани, розрізи чи схеми окремих елементів мережі в масштабі 1:10 – 1:100. Допускається виконання робочих креслень напірних мереж без схеми, але з обов'язковим виконанням схем колодязів з прив'язкою осей труб до внутрішніх гранів колодязя.

## 1.5. Оглядові колодязі інженерних мереж



Практично всі інженерні мережі підземної прокладки мають оглядові колодязі або камери, в яких забезпечується з'єднання окремих ділянок мереж в певному вузлі, встановлюється арматура для регулювання роботою мережі, забезпечуються умови за наглядом за роботою мережі. Колодязі і камери виконуються із цегли, залізобетону, монолітного бетону. В плані вони можуть бути найчастіше круглими та прямокутними. Їх розміри встановлюються в залежності від розмірів труб або кількості та розмірів кабелів, встановленої арматури та фасонних частин. Більш детально про колодязі на різних мережах буде розказано в наступних розділах. Проте в більшості випадків всі колодязі та камери мають залізобетонне перекриття з отвором для спускання всередину і проведення робіт в ньому. Цей отвір перекривається люком для ізоляції внутрішньої частини колодязя від поверхні вулиці або землі.

Під люком розуміють верхню частину перекриття оглядового колодязя, яке встановлене на опорну частину камери або шахти й складається з корпусу й кришки. Люки можуть виготовлятися з металу (сталь, чавун), полімерних матеріалів, залізобетону тощо (рис.1.7,1.8). Під повним відкриттям люка розуміють діаметр кола, яке може бути вписане в пройму корпусу люка.

Чавунні люки виготовляються згідно ГОСТ 3634-99 «Люки чавунні для оглядових колодязів. Технічні вимоги». Типи, основні параметри й розміри люків, місце їх установки зазначені в табл. 1.4. Тип люка вибирають залежно від місця установки. За виконанням люки поділяють на:

- загального призначення;
- із запірним замковим пристроєм на них;
- кришки, що мають у конструкції, поглиблення під заповнення бетоном класу не нижче В30;
- із пристроєм для підйому кришки за допомогою стандартного вантажопідйомного механізму;
- з посиленням корпусу анкерними болтами або спеціальними приливами на корпусі.
- із кришкою, що складається із двох частин;

Таблиця 1.4

Основні характеристики та область застосування чавунних люків

Тип (позна-	Найме- нування	Наван- тажен-	Повне відк-	Маса зага-	Рекомендова- не місце уста-

чення за EN 124)		ня номінальне, кН	риття, D, не менше, мм	льна, кг	НОВКИ
ЛМ* (A15)	Легкий ма-логабаритний люк	15	450	45	Зона зелених насаджень, пішохідна зона
Л (A15)	Легкий люк	15	550	60	Зона зелених насаджень, пішохідна зона
С (B125)	Середній люк	125	550	95	Автостоянки, тротуари та проїжджа частина міських парків
Т (C250)	Важкий люк	250	550	120	Міські автомобільні дороги з інтенсивним рухом
ТМ (D400)	Важкий магістральний люк	400	550	140	Магістральні дороги
СТ (E600)	Надважкий люк	600	550	155	Зона високих навантажень (аеродроми, доки)

\* Для підземних комунікацій з глибиною каналу до 600 мм від зовнішньої поверхні кришки люка.

- із кришкою, шарнірно прикріпленою до корпусу;
- із квадратною або прямокутною формою кришки та (або) корпусу люків.

Умове позначення люка повинно складатися зі слова «Люк», його типу, виконання або декількох виконань, габаритних розмірів лазу в сантиметрах і позначення діючого стандарту. Додатково в







Національний університет

водного господарства

та природокористування

4. Які основні споруди на інженерних мережах?
5. Назвіть основні інженерні мережі, які прокладаються на території міста?
6. Особливості робіт в охоронній зоні повітряних ліній електропередач.



Національний університет  
водного господарства  
та природокористування



## 2. ВОДОПРОВІДНІ ІНЖЕНЕРНІ МЕРЕЖІ ТА СПОРУДИ

### 2.1. Загальні положення про схеми водопостачання

*Системою водопостачання* називають комплекс споруд для забезпечення водою всіх споживачів в межах населеного пункту або окремо розташованого підприємства. Системи водопостачання подають воду на господарсько-питні потреби населенню, тваринам в особистому, фермерському та громадському господарствах, різного типу підприємствам, для поливання територій у межах населеного пункту тощо. До основних в системі водопостачання належать споруди забирання води з джерела, поліпшення якості води, запасні й регульовальні місткості, водоводи і водопровідні мережі, споруди для підняття води, тобто насосні станції. Взагалі усі діючі і запроєктовані системи водопостачання можна класифікувати за такими особливостями:

*за призначенням:*

комунальні, які забезпечують водою міста, селища міського типу;

виробничі, які забезпечують водою ТЕЦ, заводи, фабрики, комбінати;

сільськогосподарські, які забезпечують водою сільських споживачів води в межах сільських населених пунктів;

залізничні, які забезпечують водою залізничні станції; протипожежні, які забезпечують водою потреби для гасіння пожеж;

*за способом подавання води:*

самопливні або гравітаційні системи, в яких вода тече внаслідок дії сили тяжіння;

з механічним подаванням, в яких вода переміщується насосами або якимось пристроєм;

зонні, в яких вода подається в окремі райони (зони) або у зони, що взаємодіють;

*за видом використаних природних джерел:*

із забиранням води із поверхневих джерел;

із забиранням води із підземних джерел;

комбінованого типу із забиранням води з підземних і поверхневих джерел;



*за ступенем централізації:*

- децентралізовані — для постачання водою різних споживачів використовують різні системи водопостачання;
- централізовані— усім споживачам воду подають з єдиної системи;
- комбіновані— більшій частині об'єктів воду подають з єдиної системи, а деякі мають самостійні системи.

Найнадійнішими є централізовані системи водопостачання. Вони мають відповідати *основним вимогам*:

- мати належний ступінь надійності й безперервності подавання води;
- забезпечувати потрібну якість і кількість води, що подається споживачам;
- забезпечувати надходження води під необхідним тиском (напором).

Централізовані системи залежно від місцевих умов і вибраної схеми водопостачання повинні забезпечувати в першу чергу господарсько-питне водоспоживання в житлових і громадських будівлях, гасіння пожеж, власні потреби станцій водопідготовки, поливання територій та теплиць (потреби води на поливання можна задовольняти окремим водопроводом). В межах населеного пункту з цього водопроводу можуть отримувати воду невеликі підприємства, як на питні так і на виробничі потреби, а великі підприємства, у разі потреби,—тільки води питної якості.

Узагалі системи водопостачання, в більшості випадків, не відносяться до об'єктів, які повинні забезпечувати стовідсоткову надійність. Тобто дозволяється в певних межах забезпечувати зниження подачі або перерву в подачі води. Це пов'язано з вартістю систем - більш надійні системи відповідно й більш дорогі.

*За ступенем надійності* водопроводи поділяють на три категорії:

- Перша дає змогу знижувати подавання води протягом 3 діб на господарсько-питні потреби не більше ніж на 30 %, а на виробничі —за аварійним графіком. Перерва в подаванні води допускається не більш як 10 хв. До цієї категорії належать населені пункти, в яких більше 50 тис. жителів.



- Друга категорія допускає зниження подавання води на 10 діб, а перерва в подаванні на 6 год. До неї належать населені пункти з кількістю жителів від 5 до 50 тис. жителів.

- Третя категорія дає змогу знижувати подавання води на 15 діб, а перерва в подаванні може бути 24 год. До неї належать населені пункти з кількістю жителів менше 5 тис. жителів.

*Схемою водопостачання* називають взаємне розташування споруд системи водопостачання, яке зображене графічно.

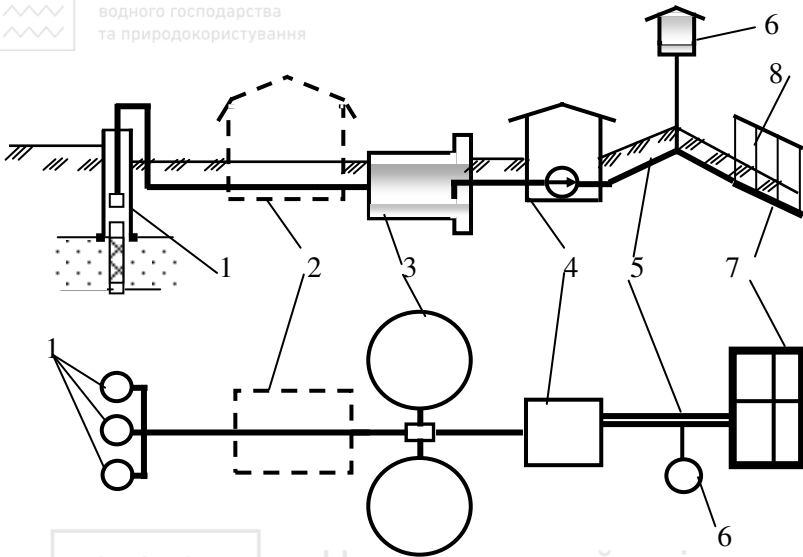
Фактори, що впливають на вибір схеми, такі:

- тип використаного джерела і якість води в ньому;
- вид споживачів та їхні вимоги до води;
- рельєф місцевості;
- розміщення споживачів на плані;
- розміри водоспоживання,
- продуктивність джерела і його відстань від споживачів;
- наявність штучних і природних перешкод для будівництва споруд;
- санітарні, місцеві й екологічні умови.

Найчастіше в населених пунктах господарсько-питний водопровід об'єднують з виробничим та протипожежним. Крім того в населеному пункті для водопостачання групи підприємств може передбачатись додатковий виробничий водопровід, який подає воду технічної якості групі підприємств.

Основну схему водопостачання із забиранням води з підземного джерела наведено на рис.2.1.

Резервуари чистої води акумулюють великі об'єми води, які потрібні для регулювання нерівномірності подавання її в мережу та рівномірності подачі в резервуар або навпаки, для забирання води з них на гасіння пожеж та власні потреби водопроводу. З резервуарів воду забирають за допомогою насосної станції другого підняття (НС-II) і подають її під необхідним тиском у водоводи. Водоводи транспортують воду (іноді на велику відстань) у водопровідну мережу, яка безпосередньо розподіляє її між споживачами. Для накопичення об'єму води на 10-хвилинне гасіння пожежі і регулювання нерівномірності споживання води з мережі та рівномірності подавання її в мережу потрібна водонапірна башта. Башту підключають безпосередньо до мережі на початку її, у кінці за ходом води або всередині.



**Рис. 2.1.** Схема водопостачання із забиранням води з підземного джерела:

1 – водозабірні свердловина; 2 – станція очищення води; 3 – резервуари чистої води; 4 – насосна станція другого підняття; 5 – водоводи; 6 – водонапірна башта; 7 – водопровідна мережа; 8 – лінії вільних напорів у споживача

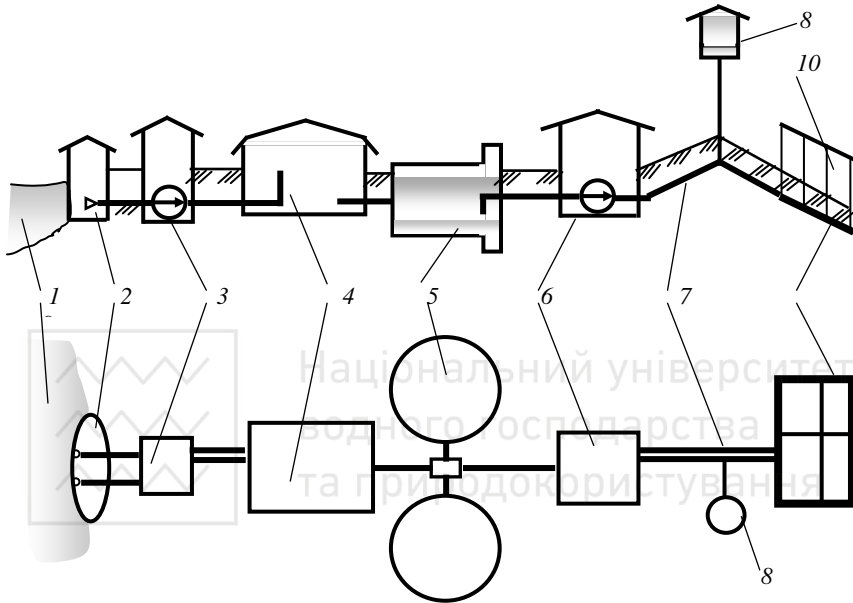
Схема водопостачання із забором води з поверхневого джерела зображена на рис 2.2. Воду забирають із поверхневого джерела (річки, озера, водосховища, тощо) за допомогою водозабірної споруди, яка забезпечує приймання води найвищої якості й попереднє очищення її

від найбільш великих інгредієнтів. Тип водозабірної споруди приймається в залежності від типу джерела, якості води в ньому, гідрогеологічних, геологічних, топографічних, судноплавства та інших умов. З водозабірної споруди насосна станція першого підняття (НС-I) забирає воду і перекачує на очисні споруди, де воду прояснюють, знебарвлюють, знезаражують.

Склад споруд призначають у залежності, в першу чергу, від каламутності та кольоровості води джерела, продуктивності очисних споруд. Слід пам'ятати, що вартість будівництва й експлуатації очисних споруд вод поверхневих джерел, звичайно, перевищує ці показники для станцій знезалізнення підземних вод. Найчастіше водоочисну станцію розташовують у безпосередній близькості до



джерела водопостачання. Очищену воду збирають у резервуарах чистої води, а далі використовують ті самі споруди, що й у попередній схемі — насосну станцію другого підйому, водоводи, водопровідну мережу, водонапірну башту. Функціональне їх призначення та режим роботи такий самий, як у попередній схемі.



**Рис. 2.2.** Схема водопостачання із забиранням води з поверхневого джерела:

1 – поверхнєве джерело (річка, озеро); 2 – водозабірна споруда; 3 – насосна станція першого підняття; 4 – очисні споруди; 5 – резервуари чистої води; 6 – насосна станція другого підняття; 7 – водоводи; 8 – водонапірна башта; 9 – водопровідна мережа; 10 – лінії вільних напорів у споживача

Водоводи та водопровідні мережі призначені для транспортування води від насосних станцій або інших джерел живлення до місць споживання води.

За функціональним призначенням ці споруди поділяють на:

*водоводи* - для транспортування води між окремими водопровідними спорудами (наприклад, від насосної станції або водонапірної башти до мережі);



*магістральні водопровідні мережі* - для транспортування основної маси води до найвіддаленіших її споживачів;

*розподільні водопровідні мережі* - для розподілу води між окремими споживачами (підведення води до будинків, садиб, промислових та комунальних підприємств, водорозбірних колонок, пожежних гідрантів тощо).

До водоводів та водопровідних мереж ставлять такі основні вимоги:

- достатня пропускна здатність для подавання потрібної кількості води (розрахункових витрат) до всіх місць її споживання під необхідним напором;
- надійність та безперервність роботи;
- економічність, тобто повинні бути найменшими витрати на будівництво та експлуатацію як самих водоводів та мережі, так і безпосередньо зв'язаних з ними водопровідних споруд (насосна станція, резервуари, башти тощо).

Виконання цих вимог досягають в результаті правильного вибору: конфігурації мережі в плані; схеми її живлення; матеріалу та діаметрів труб.

Послідовність проектування водоводів та водопровідних мереж така:

- трасування водопровідної мережі та водоводів до неї від джерел живлення;
- позначення на мережі вузлових точок і визначення відборів води в них для розрахункових режимів роботи мережі;
- попередній розподіл витрат води на ділянках мережі (для розгалуженої мережі ці витрати будуть однозначними);
- визначення економічно найвигідніших діаметрів труб кожної ділянки мережі і витрат напору на них при розрахункових режимах роботи системи;
- визначення фактичних витрат води і витрат напору на кожній ділянці мережі (ув'язувальні розрахунки кільцевої водопровідної мережі за втратами напору);
- побудова п'єзометричних ліній на ділянках мережі для розрахункових режимів роботи системи;
- визначення потрібної висоти водонапірної башти (при необхідності) і підбір насосів, які живлять водопровідну мережу, за розрахунковими подачею і напором.



Конфігурація водопровідної системи, тобто певне геометричне накреслення в плані водоводів та водопровідних мереж, залежить від таких основних факторів: планування об'єкта водопостачання; розміщення на його території окремих водоспоживачів; рельєфу місцевості; наявності природних та штучних перешкод для будівництва водопровідних споруд і прокладання водопровідних ліній (річки, канали, балки, залізниці або автомобільні дороги тощо); джерел живлення водопровідної мережі і їхнього розташування; призначення водопроводу і вимог щодо надійності водопостачання.

За конфігурацією в плані бувають такі водопровідні мережі:

*розгалужені (тупикові) мережі* - це магістральна лінія з відгалуженнями до окремих об'єктів або районів;

*кільцеві (замкнені) мережі* складаються з водопровідних ліній, об'єднаних в одне або кілька кілець;

*комбіновані мережі* складаються з кілець з тупиковими відгалуженнями до окремих об'єктів.

Розгалужена водопровідна мережа, звичайно, є найдешевшою за будівельною вартістю, але в той же час вона має найменшу надійність водопостачання, а також зазнає дії гідравлічних ударів при зміні швидкостей руху води внаслідок раптового перекриття кранів.

Кільцева водопровідна мережа має значно більшу надійність водопостачання, але разом з тим вона найдорожча.

Розгалужені водопровідні мережі застосовують переважно для невеликих об'єктів водопостачання (сіл, невеликих промислових підприємств тощо), де допускаються перерви в подаванні води споживачам на час ліквідації аварії, а також для тих населених пунктів, які лежать уздовж якогось одного напрямку в плані.

Для міст і більшості промислових підприємств застосовують кільцеві водопровідні мережі або мережі комбінованої конфігурації.

Трасуючи водоводи і водопровідні мережі, необхідно керуватися такими рекомендаціями:

- водоводи і головні магістральні лінії треба направляти найкоротшим шляхом до найкрупніших водоспоживачів, а також до водонапірної башти;

- для забезпечення надійності водопостачання ліній водоводу і головних магістралей повинно бути не менше двох; їх, у свою чергу, з'єднують перемичками, які на випадок аварії дають можливість виключати на ремонт будь-яку ділянку;





• водоводи повинні забезпечувати мінімальну геометричну висоту подавання води насосами, а отже, найменші витрати електроенергії;

• водопровідні лінії мають бути рівномірно розподілені по всій території об'єкта водопостачання;

• для забезпечення достатніх напорів у розподільній мережі магістральні водопровідні лінії слід прокладати по можливості по найвищих відмітках місцевості;

• водопровідні лінії слід прокладати проїздами або обочинами доріг, паралельно лініям забудови і по можливості за межами асфальтових чи бетонних покриттів, щоб вони були доступні для експлуатації і ремонту;

• автомобільні шляхи чи залізниці трубопроводи повинні пересікати під прямим кутом;

• при прокладанні труб треба враховувати природні чи штучні перешкоди;

• водопровідну мережу слід проектувати кільцевою; тупикові лінії можна влаштовувати для подавання води на виробничі потреби, якщо дозволяється перерва у водопостачанні під час ліквідації аварії, на господарсько-питні потреби при діаметрах труб не більше 100мм; на протипожежні або господарсько-протипожежні потреби незалежно від витрат води на гасіння пожежі, якщо довжина ліній не перевищує 200м, в населених пунктах з числом жителів до 5тис.чол. і при витраті води на зовнішнє гасіння однієї пожежі до 10л/с або при кількості внутрішніх пожежних кранів у будівлі до 12 дозволяються тупикові лінії більше 200 м завдовжки за умови влаштування протипожежних резервуарів або водоймищ, водонапірної башти чи контррезервуару в кінці тупика;

• кільцювання зовнішніх водопровідних мереж внутрішніми водопровідними мережами будівель і споруд не дозволяється;

• початковим трасуванням мережі необхідно враховувати черговість забудови і майбутній розвиток водопроводу;

## 2.2. Визначення розрахункових витрат води

Розрахункові витрати води (добові, погодинні, секундні) визначаються для всіх категорій споживачів, що витрачають її на різні цілі:



• господарсько-питні потреби населення включають всі види водоспоживання, що зумовлені побутом людей: приготування, їжі, особиста гігієна, прання, прибирання помешкань тощо; сюди також входять витрати води на господарсько-питні та побутові потреби в громадських і комунально-побутових установах, зокрема, закладах, що забезпечують населення продуктами харчування; таку категорію споживачів відносять до комунального сектору; окремо слід враховувати витрати води для будинків відпочинку та санаторно-туристських комплексів і таборів, які приймають за СНиП 2.04.01-85 або за технологічними даними;

- витрати води на підприємствах для господарсько-питних потреб, на технологічні цілі різних виробництв, а також у душових;
- полив зелених насаджень і територій;
- гасіння пожеж у населених пунктах і на підприємствах.

### 2.2.1. Добові й річні витрати води

Середні добові витрати води (за рік), м<sup>3</sup>/доб, на господарсько-питні потреби в комунальному секторі визначаються згідно з [3, п. 2.2]

$$Q_{сер}^{доб} = \frac{q \cdot N \cdot K_m}{1000}, \quad (2.1)$$

де  $q$  - середньодобове питоме водоспоживання людиною, 30...350 л/(доб·люд.) в залежності від ступеня благоустрою будинків [3, п. 2.1];  $N$  - розрахункова кількість жителів;

$K_m$  - коефіцієнт, що враховує потреби місцевої промисловості, громадських і побутових закладів, зокрема, тих, що забезпечують населення продуктами харчування ( $K_m = 1, 1.1..1,2$ ) [3, табл. 1, прим. 4].

Розрахункові витрати води за добу найбільшого і найменшого водоспоживання, м<sup>3</sup>/добу

$$Q_{min}^{доб} = Q_{сер}^{доб} \cdot K_{min}^{доб}, \quad (2.3)$$

де  $K_{max}^{доб}$  і  $K_{min}^{доб}$  - максимальний і мінімальний коефіцієнти добової нерівномірності водоспоживання, які враховують устрій життя населення, режим роботи підприємств, ступінь благоустрою бу-



динків, зміни водоспоживання протягом року, днів тижня:  $K_{\text{макс}}^{\text{доб}} =$

1,1...1,3;  $K_{\text{мін}}^{\text{доб}} = 0,7...0,9$  [3, п. 2.2].

**Витрати води на полив**, м<sup>3</sup>/доб, визначаються за формулою

$$Q_{\text{пол}} = 10 \cdot q_n \cdot F_n \cdot m, \quad (2.4)$$

де  $q_n$  - питомі витрати на один полив, 0,3...15 л/м<sup>2</sup>, які залежать від виду поливної території, способу поливу та кліматичних умов [3, п.2.3];

$F_n$  - площа поливу, га;

$m$  - кількість поливів за добу,  $m = 1...2$  [3, п. 2.3].

Якщо дані про поливні території (види й благоустрої територій, площі поливу) відсутні, то витрати води на полив визначають залежно від кількості жителів за формулою (2.1), приймаючи питоме середньодобове за поливний період споживання води  $q = 50...90$  л/(доб·люд) залежно від кліматичних умов, продуктивності джерела водопостачання, ступеню благоустрою зон забудови населеного пункту та інших місцевих умов [3, п.2.3]. Витрати води на полив приймають, як правило, рівномірними протягом усього поливного періоду.

**Витрати води на підприємствах** включають витрати на технологічні потреби, господарсько-питні цілі та користування душами. Залежно від точності вихідних даних (режимів роботи підприємств, кількості продукції, що виготовляється за зміну, добу і протягом року, кількості працівників, зайнятих на виробництві, тепловиділень в цехах, забруднень одягу робітників, графіків відбору води з мережі тощо), об'єму та призначення розрахунків загальні витрати води на підприємстві визначають як суму технологічних, господарсько-питних та витрат в душових [6]. В більшості випадків при проектуванні міських водопровідних мереж точно визначати вихідні дані для кожного підприємства недоцільно. Цілком достатньо головних показників, які визначають величини витрат води та режими водоспоживання протягом доби, року тощо. Серед таких показників може бути кількість продукції, що виготовляється за певний період (рік, добу, зміну), графіки відбору води з мережі у власні резервуари тощо.



Накопичений досвід проведення розрахунків водоспоживання на підприємствах показує, що для більшості з них вода витрачається, в основному, на технологічні потреби. Крім того, існуючі нормативи укрупнених показників водоспоживання в промисловості дозволяють враховувати витрати води на побутові цілі (господарсько-питні та і душевих) залежно від кількості продукції, що виготовляється.

Порівняльний аналіз „точних” розрахунків з „укрупненими” показує, що похибки у визначенні добових витрат води та за зміну практично відсутні (зростають при збільшенні питомої кількості робітників, що виготовляють одиницю продукції). Розбіжності у подинних витратах води не перевищують 3...10 % і припадають на годину приймання душів.

В цілому по населеному пункту з врахуванням витрат води всіма споживачами розбіжності у розрахунках не перевищують 1...3 %, що цілком відповідає точності вихідних даних. Тому витрати води, м<sup>3</sup>, на підприємствах слід визначати за формулою

$$Q_{np} = P \cdot q_{np}, \quad (2.5)$$

де  $P$  - кількість продукції, що випускається підприємством за визначений період (зміну, добу, рік);

$q_{np}$  - питома витрата води на одиницю продукції, м<sup>3</sup> на одиницю продукції. Залежить від виду продукції, прийнятих технологічних процесі і коливається в значних межах (від 1 до десятків тисяч [6, додаток 4]).

Технологічні процеси більшості виробництв передбачають використання води як питної, так і технічної якості. Тому величина  $q_{np}$  може включати:

- суму питомих витрат води технічної й питної якості для об'єднаного господарсько-питного і технічного (виробничого) водопроводу;

- окремо питомі витрати води технічної та питної якості (на технологічні і побутові цілі) у випадку, коли проектується два окремих водопроводи: господарсько-питний та виробничий [6].

Мінімальні й максимальні витрати води на підприємствах визначають за формулами 2.2 і 2.3 залежно від коефіцієнтів зміни водоспоживання у літній та зимовий періоди  $K_{літ}$  та  $K_{зим}$  [4].

Після обчислення витрат води для кожної групи споживачів визначають загальні розрахункові максимальні, середні та мінімальні добові витрати води, що відбираються з водопроводу населеного пункту. Як правило всі обчислення та результати розрахунків наводять у таблицях (див. приклад, наведений нижче).

**Річні витрати води** визначають на основі середньодобових  $Q_{сер}^{доб}$ , м<sup>3</sup>/рік, за формулою

$$Q_{рік} = Q_{сер,n}^{доб} T_n + Q_{сер,n,n}^{доб} T_{n,n}, \quad (2.6)$$

де  $Q_{сер,n}^{доб}$  та  $Q_{сер,n,n}^{доб}$  - середньодобові витрати води підприємств-вм в поливний та неполивний періоди, м<sup>3</sup>/доб;

$T_n$  і  $T_{n,n}$  - тривалість цих періодів, діб:

$$Q_{сер,n,n}^{доб} = Q_{сер}^{доб} - Q_{пол}, \quad (2.7)$$

$$T_{n,n} = 365 - T_n. \quad (2.8)$$

### 2.2.2. Погодинні витрати води

Погодинні витрати води, м<sup>3</sup>/год, які відбираються з водопровідної мережі міста, визначають для кожної групи водоспоживачів окремо залежно від максимальних добових витрат населеного пункту. Погодинні витрати води для *господарсько-питних потреб населення* визначають окремо для кожної житлової зони за графіками-аналогами [4]. Погодинний розподіл приймають залежно від максимальних коефіцієнтів нерівномірності водоспоживання визначають для кожної зони забудови за формулою

$$K_{год}^{max} = \alpha_{max} \cdot \beta_{max}, \quad (2.9)$$

де  $\alpha_{max}$  - коефіцієнт, який враховує ступінь санітарного благоустрою будинків, режим роботи підприємств та інші місцеві умови:  $\alpha_{max} = 1,2...1,4$  [3, п. 2.3];

$\beta_{max}$  - коефіцієнт, який враховує кількість жителів  $N$  в населеному пункті [3, табл. 2, 6].



При витратах  $Q_{доб.макс} \geq 200$  м<sup>3</sup>/доб коефіцієнт  $K_{год}^{max}$  може визначатись згідно з [6]

$$K_{год}^{max} = a + \frac{b}{\sqrt{Q_{доб.макс}}}, \quad (2.10)$$

де  $a$  і  $b$  - коефіцієнти, які залежать від величин забезпеченості споживачів водою  $P_o$  і приймаються залежно від категорії систем водопостачання (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Значення параметрів  $a$  і  $b$  у формулі 2.10 [6]

Категорія системи водопостачання	Рівень забезпеченості $P_o$	Параметри	
		$a$	$b$
1	0,005	1,18	20,1
2	0,01	1,17	17,7
3	0,015	1,16	16,3

Погодинні витрати води *на підприємствах* визначають окремо для кожної зміни залежно від витрат води за зміну й тривалості зміни. Витрати на виробничі потреби визначають залежно від графіка технологічного процесу, наявності чи відсутності запасних і регулювальних ємностей на підприємстві тощо.

Якщо витрати води на побутові потреби визначались окремо від технологічних, то додатково розподіляють витрати на господарсько-питні потреби та на приймання душів [3, п. 2.4]. Погодинні витрати на господарсько-питні цілі визначають залежно від типу цехів і тривалості зміни за графіками-аналогами [6, додаток 7]. На прийняття душів витрати розподіляють із розрахунку 45 хв. після закінчення кожної зміни [6, с. 24]. В разі відсутності точних даних про режими розбору води підприємством допускається витрати води приймати однаковими для кожної години зміни [6, с. 21].

Погодинні витрати води *на полив* залежать від тривалості поливання протягом доби, приймаючи, що його інтенсивність є рівномірною. При цьому необхідно звернути увагу на те, щоб не збігався час розбору води на полив з максимальними погодинними витратами на господарсько-питні і виробничі цілі [3, п. 2.8].



### **2.2.3. Витрати води на пожежогасіння**

Система водопостачання населеного пункту крім господарсько-питних та виробничих повинна забезпечувати подачу протипожежних витрат води. Розрахункова кількість одночасних пожеж ( 1...3) залежить від загальної кількості жителів в населеному пункті [3, п. 2.12]. В цю кількість входять пожежі і на підприємствах, якщо вони знаходяться на території населеного пункту [6, додаток 6.1].

Розрахункову кількість одночасних пожеж на промислового або сільськогосподарському підприємстві слід приймати в залежності від площі їх території: при площі до 150 га – одна пожежа; при більшій площі – дві пожежі [3, п. 2.22]. Розрахункову кількість пожеж для об'єданого водопроводу, який обслуговує підприємство й селище при ньому, визначають за [3, п. 2.23, 6 додаток 6.4].

Місця виникнення можливих пожеж визначають, як правило, у найвищих точках місцевості, які найбільш віддалені від точок, живлення водопроводу, або в точка підключення підприємств.

Розрахункові витрати води на зовнішнє пожежогасіння для житлових зон (5...100 л/с)приймають за [3, табл. 5 та 6] та додатками [6] 6.1 і 6.2 залежно від кількості поверхів та об'єму житлових будинків й громадських закладів, а на підприємствах залежно від об'єму найбільшого корпусу, ступеня його вогнестійкості й категорії продукції за пожежною безпекою [3, табл. 7 і 6; 6 додатки 6.3 і 6.4].

Витрати води на внутрішнє пожежогасіння на підприємствах і громадських закладах визначають залежно від характеристик підприємств, будівельного об'єму й кількості поверхів будівель за [6 додатком 6.5].

Загальні витрати води на пожежогасіння, л/с, визначають за найбільшими сумарними значеннями протипожежних витрат води на зовнішнє та внутрішнє пожежогасіння в межах кількості одночасно можливих пожеж.

Тривалість гасіння пожеж приймають рівною **3 год**, а для будівель **I і II** ступеня вогнестійкості з незгоряємими конструкціями й утеплювачем та з виробництвами категорій **Г і Д** - **2 год** [3, п. 2.24].

Повний пожежний запас води повинен зберігатись у резервуарах чистої води біля насосних станцій, які живлять водопровідну мережу (на весь період гасіння розрахункової кількості пожеж), та у во-



донапірній башті (до вмикання протипожежних насосів) із розрахунку гасіння протягом 10 хвилин однієї пожежі з найбільшими сумарними пожежними витратами [3, п. 9.4 та 9.5].

#### ***2.2.4. Розрахункові режими роботи водопровідної мережі***

Розрахунки водоводів, водопровідних мереж, насосних станцій і регульовальних ємностей, як складових систем подачі і розподілу води (СПРВ), слід виконувати в об'ємі достатньому для обґрунтування їх схем, встановлення черговості існування об'єктів, підбору насосного обладнання, визначення об'ємів ємностей та їх розташування на плані [3, п. 4.10] . Для систем водопостачання населених пунктів розрахунки СПРВ, як правило, проводять для таких характерних режимів:

- в добу максимального водоспоживання:
  - на максимальну, середню і мінімальну погодинну витрату;
  - пожежогасіння в годину максимального водоспоживання;
- в добу середнього водоспоживання: на середню погодинну витрату;
- в добу мінімального водоспоживання: на мінімальну погодинну витрату.

Розрахунки для інших режимів водоспоживання, а також відмова від проведення розрахунків для одного чи кількох із вказаних режимів допускається при обґрунтуванні достатньої кількості розрахункових випадків для виявлення умов, що властиві СПРВ при всіх характерних режимах водоспоживання [3, п. 4.11].

Суттєвим є проведення розрахунків сумісної роботи споруд СПРВ на випадки мінімального водоспоживання, коли перевіряють її роботу на можливість перевищення вільних напорів допустимих величин (60 м вод ст.) [3, п. 2.30]. Важливо, також, перевірити роботу СПРВ в аварійних ситуаціях (виключення на ремонт окремих ділянок мережі чи водоводів), коли зниження подачі води споживачам не повинно перевищувати 30% [3, п. 4.4 та 8.2].

В курсовому і дипломному проектуванні найчастіше обмежуються проведенням розрахунків на три випадки роботи водопровідної мережі:

***1 розрахунковий випадок:*** **максимальне водоспоживання** (максимальне погодинне в добу максимального водоспоживання);





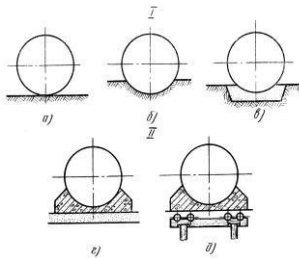
**II розрахунковий випадок:** **пожежогашіння** (у годину максимального водоспоживання на господарсько-питні і виробничі цілі в добу максимального водоспоживання);

**III розрахунковий випадок:** **максимальний транзит** води в башту при максимальній подачі насосною станцією (в добу максимального водоспоживання) - виконують тільки для СПРВ із контррезервуаром.

## 2.2. Труби та їх з'єднання

Водопровідні мережі й водоводи вкладаються із труб різних типів і різних матеріалів. Застосування того або іншого типу труб залежить від геологічних і кліматичних умов у районі укладання, від величини передбачуваних напорів у мережі, від способу прокладки (підземна в траншеях і каналах, колекторах, наземна, надземна).

Основу під труби виконують після розкриття траншеї. В залежності від призначення трубопроводів (теплопровід, водопровід, газопровід, кабельна каналізація), діаметра і матеріалу труб (сталеві, чавунні, залізобетонні), конструкції прокладки (канальна, безканальна), конструкції стикових з'єднань (зварні, розтрубні, фальцові, на муфтах), стан ґрунтів (щільні, скельні, слабкі, пливуни), водонасиченості ґрунтів основи під трубопроводами може бути природнім (рис.2.3, I) або штучним (рис.2.3 II).



**Рис.2.3. Основи під трубопроводи:**

I – природні; II – штучні; а – плоска; б – з вийманням ґрунту; в – з підсіпкою піщаного шару; г – з залізобетонним підсиленням; д – з влаштуванням розстворку

При достатній спроможності ґрунту (витримуються навантаження від ваги трубопроводу та його конструкцій, не дає просадки в основи і виключає небезпеку виникнення зломів осі трубопроводу і можливих в зв'язку з цим руйнувань стикових з'єднань) трубопроводи укладають безпосередньо на ґрунт, тобто на природну основу.

В інших випадках основи під трубопроводи потрібно підсилювати, тобто створювати штучну основу.



Основа повинна бути міцною і забезпечувати збереження трубопроводу під час його експлуатації. Ґрунти, за виключенням скельних, пливунних, болотистих, можуть служити надійною основою під труби. Дно траншеї вирівнюють, при необхідності ущільнюють (трамбують) і на ґрунт, який знаходиться в непорушеному стані, укладають труби (рис.2.3,а).

Для збільшення опору труб від різних навантажень трубопровід укладають не на плоску поверхню, а влаштовують приямок таким чином, щоб труба по всій довжині щільно прилягала до ґрунту непорушеної структури не менше ніж на  $\frac{1}{4}$  кола (рис.2.3,б), або створюють плоску піщану подушку (рис.2.3,в). В пливунах і в свіжонасипаних ґрунтах створюють монолітну залізобетонну основу (рис.2.3,г); в болотистих ґрунтах – основу у вигляді паль з розство-рами (рис.2.1, д).

До початку земляних робіт одержують у відповідному відділі міського господарства дані про наявність на ділянці інших підземних споруд, позначають їх на місці, одержують дозвіл на проведення робіт, проводять цільовий інструктаж працівникам, які будуть проводити роботи. У безпосередній близькості від існуючих підземних комунікацій земляні роботи виконуються під керівництвом працівника, який відповідає за проведення робіт, а у безпосередній близькості від кабелів, що перебувають під напругою, газопроводу, крім того, роботи виконуються під наглядом представників відповідного господарства. Представників цих організацій викликають на місце до початку роботи. У разі виявлення невідомих раніше підземних споруд земляні роботи на відповідній ділянці припиняють до з'ясування характеру цих споруд. У разі виявлення в траншеї газу працівники зобов'язані негайно вийти з неї і сповістити про це керівника робіт.

До початку земляних робіт на вулицях і подвір'ях місце роботи потрібно надійно огородити, для чого встановлюють:

а) по всьому периметру бар'єр із дощок висотою 1,1 м, пофарбований паралельними горизонтальними смугами білого і червоного кольору шириною 0,13 м;

б) щити із дощок висотою 1,2 м і шириною 1,5 м, пофарбовані в жовтий колір з червоною облямівкою шириною 0,12 м по контуру щита;

в) дорожні тимчасові знаки згідно з Правилами дорожнього



руху. Висота стійок для дорожніх сигнальних переносних знаків повинна бути 1,5 м. У темний час доби на стійці сигнального знака вивішують ліхтар з лінзою червоного кольору.

Не дозволяється рух транспорту і виконання інших робіт ближче 3 м від нерозкріпленої виїмки (котловану, траншеї) та рух будівельних машин і транспортних засобів біля розкріплених виїмок без попередньої перевірки розрахунком міцності кріплення. При цьому враховують величину і динамічність навантаження. Котловани і траншеї в місцях, де рухаються люди і транспорт, необхідно огорожувати суцільною огорожею.

При влаштуванні траншей лишають берми шириною не менше 0,5 м. Складати інструмент і матеріали на бермі забороняється. При виконанні земляних робіт на вуличних проїздах у місцях переходів влаштовують містки шириною не менше 0,7 м із перилами висотою не менше 1,0 м. Не дозволяється розроблення ґрунту підкопуванням (підбиванням).

Для спускання робітників в котлован і широкі траншеї встановлюють сходи шириною не менше 0,75 м з перилами, а для спускання робітників у вузькі траншеї - приставні драбини. Не дозволяється спускатися у траншеї по розпірках кріплень. У разі ручної розробки котлованів і траншей для викидання ґрунту з глибини понад 1,8 м влаштовують за укріпленими розпірками спеціальні настили-полиці. Ширину полиць роблять не менш 0,7 м, а відстань за висотою між полицями 1,5 м. Кожна полиця обладнується бортовою дошкою висотою 0,15 м.

Кут нахилу укосів котлованів і траншей без кріплень у разі природної вологості ґрунтів визначають згідно з вимогами ДНАОП 0.07-1.01-80 та СНиП III-4-80. Якщо глибина котлованів і траншей більше 5 м, то кут нахилу укосів встановлюють розрахунком. Не дозволяється розробляти без кріплень перезволожені піщані, супіщані, лесові ґрунти. У котлованах і траншеях, які розроблюються без кріплень і після повного чи часткового їх риття, якщо вони мали зволоження, проведення робіт дозволяється за умови вжиття заходів безпеки проти обвалення ґрунту.

Під час робіт на укосах виїмок глибиною більше 3 м і насипів висотою більше ніж 3 м та кутом нахилу більше ніж 45 град., а у вологій поверхні кутом нахилу більше ніж 30 град. працівники забезпечуються запобіжними поясами з вірвочками для



прив'язування за міцні опори.

Під час риття траншей з вертикальними стінками вручну видаляють ґрунт, не допускаючи утворення тріщин, установлюють перший ярус кріплення, а потім продовжують подальшу розробку в тому самому порядку. Під час проходження ярусів у кріпленнях заміняють окремі частини стійок наскрізними на всю глибину траншеї. Розбирають кріплення котлованів і траншей знизу під час зворотного засипання ґрунту або зведення фундаменту. Дозволяється одночасно видаляти за висотою не більше двох дощок, а в сипучих і нестійких ґрунтах - не більш однієї. У разі видалення дощок відповідно переставляють розпірки, при цьому існуючі розпірки виймають лише після встановлення нових.

Механізоване риття котлованів і траншей проводиться з улаштуванням вертикальних стін без кріплення або з кріпленнями і з укосами без кріплення. Риття котлованів і траншей землерийними машинами без улаштування кріплення виконують з відповідними укосами.

Одноківшові екскаватори на гусеничному ході встановлюють на спланованій площадці на відстані не менше 2 м від краю виїмки, а під гусениці (або колеса) кладуть підкладки. Відстань між кабіною одноківшового екскаватора і стіною котловану чи траншеї при будь-якому положенні екскаватора повинна бути не менше 1 м. Під час перерв у роботі незалежно від їх причин і тривалості стрілу екскаватора відводять у бік від забою і ківш опускають на ґрунт. Під час руху одноківшового екскаватора стрілу встановлюють за напрямком переміщення, а ківш піднімають над землею на 0,5-0,7 м.

Навантажують ґрунт екскаватором на автомобіль із заднього борту або з бічної сторони кузова автомобіля, але не через кабіну. Не дозволяється:

- а) перебування людей між екскаватором і транспортними засобами, під ковшем або стрілою під час навантаження ґрунту;
- б) переміщення ґрунту бульдозером на підйом або під ухил з кутом нахилу більш ніж 30 град.;
- в) висування ножа бульдозера за брівку укосу виїмки під час відкидання ґрунту.

У сучасній практиці будівництва напірних водопроводів застосовуються чавунні, сталеві, азбестоцементні, бетонні, залізобетонні,



пластмасові, скляні й інші труби. Чавунні труби  $D = 65-300$  мм (ГОСТ21053-75);  $D = 65-1200$  мм (ГОСТ 9583-75) залежно від товщини стінок й іспитового тиску підрозділяються на три класи - ЛА, А и Б. З'єднання таких труб - розтрубні й розтрубно-гвинтові. Довжини труб, що випускають вітчизняною промисловістю, коливаються в межах від 2 до 6 м, а діаметри - від 65 до 1200 мм.

Діаметр сталевих труб на відміну від чавунних труб вимірюється по зовнішньому розмірі. В системах водопостачання найчастіше застосовують труби таких видів та діаметрів: труби сталеві водогазопровідні діаметром  $D_u = 6...150$  мм; безшовні холодо- і гарячеформовані діаметром відповідно  $D_u = 10...200$  мм і  $D_u = 200...500$  мм; електрозварні, холоднодеформовані  $D_u = 5...110$  мм, прямошовні  $D_u = 8...1620$  мм та із спіральним швом  $D_u = 15...1400$  мм.

Для з'єднання труб, зміни й поділи потоків води виготовляються фасонні частини: відводи з кутом 30, 45, 60 й 90°, трійники прохідні й перехідні, переходи й ін.

Бетонні й залізобетонні труби, виготовляються як заводським способом, так і безпосередньо на будівельних майданчиках. Труби можуть бути безнапірними (бетонні й залізобетонні) і напірними (залізобетонні).

По типу стикових з'єднань бетонні й залізобетонні труби розділяються на розтрубні, фальцові й муфтові.

Напірні залізобетонні труби виготовляються методами віброгідропресування й центрифугування й випускаються умовними діаметрами від 500 до 1600 мм.

Залізобетонні напірні труби залежно від величини розрахункового внутрішнього тиску підрозділяються на три класи: I - на тиск 1,5 МПа, II - на 1,0 МПа й III - на 0,5 МПа. Труби I класу випробовуються на водонепроникність внутрішнім гідравлічним тиском 1,8 МПа, труби II класу на 1,3 МПа й труби III класу - на 0,8 МПа (труби, що виготовляють віброгідропресуванням) і на 0,7 МПа (труби, що виготовляють центрифугуванням).

Окремими підприємствами методом вібрації виготовляються залізобетонні напірні труби зі сталевим циліндром діаметрами від 600 до 1500 мм при довжині до 5270 мм і полімер залізобетонні труби з  $D_u = 300...1500$  мм при довжині до 5200 мм.

Серед безлічі пластмасових труб найбільший інтерес представляють поліетиленові й вінілпластові труби. Поліетиленові напірні



труби виготовляються з поліетилену високої й низкою щільності й випускаються чотирьох типів (Л, СЛ, С та Т) залежно від тиску, що допускає максимально, що транспортує води при 20 °С. Типи труб відрізняються друг від друга товщиною стінок: найменш тонкі стінки мають труби типу Л і найбільш товсті - труби типу Т. Труби виготовляються у відрізках довжиною 6, 8, 10 й 12 м і діаметром від 10 до 630 мм (з поліетилену високої щільності) і діаметром від 10 до 160 мм (з поліетилену низкою щільності). Труби з поліетилену високої щільності діаметром 40 мм і з поліетилену низкою щільності діаметром 63 мм можуть поставлятися в бухтах. Труби з вініласту виготовляються довжиною 5...12 м діаметром від 6 до 150 мм і на робочий тиск 0,25, 0,6 й 1 МПа з відповідним іспитовим внутрішнім гідравлічним тиском 1,65, 3,9 й 6,5 МПа.

З'єднання поліетиленових і вініластових труб можуть бути розтрубними, фланцевими й різбовими. Крім того, їх можна з'єднувати за допомогою зварювання й склеювання. Для зварювання застосовуються спеціальні пристрої - пістолети, у яких нагрівається повітря, і під його впливом відбувається розплавлення прутків з того ж матеріалу, що й труби. Діаметр прутків вибирається відповідно до товщини труб, що зварюють. Нагрівання повітря для з'єднання вініластових труб повинен бути в межах 200-220 °С, для поліетиленових труб - близько 250 °С. При цьому обов'язковим є дотримання правил безпеки праці при роботі з електрообладнанням, а також використання засобів індивідуального захисту.

Для зміни напрямку осі труби (потоків води), з'єднання в вузлі декількох труб застосовуються фасонні частини: коліна, відводи, трійники, хрестовини й ін. Перехід від одного діаметра трубопроводу до іншого проводиться за допомогою переходів. З'єднання труб з різними кінцями забезпечується подвійним розтрубом й різними патрубками. Установка пожежних гідрантів здійснюється на спеціальній фасонній частині - розтрубній пожежній підставці.

Існують й інші специфічні деталі водопровідних мереж: випуски, вантузи, сиділки, промивні комплекти й ін. Перші застосовуються для спорожнювання мережі й монтуються в найбільш низьких місцях магістралей, другі - для випуску повітря; сиділки й промивні комплекти використовуються в основному при ремонтних роботах.

Опускання в траншею або колодязь труб або фасонних частин вручну допускається при їх вазі до 50 кг на випробуваних на по-



двійну вагу ланцюгах або канатах, які не мають місць зрощування, вузлів, надривів тощо. При цьому вага на кожного із робітників, які беруть участь в опусканні вантажу, не повинна перевищувати 30 кг. Частина труб вагою понад 50 кг у траншею опускають на блоках, установлених на козлах або триногах, вантажопідіймальними кранами і механізмами. Проте елементи з такою вагою можна опускати вручну при дотриманні зазначених вище умов.

Бетонні кільця опускають у котлован у присутності майстра на канатах через блоки, які підвішені на спеціально улаштованих козлах або триногах. Під час опускання бетонних кілець ніхто з працівників не повинен бути у котловані. Опущене кільце встановлюють на місце, підтримуючи його через блок у підвішеному стані. Перед опусканням у траншеї і котловани матеріалу або інструменту робітник, що стоїть нагорі, подає сигнал голосом і опускає матеріали тільки після одержання сигналу у відповідь знизу (від того, хто приймає вантаж).

Під час проведення монтажних робіт трубопроводів, фасонних частин, арматури необхідно перевірити стійкість укосів і надійність кріплення траншей. Розтрубні труби при опусканні їх у траншею повинні бути застроповані так, щоб розтруб був вище гладкого кінця. Не допускається скочування труб у траншею за допомогою ломів і важелів. При опусканні у траншею арматури забороняється закріплювати стропи за маховики, штоки. Стропувати арматуру дозволяється тільки за корпус. При цьому під строп повинні бути підкладені м'які підкладки в місцях ребер або гострих виступів. Перед тим, як зняти трос при установці фасонних частин у котлован і колодязі необхідно зробити надійну прокладку з коротких дощок, покладених кліттю. Заздалегідь покладені труби повинні бути надійно підбиті ґрунтом.

Майданчик, де проводяться монтажні роботи, а також траншеї і колодязі повинні бути добре освітлені у нічний час. Допускається підведення електроенергії спеціальним кабелем до закритих прожекторів при умові їх встановлення на висоті не менше 2 м і кріплення на міцних опорах. При поганій видимості у траншеях, колодязях необхідно застосовувати освітлення від мережі не більше 12 В або за допомогою переносних акумуляторних установок. При початку грози всі роботи на трасі припиняють, а працівників та механізми відводять у безпечне місце.



### 2.3.1. Запірна та регулювальна арматура

На водопровідній мережі встановлюється наступна арматура:

- запірна й регулювальна (вентилі, крани, засувки, затвори);
- водорозбірна (водорозбірні крани й колонки, пожежні гідранти);
- запобіжна (запобіжні, зворотні й редукційні клапани, вантузи, випуски).

Запірні арматури застосовується для відключення розподільних ліній від магістральних і поділу мережі на ремонтні ділянки. Для запобігання гідравлічних ударів у трубопроводах на них встановлюється запірна арматури із тривалими періодами закриття й відкриття. На трубопроводах з  $d > 100$  мм в основному встановлюються засувки, які залежно від призначення, робочого тиску й умовного проходу діляться на паралельні й клинові, з висувними й невисувними шпинделями, ручним або електро-, гідро- пневмоприводом. У паралельних засувках затворні ущільнюючі поверхні розташовані паралельно. У клинових затворні ущільнюючі поверхні розташовані нахилено до вертикальної осі корпусу, а безпосередньо затвор складається із суцільного або шарнірного клина.

На засувках діаметром більше 500 мм для врівноваження тиску по обидва боки затворних ущільнювачів влаштовують обвідні трубопроводи малого діаметра із засувками. Такі трубопроводи називають байпасами.

При великих діаметрах трубопроводів і відносно невеликих тисках замість засувок можливо встановлювати дискові поворотні затвори. Ці затвори дозволяють швидше перекидати потік води.

### 2.3.2. Вантузи та водовипуски

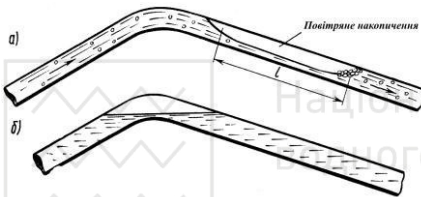
Вантузи застосовуються для випуску й впуску повітря в трубопровід при нормальній його експлуатації, а також при його спорожнюванні та наповненні водою. Вони служать для видалення повітря, що попало у водоводи через нещільність в з'єднаннях трубопроводів і устаткування на насосних станціях і на лініях, а також повітря, що виділяється з води (рис.2.4).

Відведення повітря з водоводів необхідне тому, що повітряні пробки, що утворюються, утрудняють експлуатацію, створюючи додаткові опори, зменшують пропускну здатність трубопроводів,





можуть сприяти виникненню гідравлічних ударів при миттєвому з'єднанні стовпів води, що розірвалися. Видалення повітря здійснюється як через експлуатаційні вантузи, так і через спеціально влаштовані відводи із засувками. Швидке видалення повітря має бути забезпечене під час заповнення водоводів. Для цієї мети встановлюють особливі вантузи. Під час спорожнення водоводів необхідно забезпечити впускання в них повітря, вакуум, що інакше утворюється, може призвести до сплюснення і руйнування труб. Для впускання повітря можуть використовуватись особливі пристрої (також названі вантузами, але такі, що мають дещо іншу конструкцію). Кількість повітря, що впускається, інколи буває настільки великою, що на водоводах, особливо значного поперечного перерізу, окрім впускних вантузів, доводиться передбачати відводи із засувками.



**Рис.2.4. Повітряне накопичення в трубопроводі:**

*а* – при русі рідини; *б* – при нерухомій рідині

Таким чином, прилади для випуску і впуску повітря поділяються на наступні групи: а) вантузи експлуатаційні, через яких відбувається постійне видалення повітря, що виділяється з води; б) вантузи, службові для випуску повітря при заповненні водоводів; в) вантузи противакуумні, які забезпечують впуск повітря при спорожненні водоводів (часто називаються аераційними клапанами); г) відводи із засувками (повітряні крани), завданням яких є впуск і випуск повітря.

На рис.2.5 наведені схеми розташування вантузів на водоводах. вантузи зазвичай ставлять в камерах перемикання і колодязях, що розташовуються в підвищених точках водоводів. На сталевих водоводах великого поперечного перерізу в колодязі розташовують лише власне вантуз із засувкою, а сам водовод залишається поза колодязем. Вантузи діють автоматично. Управління засувкою на відводах відбувається вручну або автоматично.

Вантуз для можливості його відключення відділяється від водовода засувкою. Вантузи на водоводах зазвичай встановлюють на патрубках вварених в трубу або приєднаних до трійників на водо-



воді з патрубком вверх. Діаметр патрубка  $d_0$  бажано приймати рівним 0,5-0,7 діаметру  $D$  основного трубопроводу.

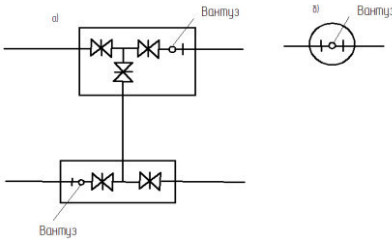


Рис. 2.5. Схеми встановлення вантузів

Влаштування патрубка такого перетину сприяє кращому видавленню повітря з ліній. Аераційні клапани вимагають особливої уваги при сталевих водоводах значного діаметру, оскільки вони зазвичай легко руйнуються навіть при невеликому вакуумі у момент спорожнення. Такі клапани, зокрема, мають бути встановлені на сталевих водоводах діаметром більше 400 мм в місцях можливого утворення вакууму.

Приклад установки в одному колодязі групи вантузів для обслуговування водоводів представлений на рис.2.6.

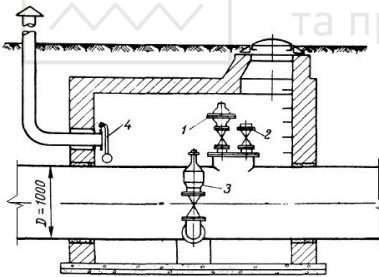


Рис.2.6 Групова установка вантузів:  
1 - експлуатаційний вантуз; 2 – відвід для випуску і впуску повітря; 3 – аераційний клапан; 4 – клапан для впуску повітря колодязь

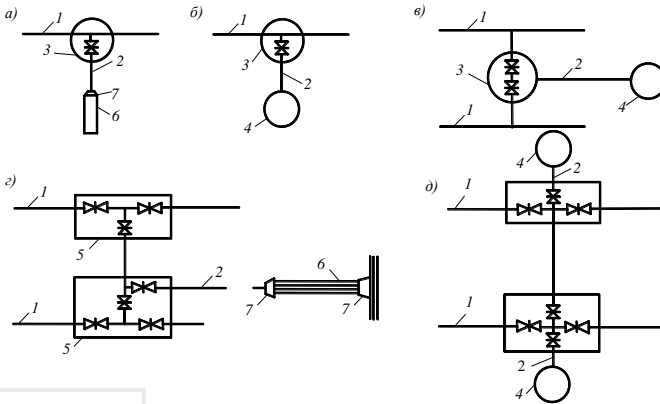
Перед початком проведення ремонтних електро- та газозварювальних робіт на металевих трубопроводах великого діаметру для уникнення травмування робітників необхідно пересвідчитись, що у ньому відсутній тиск води і не утворився вакуум під час спорожнення.

При ремонті або промивці водоводів їх спорожнюють через випуски, що розташовуються в понижених місцях і є відгалуженнями, що перекриваються засувками (рис.2.7).

Випуски служать для скидання води при спорожнюванні водо-



водів. Пристрої для спорожнення водоводів розміщують у пониженних точках кожної ремонтної ділянки, а також у місцях, необхідних для промивання водоводів перед здачею в експлуатацію по закінченню будівництва або ремонту.



**Рис. 2.7. Схеми влаштування випусків:**

1 – водовід; 2 – труба випуску; 3 – колодязь випуску; 4 – мокрий колодязь; 5 – камера переключень; 6 – канава; 7 - оголовки

Діаметри випусків і пристроїв для впуску повітря повинні забезпечувати спорожнення ділянок водоводів за час не більший 2 год. Якщо випуски призначені для промивання водоводу, то вони повинні створювати в ньому швидкості на 10% більші за розрахункові. При гідропневматичному промиванні швидкість течії буває навіть на 20% більше максимальної швидкості при експлуатації водоводу, що необхідно враховувати при розрахунку випусків. Воду після промивання необхідно відводити у водостік, канаву, яр тощо, а також у колодязі з наступною відкачкою

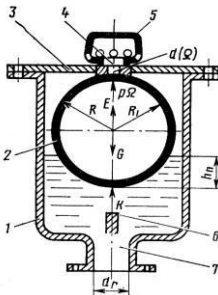
Найбільш простий випадок зображений на рис.2.7,а, де випуск одиночного водовода передбачений із пониженої його точки, що не проходить в місці розташування камери перемикачів. На трубі випуску встановлений колодязь, в якому розміщена засувка; труба закінчується в канаві, що відводить воду. При влаштуванні випуску, особливо на сталевих водоводах, можна розташовувати в колодязі лише засувку випуску, залишаючи сам водовід за межами колодязя. Випадок, коли рельєф місцевості не дозволяє випускати воду водовода самопливом, зображений на рис.2.7б, де наведена установка мокрого колодязя, що збирає воду. Подібна ж схема для двох пара-



лельних ниток водовода дається на рис.2.7в. При розташуванні поблизу річки камер перемикання водовода з двох ниток випуск робиться за схемою рис.2.7г, де комунікація засувок камер переключення дозволяє використовувати один і той же випуск для спорожнення чотирьох ділянок труб, що відносяться до обох ниток водовода. Частина випуску, яка примикає безпосередньо до камер і проходить на значній глибині, виконується у вигляді закритої труби, а остання його частина зазвичай є відкритою канавою. У місцях входу труби в канаву і канави в річку влаштовують оголовки простої конструкції. На рис. рис.2.7д наведена схема пристрою випусків з двох камер перемикання в два мокрі колодязі. Проте по можливості слід обмежуватися одним загальним мокрим колодязем.

Випуск води з ділянок розподільної мережі може виконуватись через арматуру колодязів, що знаходяться в пониженнях місцях. Вода при цьому відводиться самопливом, відкачується з мокрих колодязів, а інколи і безпосередньо з мережевих колодязів. Довжина труби випуску визначається місцевими умовами і складає зазвичай від 3 до 30 м.

Призначаючи пункти розташування вантузів і випусків, треба враховувати всі місцеві умови: рельєф місцевості, поперечні перерізи трубопроводів, міру насиченості води повітрям, тиск в різних ділянках водоводів і мережі, допустиму тривалість спорожнення, наявність зручних пунктів скидання води, найбільш доцільну довжину ремонтних ділянок і ін. Для випуску повітря в малих кількостях при нормальній експлуатації водовода застосовуються експлуатаційні вантузи (рис. 2.8). При накопиченні повітря у верхній частині корпусу 1 порожниста куля 2 занурюється у воду на величину  $h_n$ , відкриває отвір 4 і повітря виходить у атмосферу. Потім куля знову піднімається і закриває отвір.



**Рис. 2.8. Схема експлуатаційного вантуза:**

- 1 – корпус;
- 2 – порожниста куля;
- 3 – кришка;
- 4 – повітрявипускний отвір;
- 5 – захисний ковпачок;
- 6 – упор для поплавка;
- 7 – патрубок



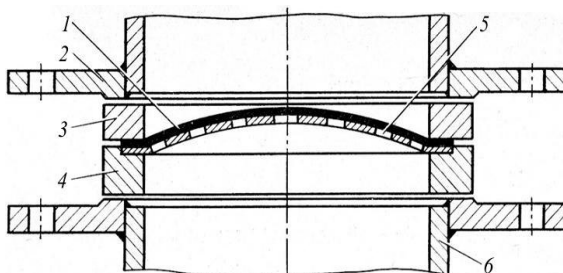
Тому разом із звичайними експлуатаційними вантузами застосовуються спеціальні повітряні та противакуумні клапани або комбіновані вантузи. В комбінованому вантузі отвір може бути будь-якого розміру. Розрахунок повітряних отворів вантузів тісно пов'язаний з розрахунком випусків для води. Основи розрахунків водовипусків розроблені проф. А.А. Суріним. Випуски для води розташовуються на всіх характерних понижених точках ремонтної ділянки, а також в місцях прийнятих для випуску води при промивці водоводу.

### 2.3.3. Захист трубопроводів від гідравлічних ударів

Запобіжні клапани використовуються для запобігання підвищення тиску в трубопроводах вище розрахункового, наприклад при гідравлічних ударах. Зворотні клапани встановлюються на трубопроводах з метою створення руху потоків рідини в одному напрямку. В тих випадках, коли в трубопроводах за розрахунком можливі значні гідравлічні удари, які можуть викликати небезпечні аварії (затоплення насосних станцій, розмив основ під фундаментами при розриві труб, недопустимо тривалу перерву в подачі води та інші), необхідно разом з звичайними протиударними засобами в найбільш небезпечних місцях, наприклад в насосній станції, передбачити аварійний захист від недопустимо високого тиску. В якості аварійних засобів в першу чергу рекомендується встановлювати запобіжні розривні мембрани – металеві диски, які встановлюються між двома фланцями на відповідному трубопроводі. При підвищенні тиску понад розрахункове диск розривається, частина рідини скидається із трубопроводу і гідравлічний удар затихає. Після цього засувка на відповідному трубопроводі закривається, встановлюється нова мембрана і засувка знову відкривається. На автоматизованих насосних станціях засувка повинна бути з гідроприводом або кільцева, яка сама закривається. Рекомендується застосовувати попередньо випуклі мембрани. Якщо в трубопроводі при гідравлічному ударі можливе утворення вакууму, тоді під мембраною встановлюється противакуумна місцева опора з отворами, яка за формою точно відповідає мембрані (рис.2.9).

Для того, щоб збільшити строк експлуатації мембран (вони служать під навантаженням до 0,5...1 року), необхідно витримати пев-

не співвідношення руйнівного тиску до робочого. Діаметр мембрани і відповідного трубопроводу  $D_m$  визначається за витратами води, яку необхідно забезпечити на скиданні для гасіння гідравлічного удару



**Рис.2.9. Установка мембрани з жорсткою противакуумною опорою:**

1 – розривна мембрана; 2 – фланці; 3 – верхнє притискне кільце; 4 – нижнє притискне кільце; 5 – жорстка противакуумна опора з отворами; 6 – відвідний трубопровід

### 2.3.4. Водорозбірна арматура

Водорозбірні колонки встановлюють у районах житлової забудови з будинками, що не містять внутрішнього водопроводу. Радіус обслуговування однією колонкою – до 100 метрів. Колонка підключається до зовнішніх водопровідних мереж за допомогою труб діаметром 20...30 мм.

Гідрант із пожежною колонкою являє собою водозабірний пристрій, який встановлюється на водопровідній мережі й призначений для відбору води при гасінні пожежі. Гідрант із колонкою при гасінні пожежі може бути використаний, по-перше, як зовнішній пожежний кран у випадку приєднання пожежного рукава для подачі води до місця гасіння пожежі та, по-друге, як джерело води для насоса пожежного автомобіля. Залежно від конструктивних особливостей й умов протипожежного захисту об'єктів гідранти підрозділяються на підземні й надземні.

Підземні гідранти встановлюють у спеціальних колодязях, що закривають кришкою (каналізаційним люком). Пожежну колонку нагвинчують на підземний гідрант тільки при його використанні.

Надземний гідрант розміщується вище поверхні землі із закріпленою на ньому колонкою. Основними вимогами, які висуваються до гідрантів, є забезпечення швидкого пуску води і їх незамерзання водою.



Підземний пожежний гідрант складається із трьох частин, відлитої із сірого чавуну: клапанної коробки, стояка й установочної головки. Залежно від глибини колодезя гідранти випускають висотою 750...2500 мм із інтервалом 250 мм.

## 2.4. Споруди та обладнання на мережі

**Колодязі** призначені для розміщення засувок, гідрантів й інших видів арматури й фасонні частини. Вони влаштовуються із залізобетону, цегли, бутобетону й інших місцевих матеріалів. У рідких випадках колодязі роблять із дерева. Якщо рівень ґрунтових вод вище дна колодезя, то в колодязі із зовнішньої сторони роблять гідроізоляцію на 0,5 м вище цього рівня. Для спуска в колодезя на горловині й стінках колодезя встановлюють сталеві рифлені або чавунні скоби, у деяких випадках допускається пристрій металевих сходів.

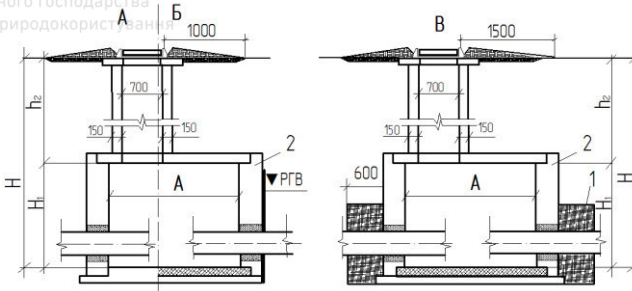
Навколо люків колодезів, розташованих на ділянках без дорожніх покриттів або в зеленій зоні, улаштовуються вимощення шириною до 1 м з ухилом від люків. Вимощення й відповідно люки повинні бути вище прилягаючої території на 0,05 м. Люки колодезів на водоводах, що прокладають по незабудованій території, необхідно встановлювати вище денної поверхні землі на 0,2 м. На проїзній частині вулиць із удосконаленими покриттями кришки люків варто розташовувати на одному рівні з поверхнею проїзної частини. Колодязі бувають з горловиною та без горловини.

Деякі типи колодезів для сухих і мокрих ґрунтів наведені на рис. 2.10, 2.11, 2.12.

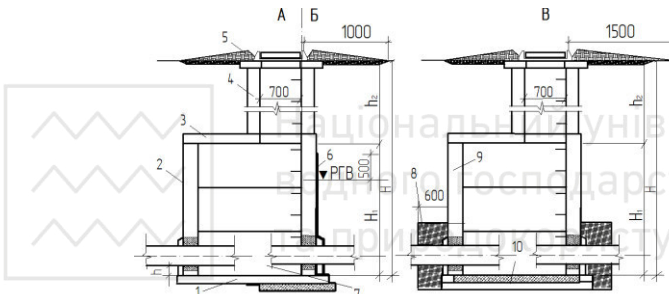
В більшості випадків всі колодязі та камери мають залізобетонне перекриття з отвором для спускання всередину і проведення робіт в ньому. Цей отвір перекривається люком для ізоляції внутрішньої частини колодезя від поверхні вулиці або землі. Під люком розуміють верхню частину перекриття оглядового колодезя, яке встановлене на опорну частину камери або шахти й складається з корпусу й кришки. Люки можуть виготовлятися з металу (сталь, чавун), полімерних матеріалів, залізобетону тощо.



Національний університет  
водного господарства  
та природокористування



**Рис.2.10. Прямокутні колодязі із цегли або бетону розмірами в плані 2000х2500, 2500х2500, 2000х3000, 3000х3000 мм:** 1 - водотривкий замок; 2 - ґрунтовка;  $h_2$  - висота горловини;  $h_k$  - висота конуса;  $H$  - висота колодязя загальна;  $H_1$  - висота робочої частини



**Рис.2.11. Круглі колодязі діаметрами 1000, 1500 й 2000мм із збірного залізо-бетону:** А - для сухих ґрунтів; В - при наявності ґрунтових вод; V - для ґрунтів поза межами міста; 1 - плита днища (утрамбований ґрунт із щебенями); 2 - кільця; 3 - плита; 4 - кільце горловини; 5 - вимощення; 6 - ґрунтовка бітумом, розведеним у бензині; 7 - трубопроводи; 8 - водотривкий замок; 9 - стінове кільце; 10 - гідроізоляція, плита днища, бетон, ущільнений ґрунт;  $h_2$  - висота горловини;  $h_k$  - висота конуса;  $H$  - висота колодязя загальна;  $H_1$  - висота робочої частини

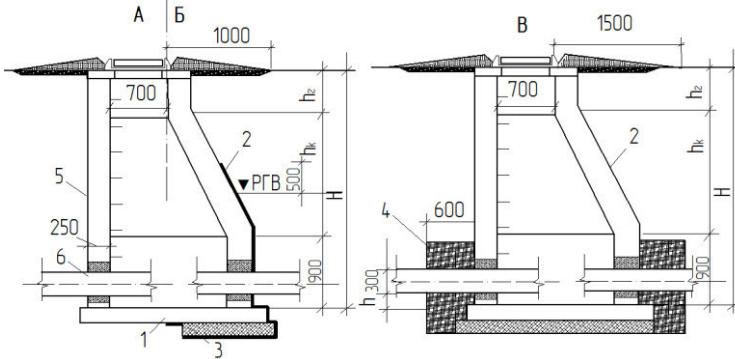
В умовну позначку люка вводиться позначення інженерних мереж, для яких призначений люк: В - водопровід; Г - пожежний гідрант; ДО - побутова й виробнича каналізація; Д - дощова каналізація, ТС - тепла мережа, ГС - газова мережа, ГКС - міська кабельна мережа.

Зовнішній огляд водопровідних і каналізаційних мереж виконують без спускання в колодязі і камери. Під час зовнішнього огляду всі перевірочні операції проводять не спускаючись, у тому числі перевірку наявності і міцності скоб (жердиною або складною рейкою), наявності газів, визначення величини заповнення і





виявлення засмічень. До закінчення перевірки бригада зобов'язана виконувати вимоги про заборону спускання в колодязі і камери.



**Рис.2.12. Конусні колодязі діаметрами 1000, 1500 й 2000 мм із цегли й бетону:** А - для сухих ґрунтів; Б - при наявності ґрунтових вод; В - для ґрунтів по за межами міста; 1 - плита днища (утрамбований ґрунт із щебенями); 2 - ґрунтовка бітумом, розведеним у бензині; 3 - плита днища (асфальт, бетон); 4 - водотривкий замок; 5 – стінове кільце; 6 – трубопроводи;  $h_2$  - висота горловини;  $h_1$  - висота конуса;  $H$  - висота колодязя загальна

Перед проведенням робіт у водопровідних колодязях необхідно встановити попереджувальні знаки, огородити місце роботи, а у темний час подавати сигнал водіям автотранспорту червоним ліхтарем. Відкривати і закривати кришки колодязів треба за допомогою спеціальних гаків. Засувки, розташовані в колодязях, рекомендується відкривати спеціальним ключем-вилкою на довгій штанзі, не спускаючись у колодязь.

Працівників для роботи у колодязях, камерах і колекторах забезпечують запобіжним і захисним інвентарем відповідно до наряду, а саме:

а) запобіжним поясом з мотузкою, випробуваною на розрив при навантаженні 200 кг; довжина мотузки повинна бути на 2 м більше глибини колодязя

б) ізолюючим шланговим протигазом (типу ПШ-1), викидний шланг якого на 2 м довший від глибини колодязя, але загальною довжиною не більше 12 м. Не дозволяється замінити ізолюючий протигаз фільтруючим;

в) газоаналізатором (типу УГ-2), а у разі відсутності - двома бензиновими водопровідно-каналізаційними лампами ЛБВК



(шахтарськими лампами);

- г) акумуляторним ліхтарем напругою не більше 12 В;
- г) ручним вентилятором;
- д) огорожувальними переносними знаками встановленого зразка;
- е) гачками і ломачами для відкривання кришок люків колодязів.

Не дозволяється допускати бригаду до роботи у колодязях і камерах, люки яких розташовані між залізничними чи трамвайними коліями, без попереднього узгодження з організаціями, що відають експлуатацією колій, за винятком аварійних випадків на мережі, магістралях і водопроводах, коли організацію, що відає коліями, сповіщають через диспетчера, про що робиться запис у наряді.

Перед початком робіт у колодязях треба перевірити його на загазованість, зокрема на наявність метану, вуглекислого газу, сірководню, аміаку, а також їх суміші, що може призвести до отруєння, або при спізній допомозі потерпілому – до смерті.

Метан (болотний газ) утворюється при повільному розкладанні рослинних залишків без доступу повітря і поступає у колодязі із ґрунту. При вмісті метану від 5 до 15 % утворюється вибухонебезпечна суміш. Він важчий за повітря і внаслідок цього витискує повітря, заповнюючи простір колодязя з дна.

Оксид вуглецю - отруйний газ без кольору і запаху. Гранична концентрація його в повітрі 0,02 мг/л. Вдихання повітря, що містить оксид вуглецю вище допустимої концентрації може призвести до отруєння, а при спізній допомозі потерпілому – до смерті. Сірководень і аміак розпізнаються за характерним запахом.

Перед спусканням робітника у колодязь або камеру перевіряють на наявність газів з допомогою газоаналізатора чи шляхом опускання у колодязь або камеру запаленої лампи. Лампу опускають на в колодязь на мотузці і слідкують за полум'ям. Збільшення полум'я свідчить про наявність у колодязі вибухонебезпечних газів, а зменшення – про наявність інших шкідливих газів. Виявлені гази повинні бути видалені. Не дозволяється спускатися в колодязь або камеру до повного видалення з них газів, що установлюється повторною перевіркою. Забороняється перевіряти наявність газів за запахом або шляхом опускання в колодязь або камеру запалених предметів.

Для видалення газу застосовують:



а) природне провітрювання, для чого відкривають кришки люків сусідніх вище і нижче розташованих оглядових колодязів на самопливній каналізаційній лінії або робочого колодязя на водопровідній мережі з наступною перевіркою на відсутність газу в цих колодязях;

б) нагнітання повітря ручним вентилятором або повітродувкою;

в) у разі наявності у водопровідному колодязі пожежного гідранта заповнення колодязя водою з цього гідранта з наступною відкачкою.

Забороняється випалювання газу з метою його видалення.

Не дозволяється спускатися у колодязь чи камеру і працювати в ньому без запобіжного пояса з мотузкою незалежно від результатів перевірки на наявність газу.

Якщо газ з колодязя або камери не може бути цілком видалений, спускатися робітнику в колодязь дозволяється тільки в шланговому ізолюючому протигазі, шланг якого виходить на поверхню землі. Кінець шланга повинен бути обов'язково закріплений на висоті 500-600 мм від поверхні землі, на відстані від лазу не ближче 2 м з навітренної сторони. За працівником у колодязі і за шлангом у цьому разі спостерігає безпосередньо бригадир або майстер.

Робота у колодязі у протигазі з викидним шлангом дозволяється не більше 10 хвилин і повинна чергуватись з відпочинком на чистому повітрі потягом 10-15 хвилин. У випадку появи головного болю, відчуття кислого присмаку необхідно терміново вийти і зняти протигаз. Забороняється використовувати фільтруючі протигазы, оскільки при значній загазованості кисню у повітрі може бути менше, ніж потрібно для забезпечення нормального дихання.

Бригада, що виконує роботи у колодязях повинна складатись не менше, ніж із трьох чоловік. Один із працівників призначається старшим. У колодязь спускається один працівник, а двоє залишаються нагорі. Один з них оберігає місце роботи, подає в колодязь інструменти, інший тримає рятівну мотузку від захисного поясу, одягнутого на працівника, що перебуває у колодязі, слідкує за шлангом протигазу, подає свіже повітря, спостерігає за працюючим, і при необхідності негайно піднімає його. Доручати робітнику, що спостерігає за працюючим під час його роботи у колодязі, інші роботи категорично забороняється.



При несправності колодязних скоб застосовують алюмінієві або дерев'яні східці. Використовувати східці, інструмент з чорного металу забороняється, оскільки під час роботи у загазованому середовищі при ударах об арматуру або труби можливе утворення іскри, що може призвести до вибуху навколишнього газоповітряного середовища. При гострій необхідності дозволяється застосовувати звичайний інструмент, змазаний солідолом та іншою змазкою.

**Упори на мережі.** На напірні водоводи діють сили, які викликають напруження та деформацію в їх стінках і стикових з'єднаннях. Ці сили виникають під впливом:

1. статичного напору від внутрішнього тиску
2. швидкісного напору внаслідок руху води
3. власної ваги водоводу та води, яка його заповнює.
4. тиску ґрунту та інших зовнішніх навантажень
5. коливань температури води та навколишнього середовища.

Статичний напір від внутрішнього тиску, окрім поперечних сил, що рівномірно діють на стінки, викликає при зміні напрямку траси водовода появу поперечних сил, направлених у бік опуклості водовода. При закритті засувки, а також на тупикових ділянках труб статичний напір призводить до виникнення сил, що діють по осі трубопроводу. Осьові сили від статичного натиску виникають також при зміні діаметру трубопроводу, розгалуженні його, установці компенсаторів з невірноваженим однобічним тиском. Швидкісний напір при русі води викликає поперечні сили, направлені вбік опуклості водовода, а також подовжні сили, направлені по його осі. На похилих ділянках водоводів власна їх вага створює осьові сили, а в місцях зміни напрямку похилих ділянок - і поперечні сили. Тиск ґрунту і інших зовнішніх навантажень зазвичай викликає поперечні сили, симетричні відносно осьової вертикальної площини. Коливання температури води і ґрунту викликають осьові сили. Вплив розглянутих сил на переміщення трубопроводів і напругу, що виникає в їх стінках на прямолінійних ділянках і в місцях поворотів, дуже різний.

Розглянемо сили, які можуть викликати переміщення вкладених в ґрунт трубопроводів, методи розрахунку і типи конструкції упорів, що перешкоджають переміщенню і мереж, що оберігають вузли, і водоводи від руйнування. На рис. 2.13 представлена схема дії сил гідростатичного натиску в місці повороту трубопроводу в гори-



зонтальній площині, а на рис.2.14 у вертикальній площині. У цій схемі кут  $\alpha$  визначається крайніми радіусами  $r$ , перпендикулярними перетинам водовода в місцях переходу від прямолінійного напрямку його осі до криволінійного. Осьові сили тиску  $P_1$  і  $P_2$  перетинаються під кутом  $\beta$ , що показує також фактичне відхилення поздовжньої осі водовода від прямолінійного напрямку.

У загальному випадку тиск води по одну сторону криволінійної ділянки рівний  $P_1$ , а по іншу -  $P_2$ . Діаметри водоводу відповідно будуть  $d_1$  і  $d_2$ , а тиск в трубопроводі  $p_1$  і  $p_2$  (в  $\text{кг/см}^2$ ).

При установці упору в пониженій частині трубопроводу, прокладеного з похилом, виходять з схеми рис. 2.15, б.

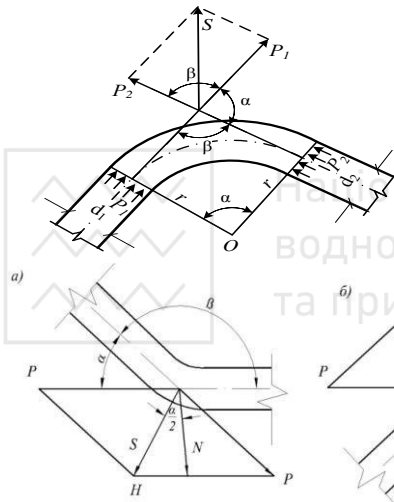


Рис. 2.13 Схема дії сил гідростатичного напору в точці горизонтального повороту трубопроводу

Рис. 2.14 Схема дії сил гідростатичного напору при поворотах у вертикальній площині

При повороті трубопроводу зверху вниз виконують упор-якір за схемою рис. 2.15, в. В цілях протидії силам реакції, що виникають в тупикових кінцях трубопроводів, роблять упори за схемою рис. 2.15, г і на трійниках - за схемою рис. 2.15, д. При повороті трубопроводів в колодязях їх конструюють з врахуванням сприйняття відповідних зусиль, всередині колодязів при цьому встановлюють упор і в стіні закладають тягу.

Розрахунок упорів, розташованих в ґрунті, проводять, виходячи з таких загальних умов: 1) тиск на ґрунт, що передається опорними робочими площинами упорів не повинен перевищувати розрахункових опорів ґрунту 2) не повинно бути випирання ґрунту під дією сил, що передаються робочими площинами упорів; 3) товщина і ос-



таточні розміри упорів мають бути виконані такими, щоб напруга в кладці не перевищувала розрахункових; 4) деформація ґрунту під тиском упору не повинна перевищувати величини, що допускається для дотримання щільності і міцності стикових з'єднань; 5) при напрямі сили, що переміщає трубопровід, вгору вага упору-якоря повинна перевищувати цю силу.

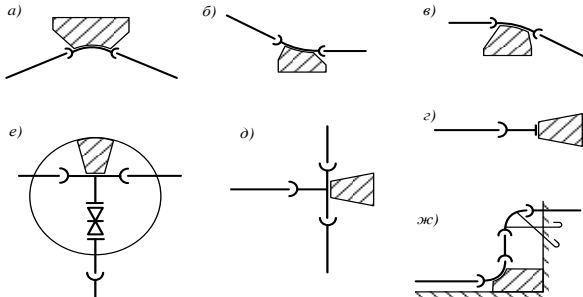


Рис.2.15. Схема основних видів упорів

Значення сили гідростатичного тиску, що діє на упор, слід приймати найбільшим можливим. Як вказано вище, воно повинне відповідати тиску у момент попереднього (до засипки траншеї і установки арматури) випробовування трубопроводу.

Упори зазвичай виконують з бетону або бутобетону, бутової кладки, червоної цеглини. В деяких випадках (наприклад, при крайній обмеженості території) упори споруджують із залізобетону.

Упор повинен вберегти трубопровід від недопустимого зсуву. Тому необхідно, аби кладка упору по всій опорній поверхні щільно прилягала до ґрунту з непорушеною структурою. При спорудженні упорів слід передбачати необхідні для цього заходи. Якщо трубопровід укладається в ґрунтах, здатних зберігати вертикальну площину, то бутовий або цегляний упор вкладають впритул до непорушеного ґрунту. Щілину між ґрунтом і упором заливають цементним розчином. При будівництві бетонного упору стінки його, що примикають до ґрунту, зводять без опалубки. У тих випадках, коли вертикальна площина упору не може бути викладена впритул до непорушеного ґрунту (наприклад, за наявності укосів в котловані або траншеї), проміжки між упором і площиною ґрунту заповнюють бетоном. Допускається засипка великих проміжків надійним ґрунтом з пошаровою ретельним ущільненням, але без вживання для



засипки рослинного, мулистого або іншого легко деформуючого або руйнуючого ґрунту. Щоб уникнути пошкодження трубопроводу при осіданнях упору між основною його частиною (масивом) і місцем закладення труби (подушкою) мають бути виконані деформаційні шви шляхом влаштування прокладок з толю або інших подібних до нього матеріалів.

За наявності ґрунтових вод вище за відмітку основи упору слід по можливості вникати застосування відкритого відкачування води при копанні котловану і при бетонуванні упору, оскільки відкачування сприяє розпушуванню ґрунту і знижує його опірність. Кріплення, що знаходяться нижче за рівень ґрунтових вод, не слід розбирати, їх треба залишати закладеними в кладку.

## 2.5. Водопровідні насосні станції

В залежності від призначення водопровідних насосних станцій їх прийнято поділяти на:

а) насосні станції першого підняття (забирають воду з джерела водопостачання);

б) насосні станції другого підняття (найчастіше станції, які подають воду по водоводам в мережу населеного пункту);

в) третього, четвертого і вищих підняттях або станції підкачування (призначені для підвищення напору в мережі або водоводах).

В залежності від прийнятої схеми водопостачання в містах можуть розташовуватися підвищувальні насосні станції третього і вищих підняттях, рідше – насосні станції другого та першого підняттях.

Водопровідні насосні станції за ступенем забезпеченості подачі води поділяють на три категорії. Категорія насосних станцій встановлюється в залежності від їх функціонального значення в загальній системі водопостачання. Так для об'єднаного протипожежного та господарсько-питного водопроводу населених пунктів із кількістю жителів більше 50000 жителів приймається перша категорія, від 5000 до 50000 жителів - друга категорія, менше 5000 жителів - третя категорія. До першої категорії також належать станції, які подають воду безпосередньо в мережу протипожежного або об'єднаного з протипожежним господарсько-питного водопроводу. Категорія станції зумовлює кількість насосів - робочих і резервних. Крім того,



залежно від категорії надійності роботи встановлюється гарантійний ступінь безперервності роботи насосної станції, що в першу чергу визначає необхідність резерву її устаткування. Наприклад, живлення приводних електродвигунів насосних станцій першої категорії надійності необхідно здійснювати від двох незалежних джерел електроенергії.

Тип будівель міських насосних станцій, що служать для розміщення основного та допоміжного устаткування, комунікацій всмоктувальних і напірних трубопроводів, а також службових приміщень, крім призначення і продуктивності насосної станції, залежить від наступних основних факторів:

- конструкції насосних агрегатів (горизонтальне або вертикальне компонування, система приводу);
- кавітаційних та енергетичних характеристик основних насосів (припустима висота всмоктування, умови пуску);
- геологічних і гідрогеологічних умов у місці розташування будівлі насосної станції (основа станції, наявність підземних вод);
- кліматичних умов;
- технології виконання будівельних робіт і виду будівельних матеріалів, які використовуються.

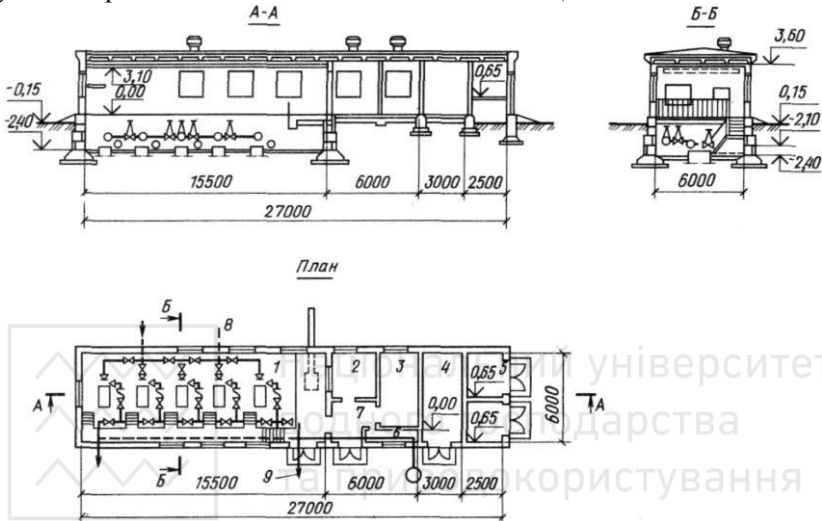
Водопровідні насосні станції II-го і вищих піднятих можуть бути незаглибленими (підлога машинного залу розташовується на відмітці планування майданчика) і частково заглибленими (підлога машинного залу розташовується нижче поверхні землі) якщо потрібно, щоб насоси перебували під заливом.

Насосні станції, обладнана моноблочними відцентровими насосами типу КМ, використовуються в схемах водопостачання невеликих міст і промислових підприємств. Вони можуть бути використані також як станції підкачування. Подача насосної станції може бути різною залежно від марки встановлених насосів без зміни розмірів будинку. Будинок насосної станції являє собою одноповерхову будову із частково заглибленим машинним залом. Стіни верхньої будови цегельні. Підземна частина може бути виконана у двох варіантах: з бутобетону або зі збірних фундаментних блоків. Покриття будинку - із залізобетонних попередньо напружених великопанельних плит.

На рис. 2.16 показаний варіант із установкою п'яти насосів КМ 160/30. Вода до насосів підводить двома трубопроводами та



подається в розподільну мережу двома напірними трубопроводами. Схема перемикання насосів колекторна. Обидва колектори (всмоктувальний і напірний) розташовані усередині будинку станції. Всі насосні агрегати взаємозамінні та можуть працювати в режимі подачі води для господарсько-питних та протипожежних цілей. Для відкачування дренажних вод встановлений насос ЦВ-4/85.



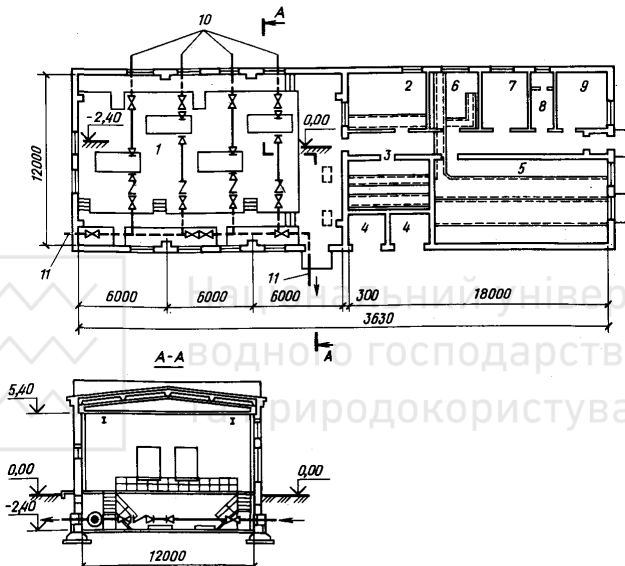
**Рис. 2.16.** Типова насосна станція II-го підняття, обладнана насосами типу КМ: 1 – машинний зал; 2 – приміщення обслуговуючого персоналу; 3 – майстерня; 4 – приміщення РУ; 5 – трансформерна; 6 – санвузол; 7 – коридор; 8 – всмоктувальні трубопроводи; 9 – напірні трубопроводи (у водопровідну мережу)

Монтаж і демонтаж устаткування проводиться за допомогою підвісної кран-балки. Вентиляція машинного залу природна; опалення прийняте від зовнішніх джерел або електричне. Електропостачання насосної станції передбачено від двох незалежних джерел живлення напругою 380/220 В. Робота господарсько-питних і дренажних насосів автоматизована. Керування пожежними насосами дистанційне з диспетчерського пункту.

На рис. 2.17 наведена насосна станція II підйому, яка обладнана чотирма насосами Д1250-65. Ширина машинного будинку 12 м, довжина заглибленої частини 18 м, висота над поверхнею землі 5,4 м. Підлога насосного приміщення заглиблена на 2,4 м.

Вода до насосів підводиться окремими всмоктувальними трубами. На напірній лінії влаштований збірний колектор, від якого від-

ходять два напірних трубопроводи. Витратоміри типу сопла Вентурі встановлені на напірних трубопроводах у колодязях, розташованих на відстані 10 м від станції. Для монтажу устаткування та ремонтних робіт будинок станції оснащений однобалочним мостовим краном з ручним керуванням. У торці будинку станції розміщаються приміщення силових трансформаторів, розподільних пристроїв, електрощитового господарства, підсобні приміщення та санітарний вузол.



**Рис. 2.17** Типова насосна станція II-го підняття заглибленого типу, обладнана насосами Д1250-65: 1 – машинний зал; 2 – приміщення обслуговуючого персоналу; 3 – щитова; 4 – трансформаторна; 5 – приміщення РУ; 6 – приміщення випрямлячів; 7 – приміщення статичних конденсаторів; 8 – санвузол; 9 – майстерня; 10 – всмоктувальні трубопроводи; 11 – напірні трубопроводи

Незважаючи на відносну простоту будівельних конструкцій, потужні насосні станції II підйому, оснащені більшою кількістю агрегатів з насосами великої подачі, являють собою складний комплекс обладнання, трубопроводів та різного устаткування.

Конструкція, устаткування та схеми компоновки підвищувальних насосних станції цілком і повністю залежать від типу водоводів, по яких вода підводить та відводиться зі станцій.

Підвищувальні насосні станції, які використовуються для підви-



шення тиску в системі напірних трубопроводів (станції підкачування), дуже схожі на невеликі водопровідні насосні станції II підйому. Насоси забирають воду з мережі водопроводу низького тиску та подають її в мережу високого тиску.

На рис. 2.18 показана підвищувальна насосна станція, призначена для подачі води на господарсько-питні та протипожежні потреби міського мікрорайону з будинками підвищеної поверховості.

У будівлі станції незаглибленого типу встановлені чотири відцентрових насоси консольного типу К-45/80 у комплекті з асинхронними електродвигунами серії АО2. Для господарсько-питних потреб звичайно працюють два насоси, два інших - резервні.

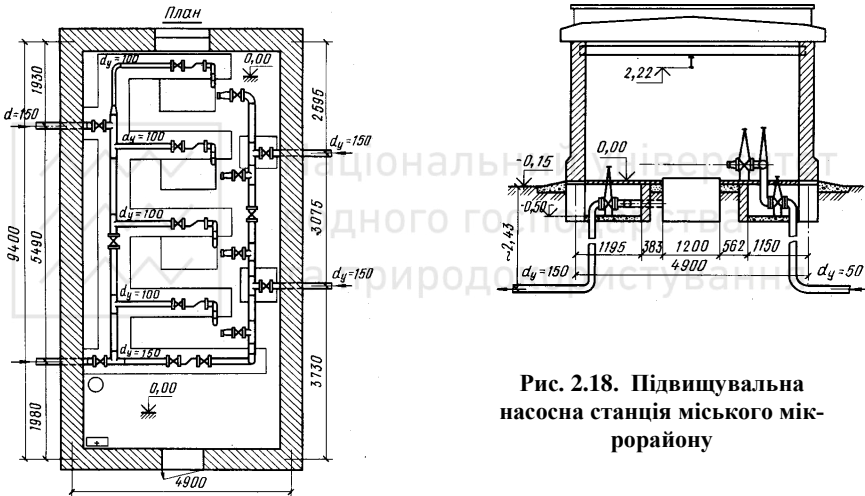
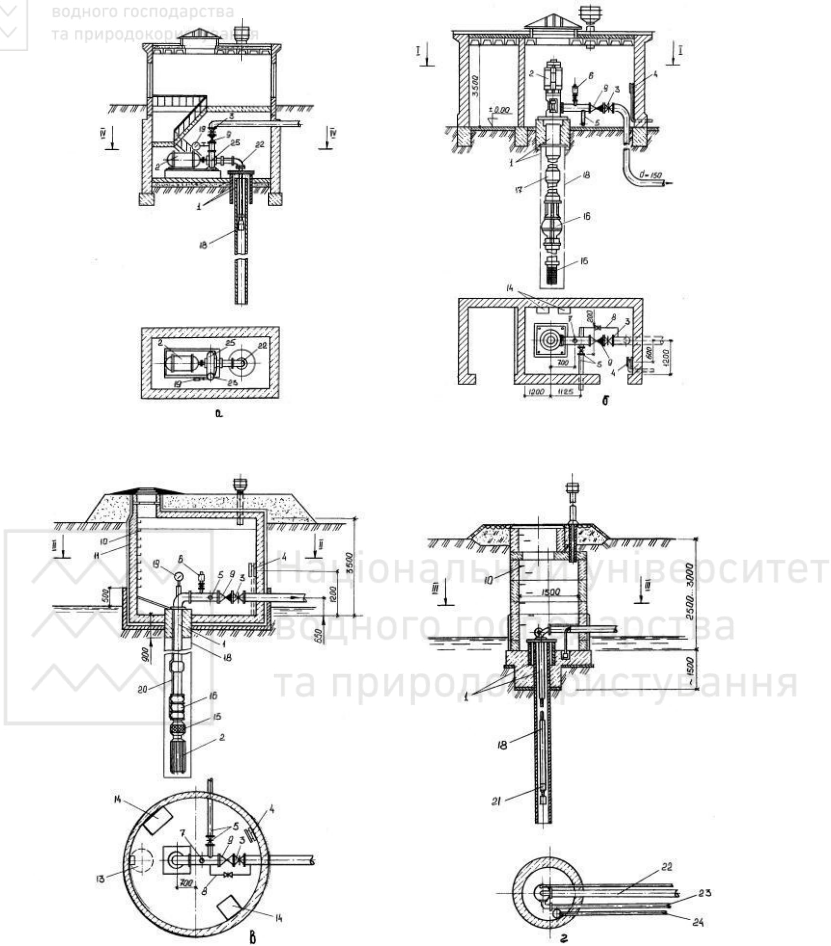


Рис. 2.18. Підвищувальна насосна станція міського мікрорайону

В багатьох містах України водозабірні свердловини можуть розташовуватись в декількох точках населеного пункту. Залежно від місцевих умов і типу обладнання гирло водозабірної свердловини (рис.2.19) може розміщатися в заглибленій шахті-камері або в надземному павільйоні, де розміщують і регулюючу арматуру, контрольно-вимірювальні прилади, прилади автоматики і таке інше. Якщо під час експлуатації свердловини динамічний рівень води в ньому встановлюється на глибині до 6 м від поверхні землі, свердловини можна обладнувати відцентровими насосами з горизонтальним валом (рис.2.19, а), або сифонними трубопроводами, по яких вода із колодязя подається в збірний резервуар, а із нього - насосами у водопровідну мережу.



**Рис. 2.19 . Обладнання водозабірних свердловин**

а – горизонтальними відцентровими насосами; б – артезіанськими насосами з електродвигуном над колодязем в наземному павільйоні; в – те ж, із зануреним електродвигуном і підземним павільйоном; г – водоструменевим насосом; 1 – гірло колодязя; 2 – електродвигун; 3 – заслінка; 4 – манометр; 5 – трубопровід із заслінкою для відводу промивної води; 6 – вантуз із заслінкою; 7 – кран для відбору проб; 8 – трубопровід для заливки насоса; 9 – зворотний клапан; 10 – скоби ходові; 11 – ізоляція бітумна; 12 – підлога підземного павільйону; 13 – приямок; 14 – щит керування; 15 – фільтр; 16 – насос; 17 – підшипник; 18 – експлуатаційна колона; 19 – манометр; 20 – електрокабель; 21 – водоструменевий насос (апарат); 22 – всмоктуючий водопровід; 23 – напірний водопровід; 24 – всмоктуючий водопровід дренажного насосу; 25 – горизонтальний відцентровий насос



При заляганні води глибше 6 м, а динамічного рівня на глибині 8-10 м від поверхні землі, кожна свердловина обладнується артезіанськими глибинними насосами з вертикальним валом і електродвигуном розташованим над колодязем (при динамічному рівні води на глибині до 120 м від поверхні), або насосами з електродвигуном, розташованим в самій свердловині (при динамічному рівні води на глибині більше 120 м). Якщо підйом води із колодязя насосами утруднений або навіть неможливий (при викривленні ствола свердловини чи піскуванні), та коли безпосередньо біля колодязя є стисле повітря, колодязь може бути обладнаний ерліфтами. У деяких випадках (при дебіті 10...15 м<sup>3</sup>/с) свердловини можуть обладнуватися водоструменевими насосами.

Під час експлуатації водопровідних насосних станцій необхідно дотримуватись відповідних правил безпеки праці та електробезпеки. Всі відкриті обертові вузли та деталі агрегатів (вали, контактні кільця, муфти тощо) повинні мати огороження. Забороняється знімати захисні кожухи і пристрої під час роботи насосних агрегатів, гальмувати вручну їх рухомі частини. Мастила, обтиральні та інші легкозаймісті матеріали дозволяється зберігати тільки у спеціально відведених місцях у металевих ящиках із щільно закритими кришками.

Експлуатація насосних агрегатів заборонена у разі:

- появи в агрегаті ясно чутого стуку;
- появи диму, іскріння або свічення в зазорі між статором і ротором електродвигуна;
- виникнення підвищеної вібрації вала (допустима вібрація 0,013 ... 0,05 при швидкості обертання 1000 ... 3000 об./хв.; 0,16 - при швидкості обертання менше 750 об./хв.);
- підвищення температури підшипників, обмоток статора або ротора вище допустимої;
- підплавлення підшипників ковзання або виходи з ладу підшипників кочення;
- тиску мастила нижче допустимого (при циркуляційному змащенні).

Забороняється регулювати продуктивність насосного агрегату засувкою на всмоктуючому трубопроводі. Під час роботи насоса засувка на всмоктуючому трубопроводі повинна бути відкрита повністю.



Всі металеві частини електротехнічних пристроїв та електроустаткування, що здатні внаслідок ушкодження ізоляції струмоведучих частин раптово виявитись під напругою, зокрема корпуси електродвигунів і металеві рами під ними, кабельні лінії, зовнішні стінки пускових щитків, повинні бути заземлені. Болти і шайби повинні бути захищені від корозії і мати чисту поверхню для контакту із заземлювальною шиною. Біля заземлюючого болта встановлюється знак „заземлення”.

Вмикати і вимикати рубильники потрібно швидко і до упору. На випадок виходу з ладу електричного освітлення в машинній залі повинне бути аварійне освітлення напругою 36 В.

Особливо небезпечними в насосних станціях є приміщення з електричними розподільчими пристроями. Тому входити до них дозволяється тільки в особливих випадках електромонтерам найбільш високої кваліфікації. Вхідні двері до них повинні бути зачиненими на замок і обладнані попереджувальними знаками та написами.

Для забезпечення пожежної безпеки в приміщеннях насосних станцій повинні бути первинні засоби пожегасіння.

У разі виникнення аварії черговий повинен зупинити насосний агрегат згідно із спеціальною протиаварійною інструкцією без дозволу чергового вищого рівня. Про свої дії він повинен терміново сповістити чергового вищого рівня або диспетчера.

### **Контрольні запитання**

1. Як вибирається система і схема водопостачання?
2. Які труби використовуються для водопровідних мереж?
3. Наведіть основні види з'єднань труб для водопровідних мереж.
4. Як вибирається основа під труби?
5. Перелічіть фасонні частини для з'єднання водопровідних труб.
6. Яка використовується арматура та її призначення?
7. Для чого встановлюється запобіжна арматура, яка її конструкція та які основи розрахунків?
8. Як можна захистити трубопроводи від гідравлічного удару?
9. Які типи споруд встановлюються на водопровідній мережі?



10. Для чого встановлюються упори на мережі, їх конструкція, основи розрахунків?

11. Які основні вимоги до безпеки праці при прокладанні водопровідних мереж?

12. Які основні вимоги до безпеки праці при роботі у водопровідних колодязях?

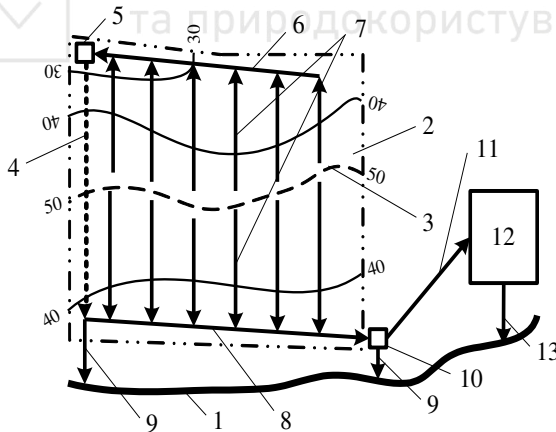




### 3. КАНАЛІЗАЦІЙНІ МЕРЕЖІ ТА СПОРУДИ

#### 3.1 Загальні поняття про схеми каналізації

Каналізація населеного пункту – це комплекс інженерних споруд та приладів, які призначені для прийому та транспортування стічних вод до очисних споруд, очистки вод від забруднюючих речовин, скиду у водойму очищених вод, утилізація осадів. Схема каналізації населеного пункту (рис.3.1.) складаються з таких основних елементів: внутрішнього каналізаційного обладнання будівель та споруд, дворової та вуличної каналізаційної мережі, колекторів, каналізаційних насосних станцій і напірних трубопроводів, очисних споруд та випусків очищених стічних вод у водоймище. При проектуванні на генплані населеного пункту, що каналізується виділяються, басейни каналізування, наносяться траси основних колекторів, вуличної каналізації, місця розташування насосних станцій, очисних споруд та випусків. При близькому розташуванні населених пунктів та промислових підприємств необхідно передбачати районну схему каналізації всього промислового району.



**Рис. 3.1.** Загальна схема каналізації населеного пункту:

1 – річка; 2 – населений пункт; 3 – водорозділ; 4 – напірний трубопровід; 5 – районна насосна станція; 6 – самопливний колектор; 7 – вулична самопливна мережа; 8 – головний самопливний колектор; 9 – аварійні випуски; 10 – головна насосна станція; 11 – заміський напірний колектор; 12 – очисні споруди; 13 – випуск у водоймище





Вибір схеми каналізації обумовлюється рельєфом території, місцем розташування каналізаційних очисних споруд та поверхневого водоймища, витратою стічних вод, вимогами до утилізації стічних вод, повторного використання, відводом та очисткою поверхневого стоку.

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

Вуличні каналізаційні мережі являють собою систему підземних трубопроводів, які приймають стічні води від дворових (квартальних) мереж і призначені для транспортування стічних вод в межах населеного пункту. Каналізаційні мережі будують переважно самопливними, прокладаючи їх відповідно до рельєфу місцевості. При цьому територія поділяється на басейни каналізування. Басейном каналізування називають частину території, що каналізується і яка обмежена водорозділами.

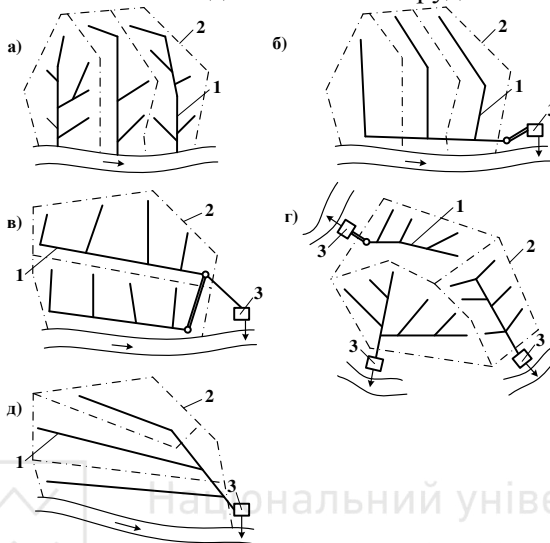
Каналізаційні мережі, призначені для відведення атмосферних вод, називають дощовими мережами або водостоками; мережі, які призначені для відведення побутових вод, - побутовими; мережі для відведення виробничих стічних вод – виробничими. Влаштовують також мережі для спільного відведення різних видів стічних вод (побутово-виробничі, виробничо-дощові та інше).

Вуличні каналізаційні мережі в межах кожного басейну об'єднуються одним або декількома колекторами. Колектором називають каналізаційний трубопровід, який збирає стічні води з двох або декількох вуличних мереж. Застосовують наступні схеми каналізаційних мереж (рис. 3.2): перпендикулярну (рис. 3.2, а), пересічну (рис. 3.2, б), паралельну (рис. 3.2, в), радіальну (рис. 3.2, г), зонну (рис. 3.2, д).

При значних заглибленнях самопливних каналізаційних трубопроводів влаштовують насосні станції підйому та перекачування стічних вод. Каналізаційні насосні станції розділяють на місцеві, районні та головні. Місцеві насосні станції служать для перекачування стічних вод від одного або декількох будинків, районні – для пе-



рекачування стічних вод районів та басейнів. Головні насосні станції перекачують всі стічні води на очисні споруди.



**Рис.3.2. Схеми каналізаційних мереж:**

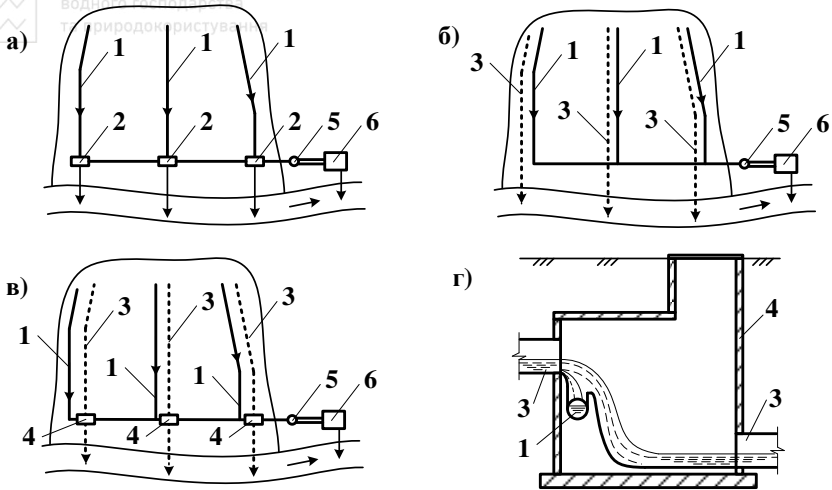
а) перпендикулярна; б) пересічна; в) паралельна; г) радіальна; д) зона.  
1 – колектори басейнів каналізування; 2 – границі басейнів каналізування;  
3 – очисні споруди

Очисними називають споруди, які призначені для очищення та знезаражування стічних вод і переробки їх осаду. Склад очисних споруд може бути різним і залежить від методу очищення та виду стічних вод. Очисні споруди розташовують нижче за течією річки відносно населеного пункту або промислового підприємства, що каналізується.

Після очищення та знезаражування стічні води через спеціальні пристрої, які називають випусками, скидають у водоймище.

В залежності від того, як відводяться окремі види стічних вод – разом чи окремо, системи каналізації розділяють на загальносплавні, роздільні (повна або неповна) та напівроздільні. Тип системи каналізації міста вибирають на основі порівняння техніко-економічних та санітарно-гігієнічних показників.

При загальносплавній системі каналізації (рис. 3.3, а) всі види стічних вод відводяться до очисних споруд по єдиній каналізаційній мережі.



**Рис. 3.3 Системи каналізації:**

а) загальносплавна; б) повна роздільна; в) напівроздільна; г) водоскидна камера.  
1 – колектори побутово-виробничої мережі; 2 – зливоспуски; 3 – дощова мережа; 4 – водоскидні камери; 5 – насосна станція; 6 – очисні споруди

Роздільною називається система каналізації, при якій окремі види стічних вод з забрудненнями різного характеру відводяться самостійними каналізаційними мережами (рис. 3.3б). Роздільні системи каналізації в свою чергу поділяються на повні та неповні. Повна роздільна система каналізації передбачає не менше двох мереж: одну – для прийому і відводу побутових і близьких до них за складом виробничих стічних вод на очисні споруди; другу – для прийому і скиду у водоймище атмосферних та умовно чистих виробничих стічних вод.

Неповна роздільна система передбачає відвід побутових стічних вод закритою мережею на очисні споруди і неорганізований відвід у водоймище атмосферних вод. Таке рішення зменшує одночасні капітальні витрати і дозволяє у майбутньому з добудовою мереж переходити до повної роздільної системи каналізації, яка з санітарної точки зору є достатньо надійною.

Напівроздільною (рис. 3.3, в) називається така система каналізації, при якій в місця перетину самостійних каналізаційних мереж для відводу різних видів стічних вод встановлюють водоскидні ка-



мери, які дозволяють перепускати найбільш забруднені дощові води при малих витратах в побутову мережу і відводити їх по загальному колектору на очисні споруди, а при зливах скидати порівняно чисті дощові води безпосередньо у водоймище.

В нашій країні переважно застосовують неповну роздільну систему каналізації, як першу чергу будівництва. Взагалі систему каналізації вибирають з врахуванням місцевих умов, техніко-економічних показників та санітарно-гігієнічних вимог. В санітарному відношенні найбільш доцільною є загальносплавна система каналізації, при якій всі стічні води підлягають очищенню. Однак ця система вимагає значних капітальних та експлуатаційних витрат, оскільки суттєво збільшуються розміри очисних споруд, комунікацій та потужність обладнання. Крім того, на повну потужність ці споруди працюють тільки під час великих злив при надходженні всієї маси атмосферних вод на очисні споруди. Для зменшення вартості загальносплавної мережі на колекторах вздовж водоймищ встановлюють зливоспуски, за допомогою яких під час значних злив основну масу атмосферних вод скидають в водоймище без очистки. Таке рішення знижує санітарну надійність загальносплавної системи каналізації і допускає потрапляння розбавлених, але неочищених побутових стічних вод у

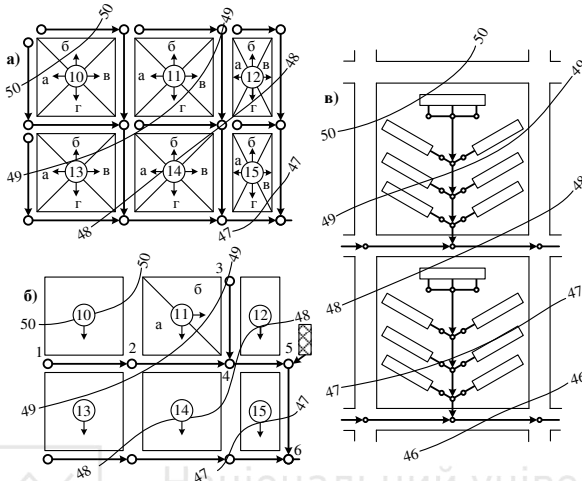
### 3.2. Трасування каналізаційних мереж

Каналізаційну мережу звичайно влаштовують самопливною (безнапірною) і проєктують на неповне заповнення. Для того щоб вода протікала з необхідною швидкістю мережу прокладають із уклоном. При малих уклонах поверхні землі й великій довжині мережі колектори на кінцевих ділянках мають значне заглиблення, що значно підвищує вартість системи. Економічно доцільно прокладати каналізаційну мережу у водонасичених ґрунтах до глибини 5...6 м. Якщо мережа вже заглиблена до цієї межі, то влаштовують насосні станції перекачки. Станції перекачки влаштовуються також у понижених районах міста.

При трасуванні каналізаційних мереж враховують рельєф місцевості, вертикальне її планування, розміщення водних проток, місць розміщення очисних споруд та скидання стічних вод, гідрогеологічні розрізи за трасами мереж. Розрізняють кілька схем трасування



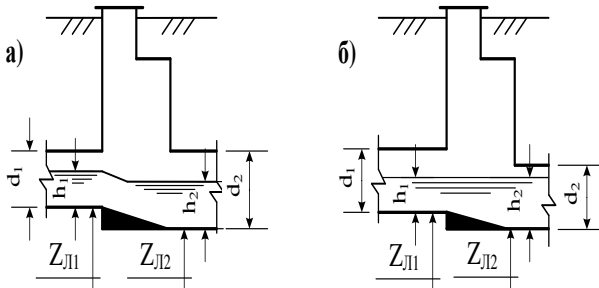
каналізаційної мережі щодо кварталів залежно від рельєфу місцевості й вертикального планування території (рис. 3.4).



**Рис.3.4.** Схеми накреслення вуличної каналізаційної мережі щодо кварталів:

*a* – охоплююча; *б* – зі зниженої сторони кварталів, *в* – черезквартальна

Труби і канали в колодязях необхідно з'єднувати по верху труб (шелигах) або по рівнях води (рис. 3.5). При цьому рекомендується з'єднувати по верху для труб різного діаметру і по рівнях води при однаковому діаметрі.



**Рис. 3.5.** Способи з'єднання каналізаційних труб:

а) по верху труб; б) по рівнях води



### 3.2.1. Визначення розрахункових витрат та гідричний розрахунок

При визначенні розрахункових витрат користуються модулем стоку, л/(с·га), який дорівнює

$$q = q_{\text{нм}}^{\text{жс}} \cdot P / 86400, \quad (3.1)$$

де  $q_{\text{жс}}$  - питома водовідведення (може дорівнювати питомому водопостачанню), л/доб·люд;  $P$  - густина населення на 1га.

Модуль стоку приймається однаковим для всіх кварталів і для спрощення розрахунків не залежить від густини населення та питомого водовідведення. Добуток від модуля стоку і площі водовідведення (для спрощення розрахунків приймається квартал), яка прилягає до розрахункової ділянки, є *шляховими розрахунковими витратами* води з цієї ділянки та при розрахунку вважаються такими, що надходять в початковий вузол

$$Q_{\text{ш}} = q \cdot f, \quad (3.2)$$

де  $f$  – площа кварталу, га.

В цей вузол можуть надходити транзитні витрати з вище розташованих ділянок та зосереджені від підприємств. Також, як й для водопровідних мереж, складається розрахункова схема каналізаційної мережі і в табличній формі визначають витрати стічних вод (табл. 3.1) для кожного вузла (кількість вузлів прийняти 5...6). Коефіцієнт нерівномірності притоку стічних вод приймається в залежності від витрати в л/с відповідно: 2,5 при витраті 5, 2,1-10, 1,9-20, 1,7-50, 1,6-100, 1,55-300. Гідравлічний розрахунок проводять в табличній формі (табл. 3.2). Так, при  $q_{\text{ж}}=200$ л/доб люд,  $P=250$  люд/га, площі кварталу  $f=3$ га, розрахункові витрати з кварталу  $q=200 \cdot 250 / 86400=1,74$  л/с.

Площа полів фільтрації, га визначається із умов навантаження стічних вод згідно формули

$$F = K_n \cdot Q_{\text{д.м}}^{\text{н}} / q_n, \quad (3.3)$$

де  $Q_{\text{д.м}}^{\text{н}}$  або  $Q_{\text{д.м}}^{\text{с}}$  - розрахункові добові витрати води для населеного пункту, більше значення, м<sup>3</sup>/доб;  $q_n$  - навантаження стічних вод: для супісків, середньорічній температурі 3,5...6 градусів та глибині залягання ґрунтових вод 1,5м можна прийняти навантаження 90 м<sup>3</sup>/(га



доб), 2м - 100 м<sup>3</sup>/(га доб), 3м - 120 м<sup>3</sup>/(га доб);  $K_n$  - коефіцієнт нерівномірності для визначення максимального притоку стічних вод.

Розрахунок мережі полягає у визначенні потрібних діаметрів окремих ділянок і уклонів труб, які забезпечують відведення розрахункових витрат стічних вод. Для розрахунків користуються спеціальними таблицями. Трасування мережі та колекторів здійснюють по прямій лінії так, щоб забезпечити відведення найкоротшим шляхом найбільшої кількості стічних вод самопливом трубами із збереженням найменшого їхнього заглиблення (воно може бути 5 м і більше). При цьому треба максимально враховувати рельєф місцевості, пропонується схема трасування *за пониженою гранню* (використовують при похилому рельєфі; полягає в трасуванні мережі з того боку кварталу, де є найменші позначки місцевості). Після трасування мережі призначають розрахункові ділянки і визначають максимальні секундні витрати стічних вод по кожній ділянці. Звичайно, розрахункові вузли або кінцеві точки ділянок співпадають із границями кварталів.

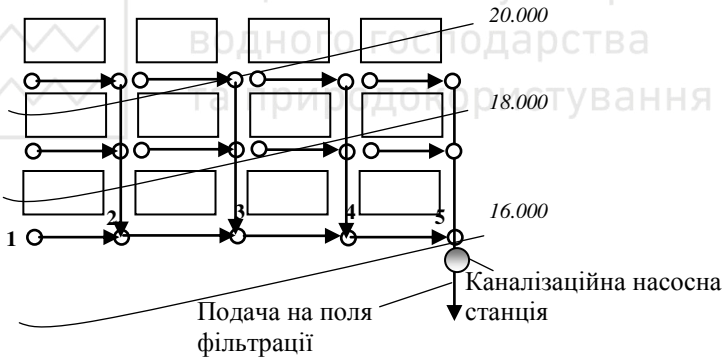


Рис. 3.6. Схеми накреслення вуличної каналізаційної мережі

Таблиця 3.1

**Визначення розрахункових витрат стічних вод по ділянках**

Ділянка	Площа, га		Середня витрата, л/с				$K_{заг}$	Витрати, л/с
	шлях.	боков	шлях.	боков.	транз.	заг.		
1-2	3	-	1,74	-	-	1,74	2,5	4,35
2-3	3	6	1,74	3,48	1,74	6,96	2,37	16,5
3-4	3	6	1,74	3,48	6,96	12,18	2,04	24,9
4-5	3	6	1,74	3,48	12,18	17,40	1,93	33,6



**Гідравлічний розрахунок каналізаційної мережі**

Ділянка мережі	Розрахункові витрати, л/с	Довжина, м	Уклон	Втрати напору, м	Діаметр, мм	Висота наповнення		Швидкість, м/с
						в долях діаметра	висота, м	
1-2	4,35	300	0,007	2,1	200	-	-	-
2-3	16,5	300	0,006	1,8	200	0,60	0,12	0,84
3-4	24,9	300	0,005	1,5	250	0,57	0,14	0,87
4-5	33,6	300	0,0074	2,2	250	0,60	0,15	1,08

Продовження табл. 3.2

Ділянка мережі	Відмітки по розрахунковим ділянкам, м						Глибина закладання лотка труби, м	
	Поверхні землі		Поверхні води		Лотка труби			
	на початку	в кінці	на початку	в кінці	на початку	в кінці	на початку	в кінці
1-2	16,82	16,6	-	-	14,82	12,72	2,00	3,88
2-3	16,60	16,5	12,72	10,92	12,6	10,8	4,00	3,90
3-4	16,5	16,0	10,92	9,42	10,78	9,38	5,72	6,62
4-5	16,3	16,0	9,42	7,22	9,27	7,07	7,03	8,93

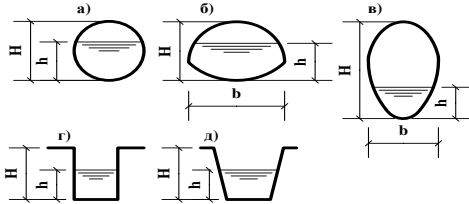
**3.3. Труби для каналізаційних мереж**

При влаштуванні каналізаційної мережі використовуються труби й канали різноманітної форми поперечного перерізу. З певним допущенням їх можна підрозділити на круглі, стислі ( $H < b$ ) і витягнуті ( $H > b$ ) (рис. 3.7). Форма поперечного перерізу труб і каналів повинна задовольняти статичним, гідравлічним, економічним й експлуатаційним вимогам, мати запас міцності на максимальні статичні й динамічні навантаження. Гідравлічні характеристики будуть краще в того перетину, що має найбільшу пропускну здатність при заданій площі живого перетину й уклоні. В такому разі найбільш вигідні перетини з більшим значенням гідравлічного радіуса (до них ставляться круглі перетини). Гідравлічний радіус – це відношення площі живого перетину потоку до довжини змоченого периметра.





Канали зі стислими перетинами найбільше часто застосовуються при прокладках у важких гідрогеологічних умовах, коли потрібно зменшити глибину закладення мережі. Такі канали володіють великою пропускною здатністю при їх малій висоті. Їх застосовують для відводу більших кількостей води з незначним коливанням витрати.



**Рис.3.7. Типи поперечних перерізів труб і каналів:**

- a* – кругле;
- б* – стисле (шатрове);
- в* – витягнуте (еліпсоподібне);
- г* – прямокутне;
- д* – трапецеїдальне

Витягнуті форми поперечного перерізу одержали найбільше поширення при спорудженні загальносплавної системи каналізації. Обумовлюється це тим, що в загальносплавній системі каналізації при відсутності дощів витрати стічних вод малі. Теоретично ж цей профіль перетину забезпечує найбільшу швидкість бігу води при малих витратах, тому що гідравлічний радіус витягнутого перетину більше, ніж інших видів перетинів.

Лотки з перетинами прямокутної й трапецеїдальної форми влаштовують звичайно на територіях очисних споруд, а також для внутрішньої каналізації в цехах.

Труби, що застосовувані для прокладки каналізаційних мереж, повинні бути водонепроникними, міцними й довговічними, стійкими стосовно корозії й температурного впливу, а також повинні мати гладку внутрішню поверхню. Цим вимогам в основному відповідають керамічні, бетонні, залізобетонні й азбестоцементні труби, що одержали найбільше поширення в практиці будівництва.

Керамічні труби каналізації виготовляють діаметром 150...600 мм. Вони особливо широко використовуються для влаштування мереж побутової каналізації, що прокладається, звичайно, із труб малих діаметрів і відводять слабоагресивні стічні води. Для відведення стоків промислових підприємств, що містять велику кількість кислоти, застосовуються керамічні кислототривкі труби.

Залізобетонні труби безнапірні виготовляють діаметром 400...2400 мм, нормальної й підвищеної міцності; бетонні безнапірні гладкі труби виготовляють діаметром 100...1000 мм. У першу чергу їх використовують при прокладці дощової каналізації, але мо-



жуть застосовувати і для побутової каналізації, при цьому їхня поверхня покривається протикорозійними захисними мастиками.

Азбестоцементні труби для безнапірних трубопроводів виготовляються діаметром 100...400 мм із гладкими кінцями, довжиною 3 й 4 м. В останні роки їх також, як і у водопроводі, не рекомендується використовувати. Каналізаційні труби з'єднують за допомогою розтрубів, фальців з накладним поясом і муфт. Стики труб (або місця їхніх з'єднань) повинні бути міцними, водонепроникними, еластичними й стійкими проти корозії й температурних впливів.

### 3.4. Обладнання та споруди на каналізаційних мережах

До каналізаційних мережних споруд відносяться колодязі різного призначення, дощеприймачі, дощевипуски (на мережах загальносплавної системи), розділові камери, що регулюють резервуари, дюкери, переходи (під залізними й шосейними дорогами, водними протоками і ярами, під мостами й пішохідними містками), випуски, вентиляційні пристрої.

**Колодязі.** На каналізаційних мережах для спостереження за роботою мережі, а також для прочищення, промивання трубопроводів і ліквідації можливих засмічень установлюють колодязі. Вони бувають лінійними, поворотними, вузловими, перепадними, контрольними. Колодязі встановлюють відповідно при повороті траси, зміні діаметру й уклону труб, у місці приєднання припливів і при необхідності пристрою перепадів. При з'єднанні труб у колодязі потрібно стежити, щоб кут між припливом й основною магістраллю був не більше  $90^\circ$ .

Вузлові колодязі служать для з'єднання декількох труб. В них бокові ділянки мережі приєднуються до основного колектора плавним заокругленим лотком. Контрольні колодязі влаштовують у місцях приєднання дворової, квартальної, промислової мереж до вуличної.

Лінійні колодязі влаштовують на прямих ділянках мережі. Поворотні колодязі встановлюють в місцях зміни напрямку руху води в плані. Такі колодязі мають плавний криволінійний лоток з кутом повороту не менше  $90^\circ$ , гострі кути повороту недопустимі.

Відстань (м) між ними призначається залежно від діаметра (мм) труб (табл. 3.3).



Перепадні колодязі влаштовують для з'єднання підвідних та відвідних труб, що підходять на різних відмітках. Такі колодязі споруджують з метою зменшення глибини залягання трубопроводів, при перетині з підземними спорудами, у випадках приєднання до глибоко закладених колекторів, для зменшення швидкості руху води.

Таблиця 3.3.

Відстані між каналізаційними колодязями

при діаметрі труб	150	35
при діаметрі труб	200-450	50
при діаметрі труб	500-600	75
при діаметрі труб	700-900	100
при діаметрі труб	1000-1400	150
при діаметрі труб	1500-2000	200
при діаметрі труб	>2000	250-300

За формою в плані колодязі бувають круглими й прямокутними. Круглі оглядові колодязі встановлюються на трубопроводах діаметром  $\leq 600$  мм, мають внутрішній діаметр робочої частини 1 м. Звичайно їх влаштовують зі стандартних залізобетонних елементів заводського виготовлення або виготовлених на полігоні (рис.3.8.). Усередині каналізаційних колодязів рідина тече по відкритих лотках напівкруглого перетину.

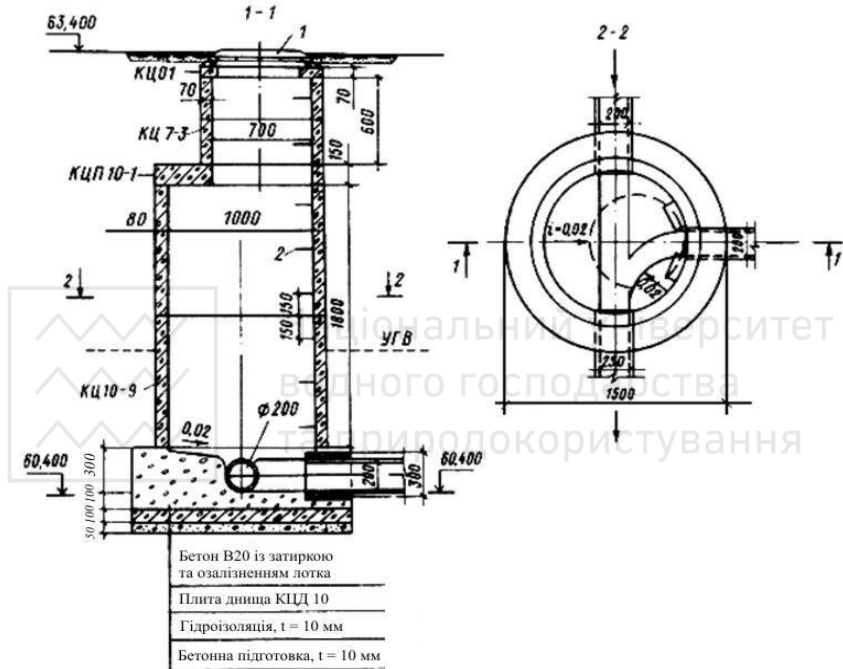
Колодязі мають горловину діаметром 700 мм і робочу частину діаметром 1000...2500 мм висотою не менш 1,8 м. Прямокутні оглядові колодязі встановлюються на трубопроводах діаметром 700 мм і більше, мають наступні внутрішні розміри (у плані): довжину на 0,4 м і ширину на 0,5 м більшу внутрішнього діаметра труби або ширини колектора. Колодязі цього типу можна встановлювати й на трубопроводах меншого діаметра. У такому випадку їхню довжину й ширину приймають 1 м.

Перепадні колодязі влаштовують у місцях приєднання до колекторів припливів з меншою глибиною закладення. Ці колодязі влаштовують також й у тих випадках, коли колектори прокладають по пересіченій місцевості з уклоном, що перевищує максимально припустимий для труб даного діаметра. Перепади на трубопроводах діаметром 600 мм і більше влаштовують у вигляді водозливів практичного профілю з водобоями, шахтних перепадів, швидкотоків й обгрунтовують розрахунками.



На тунельних колекторах глибокого закладення, побудованих методом щитової проходки, де глибина закладення мережі звичайно більше 8 м і діаметри трубопроводів можуть досягати 4,5 м, замість колодязів роблять шахти.

Вимоги до безпеки праці на каналізаційних мережах та спорудах в основному аналогічні до вимог щодо водопровідних мереж та споруд з деякими особливостями.



**Рис.3.8. Колодязь зі збірних залізобетонних елементів:**

*a* – поперечний переріз кругле; *б* – поперечний переріз квадратне; 1 – опорне кільце; 2 – горловина; 3 – плита перекриття; 4 – об’ємний циліндричний блок

Зокрема, зовнішній огляд мереж виконують шляхом обходу трас ліній мережі і огляду зовнішнього стану пристроїв і споруд мережі. При зовнішньому огляді опускання людей а колодязі не дозволяється. Зовнішній обхід мережі виконує експлуатаційна бригада, яка проводить огляд за суворо визначеними маршрутами. Кожній бригаді (два робітника, один з яких - старший) щодня видають наряд обходу. До роботи допускаються працівники, які



пройшли перевірку знань правил з експлуатації мереж та техніки безпеки.

Бригада повинна мати таке оснащення: лом, гачок, лопату, огорожувальний знак, акумуляторний ліхтер, складну рейку або жердину, дзеркало, аптечку, схематичне креслення мережі, що оглядається, комплект засобів з техніки безпеки, а також журнал, до якого заносяться результати огляду.

Технічний огляд самопливних колекторів і каналів діаметрами 1,5 м і більше здійснюється шляхом проходження по них за умови повного або часткового припинення подачі стічної води. Бригада для огляду шахт і колодязів на великих колекторах повинна складатись не менше ніж з 7 працівників і поділятися на дві ланки. Склад бригади та її ланок для огляду великих колекторів повинен затверджуватись головним інженером. При цьому треба виходити з такого приблизного складу ланок: три працівники (у т.ч. один інженерно-технічний) рухаються по колектору; по два робітники (разом чотири) перебувають на поверхні поблизу шахт колодязів на кінцях ділянки, що оглядається; два інженерно-технічні працівники (один з яких - керівник робіт) перебувають на кінцях ділянки колектора, що оглядається.

Ланка на поверхні перевіряє наявність газу в колодязях і надає допомогу у разі потреби ланці, що просувається по каналу. Кожен робітник, що перебуває в каналі, повинен мати при собі вибухонебезпечний акумуляторний ліхтар і кисневий ізолюючий протигаз.

Для роботи в колекторах і каналах бригада складається не менше, ніж із п'яти робітників: два робітники знаходяться у колекторі; один спостерігає за ними біля колодязя, найближчому до місця роботи; один робітник і старший на поверхні для підтримання зв'язку з робітниками, що перебувають у колекторі і для надання допомоги у разі необхідності.

Робітник, що знаходиться у колодязі, має шланговий протигаз, робітники, що просуваються по колектору – кисневі ізолюючі протигазу, вибухонебезпечний акумуляторний ліхтар напругою не вище 12 В, газоаналізатор і лампу ЛБВК. Особливу увагу потрібно звернути на те, щоб завчасно і постійно було відкрито, як можна більшу кількість колодязів, розташованих вище і нижче місця робіт, для ефективної вентиляції.



Кожного працівника навчають поведженню з шланговим ізолюючим і кисневим ізолюючим протигазами та умінню перевіряти справність окремих їх частин. Результати навчання оформляють протоколом або записом у журналі. Лампу до видачі її робітнику підготовляють, перевіряють і пломбують. У разі згасання або ушкодження лампи робітник припиняє роботу в колодязі і негайно піднімається на поверхню. Не дозволяється запалювати згаслу лампу в колодязі.

Роботи у камерах здійснюються бригадою у кількості не менше 4 чоловік. Роботами керує інженерно-технічний персонал. Між групами має бути забезпечений постійний радіотелефонний зв'язок.

Бригада для усунення засмічувань складається з керівника-бригадира і 3-5 робітників в залежності від діаметра трубопроводів, застосування засобів безпеки і пристосувань. Профілактичне прочищення каналізаційної мережі виконується під наглядом особи, яка відповідає за безпечне ведення робіт. Закупорки забрудненнями в мережах усуває аварійна бригада у складі 4 працівників. Бригада забезпечується сталістим дротом, гнучким валом, огороженнями і попереджувальними знаками. Під час прочищення місць засмічення з великим підпором на каналізаційній мережі вживають заходів для запобігання швидкому заповненню колодязя з робітниками. Для цього встановлюють у верхньому колодязі пробку. Не дозволяється виконувати роботи біля колодязів, камер, колекторів без встановлення огорожень і дорожніх знаків. Взимку перед оглядом навколо колодязів очищають площадку від снігу, сколюють лід і посипають її піском.

Перед опусканням вантажу у колодязь керівник робіт перевіряє, щоб усередині колодязя не залишалися працівники. Усі колодязі і камери, стічні води яких можуть бути небезпечними стосовно виділення шкідливих газів, обліковуються. Список таких небезпечних колодязів, камер і відповідних їм ділянок колекторів вивішують на видному місці в цехах. Робітників, що направляються на роботи в ці колодязі, камери, колектори, спеціально інструктують про необхідні заходи безпеки. Проведення робіт у таких колодязях, камерах і колекторах дозволяється тільки в шланговому ізолюючому протигазі і запобіжному поясі.

Огляд спеціальних колодязів (на дюкерах, з переключеннями тощо) і колодязів на напірних трубопроводах мережі викону-



ється бригадою з трьох-чотирьох працівників на чолі з майстром або бригадиром. Відповідальність за безпечне ведення робіт несе майстер або бригадир, який керує роботою бригади.

Працівники служби експлуатації, що займаються оглядом шахт, колодязів, каналізаційних колекторів та інших підземних споруд, повинні бути обізнані з правилами робіт під землею, мати спеціальне оснащення та інструмент віднесені в питаннях оплати праці до робітників та інженерно-технічних працівників, що будують підземні каналізаційні колектори.

### 3.5 Каналізаційні насосні станції

Міські каналізаційні насосні станції будують у тих випадках, коли рельєф місцевості не дозволяє відводити побутові, виробничі стічні води та атмосферні води самопливом до місця їх очищення.

За характером рідини, що перекачується, міські каналізаційні насосні станції поділяються на три групи: для перекачування побутових стічних вод; виробничих стічних вод; атмосферних вод.

Насосні станції першої групи розташовуються на каналізаційній мережі. Залежно від місця розташування в загальній схемі каналізації міста та призначення станції можуть бути:

- районними, які перекачують стічні води від окремих районів території каналізування з нижче укладених колекторів у вище укладені;
- головними, які перекачують стічну рідину, яка відводиться із усієї території каналізування, на очисні споруди

До насосних станцій другої групи пред'являється цілий ряд специфічних вимог залежно від властивостей стічної рідини, що перекачується. Наприклад, агресивність стічної рідини по відношенню до бетону, чавуну, сталі вимагає захисту резервуарів від руйнування, застосування спеціальних насосів та пристроїв для періодичного промивання установок чистою водою.

Станції третьої групи влаштовують на мережі дощової каналізації в тих випадках, коли не можна відвести атмосферні води самопливом до місця скидання.

Наявність перерахованих насосних станцій залежить від рельєфу площадки та пропускну здатності станцій очищення стічних вод.



Технологічний процес перекачування стічної рідинискладається з двох послідовних операцій: звільнення стічної рідини від грубих нечистот, що знаходяться в ній, і які можуть викликати засмічення насосів, та перекачування. Отже, технологічний процес вимагає будівництва двох приміщень: приміщення з приймальним резервуаром і решітками та приміщення з насосами (машинним залом).

Каналізаційні насосні станції класифікують:

1. за розташуванням приймального резервуара та приміщення решіток щодо машинного залу - станції з роздільним розташуванням резервуара (рис. 3.9 а) і суміщеного типу (рис. 3.9 б, в);

2. за розташуванням насосних агрегатів щодо поверхні землі - станції незаглиблені (до 4 м), напівзаглиблені (до 7 м) і шахтного типу (понад 8 м) (рис. 3.9 г);

3. залежно від типів встановлених насосних агрегатів - станція з горизонтальними, вертикальними або осьовими насосами;

4. за системою керування агрегатами - станції з ручним керуванням, напівавтоматизовані, автоматизовані з місцевим диспетчерським пунктом та автоматизовані з телекеруванням (керування насосними агрегатами здійснюється за допомогою засобів телемеханіки).

Місце розташування та число насосних станцій у загальній схемі каналізаційної мережі вибирають із урахуванням планувальних, санітарних, гідрологічних і топографічних умов місцевості на підставі техніко-економічного порівняння всіх варіантів.

За гідрогеологічними умовами місце розташування насосної станції повинно бути найбільш сприятливим для проведення будівельних робіт (щільні ґрунти, низький рівень підземних вод тощо). Однак практично виконати цю вимогу важко.

Найбільше доцільно каналізаційні насосні станції розміщати на вільних територіях поблизу промислових підприємств (крім харчових), складських приміщень або на зелених масивах. На забудованій території міста станції варто розташовувати в глибині кварталу та влаштовувати аварійні випуски в зливову мережу.

За санітарними умовами насосні станції розташовують в окремих будівлях на відстані не менш 15-30 м від житлових і громадських будинків. По периметру території насосних станцій необхідно влаштовувати захисну зелену зону. При розміщенні насосної станції біля житлових будинків варто враховувати поверховість забудови, розу вітрів і продуктивність станції. У зоні затоплення паводковими





водами насосні станції необхідно розташовувати так, щоб позначка порога входу була не менш чим на 0,5 м вище розрахункового максимального горизонту паводкових вод.

Вибір місця розташування каналізаційної насосної станції необхідно погоджувати з місцевими органами самоврядування, органами санітарного-епідеміологічного та екологічного нагляду тощо.

Насосні станції рекомендується розташовувати так, щоб вони розміщалися на перетинанні мінімум двох зустрічних самопливних колекторів однакового закладання. Цей прийом значно здешевлює вартість будівництва як колекторів, так і насосних станцій, але трохи збільшує довжину напірного трубопроводу.

Оскільки каналізаційні насосні станції, як правило, споруджують у найнижчих точках території об'єкта каналізування, поблизу водойм, іноді на заболочених заплавах рік, тобто на ділянках, для яких характерно високе стояння ґрунтових вод, наявність пливунів і слабких ґрунтів, тому їх доцільно будувати опускним способом: найбільш зручна форма будівлі - залізобетонний стакан. Переваги опускного способу будівництва насосних станцій ще більш зростають при застосуванні тиксотропної сорочки, яка складається із глинистого розчину, який нагнітається в простір між ґрунтом та стінкою опускного колодезя. Застосування тиксотропної сорочки дозволяє зменшити товщину монолітних або збірних стін опускного колодезя.

Незаглиблені будівлі насосних станцій влаштовують звичайно прямокутної форми, що дозволяє зручніше розташувати насосні агрегати та сприяє кращому компонуванню виробничо-допоміжних і побутових приміщень. Крім того, прямокутна форма будинку дозволяє використовувати при будівництві станції типові будівельні конструкції.

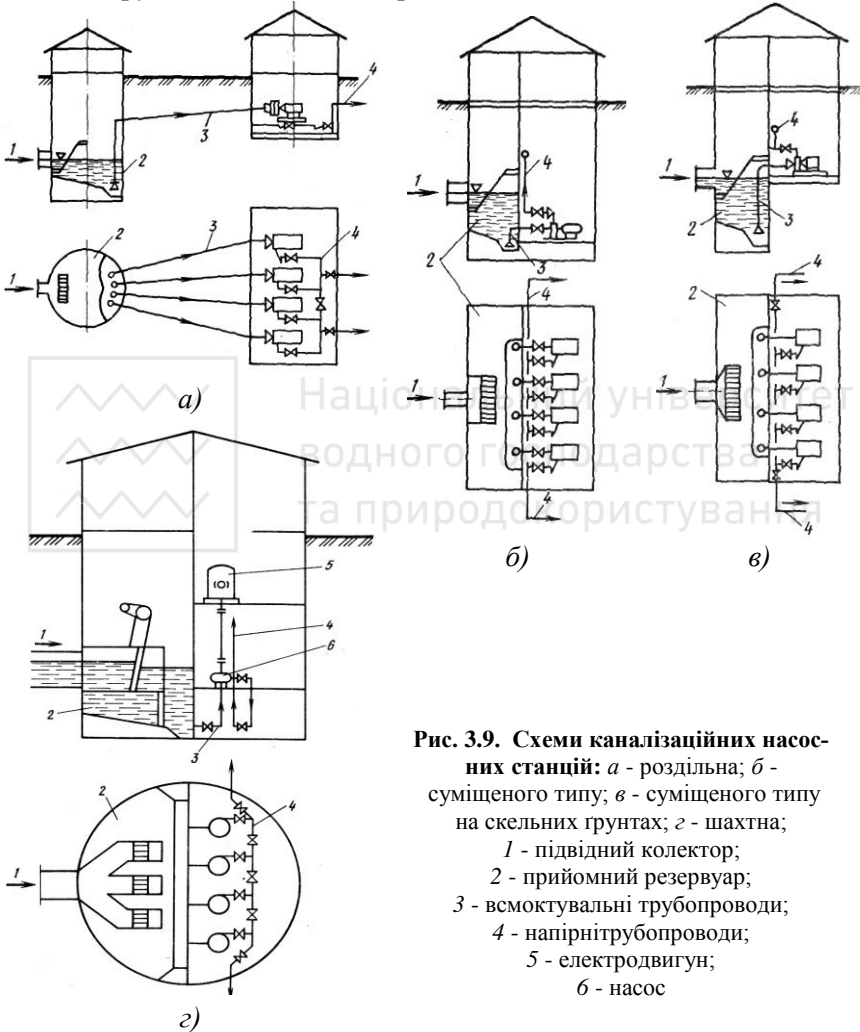
Тому навіть для станцій, що мають підземну частину круглої форми, наземну частину, як правило, виконують прямокутної форми.

Роздільна схема насосної станції найбільш сприятлива в санітарному відношенні, тому що прийомний резервуар і приміщення решіток повністю ізольовані від машинного залу та виробничо-допоміжних приміщень, де постійно перебуває обслуговуючий персонал. До недоліків цієї схеми можна віднести збільшення експлуатаційних витрат і будівельної вартості, більшу довжину усмоктува-



льних труб і, отже, ускладнення експлуатації. Тому така схема застосовується порівняно рідко.

На автоматизованих насосних станціях рекомендується встановлювати насоси під залив, тому що це значно спрощує схему автоматизації керування насосними агрегатами.



**Рис. 3.9. Схеми каналізаційних насосних станцій:** *а* - роздільна; *б* - суміщеного типу;

*в* - суміщеного типу на скельних ґрунтах; *г* - шахтна;

1 - підвідний колектор;

2 - прийомний резервуар;

3 - всмоктувальні трубопроводи;

4 - напірні трубопроводи;

5 - електродвигун;

6 - насос

Схему насосної станції, наведену на рис. 3.9 *в*, рекомендується застосовувати при будівництві в скельних ґрунтах. Для зменшення заглиблення резервуара решітки розташовують в окремому примі-



щенні. Прийомний резервуар виконують у вигляді каналу для розміщення всмоктувальних труб. У слабких ґрунтах цю схему застосувати не можна, тому що розташування плит підлоги машинного залу на порушеному ґрунті може привести до нерівномірного осідання, появи тріщин і порушення гідроізоляції.

Застосовуються також інші схеми: наприклад, для великих шахтних станцій можна застосувати схему з розташуванням машинного залу в середині приймального резервуару. Установка насосних агрегатів по концентричній кривій дозволяє збільшити число встановлених насосів при тому ж діаметрі шахти насосної станції.

При проектуванні та будівництві насосних станцій варто звертати особливу увагу на гідроізоляцію підземної частини, яка повинна бути водонепроникною. Гідроізоляцію виконують відповідно до вказівок з проектування та влаштування гідроізоляції підземних частин промислових і цивільних будівель та споруд. Стіни будівель повинні бути покриті гідроізоляцією, не менш чим на 0,5 м вище рівня підземних вод. На правильно спроектованій і побудованій насосній станції не повинно бути підтіканої води в колодязь та витікань із нього.

На каналізаційні насосні станції поширюються вимоги безпеки щодо експлуатації водопровідних насосних станцій з урахуванням ряду специфічних вимог.

В процесі бродіння стічної води у каналізаційних трубах можуть утворюватись вибухо- і пожежонебезпечні гази (метан, сірководень тощо). Ці гази можуть проникати у машинну залу насосних станцій і створювати серйозну небезпеку для обслуговуючого персоналу. Тому електродвигуни на насосах і пускові пристрої повинні бути у вибухонебезпечному виконанні.

Користуватися відкритим вогнем і палити в приміщеннях резервуарів, насосних станцій і решіток категорично забороняється. Проводити ремонтні роботи в цих приміщеннях дозволяється тільки після ретельного провітрювання із застосуванням механічної вентиляції (при відкритих вікнах і дверях) і з перевіркою складу повітря на відсутність вибухонебезпечних газів. Для контролю за станом повітря в цих приміщеннях слід використовувати лампи або газоаналізатори. У працівників насосних станцій повинні бути протигази, що зберігаються біля входу в приміщення решіток.



В приміщеннях решіток і приймального резервуара насосних станцій водовідведення вентиляція повинна забезпечувати не менше ніж 12-кратний обмін повітря в 1 год. Подачу свіжого повітря передбачають у верхню зону приміщення. За наявності на підвідному колекторі приймальної камери повинна бути забезпечена її вентиляція з 5-кратним обміном повітря.

У вентиляційних системах потрібно передбачити резервні витяжні вентилятори, що включаються автоматично у випадку виходу з ладу робочих вентиляторів. Вентиляційні короби для машинного відділення і резервуару потрібно влаштовувати окремими, без з'єднання один з одним. Пристрої для включення вентиляції, освітлення та іншого електричного устаткування повинні розміщуватися перед входом у приміщення решіток і мати вибухобезпечне виконання. Не дозволяється в приміщенні решіток розташовувати комутаційну апаратуру, а введення і труби для електропроводки повинні мати роздільне ущільнення.

Навкруги решіток з механізованими граблями і решіток-дробарок потрібно влаштувати прохід шириною не менше 1,2 м, перед фронтом решіток з механізованими граблями - прохід висотою не менше 1,5 м. Перед решітками, що очищаються вручну, повинен бути вільний майданчик шириною не менше 0,8 м, огороження від резервуару поручнями заввишки 1 м і із суцільним зашиванням донизу на висоту 0,1 м, але із зазором 0,05 м для змиву бруду з підлоги. Для обслуговування глибоко розташованих решіток (в каналах, колодязях) слід влаштовувати робочий майданчик з огорожами на висоті 1 м від поверхні води. Не дозволяється для пристрою поручнів використовувати дерево. У завантажувальних отворах дробарок повинні бути запобіжні пристрої, що виключають викидання покидьків, металевих предметів, каміння і ін.

На насосних станціях системи водовідведення передбачають сушарки для сушки спецодягу обслуговуючого персоналу. В приміщеннях насосних станцій повинні бути аптечки першої долікарської допомоги і дезинфікуючі розчини.

Водопровідну воду до насосного устаткування (для ущільнення і охолодження сальників, промивки кілець ущільнювачів, подачі в дробарки та ін.) не можна підводити з розривом струменя.

Перед входом в приміщення автоматизованих насосних станцій, приміщення решіток і приймальних резервуарів необхідно не мен-



ше ніж на 10 хвилин включити вентиляцію для провітрювання приміщень. Система вентиляції повинна працювати безперервно в період знаходження в приміщеннях обслуговуючого персоналу.

При роботах пов'язаних із спуском в резервуар насосних станцій і приймальну камеру, слід дотримуватись вимог безпеки, як і при роботах в каналізаційних колодязях.

Підлоги приміщень решіток слід щодня мити чистою водою. При ручному очищенні решіток покидьки необхідно збирати в контейнер і вивозити не рідше одного разу за добу. З майданчика решіток контейнер з покидьками слід піднімати блоком, лебідкою або іншими пристроями. Зберігати покидьки ззовні станції в закритому контейнері або сміттєзбірнику допускається не більше доби. Влітку для знезараження покидьків застосовують хлорне вапно або інші дезинфікуючі реагенти.

При очищенні решіток вручну необхідно використовувати граблі. Знімати покидьки з грабелів руками забороняється. Механічні граблі можна очищати від ганчірок тільки після їх зупинки. Роботу слід проводити в захисних рукавичках.

Обслуговування агрегатів і устаткування з елементами, що обертаються, повинне проводитися робочими, одягненими у спецодяг (костюми) без звисаючих кінців; жінки зобов'язані працювати в комбінезонах або брюках; волосся слід прибирати під головний убір. Спецодяг обслуговуючого персоналу, що контактує із стічною рідиною або покидьками, стирають і дезинфікують не рідше одного разу на тиждень.

Обслуговуючий персонал насосних станцій зобов'язаний суворо дотримуватись правил особистої гігієни: ретельно мити руки перед їжею, не входити в спецодязі у місця загального користування, не приносити її в житлові приміщення, обов'язково приймати після роботи душ.

### **Контрольні запитання**

1. Як вибираються схеми каналізації?
2. Як відбувається трасування каналізаційних мереж?
3. Які є типи поперечних перерізів каналів?
4. Які труби використовуються для каналізації?
5. Які є типи з'єднань каналізаційних труб?



6. Які колодязі встановлюються на каналізаційних мережах та яке їх призначення?
7. Які основні вимоги до безпеки праці при прокладанні каналізаційних мереж?
8. Які основні вимоги до безпеки праці при роботі у каналізаційних колодязях, тунелях?

## 4. ТЕПЛОВІ МЕРЕЖІ ТА СПОРУДИ

### 4.1. Загальні положення про схеми теплопостачання

Теплопостачання є комплексом інженерних споруд, призначених для постачання теплом житлових, громадських й промислових будівель й споруд з метою забезпечення комунально-побутових потреб (опалювання, вентиляції, кондиціонування повітря й гарячого водопостачання) й технологічних потреб споживачів. Розрізняють місцеве (децентралізоване) й централізоване теплопостачання. У централізованих системах теплопостачання одне або декілька джерел тепла обслуговує теплокористуючі пристрої декількох споживачів, які розташовані окремо. Передача тепла від джерела тепла до споживачів здійснюється по спеціальних теплопроводах - теплових мережах (рис. 4.1).

У децентралізованих системах теплопостачання кожен споживач має власне джерело тепла.

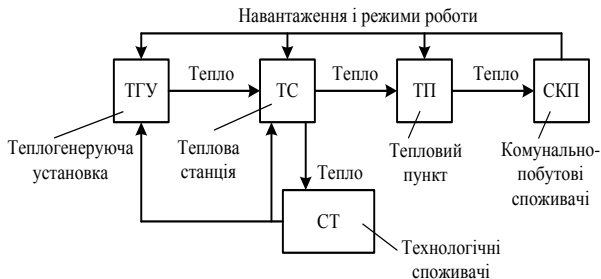


Рис. 4.1. Принципова схема теплофікації

Система теплопостачання призначена для забезпечення споживачів теплом. Вона складається із теплогенеруючої установки (тобто джерела тепла), що служить для виробництва енергоносія у вигляді водяної пари, перегрітої і гарячої води заданих параметрів, теплової



мережі для транспортування енергоносія до споживача, теплових пунктів і місцевих систем споживання тепла. Теплогенеруючі установки поділяються на районні, квартальні, групові й установки підприємств.

Вибір системи теплопостачання слід визначати на підставі техніко-економічних розрахунків з врахуванням якості вихідної води, ступеню забезпеченості й підтримки необхідної якості гарячої води у споживачів. Джерелами тепла при централізованому теплопостачанні можуть бути теплоелектроцентралі (ТЕЦ), на яких здійснюється комбіноване вироблення електричної й теплової енергії (теплофікація), котельні установки великої потужності, які виробляють лише теплову енергію, пристрої для утилізації теплових відходів промисловості, установки для використання геотермальних джерел. У системах децентралізованого теплопостачання джерелами тепла служать автоматизовані теплогенератори, пічки, водонагрівні котли, різні водонагрівачі, які використовують надлишкове тепло промислових підприємств, сонячну енергію й таке інше.

Схема теплопостачання об'єкту вибирається з таких варіантів:

- системи централізованого теплопостачання від котельень, великих і малих й автономних електростанцій (ТЕЦ, ТЕС, АЕС);
- системи децентралізованого теплопостачання (ДЦТ) - автономні, дахові котельні, від квартирних теплогенераторів.

Системи централізованого теплопостачання можуть бути класифіковані за такими ознаками:

- за способом приєднання установок опалювання;
- за кількістю трубопроводів;
- за виду теплоносія;
- за способом регулювання тепла.

За способом приєднання установок опалювання розрізняють залежні і незалежні системи. У залежних системах теплоносієм поступає безпосередньо з теплової мережі в опалювальні установки споживачів. У незалежних - в проміжний теплообмінник в тепловому пункті, де нагріває вторинний теплоносієм, який циркулює в місцевій установці споживача.

Залежно від способу приєднання установок гарячого водопостачання системи теплопостачання підрозділяються на закриті і відкриті. У закритих системах на гаряче водопостачання вода з водопроводу поступає нагрітою до необхідної температури, зазвичай



55°C водою з теплової мережі в теплообмінниках, що встановлюються в теплових пунктах. У відкритих системах вода подається споживачеві безпосередньо з теплової мережі.

За кількістю трубопроводів, які використовуються для передачі теплоносія, розрізняють одно-, дво- і багатотрубні системи теплоносія. Однотрубні системи застосовуються в тих випадках, коли теплоносієм повністю використовується споживачами і назад не повертається (наприклад, в парових системах без повернення конденсату або у відкритих системах гарячого водопостачання, в яких вода повністю розбирається споживачами). У двотрубних системах теплоносієм повністю або частково повертається в джерело тепла, де він підігрівається і поповнюється. Багатотрубні системи влаштовуються при необхідності виділення окремих типів теплового навантаження (наприклад, окремі системи для гарячого водопостачання і опалювання). Використання багатотрубних систем спрощує регулювання відпустку тепла, способи приєднання до теплових мереж, а також їх експлуатацію. Багатотрубні і однотрубні теплові мережі допускається застосовувати при техніко-економічному обґрунтуванні. Теплові мережі, що транспортують у відкритих системах теплопостачання мережеву воду в одному напрямі, при надземній прокладці допускається проектувати в однотрубному виконанні при довжині транзиту до 5 км. При більшій протяжності і відсутності резервного підживлення систем центрального теплопостачання від інших джерел теплоти теплові мережі повинні виконуватися в два (або більше) паралельних теплопроводів.

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

## 4.2. Трасування теплової мережі

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





Магістральні теплові мережі є ділянками, які несуть основне теплове навантаження і з'єднують джерело теплоти з великими тепловими споживачами.

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

Внутрішньоквартальні мережі відгалужуються від розподільних мереж і закінчуються в теплових пунктах споживачів теплоти. Вони несуть лише те теплове навантаження, яке має цей споживач тепла. Трасування мереж міста починають з магістральних мереж. Їх зображення робить істотний вплив на побудову розподільчих і внутрішньоквартальних мереж, на їх протяжність і надійність подачі тепла споживачам. За способом прокладки теплові мережі діляться на підземні і надземні. Переважаючим способом прокладки трубопроводів теплових мереж є підземна прокладка в прохідних і напівпрохідних і непрохідних каналах. Для правильного вибору траси теплових мереж, що дає найкраще рішення з технічної, економічної і екологічної точок зору, необхідне виконання наступних умов:

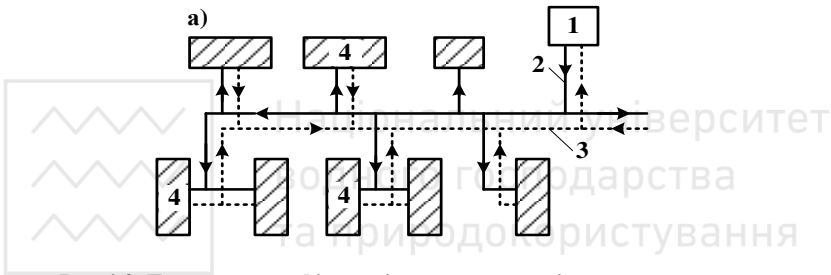
- магістральні мережі слід прокладати поблизу центрів теплових навантажень;
- теплові мережі, незалежно від способу прокладки і системи тепlopостачання, не повинні проходити по території кладовищ, звалищ, скотомогильників, місць поховання радіоактивних відходів, земель зрошування, полів фільтрації і інших ділянок, що представляють небезпеку хімічного, біологічного і радіоактивного забруднення;
  - траси повинні мати найкоротші відстані;
  - теплові мережі не слід прокладати в ґрунтах в затоплюваних районах міст, мікрорайонів і промислових підприємств;
  - намічені траси не рекомендується розташовувати на місці майбутньої забудови, а також вони не повинні заважати роботі транспортної системи міста;
  - трасування систем тепlopостачання повинне забезпечувати зручності при проведенні ремонтних робіт;
  - вибраний варіант траси теплових мереж повинен мати найменшу вартість при будівництві і експлуатації і володіти високою надійністю;



підземну прокладку теплових мереж не слід намічати уздовж електрифікованих залізничних і трамвайних колій, щоб уникнути корозії металевих трубопроводів.

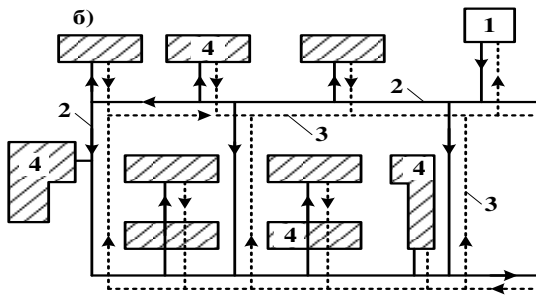
Магістральні теплові мережі за конфігурацією поділяються на тупикові й кільцеві (рис. 4.2, 4.3). Загальна довжина магістралей тупикових мереж значно коротше кільцевих, але зате надійність кільцевих мереж значно вище, ніж тупикових.

У кільцевих мережах легше й швидше вирівнюються втрати тиску, що виникають при різному навантаженні систем теплопостачання, особливо в період аварійних відключень окремих ділянок. Подача тепла споживачам у кільцевих мережах є більше надійною, чим у тупикових, при ремонті окремих ділянок або аваріях на них.



**Рис.4.2. Тупикова конфігурація теплових магістральних мереж:**

1 - джерело тепла; 2 – подавальний трубопровід; 3 - зворотній трубопровід; 4 - споживачі



**Рис.4.3. Кільцева конфігурація теплових магістральних мереж**

1 - джерело тепла; 2 – подавальний трубопровід; 3 - зворотній трубопровід; 4 - споживачі



### 4.3. Труби та їх прокладання в теплових мережах

Для теплових мереж найбільше поширення одержали сталеві електрозварні, сталеві безшовні труби. Крім названих металевих труб в останні роки знаходять застосування неметалічні труби. В експериментальних цілях для прокладки теплових мереж використовуються азбестоцементні, залізобетонні й із пластмасовим покриттям труби. Надалі передбачається застосовувати й пластмасові труби. Теплові мережі з неметалічних труб значно дешевше, але їхня надійність у порівнянні з металевими набагато нижче.

Сталеві труби з'єднуються, як правило, зварюванням. Цей вид з'єднання по міцносним властивостях не уступає міцності самих труб. Азбестоцементні труби з'єднуються за допомогою манжетних компенсаторів або муфт із гумовими ущільнювальними кільцями, що служать одночасно й для компенсації температурних деформацій. Ці з'єднання менш надійні, чим зварені: при осіданні ґрунту або порушенні співвісності труб можливі порушення стиків і витік води.

Трубопроводи теплових мереж прокладаються паралельно рельєфу місцевості з мінімальним уклоном 0,002. У нижніх місцях мережі передбачаються випуски для спорожнювання мереж, у верхніх – пристрої для випуску повітря.

Прокладка теплових мереж може здійснюватися в прохідних, напівпрохідних і непрохідних каналах (рис.4.4).

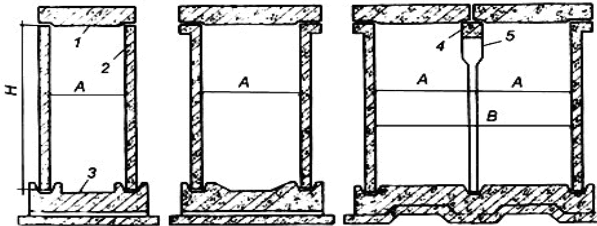


Рис. 4.4 Збірні залізобетонні прохідні тунелі:

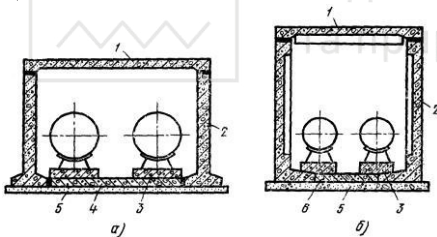
1 - плита перекриття; 2 - плита стінова; 3 - плита днища; 4 - прогін; 5 - стійка

Перший вид прокладки широкого використання не знайшов, хоча застосування його доцільно у великих містах. У таких каналах (колекторах) прокладаються більша частина інженерних підземних міських мереж: теплопроводи, водопроводи, силові й освітлювальні кабелі, кабелі зв'язку й ін.



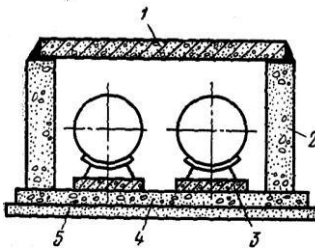
Розміри прохідних каналів вибираються таким чином, щоб вони забезпечували вільне обслуговування всіх трубопроводів й устаткування (засувки, чепцеві компенсатори, дренажні пристрої, вантузи й т.п.). Прохідні канали рекомендується влаштовувати під основними міськими магістралями з удосконаленими дорожніми покриттями. Ширина проходу у світлі в тунелях повинна прийматися рівною діаметру найбільшої труби плюс 100 мм, але не менш 1000 мм. Прохідні канали вимагають значних капітальних витрат, але з погляду експлуатації вони є найбільш прийнятними.

У випадках коли кількість трубопроводів, що прокладають, невелика, але доступ до інженерних мереж необхідний, влаштовуються напівпрохідні канали. Розміри цих каналів вибирають таким чином, щоб була можливість проходу людини в напівзігнутому стані. З урахуванням цієї обставини висота каналів повинна бути не менш 1400 мм. При прокладці трубопроводів у непрохідних каналах (рис.4.5,4.6,4,7) найбільше поширення одержали канали лоткового (КЛ) і збірного (КС) типів. У тому випадку, якщо за якимись причинами монтаж залізобетонних каналів неможливий, викладають цегельні канали.



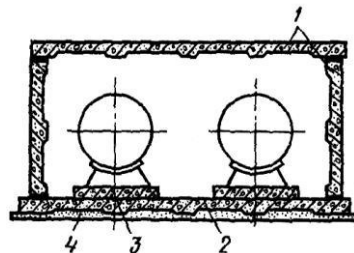
**Рис.4.5. Канал прямокутного перерізу із Т- (а) і Г-подібних (б) стінових блоків:**

1 – плита перекриття; 2 – стіновий блок; 3 – опорний камінь; 4 – плита днище; 5 – підготовка; 6 – залізобетонна основа



**Рис. 4.6. Канал із прямокутних блоків:**

1 – плита перекриття; 2 – стіновий блок; 3 – опорний камінь; 4 – бетонна основа; 5 – підготовка



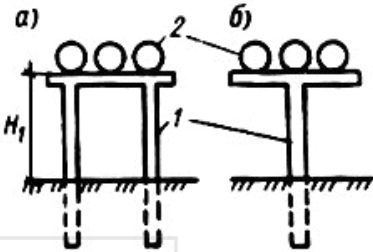
**Рис. 4.7. Канал із П-подібних об'ємних секцій:**

1 – П-подібна секція; 2 – плита днище; 3 – опорний камінь; 4 – підготовка



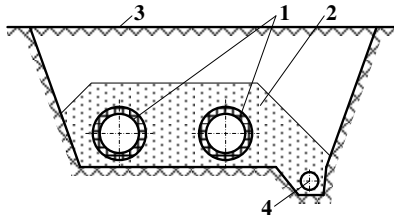
#### 4.4. Особливості прокладки теплових мереж

Надземна прокладка (рис. 4.8) може здійснюватися на низьких ( $H_1 = 0,5 \dots 2,0$  м) і високих опорах ( $H_1 = 2 \dots 3$  м). Цей вид прокладки застосовується на виробничих підприємствах, у районах вічної мерзлоти, а також й в інших випадках при достатньому обґрунтуванні.

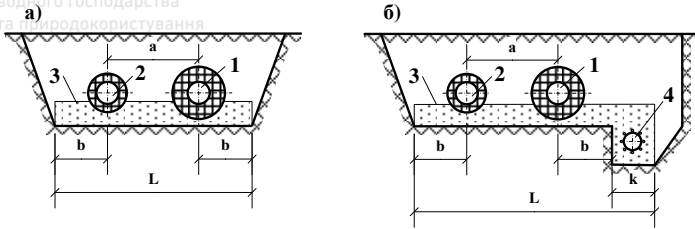


**Рис.4.8. Надземна прокладка теплових мереж на опорах:**  
*a, б* - варіанти опор; *1* - опори;  
*2* - трубопроводи

При безканальній прокладці (рис. 4.9, 4.10, 4.11) трубопроводи зі спеціальною тепловою ізоляцією укладаються безпосередньо в ґрунт на спеціальну підготовку. На будівельний майданчик трубопроводи надходять уже з тепловою ізоляцією, а на місці монтажу виконується ізоляція тільки стиків. Якщо на трасі теплових мереж є ґрунтові води з високим рівнем води, то передбачається водозниження (дренаж) (рис.4.9,4.10).



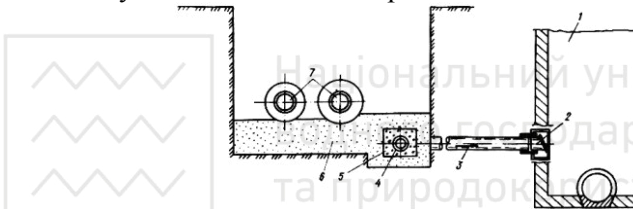
**Рис. 4.9. Безканальна прокладка двотрубної мережі теплопроводів:**  
*1* – трубопровід із армопінобетонною ізоляцією; *2* – піщана обсыпка; *3* – засипка ґрунтом; *4* – дренажна труба



**Рис.4.10. Безканальна прокладка теплопроводів**

*a* - в ґрунтах сухих; *б* - в ґрунтах мокрих; *1* – подавальний трубопровід ; *2* - трубопровід зворотний; *3* - піщана підготовка; *4* - трубопровід дренажний

Із цією метою паралельно теплопроводам прокладаються дренажні трубопроводи, які й видаляють ґрунтові води. Уклон труб попутного дренажу повинен бути не менш 0,003, при цьому він може не збігатися з уклоном теплових мереж.



**Рис. 4.11. Безканальна прокладка трубопроводів з поздовжнім дренажем**

*1* - каналізаційний або дренажний колодязь; *2* - зворотний клапан ; *3* - азбестоцементна труба дренажного випуску діаметром 100 мм; *4* - азбестоцементна труба поздовжнього дренажу діаметром 100 мм із отворами 3 x 150 мм; *5* - зворотний фільтр із гравію; *6* - середньозернистий пісок зі змістом пилюватих часток (0,01...0,25 мм) не більше 40%; *7* - теплопроводи

Глибину закладення теплових мереж при прокладці в каналах приймають не менш 0,5 м до верху перекриттів каналів, при безканальній - не менш 0,7 м до верху ізоляційної оболонки теплопроводу. У прохідних, напівпрохідних і непрохідних каналах теплопроводи покриваються ізоляцією. Ізоляція здійснюється порівняно просто - нанесенням теплоізоляційного шару безпосередньо на теплопровід або поверх його покривного гідрофобного рулонного матеріалу.

Особливо ретельно варто ізолювати теплоізоляційні конструкції теплопроводів при їхній наземній прокладці. У цьому випадку застосовуються алюмінієві або з його сплавів листи, тонколистова сталь, сталь листована вуглеводиста загального призначення, склоп-



ластик рулонний, армопластмасові матеріали й ін. При невеликих обсягах робіт можна використати азбестоцементну штукатурку по металевій сітці.

Правила безпеки праці під час монтажу і ремонту трубопроводів і арматури на теплових і водогінних мережах в основному аналогічні. Специфічною особливістю під час робіт на теплових мережах у відповідності до „Правил будови та безпечної експлуатації трубопроводів пари та гарячої води” (наказ № 177 Держнаглядохоронпраці від 7.10.1998 р.) є небезпека отримання робітниками опіків від доторкання до гарячих труб і фасонних частин, а також можливість обваритися водою і паром. Тому всі монтажні та аварійно-відновлювальні роботи на теплових мережах повинні виконуватись тільки після відключення від мережі ушкодженої ділянки і усунення в ньому надлишкового тиску.

Під час робіт на теплових мережах перед направлення робітників у підземні споруди керівник робіт зобов'язаний старанно перевірити всі трубопроводи, по котрих можливе проникнення в ці споруди і резервуари пари, гарячої води і визначити умови робіт. Відповідальний виконавець робіт зобов'язаний вжити всіх заходів для виключення продування паропроводів і попадання гарячої води в споруди під час перебування в них робітників.

Аварійні трубопроводи потрібно відключити за допомогою запірної арматури. На кінцях ремонтних трубопроводів встановити заглушки або роз'єднати від інших ділянок, а на запірній арматурі встановити плакати „Не відкривати - працюють люди!”, а на місці виконання робіт „Працювати тут”.

Товщина заглушок і фланців, що використовуються для відключення трубопроводів, визначається розрахунком на міцність. Заглушка повинна мати частину (хвостовик), що виступає, за якою визначається її наявність. Прокладки між фланцями та заглушкою повинні бути без хвостовиків.

У випадку, якщо арматура трубопроводів пари та гарячої води безфланцева, відключення трубопроводів проводиться двома запірними органами при наявності між ними дренажного пристрою діаметром умовного проходу не менше 32 мм, що має пряме сполучення з атмосферою.

Виконання робіт у підземних спорудах і резервуарах, у яких рівень води над днищем вище 0,2 м при її температурі більше 45<sup>o</sup>C,



не дозволяється. У виняткових випадках у таких умовах робота може проводитись з перервами для відпочинку з виходом із підземних споруд.

На відключених для робіт теплообмінних апаратах і трубопроводах тиск знижують до нуля і їх звільняють від пари і води. Дренажі повинні бути відкриті, щоб у випадку нещільного закриття запірної арматури пара і гаряча вода не могла зібратися у відключених теплообмінних апаратах і трубопроводах, що примикають до них. Приводи засувок, а також вентилів відкритих дренажів повинні замикатись на замок так, щоб виключалась можливість послаблення їх щільності при замкненому замкові. Ключі від замків зберігає особа, відповідальна за справний стан та безпечну експлуатацію трубопроводу. З електропривідних засувок знімають напругу.

Пристапати до робіт на трубопроводах при надлишковому тиску в них не дозволяється. Скидання води і пари повинно проводитись через спускную арматуру. При ослабленні затягування болтів фланцевих з'єднань необхідно дотримуватись особливої обережності, тому що пара та вода, які знаходяться всередині трубопроводів, можуть вирватись ззовні.

При роз'єднанні трубопроводів, знятті арматури і контрольно-вимірювальних приладів необхідно працювати в рукавицях і користуватись прозорими екранами або щитками з метою захисту від можливого прориву струменю гарячої води або пари.

Оскільки трубопроводи на теплових мережах у більшості з'єднують зварюванням, то до таких робіт допускаються працівники, які пройшли відповідну атестацію і мають посвідчення на право виконання даних робіт. Зварники, які вперше приступили в даній організації до зварювання, незалежно від посвідчення повинні перед допуском до роботи пройти перевірку шляхом зварювання і контролю пробного зварювального з'єднання. Результати перевірки оформляються протоколом, що є підставою до допуску зварника до роботи.

#### **4.5. Обладнання на теплових мережах**

При підземній прокладці теплопроводів, компенсаторів, випусків, дренажів й інших видів арматури, влаштовуються надземні павільйони або підземні камери. Камери теплових мереж можуть бути





збірними залізобетонними, монолітними й цегельними. Висота камер повинна бути не менше 2 м. Число люків при площі камери до  $6 \text{ м}^2$  приймається не менш двох, а при площі більше  $6 \text{ м}^2$  - чотирьох. У камерах передбачаються водозбірні прямки розміром не менш  $400 \times 400 \text{ мм}$  і глибиною 300 мм.

Засувки й затвори (запірні арматури) встановлюються в наступних випадках:

1) на всіх трубопроводах виводів теплових мереж від джерел теплоти незалежно від параметрів теплоносія й діаметрів трубопроводів і на конденсатопроводах на введенні до збірного баку конденсату, при цьому не допускається дублювання арматури поза й всередині будинку;

2) для проведення ремонтних робіт на теплопроводах водяних систем установлюються секційні засувки;

3) при надземній прокладці й коли діаметри  $D_y \geq 900 \text{ мм}$  допускається установка секційних засувок через 5000 м. У місцях установки засувок розміщуються перемички між подавальним й зворотним трубопроводами діаметром, що дорівнює 0,3 діаметру трубопроводу, але не менш 50 мм; на перемичці передбачається установка двох засувок і контрольного вентиля між ними  $D_y = 25 \text{ мм}$ ;

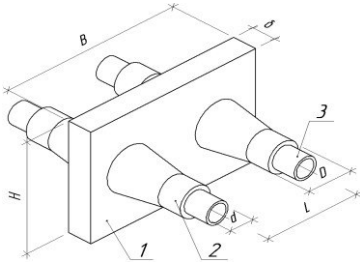
4) у водяних і парових теплових мережах у вузлах відгалужень на трубопроводах  $D_y \geq 100 \text{ мм}$ , а також у вузлах відгалужень на трубопроводах до окремих будинків. При довжині відгалужень до окремих будинків до 30 м і при  $D_y \geq 50 \text{ мм}$  запірна арматури на цих відгалуженнях не встановлювати, а передбачається установка її для групи будинків із сумарним тепловим навантаженням, що не перевищує 0,6 Мвт. На парових й конденсатних теплових мережах секційні засувки не проектуються.

Засувки й затвори з  $D_y \geq 500 \text{ мм}$  приймаються тільки з електроприводами. При дистанційному телекеруванні засувки на обвідних лініях приймають також з електроприводами.

Нерухомі опори (рис. 4.12, 4.13) передбачаються для заземлення трубопроводів у спеціальних конструкціях і можуть бути розділені на наступні типи - упорні, щитові й хомутові. Упорні нерухомі опори встановлюються при всіх видах прокладки, щитові - при безканальній прокладці й прокладці в непрохідних каналах, при розмі-

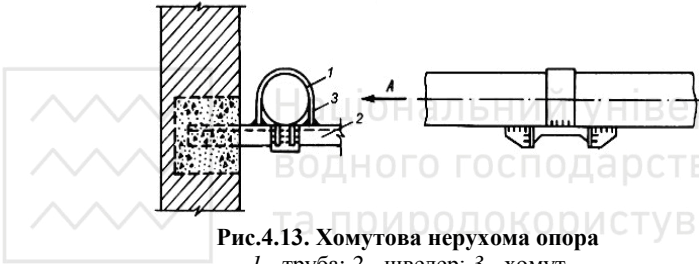


щенні опор поза камерами й хомутами - при надземній прокладці й прокладці в тунелях (на ділянках із гнучкими компенсаторами й із самокомпенсацією). При безканалній прокладці несучі конструкції нерухомих опор опираються на ґрунт.



**Рис.4.12. Щитова нерухома опора:**

1 – залізобетонний щит; 2 – труба з поліетиленовою оболонкою; 3 – сталевая труба

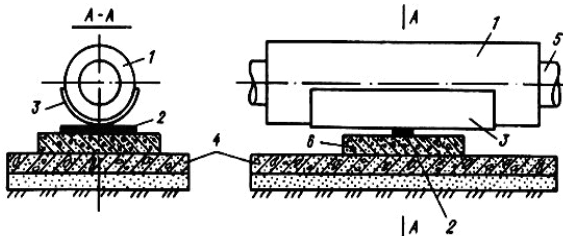


**Рис.4.13. Хомутова нерухома опора**

1 - труба; 2 - швелер; 3 - хомут

Вибір типу нерухомих опор й їхнє конструктивне оформлення залежать від зусиль, що роблять вплив на опору. При розрахунку нерухомих опор розрізняють кінцеві й проміжні опори.

Рухливі опори (рис. 4.14) можуть бути ковзними, катковими, кульковими, пружинними (підвіски) і твердими підвісками.



**Рис.4.14. Ковзна рухлива опора**

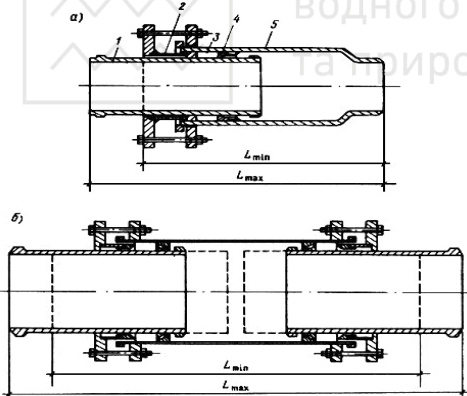
1 - тепла ізоляція; 2 - сталевая підкладка; 3 - опорний напівциліндр; 4 - цементно-піщаний розчин; 5 - трубопровід; 6 - бетонний камінь



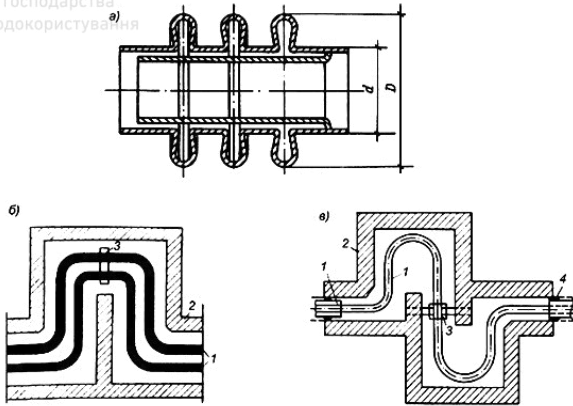
Ковзні опори проектуються незалежно від напрямку горизонтальних переміщень трубопроводів при всіх способах прокладки й для всіх діаметрів труб. Каткові опори використовуються для труб діаметром 200 мм і більше при горизонтальних переміщеннях труб у тих випадках, коли вони прокладені в тунелях, на кронштейнах, на окремо встановлених опорах й естакадах.

Пружинні опори, або підвіски, передбачаються для труб діаметром 150 мм і більше в місцях вертикальних переміщень труб й, на решті, тверді підвіски використовуються при надземній прокладці трубопроводів із гнучкими компенсаторами й на ділянках самокомпенсації. Довжина жорстких підвісок для водяних і конденсатних трубопроводів повинна бути не менш 10, а для парових мереж не менш 20-кратного теплового переміщення підвіски, найбільш вилученої від нерухомої опори.

Компенсатори (рис. 4.15, 4.16), призначені для сприйняття теплових подовжень трубопроводів теплових мереж, мають пристрої, що компенсують, гнучкі із труб, сильфоні, лінзові, чепцеві й манжетні.



**Рис.4.15. Компенсатори чепцевий однібічний і двобічний**  
1 - склянка; 2 - ґрунд-букса; 3 - чепцеве ущільнення; 4 - упорне кільце; 5 - корпус



**Рис. 4.16. Компенсатори: трихвильовий лінзовий, П-подібний, S-подібний**  
1 - теплопроводи; 2 - стінки каналів; 3 - ковзна опора; 4 - закладення цементним розчином

Гнучкі П-подібні компенсатори із труб, а також кути поворотів трубопроводів від 90 до 130° (самокомпенсація) використовуються незалежно від параметрів теплоносія, способів прокладки й діаметрів труб. Чепцеві, сильфонні, лінзові й манжетні компенсатори можуть застосовуватися для теплопроводів з певними робочими параметрами, що допускають для даних типів компенсаторів. Гнучкі компенсатори встановлюються поза камерами. У цьому полягає їхня перевага. Недоліком їх у порівнянні з іншими компенсаторами є підвищений гідравлічний опір.

Дренажі встановлюються на паропроводах у нижніх точках і перед вертикальними підйомами. У цих же місцях, а також на прямих ділянках паропроводів через кожні 400-500 м при попутному ухилі й через 200-300 м при зустрічному ухилі передбачається дренаж. Для дренажу парових мереж передбачаються штуцера із запірною арматурою. При робочому тиску 2,2 МПа й менш установлюється по одній засувці або вентилі, при тиску понад 2,2 МПа - по двох послідовно розташованих вентилі.

### Контрольні запитання

1. Яке призначення систем теплопостачання ?
2. Які вимоги до схем теплопостачання?



3. За якими ознаками класифікують системи централізованого теплопостачання?
  4. Які вимоги до трасування теплових мереж?
  5. Для чого служать теплові пункти та їх призначення?
  6. Які труби краще використовувати для прокладки теплових мереж?
  7. Як ведеться будівництво теплових мереж?
  8. Які є особливості прокладки теплових мереж?
  9. Які є надземні переходи через природні та штучні перешкоди для прокладки тепломереж?
  10. Яка арматура на теплових мережах, види, призначення?
  11. Яка мета встановлення компенсаторів, їх конструкція?
  12. Особливості безпеки праці при прокладанні теплових мереж.





## 5. ГАЗОВІ МЕРЕЖІ ТА СПОРУДИ

### 5.1. Загальні положення про схеми газопостачання

Газове господарство населених місць складається з газорозподільних станцій ГРС (природний газ) або газових заводів (штучний газ), газгольдерних станцій, зовнішніх розподільних газопроводів різного тиску, газорегуляторних пунктів ГРП, відгалужень й введенень на об'єкти, що використовують газ, а також із внутрішніх газопроводів і приладів споживання газу.

Таблиця 5.1

Класифікація газопроводів, які входять в систему газопостачання

Газопроводи	Класифікаційні показники
Зовнішні (вуличні, внутрішньо-квартальні, дворові), внутрішні (розташовані всередині будівель та приміщень)	Місцезнаходження відносно планування населених пунктів
Підземні, надземні, наземні	Місцезнаходження відносно поверхні землі
Розподільчі, газопроводи-вводи, продувні, скидні, імпульсні, а також міжселищні	Призначення в системі газопостачання
Високого тиску I категорії, високого тиску II категорії, середнього тиску, низького тиску	Тиск газу
Металеві (сталеві, мідні та інші) і неметалеві (поліетиленові та інші)	Матеріал труб
Природного газу, супутнього газу, зрідженого вуглеводного газу (ЗВГ)	Вид транспортуючого газу

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

- 1) низького тиску – з тиском газу не більше 0,005 МПа;
- 2) середнього тиску – з тиском газу від 0,005 МПа до 0,3 МПа;
- 3) високого тиску; I категорії з тиском газу більше 0,6 і до 1,2 МПа; II категорії з тиском газу більше 0,3 і до 0,6 МПа.



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

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

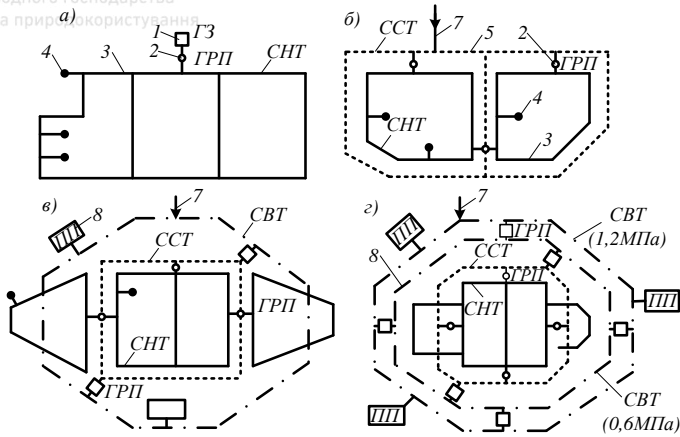
Газопроводи високого тиску (з тиском газу більше 0,6 МПа) призначені для подачі газу до міських газорегуляторних пунктів, місцевим газорегуляторним пунктам великих підприємств, а також до підприємств, технологічні процеси яких вимагають застосування газу високого тиску.

За накресленням в плані системи розподілу газу, за аналогією із системами водопостачання, діляться на тупикові, кільцеві й змішані. Конфігурація газових мереж, а також прийняті в них робочі тиски в умовах міста впливають на розміщення ГРС, ГРП. За кількістю щаблів тиску в газових мережах системи газопостачання підрозділяються на одне-, дво-, три- і багатоступінчасті (рис.5.1).

На рис.5.1,а представлена схема одноступінчастої системи розподілу газу, що складається з газгольдерної станції низького тиску, кінцевого газорегуляторного пункту низького тиску, кільцевих газопроводів низького тиску, відгалужень до споживачів і тупикового газопроводу низького тиску. При живленні від однієї точки газові мережі мають більші діаметри, а розподіл газу по мережі характеризується щодо великою нерівномірністю. Тому звичайно живлення мережі газом здійснюється в декількох точках, для чого застосовують газорозподільні станції.

На рис.5.1,б наведена схема двоступінчастої системи газопостачання. Газ середнього тиску по газопроводу підводить до газорегуляторних пунктів, що розташовані поза кварталами на вільній від забудови площі. З газорегуляторних пунктів після зниження тиску газ надходить у газопроводи низького тиску, з яких через введення він підводить до внутрішньобудинкової мережі.

У великих містах з розвиненою промисловістю при наявності споживачів газу середнього тиску може застосовуватися три- або багатоступінчаста система розподілу газу: високого (однієї або двох категорій), середнього й низького тиску (рис. 5.1, в, г).



**Рис.5.1. Системи газопостачання населених міст:**

*a* – одноступенева; *б* – двоступенева; *в* – тріступенева; *г* – багатоступенева; 1 – групова установка газу зрідженого (ГЗ); 2 – газорегуляторний пункт (ГРП); 3, 5, 6 – відповідно трубопроводи низького (СНТ), середнього (ССТ) і високого (СВТ) тиску; 4 – відгалуження до споживачів; 7 – газорозподільна станція; 8 – промислове підприємство (ПП)

У цьому випадку газ від джерела подається до окремих районів міста під високим тиском (рис. 5.1, г) на регуляторні пункти, що знижують тиск газу до середнього. Усередині районів розміщені ГРП, що знижують тиск газу до низького. На ці станції газ надходить по газопроводах середнього тиску (пунктирні лінії). Мережа низького тиску має найбільші розгалуження й довжини (суцільні лінії). У системі газопостачання можуть бути передбачені також комбіновані ГРП, що одночасно знижують тиск газу від високого до середнього й від середнього до низького.

У будинкову систему розподілу газу входять дворові (внутрішньоквартальні) газопроводи, стояки й внутрішньо-квартальне газове розведення. Газопроводи житлового будинку приєднують до внутрішньоквартальних газопроводів низького тиску на відстані 6 м від будинку. У кожній сходовій клітці прокладають цокольне уведення й на кожнім уведенні зовні будинку встановлюють пробковий кран. Стояки прокладають по кухнях. На кожнім відгалуженні до стояка на першому поверсі встановлюють крани, що відключають. Перед кожним газовим приладом також ставлять крани.





## 5.2. Вибір системи газопостачання. Визначення розрахункових витрат газу

### 5.2.1. Вибір і обґрунтування системи газопостачання

Вибір системи розподілу газу, кількості газорозподільних станцій (ГРС) і газорегуляторних пунктів (ГРП), а також принцип побудови газопроводів (кільцевих, тупикових або змішаних) необхідно виконувати на основі техніко-економічних розрахунків з використання ЕОМ і з урахуванням об'єму, структури і густини газоспоживання, надійності газопостачання, а також місцевих умов будівництва і експлуатації.

Основними критеріями для оцінки систем газопостачання є економічність і надійність, технологічність, пропускна здатність мереж, вибухонебезпечність, зручність в експлуатації. На основі чисельних досліджень встановлено, що техніко-економічні показники систем газопостачання залежать перш за все від:

- 1) чисельності населення і ступеня благоустрою житла;
- 2) потужності газового обладнання промислових підприємств;
- 3) кліматичних умов (пов'язано з визначенням витрат газу на потреби тепlopостачання).

Одне із важливих питань при розробці принципової схеми газопостачання населеного пункту – раціональне розміщення газорозподільних станцій (ГРС) і визначення їх оптимальної кількості.

ГРС споруджуються наприкінці магістрального газопроводу або на відводі від нього й призначені для подачі газу в газові мережі населених пунктів, промислових підприємств й інших великих споживачів газу. На ГРС здійснюються: очищення газу від механічних домішок, зниження тиску газу до заданої межі, облік витрати газу й при необхідності - додаткова його одоризація. Залежно від продуктивності й значень вхідного й вихідного тиску газу існують різні технологічні схеми ГРС. Редукування газу може здійснюватися в одну або дві ступені по дво-, трьох або більше технологічних нитках, з яких одна є резервною. Сучасні ГРС автоматизовані й забезпечуються світлозвуковою сигналізацією в місцях знаходження обслуговуючого персоналу.



Принципова технологічна схема ГРС продуктивності 5...20 тис.м<sup>3</sup>/год з одноступеневим редукуванням газу представлена на рис. 5.2. Газ через вхідний газопровід надходить до вісцинових пиловловлювачів 1 і послідовно проходить через контрольні клапани 2 і робочі регулювальні клапани 3 з командними приладами. Зі зниженим тиском газ надходить у вихідний газопровід, на якому змонтована камерна діафрагма 5 для обліку витрати газу. Додаткова одоризація газу здійснюється установкою 10.

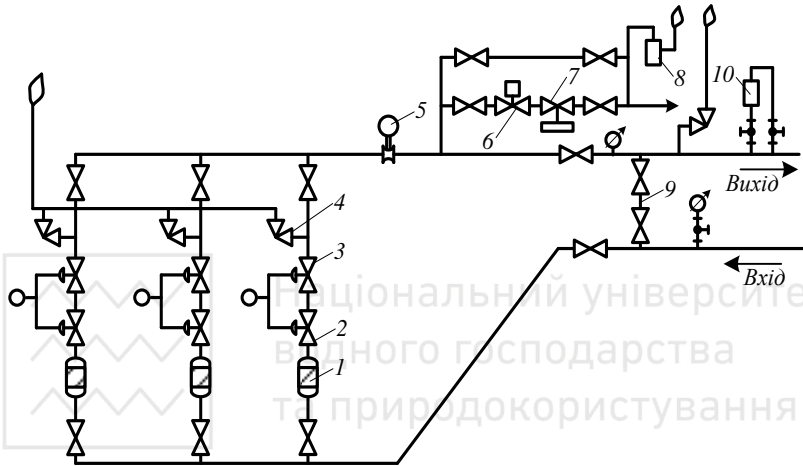


рис. 5.2. Схема газорозподільної станції

Р

При підвищенні вихідного тиску газу автоматично прикриваються контрольні регулювальні клапани 2, зменшуючи подачу газу на робочі клапани 8. При зниженні вихідного тиску також автоматично відкриваються регулювальні клапани на резервній нитці ГРС, збільшуючи подачу газу споживачам. При надмірному небезпечному завищенні вихідного тиску газу спрацьовують запобіжні скидні клапани 4 і подається звуковий або світловий сигнал операторові.

Забезпечення споживачів газом при тимчасовому відключенні ГРС здійснюється по перемичці 9 із двома пристроями відключення, з яких перший відкривається повністю, а другий є регулюючим й управляється вручну. Для забезпечення газом власних потреб (на опалення ГРС, будинку операторів й ін.) у ГРС є газорегуляторний пункт, що складається з регулятора тиску 7, запобіжно-запірного клапана 6, гідравлічного скидного клапана 8, запірних арматур і



Для забезпечення газом невеликих споживачів монтують автоматичні ГРС шафового типу.

ГРС є вибухонебезпечними спорудами. Тому їх розташовують не ближче 300 м від різних будівель й огорожують металевою сіткою. Приміщення ГРС забезпечені блискавкозахистом, вентиляцією, вибухобезпечним освітленням й опаленням і комплектом первинних засобів пожежогашіння.

Необхідна кількість ГРС повинна визначатись на основі техніко-економічних порівнянь конкурентно здатних варіантів систем газопостачання.

Проте у практиці газифікації міських населених пунктів кількість ГРС прийнято визначати в залежності від чисельності їх жителів. Для населених пунктів з кількістю мешканців до 120 тисяч рекомендується облаштовувати одну ГРС. В містах з населенням 200-500 тисяч осіб передбачають 2-3 ГРС з наступним збільшенням на одиницю на кожні 200-300 тисяч мешканців. Окремі ГРС можуть проектуватись для великих споживачів, наприклад джерел централізованого тепlopостачання і промислових підприємств з витратою газу, що перевищує 30-50 тисяч м<sup>3</sup>/год.

**Компресорні станції (КС)** призначені для стиснення (компримірування) газу до робочого тиску з метою забезпечення проектної пропускної здатності магістрального газопроводу. Вони обладнуються поршневыми компресорами або відцентровими нагнітачами з газотурбінним або електричним приводом.

Основними спорудами КС є установки для очищення, стиснення й охолодження газу. До допоміжних споруд належать системи енерго-, водо-, масло-, тепlopостачання, вентиляції й кондиціонування повітря. Особлива увага приділяється автоматизації КС із управлінням режимом її роботи з одного пульта й утилізації відходів тепла.

Відцентрові нагнітачі для збільшення ступеня стиснення газу працюють послідовно по двох-трьох агрегата в групі. Число груп залежить від пропускної здатності газопроводу. Технологічна схема КС допускає можливість послідовної й паралельної роботи нагнітачів і груп, а також і відключення будь-якого агрегату без розриву потоку газу. Тип приводу нагнітачів вибирається залежно від місцевих умов. У районах, віддалених від потужних енергосистем, доці-



льно застосовувати газотурбінний привод, що працює на газі, який транспортується. У промислових районах з невисокою вартістю електроенергії економічніше застосовувати електропривод.

Звичайно до КС примикає й територія аварійно-ремонтного пункту, укомплектованого парком аварійних машин і механізмів.

**Сучасні системи газопостачання** мають ступінчасту будову. Верхній рівень становлять газопроводи більш високого тиску газу, з переходом на нижній рівень тиск газу дроселюється на клапанах регуляторів тиску, які підтримують останнє значення після себе. За кількістю ступенів розрізняють: одноступеневу, двоступеневу, триступеневу та багатоступеневу газорозподільну систему.

При одноступеневій системі подача газу споживачам відбувається по газопроводах одного, в основному середнього, тиску. Дана система відзначається меншою металоємкістю. Для зниження тиску газу з середнього на низький у кожного споживача встановлюють домовий регулятор тиску газу.

Двоступенева система забезпечує подавання газу споживачам по газопроводах двох тисків – високого або середнього та низького (середній тиск використовують при неможливості прокладання газопроводів високого тиску). При такій схемі газ під високим або середнім тиском надходить в мережу газопроводів і подається на ГРП, ГРУ великих промислових, комунально-побутових підприємств, джерел централізованого тепlopостачання (РОК, ТЕЦ), в яких газ знижується до низького тиску і потрапляє в мережу газопроводів низького тиску.

Якщо забудова населеного пункту неоднорідна і характеризується різною густиною, використовують триступеневу систему газопостачання з прокладанням газопроводів низького, середнього і високого тисків.

Вибір структурної схеми газових мереж залежить від категорії тиску та технічних та економічних показників. Розподільні газопроводи населеного пункту можуть бути тупиковими, кільцевими і змішаними.

Мережі високого (середнього) тиску, як правило проектується кільцевими, за рахунок чого досягається надійність газопостачання об'єктів. Споживачі, в яких газ використовується з максимальним ефектом або перерва в його постачанні за умовами технології не



припустима, повинні мати можливість отримувати газ принаймні з двох точок.

При проектуванні розподільної системи газопроводів низького тиску задача зводиться до відшукування такої системи, яка б поєднувала в собі економічність тупикової і експлуатаційні якості кільцевої мережі. В даній системі напрямки потоків газу обирають так, щоб кількість безтранзитних ділянок була максимальною, а транзитні витрати транспортувались по нечисленних магістралях, за можливості без розгалужень. Для системи низького тиску також рекомендуються змішані розподільні системи, в яких безпосередньо біля джерела живлення газопроводи кільцюють, а найбільш віддалені ділянки являють собою тупики.

### 5.3. Розрахунок споживання газу

#### 5.3.1. Річні витрати газу населенням

При проектуванні газопостачання населеного пункту, як правило, витрати газу обчислюють відповідно до діючих нормативів газоспоживання [16], а при реконструкції існуючих систем – на підставі характеристик встановленого газового обладнання.

**Витрати газу на комунально-побутові і теплофікаційні потреби** населеного пункту залежать від кількості мешканців. Якщо їх кількість не задана, то число жителів визначають окремо для кожного з районів населеного пункту в залежності від характеристики забудови і ступеня благоустрою житла.

**Кількість населення**, яка проживає в кварталах  $N$ , люд визначається за формулою

$$N = \frac{F_{ж}}{f} \cdot 10^3, \quad (5.1)$$

де  $F_{ж}$  - загальна площа житлових будинків, тис. м<sup>2</sup>;

$$F_{ж} = F_3 \cdot B \cdot 10^3, \quad (5.2)$$

де  $F_3$  - площа забудови у районі, га(визначається за генпланом);  $\hat{A}$  - густина житлового фонду, м<sup>2</sup>/га (залежить від поверховості житлових будинків відповідно до дод. 2 [15]);  $f$  - норма забезпеченості загальною площею, м<sup>2</sup>/люд (залежить від ступеня благоустр-



рою житла в населеному пункті і може бути прийнята для забудови: багатоповерхової:  $f = 15$  м<sup>2</sup>/люд - для існуючої,  $f = 21$  м<sup>2</sup>/люд - для перспективної; малоповерхової  $f = 18$  м<sup>2</sup>/люд ).

Для районів змішаної забудови густина житлового фонду знаходиться усереднено пропорційно частці будинків даної поверховості в загальній їх кількості в районі.

Річні витрати газу населенням в квартирах для приготування їжі та гарячої води  $Q_p$ , м<sup>3</sup>/рік визначається за формулою

$$Q_p = \sum N_i \cdot y_i \frac{q_{i,z}}{Q_i}, \quad (5.3)$$

де  $N_i$  - кількість населення з відповідних ступенем благоустрою, люд;  $y_i$  - ступінь охоплення газопостачанням даного району, (вказується у завданні на проектування, за його відсутності приймати в межах 0,9...1);  $q_{i,z}$  - норма витрати тепла населенням, МДж/люд.рік [16, табл.2];  $Q_i$  - нижча теплота згорання палива( за відсутності даних про хімічний склад палива необхідно приймати 34 МДж/м<sup>3</sup>).

### 5.3.2. Річні витрати газу комунальними та громадськими підприємствами

Для пралень формула річних витрат газу, м<sup>3</sup>/рік

$$Q_i = \frac{100 \cdot z_n \cdot N \cdot q_n \cdot y_i}{1000 \cdot Q_i}, \quad (5.4)$$

де **100** - кількість білизни в кг розрахунку на 1-го жителя;  $z_n$  - ступінь охоплення пральними населення міста (0,3...1);  $y_i$  - ступінь охоплення пралень газопостачанням (0,8...1);  $N$ — сумарна кількість населення для всього міста, люд;  $q_n$  - питома витрата теплоти в пральнях на прання, сушіння, прасування, МДж/люд.рік [16, табл.2];  $Q_n$  - теплота згорання газу, МДж/м<sup>3</sup>.

**Річна витрата газу в лазнях**, м<sup>3</sup>/рік, визначається за формулою



$$Q_{\text{Е}} = \frac{52 \cdot z_{\text{в}} \cdot N \cdot q_n \cdot y_i}{Q_i}, \quad (5.5)$$

де 52 – число відвідування лазні одним жителем на рік;  $z_n$  – частка населення, які користуються лазнями;  $y_i$  – ступень охоплення лазень газопостачанням (0,8...1);  $N$  – кількість населення сумарне для всього міста, люд;  $q_n$  – питома витрата теплоти в лазнях,  $q_n = 50$  МДж/люд.рік [16, табл.2];  $Q_H$  – теплота згорання газу, МДж/м<sup>3</sup>.

**Річна витрата газу закладами громадського харчування**, м<sup>3</sup>/рік, визначається за формулою

$$Q_{\text{А.О.}} = \frac{360 \cdot z_{\text{ЕО}} \cdot N \cdot q_{\text{ЕО}} \cdot y_i}{Q_i}, \quad (5.6)$$

де  $z_{\text{з.х}}$  – частка населення, які регулярно користуються закладами громадського харчування і споживають день один умовний обід і сніданок (вечерю);  $y_i$  – ступень охоплення закладів громадського харчування газопостачанням (0,8...1);  $N$  – кількість населення сумарне для всього міста, люд;  $q_{\text{к.ф}}$  – питома витрата теплоти в закладах громадського харчування, МДж/люд, [16, табл.2]

$$q_{\text{ЕО}} = q_{\text{ЕО}}^{\text{I}} + q_{\text{ЕО}}^{\text{А(Н)}}, \quad (5.7)$$

де  $Q_H$  – теплота згорання газу, МДж/м<sup>3</sup>.

**Річна витрата газу на хлібозаводах і пекарнях**, м<sup>3</sup>/рік, визначається за формулою

$$Q_{\text{О.С}} = (0.6...0.8) \frac{365 \cdot z_n \cdot N \cdot q_{\text{О.С.}} \cdot y_i}{1000 \cdot Q_i}, \quad (5.8)$$

де 0,6...0,8 – добове споживання хлібобулочних виробів на 1000 жителя, т;  $y_i$  – ступень охоплення лазень газопостачанням (0,8...1);  $N$  – кількість населення сумарне для всього міста, люд;  $q_{\text{х.з.}}$  – питома витрата теплоти, МДж/м на 1 т виробів [16, табл.2];  $Q_H$  – теплота згорання газу, МДж/м<sup>3</sup>.

**Річна витрата газу в закладах охорони здоров'я**, м<sup>3</sup>/рік, визначається за формулою

$$Q_{\text{Л.С.}} = \frac{12 \cdot N \cdot (q_{\text{взл}}^{\text{а}} + q_{\text{взл}}^{\text{АА}}) \cdot y_i}{1000 \cdot Q_i}, \quad (5.9)$$

де 12 – кількість ліжок на 1000 жителів;  $z_n$  – частка населення, які користуються лазнями;  $y_i$  – ступень охоплення лікарень газопоста-



чанням (0,8...1);  $N_i$  – кількість населення сумарне для  $i$ -тої зони за-  
будови, люд;  $(q_{\text{в}}^{\text{в}} + q_{\text{в}}^{\text{г}})$  – питома витрата теплоти в лікарнях на  
приготування їжі і гарячої води, МДж/люд, [16, табл.2];  $Q_H$  - теп-  
лота згорання газу, МДж/м<sup>3</sup>.

### 5.3.3. Річні витрати газу на опалення та вентиляцію

**Річні витрати газу на опалення та вентиляцію громадських, житлових будинків**, м<sup>3</sup>/рік визначається за формулою

$$Q_{i, \text{г}} = 3600 Q_{24}(1+K) \cdot \frac{t_B - t_{\text{н.г}}}{t_B - t_{\text{д.г}}} + z_B \cdot K \cdot K_1 \frac{t_{\text{г}} - t_{\text{н.г}}}{t_{\text{г}} - t_{\text{д.г}}} \cdot \frac{q_{i, \text{г}} \cdot F_{\text{г}} \cdot n_i}{\eta_i \cdot Q_{\text{г}}} \quad (5.10)$$

де  $K$  – коефіцієнт, який враховує витрату газу на опалення гро-  
мадських будівель (за відсутності даних приймати  $K=0,25$ );  $K_1$  - ко-  
ефіцієнт, який враховує витрату тепла на вентиляцію громадських  
будівель, приймати  $K_1=0,6$ ;  $t_B$  – розрахункова температура внутріш-  
нього повітря будівлі чи споруди(для житлових будинків у розраху-  
нках слід приймати 18°C) [25];  $t_{\text{р.о.}}$ ,  $t_{\text{р.в.}}$  – розрахункова температура  
зовнішнього повітря для систем вентиляції (параметри А) та  
централізованого опалення (приймати  $t_{\text{р.о.}}=t_{\text{р.в.}}=19^\circ\text{C}$ )[24, 25];  $t_{\text{с.о}}$  –  
середня температура зовнішнього повітря впродовж опалювального  
періоду [4, ст.27 кол.22];  $z_B$  – середня кількість годин роботи систем  
вентиляції громадських будівель на добу,  $z_B=8...16$  год/доб;  $q_{\text{о.в.}}$  –  
укрупнений показник максимального теплового потоку на опалення  
1 м<sup>2</sup> загальної площі (приймається в залежності від поверховості  
житлових будинків у районі і температурної зони України, в якій  
розташований населений пункт) Вт/м<sup>2</sup> [15, дод.3, табл.2];  $n_0$  – три-  
валість періоду опалення, діб/рік [24, ст.27 кол.22];  $Q_H$  – нижча теп-  
лота згорання палива, МДж/м<sup>3</sup>;  $\eta_0$  – коефіцієнт корисної дії опалю-  
вальних котелень, приймається в межах 0,8-0,85;  $F_{\text{ж}}$  – загальна пло-  
ща всіх будинків у районі, м<sup>2</sup>

$$F_{\text{ж}} = f_{\text{ж}} \cdot N, \quad (5.11)$$

де  $f_{\text{ж}}$  – норма забезпеченості загальною площею, м<sup>2</sup>/люд;  $N$  – кі-  
лькість жителів на кожен квартал;

**Річні витрати газу на централізоване гаряче водопостачання**,  
м<sup>3</sup>/рік від котелень та ТЕЦ будуть складати

$$Q_{\text{г.г.}} = 24 \cdot q_{\text{г.г.}} \cdot N [n_0 + (350 - n_0) \frac{60 - t_{\text{о.г.}}}{60 - t_{\text{д.г.}}} \cdot \beta] \cdot \frac{1}{\eta_{\text{г.г.}} \cdot Q_{\text{г}} \cdot 1000}, \quad (5.12)$$





де  $q_{Г.В.}$  – укрупнений показник середнього теплового потоку на гаряче водопостачання, Вт/люд (приймати в залежності від від норми витрати води на гаряче водопостачання на одну людину за добу [15, дод. 3, табл. 3]);  $t_{Х.П.}$ ,  $t_{Л.П.}$  – температура водопровідної води в літній і зимовий період приймається  $t_{Х.З.}=5$ ,  $t_{Х.П.}=15$  °С;  $N$  – кількість жителів, яка користується централізованим гарячим водопостачанням, люд;  $\eta_{Г.В.}$  – коефіцієнт корисної дії в котельні, приймаємо  $\eta_{Г.В.}=0,8-0,85$ ;  $\beta_1$  – коефіцієнт, який враховує зменшення витрати теплоти на нагрівання води в теплий період, приймати  $\beta_1=0,8$ ;  $Q_H$  – нижча теплота згорання палива, мДж/м<sup>3</sup>.

### 5.3.4. Максимальні годинні витрати газу

Максимальні годинні витрати газу населенням, м<sup>3</sup>/год комунально-побутовим підприємством та комунальним підприємством визначається за формулою

$$Q_{MAX}^{ää} = Q \cdot K_{MAX}^h, \quad (5.13)$$

де  $Q$  – річні витрати газу певною категорією споживачів, м<sup>3</sup>/рік;  $K_{MAX}^h$  – коефіцієнт годинного максимуму, приймається диференційовано для кожного району газопостачання, мережі якого є самостійною системою, гідравлічно не зв'язаною з системами інших районів, [24, табл. 4]

Максимальногодинні витрати газу, м<sup>3</sup>/год в районних котельнях на опалення і вентиляцію житлових та громадських будівель

$$Q_{i.A.}^{ää} = 3600 \frac{(1 + K + K_1 \cdot K) \cdot q_{i.A.} \cdot F_{Ж.}}$$

де  $K$  – коефіцієнт, який враховує витрату газу на опалення громадських будівель (за відсутності даних приймати  $K=0,25$ );  $K_1$  – коефіцієнт, який враховує витрату тепла на вентиляцію громадських будівель, приймати  $K_1=0,6$ ;  $q_{О.В.}$  – укрупнений показник максимального теплового потоку на опалення 1 м<sup>2</sup> загальної площі (приймається в залежності від поверховості житлових будинків у районі і температурної зони України, в якій розташований населений пункт) Вт/м<sup>2</sup> [15, дод.3, табл.2];  $n_0$  – тривалість періоду опалення, діб/рік [24, ст.27 кол. 22];  $F_{Ж}$  – загальна площа всіх будинків у районі, м<sup>2</sup>;



$Q_H$  – нижча теплота згорання палива,  $\text{МДж}/\text{м}^3$ ;  $\eta_0$  – коефіцієнт корисної дії опалювальних котелень, приймається в межах 0,8-0,85.

Максимальна витрата газу на централізоване гаряче водопостачання від централізованих котелень,  $\text{м}^3/\text{год}$ :

$$Q_{\bar{A}\bar{A}}^{\text{MAX}\bar{a}\bar{a}} = \frac{Q_{\bar{A}\bar{A}} \cdot k}{8760}, \quad (5.15)$$

де  $k$  – коефіцієнт нерівномірності водоспоживання, обчислюється за формулою:

$$k = \frac{q_{\bar{\lambda}\bar{\lambda}\bar{O}\bar{a}\bar{a}}}{q_{\bar{N}\bar{A}\bar{D}\bar{a}\bar{a}}}, \quad (5.16)$$

де  $q_{\bar{N}\bar{A}\bar{D}\bar{a}\bar{a}}$  середня годинна норма гарячого водоспоживання,  $\text{м}^3/\text{год}$ , визначається за формулою:

$$q_{\bar{N}\bar{A}\bar{D}\bar{a}\bar{a}} = \frac{q_{\bar{a}\bar{a}}}{24}, \quad (5.17)$$

де  $q_{\bar{a}\bar{a}}$  – норма добового водоспоживання для житлових будинків, яка визначається за [3];  $q_{\bar{\lambda}\bar{\lambda}\bar{O}\bar{a}\bar{a}}$  – максимальна годинна норма водоспоживання,  $\text{м}^3/\text{год}$ , що визначається за формулою:

$$q_{\bar{\lambda}\bar{\lambda}\bar{O}\bar{a}\bar{a}} = \frac{q_{\bar{a}\bar{a}}}{24} \quad (5.18)$$

#### 5.4. Газорегуляторні пункти і установки

Зв'язок між газопроводами різних тисків, які входять в багатоступеневу систему газопостачання, забезпечують тільки через газорегуляторні пункти (ГРП) або установки (ГРУ). Вони призначення для зниження тиску газу і підтримання його на заданому рівні незалежно від коливань витрати газу і його тиску на вході в ГРП чи ГРУ. Одночасно провадиться очищення газу від механічних домішок, а при необхідності здійснюється й облік витрати газу. ГРП споруджують на розподільних мережах населених пунктів або підприємств для забезпечення газом не менш двох споживачів, а ГРУ монтують безпосередньо в споживача газу для газопостачання окремого об'єкта (цеху, котельні, печі тощо).

ГРП розміщують, як правило, в окремо розміщених будинках або шафах на неспалюваних опорах. Крім того, залежно від тиску й



призначення вони можуть розміщатися в прибудовах до неспалювальних будинків, у шафах на глухих стінах будинків або в особливих випадках в убудованих приміщеннях одноповерхових виробничих будинків, споруджених з вогнестійких матеріалів. ГРУ звичайно розміщують безпосередньо в приміщенні, де встановлені агрегати споживання газу, а іноді в прибудові до будинку або у вогнетривкій шафі на стіні будинку.

Залежно від величини вхідного тиску розрізняють ГРП і ГРУ середнього (до  $3 \text{ кгс/см}^2$ ) і високого (від 3 до  $12 \text{ кгс/см}^2$ ) тиску. За значенням ГРП можуть бути загальноміськими, районними, квартальними й об'єктними. Принципова схема ГРП представлена на рис. 5.3. До складу ГРП (ГРУ) входять:

1) регулятор тиску 8, що знижує тиск газу й підтримує його на заданому рівні незалежно від зміни витрати й коливань тиску газу до регулятора;

2) запобіжний запірний клапан 7, установлений перед регулятором для відсічення подачі газу при неприпустимому підвищенні або зниженні тиску газу за регулятором;

3) запобіжний скидний пристрій 10 (гідравлічного або пружинно-клапанного типу), призначений для скидання в атмосферу частини газу при незначному перевищенні вихідного тиску з метою попередження спрацьовування запобіжного запірного клапана;

4) фільтр 4, що забезпечує очищення газу від механічних домішок (іржі, окалини, пилу тощо);

5) пристрої відключення (засувки або крани);

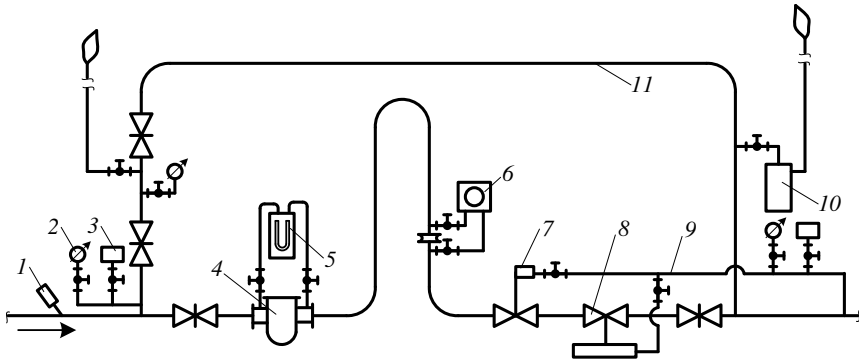
6) контрольно-вимірювальні прилади (КВП), що забезпечують вимірювання, а при необхідності й реєстрацію температури газу на вході й тисків газу на вході й виході з ГРП. При необхідності обліку витрати газу в комплект КВП входить газовий лічильник 6, що може бути встановлений перед регулятором або за ним.

Для забезпечення подачі газу споживачам у період ремонту обладнання ГРП передбачений обвідний газопровід (байпас) із двома пристроями відключення. При наявності в ГРП двох і більше технологічних ниток з основним устаткуванням обвідний газопровід не монтується.

Шафи (шафові ГРП) повинні бути з негорючих матеріалів (метал, залізобетон, азбестоцемент і т.ін.), мати в нижній і верхній частинах отвори для вентиляції і розташовуватися на висоті, зручній



для обслуговування і ремонту обладнання. Шафові ГРП продуктивністю понад 10 куб. м/г, які застосовуються в системах газопостачання міст і сільських населених пунктів, повинні мати дві лінії регулювання газу - робочу і резервну.



**Рис. 5.3. Схема газорегуляторного пункту**

1 – термометр; 2 – показуючий манометр; 3 – реєструючий манометр; 5 – рідинний манометр (для фільтра); 4 - фільтр; 6 - вузол обліку витрати газу; 7 - запобіжно-запірний клапан; 8 - регулятор тиску; 9 - імпульсний газопровід вихідного тиску; 10 - гідравлічний скидний пристрій; 11 - обвідний газопровід (байпас)

Шафові ГРП повинні мати три ступеня захисту споживача від підвищення тиску газу (регулятор, запобіжно-викидний клапан, запобіжно-запірний клапан) і два ступеня захисту від зниження тиску газу (регулятор, запобіжно-запірний клапан). Для підвищення надійності роботи обладнання шафового ГРП слід передбачати в його конструкції фільтр очищення газу. Приміщення ГРП (ГРУ) повинні бути оснащені сигналізаторами на загазованість цих приміщень.

#### 5.4.1. Визначення оптимальної кількості ГРП

У міському населеному пункті кількість ГРП визначається окремо для кожного з адміністративних районів шляхом складних техніко-економічних розрахунків [15]. Вона суттєво на металоємність і капітальні вкладення в мережу низького тиску.

Визначення кількості ГРП залежить від площі, щільності населення, кількості поверхів забудови, розрахункової витрати газу, перепаду тиску в мережі, вартості газорегуляторних пунктів тощо.



Оптимальну кількість ГРП знаходять за формулою

$$N = \frac{Q_{\text{д.д.}}^{\text{MAX}\ddot{a}\ddot{a}\ddot{a}}}{Q_{\text{ГРП}}}, \quad (5.19)$$

де  $Q_{\text{д.д.}}^{\text{MAX}\ddot{a}\ddot{a}\ddot{a}}$  - рівномірно розподілене навантаження району, який обслуговується гідравлічно зв'язаною мережею газопроводів низького тиску, м<sup>3</sup>/год;  $Q_{\text{ГРП}}$  - оптимальна продуктивність одного ГРП, м<sup>3</sup>/год.

Оптимальне навантаження на ГРП, м<sup>3</sup>/год, відповідно до методики, запропонованої О.Іонінім [15] визначається за формулою

$$Q_{\text{ГРП}} = \frac{P \cdot e \cdot R_{\text{ГРП}}^2}{5000}, \quad (5.20)$$

де  $P$  - щільність населення у відповідному районі забудови, люд/га

$$P = \frac{N}{F_3}, \quad (5.21)$$

де  $N$  - кількість мешканців у районі, люд.;  $F_3$  - площа забудови у районі, га(визначається за генпланом);  $e$  – питома годинна витрата газу на 1-у людину, м<sup>3</sup>/год.люд

$$e = \frac{Q_{\text{д.д.}}^{\text{MAX}\ddot{a}\ddot{a}\ddot{a}}}{N}, \quad (5.22)$$

де  $Q_{\text{д.д.}}^{\text{MAX}\ddot{a}\ddot{a}\ddot{a}}$  - загальна витрата споживачами газу з мережі низького тиску, м<sup>3</sup>/год;

$R_{\text{ГРП}}$  - оптимальний радіус дії ГРП, м

$$R_{\text{ГРП}} = 6.5 \frac{B^{0.388} (0.1 \cdot \Delta P)^{0.0881}}{\varphi^{0.245} (P \cdot e)^{0.143}}, \quad (5.23)$$

де  $B$  – вартість одного ГРП, тис.грн;  $\Delta P$  – розрахунковий перепад тиску в мережі: для багатоповерхової 1200 Па, для малоповерхової – 1500 Па [16];  $\varphi$  – коефіцієнт густоти мережі низького тиску, м<sup>-1</sup>

$$\varphi = 0.0075 + 0.003 \frac{P}{100}, \quad (5.24)$$

Фактичні витрати газу 1-ю ГРП, м<sup>3</sup>/год, складають:



$$Q = \frac{Q_{IA}^{\dot{O}} + Q_{AA}^{\dot{O}}}{N_{ABi}^{\dot{O}}} \quad (5.25)$$

Кількість котелень, для забезпечення району опаленням і гарячим водопостачанням буде становити

$$N_{\dot{E}.o.} = \frac{(Q_{IA}^{\dot{O}} + Q_{AA}^{\dot{O}})}{Q_{\dot{E}.o.}} \quad (5.26)$$

де  $Q_{k.x.}$  – витрата котла.

Фактичні витрати газу 1-ю котельнею, м<sup>3</sup>/год, складають

$$Q_{\dot{E}.o.}^{\dot{O}} = \frac{Q_{IA}^{\dot{O}} + Q_{AA}^{\dot{O}}}{Q_{\dot{E}.o.}} \quad (5.27)$$

### 5.5. Трасування газових мереж

З метою забезпечення безперебійності газопостачання варто проектувати кільцеві й 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. Мережі й споруди необхідно проектувати з урахуванням черговості їхнього будівництва й подальшого розвитку. Проектуючи трасу газопроводу по незабудованих територіях, потрібно враховувати можливість і характер майбутньої забудови.

Газопроводи високого тиску трасують по окраїні населеного місця або по районах з малою щільністю населення, а газопроводи середнього й низького тиску – по всіх вулицях, причому газопроводи більших діаметрів по можливості варто прокладати по вулицях з неінтенсивним рухом.

Газові мережі звичайно прокладають у землі (підземні прокладки). На територіях промислових і комунально-побутових підприємств можливе застосування надземної прокладки по стінах і дахах будинків, по колонах й естакадам. Допускається надземна прокладка внутрішньоквартальних (дворових) газопроводів на опорах і по фасадах будинків.

Дозволяється прокладати два й більше газопроводи в одній траншеї, але в цьому випадку відстані між газопроводами у світлі варто



призначати з умов зручності монтажу й ремонту трубопроводів (не менш 0,4 м при діаметрах труб до 300 мм включно й не менш 0,5 м при більших діаметрах). Безшовні труби на таких ділянках повинні виходити на 5 м за межі будинків і споруд із кожної сторони.

Арматура, яка встановлюється на газопроводах, варто розташовувати не ближче 2 м від краю пересічних комунікацій і споруд. При перетинанні газопроводами каналів тепломережі, каналізаційних колекторів і тунелів їх прокладають у футлярах, що виходять за зовнішні стінки пересічних споруд на 2 м з кожної сторони. Переходи газопроводів через ріки, канали й інші водні перешкоди здійснюються підводними (дюкерами) і надводними (по мостах, естакадам й ін.) способами.

Газопроводи, що транспортують вологий газ, прокладають нижче рівня промерзання ґрунту (вважаючи до верху труби). Для стоку й видалення вологи їх кладуть із уклонами не менш 0,002 й у нижніх точках розміщують збірники конденсату. Газопроводи, що транспортують осушений газ, прокладають у зоні промерзання ґрунту на глибині не менше 0,8 м від поверхні землі (до верху газопроводу або футляра). У місцях, де не передбачений рух транспорту, глибину прокладки допускається зменшувати до 0,6 м. При виборі кількості й місць розміщення ГРС і ГРП необхідно враховувати підтримку заданого режиму роботи газових мереж, можливість дублювання одних споруд іншим при аварії, дотримання оптимальної відстані до найбільш важливих точок, що живляться даними спорудами. Для наближених розрахунків рекомендується приймати відстань між ГРС по зовнішньому кільцю мережі в межах 10...15 км, якщо на кожен кілометр довжини кільця в середньому доводиться 50...100 тис. м<sup>3</sup> витрати газу в 1 добу., радіус дії ГРП 500...1000 м і пропускну здатність одного ГРП 500...5000 м<sup>3</sup>/год.

## 5.6. Гідравлічний розрахунок газопроводів

Мета розрахунку – визначення діаметрів трубопроводів для проходження розрахункової (максимально-годинної) витрати газу при допустимих втратах тиску (це так звана пряма задача гідравлічного розрахунку), або, навпаки, - знаходження втрат тиску при транспортуванні необхідної кількості газу по існуючих трубопроводах (обернена задача). При проектуванні систем газопостачання, як



правило, вирішують пряму задачу, а при її реконструкції обернену. Вимогами нормативних документів [16] гідравлічний розрахунок газопроводів необхідно переважно виконувати за допомогою ЕОМ. При неможливості або недоцільності гідравлічний розрахунок дозволяється виконувати за допомогою номограм [15 дод.8, 9; 1].

Нижче приведено методику гідравлічного розрахунку газопроводів за допомогою номограм.

### **5.6.1. Методика розрахунку газопроводів високого (середнього тиску)**

Джерелом газопостачання мереж високого(середнього) тиску є газорозподільні станції (ГРС), кількість яких визначається в залежності від чисельності населення, яке забезпечується сітьовим природним газом, а тиск газу на виході з ГРС – у відповідності з прийнятою структурною схемою газової мережі.

Гідравлічний режим роботи газопроводів признають, виходячи з умов максимального використання розрахункового перепаду тиску. Доцільною і економічно обгрунтовано вважається така втрата тиску в мережі – не більше 40% від абсолютного значення тиску газу на виході з джерела. Наприклад, у розподільній мережі газопроводів високого тиску II категорії (тиск газу на виході з ГРС – 0,7 МПа) максимально-допустимий перепад тиску становить 0,28 МПа, тобто на вході у сітьові газорегуляторні пункти (ГРП), інші найбільш віддалення від ГРС споживачі допускається мінімальний тиск 0,42 МПа. Для мережі середнього тиску це відповідно 0,4; 0,16; і 0,24 МПа.

### **5.6.2. Гідравлічний розрахунок розподільчих мереж в аварійному режимі**

Розрахунок тупикових розподільчих мереж виконують у наступній послідовності:

1. Визначають розрахункові витрати газу в розрахункових точках.
2. Визначають розрахункову витрату газу (табл.5.2) при аварійному режимі, м<sup>3</sup>/год





$$Q_{\delta}^{\hat{a}\hat{a}} = 0,59 \cdot \sum K_{\hat{a}\hat{a}} \cdot Q_i, \quad (5.28)$$

3. Креслять розрахункові схеми газопроводів, 2-х аварійних режимів при перекритті найбільш невідгідних ділянок для транспортування газу, на яку наносять:

а) місця розміщення ГРС, зосереджених споживачів із вказівкою їх шифрів і навантажень ;

б) розрахункові витрати і геометричні довжини ділянок.

Таблиця 5.2

Перерахунок розрахункових витрат газу при аварійному режимі

№ точки	Коефіцієнт за-безпеченості	Розрахункова витрата, м <sup>3</sup> /год	Витрати при аварій-ному режимі, м <sup>3</sup> /год
1	0,7 (котельні, комунальні за-клади, житлова забудова)	20000	14000
2	1(підприємства)	25000	2500

4. Визначаємо середні питомі втрати тиску, кПа<sup>2</sup>/м по напрямку від точки живлення до кінцевої точки, при повному використанні розрахункового перепаду (для двох аварійних режимів)

$$A_{\hat{a}\hat{a}\delta} = \frac{P_{\hat{a}}^2 - P_{\hat{a}}^2}{1.1 \sum l_{\hat{a}}}, \quad (5.29)$$

5. Для меншого значення середніх питомих втрат тиску  $A_{\hat{a}\hat{a}\delta}$  і розрахункової витрати газу при аварійному режимі  $Q_{\delta}^{\hat{a}\hat{a}}$ , при  $l_{\delta} = 100$  м , визначаємо за номограмою середній діаметр газопро-воду при аварійному режимі на всіх ділянках мережі -  $d_{\hat{a}\hat{a}\delta}$ , мм.

6. Виконуємо гідравлічний розрахунок двох варіантів аварійних режимів (табл.5.3, 5.4).

а) маючи розрахункову витрату газу починаючи з кінця тупикової мережі знаходимо розрахункові витрати газу на ділянках і заносимо їх в таблицю;

б) знаходимо розрахункову довжину кожної ділянки  $l_{\delta} = 1.1 \cdot l_{\hat{a}}$ ;



в) знаючи витрату, довжину і діаметр знаходимо дійсні питомі витрати тиску на ділянці за номограмою. Якщо довжина більше 100 м за розрахункову довжину приймаємо 100 м при цьому знайшовши коефіцієнт зменшення довжини  $l_d/100$ ;

г) якщо виконувалось корегування довжиною виконуємо перерахунок питомої різниці квадратів тисків

$$(P_I^2 - P_E^2) = (A_a \cdot 100) \cdot \frac{l}{100}, \quad (5.30)$$

д) розраховуємо тиск газу в кінцевих точках ділянки.

$$P_E = \sqrt{P_I^2 - (P_I^2 - P_E^2)}, \quad (5.31)$$

Таблиця 5.3

Гідралічний розрахунок мережі середнього тиску в аварійному режимі

№ ділянки	$Q_p^{ав}$ , м <sup>3</sup> /год	$l_2$ , м	$l_p$ , м	$d$ , мм	$A_d \cdot 100$ , кПа	$(P_I^2 - P_K^2)$ , кПа <sup>2</sup>	$P_{II}^2$ , кПа <sup>2</sup>	$P_K^2$ , кПа <sup>2</sup>	$P_{II}$ , кПа	$P_K$ , кПа
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

е) визначаємо нев'язку

$$e = \frac{P_E - P_D}{P_D} \cdot 100\%, \quad (5.32)$$

яка повинна становити не більше 10%. Інакше змінюємо діаметри на розрахункових ділянках, але не більше ніж на один сортамент.

є) визначаємо диктуючий варіант з двох аварійних режимів.

ж) виконуємо розрахунок відгалужень, при розрахунку відгалужень тиск на початку приймаємо менший з двох величин розрахованих при двох аварійних режимах.

Таблиця 5.4

Розрахунок відгалужень мережі середнього тиску в аварійному режимі

№ ділянки	$Q_d$ , м <sup>3</sup> /год	$l_a$ , м	$l_d$ , м	$P_I$ , кПа	$A_{дв} = \frac{P_I^2 - P_E^2}{l_d}$ , кПа	$d$ , мм	$A_a \cdot 100$ , кПа	$P_E^2$ , кПа <sup>2</sup>	$(P_I^2 - P_E^2)$ , кПа <sup>2</sup>	$P_E$ , кПа

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----

Мінімальний розрахунковий діаметр газопроводів згідно вимог [15] приймають не менший за 50 мм. Для вуличних газопроводів сільських населених пунктів умовний діаметр не повинен бути меншим 40мм.

Після виконання гідравлічного розрахунку на розрахунковій схемі вказують діаметри труб ділянок, а також величини тисків у вузлових точках.

### ***5.6.3. Гідравлічний розрахунок розподільних мереж при нормальному режимі***

Розрахунок кільцевих мереж виконують у наступній послідовності (табл..5.5.):

1. Біля кожного споживача ставимо розрахункову витрату газу і нумеруємо вузли. Визначаємо загальну витрату газу.
2. Серед двох аварійних режимів за диктуючий приймають той, що має меншу нев'язку, і відповідно згідно нього розраховані діаметри переносять на ділянки для нормального режиму, а також діаметр ділянки, що була аварійною для іншого аварійного режиму.
3. Здійснюють попередній розподіл потоків газу.
4. Визначають точку зустрічі потоків, яку необхідно прийняти приблизно на однаковій відстані від джерелі живлення.
5. Обирають напрям руху потоків на кожній ділянці і вказують напрям руху на схемі.
6. Визначають витрати газу на окремих ділянках мережі.
7. Розподіляють витрати так, щоб витрата на сусідніх ділянках точки зустріч потоків були приблизно однаковими, тоді ці ділянки будуть близькими до взаємозамінних.
8. Розглядаємо два півкільця (за і проти годинникової стрілки). За розрахунковими витратами газу  $Q_{\delta}$  для  $i$ -ї ділянки, діаметром газопроводів  $d$  та розрахунковою довжиною  $l_{\delta} = 100$ , за но-

могriamo визначаємо питомі втрати тиску та розрахунковий перепад тиску на ділянці.

Таблиця 5.5

Гідравлічний розрахунок мережі середнього тиску нормальний режим

№ ділянки	$d$ , мм	$l_{\delta}$ , м	Попередній розрахунок			
			$Q_{\delta}$ , м <sup>3</sup> /год	$A_{\bar{A}} \cdot 100$ , кПа	$(P_I^2 - P_E^2)$ , кПа <sup>2</sup>	$\Delta$
1	2	3	4	5	6	7

№ ділянки	Кінцевий розрахунок							
	$\Delta Q_E$ , м <sup>3</sup> /год	$Q_{\delta i}$ , м <sup>3</sup> /год	$A_{\bar{A}} \cdot 100$ , кПа	$(P_I^2 - P_E^2)$ , кПа <sup>2</sup>	$P_I^2$ , кПа <sup>2</sup>	$P_E^2$ , кПа <sup>2</sup>	$P_I$ , кПа	$P_E$ , кПа
1	8	9	10	11	12	13	14	15

$$\Delta = \frac{(P_I^2 - P_E^2)}{Q_p}, \quad (5.33)$$

10. Визначаємо нев'язку для попереднього розрахунку

$$\delta = \frac{\sum (P_I^2 - P_E^2)' - \sum (P_I^2 - P_E^2)''}{0.5 \sum [(P_I^2 - P_E^2)' + (P_I^2 - P_E^2)'']} \cdot 100\%, \quad (5.34)$$

Якщо нев'язка перевищує 10 %, визначаємо витрату необхідну для ув'язки  $\Delta Q_k$ , якщ менше розрахунок завершуємо.  $\sqrt{(P_I^2 - P_E^2)}$  береться зі знаком «+» для півкільця, що має спрямування потоків за годинниковою стрілкою, і зі знаком «-», якщо проти.

11. Зменшуємо витрати на величину

$$\Delta Q_E = \frac{\sum (P_I^2 - P_E^2)' - \sum (P_I^2 - P_E^2)''}{2(\sum \Delta' + \sum \Delta'')} \cdot 100\%, \quad (5.35)$$

12. Виконуємо кінцевий розрахунок.

13. Виконуємо розрахунок відгалужень .

## 5.7. Труби для газопроводів



В сучасних умовах для прокладки газових мереж різного призначення використовуються сталеві (безшовні й зварені) і пластмасові (поліетиленові й вінілпластові) труби. Їхні діаметри й довжина в значній мірі залежать від кількості й розташування ГРС.

Сталеві труби виготовляють із добре зварюємих маловуглеродистих сталей. Максимальний зміст вуглецю в сталі не повинне перевищувати 0,27%, сірки – 0,05, фосфору – 0,04. Діаметр газопроводів і товщину їхніх стінок визначають розрахунком, однак незалежно від розрахунку товщина стінок надземного газопроводу повинна бути не менш 2 мм, а підземного – 3; мінімальний діаметр підземних газопроводів: 50 мм – для розподільних мереж, 25 – для відгалужень до споживачів. На практиці застосовують сталеві безшовні гарячедеформовані труби зовнішнім діаметром 57...426 мм. Переваги цих труб є сталість механічних властивостей по всьому периметрі поперечного перерізу.

На практиці застосовуються труби сталеві електрозварні прямошовні із зовнішнім діаметром від 426 до 1620 мм та товщиною стінки від 7 до 16 мм, зі спіральним швом діаметром 159...1220 мм, сталеві безшовні холодно- і теплодеформовані зовнішнім діаметром 10...45 мм; сталеві водогазопровідні труби, виготовлені на безперервних верстатах діаметром 10...150 мм.

Сталеві газопроводи, що прокладають у землі, з'єднують зварюванням (ручною дуговою, автоматичною електричною під флюсом і газовою). Нарізні з'єднання труб й арматури при підземних прокладках газопроводів не допускаються. Фланцеві з'єднання допускаються тільки в колодязях, у місцях установки арматури із фланцями, а також при установці компенсаторів й інших деталей.

Для підземних газопроводів використовуються головним чином поліетиленові (зовнішнім діаметром до 630 мм) і вінілпластові (діаметром до 150 мм) труби. До недоліків пластмасових труб варто віднести високий коефіцієнт лінійного розширення й обмеженість температурних меж, у яких вони можуть працювати: від -60 до ...40°C – для поліетиленових і від 0 до ...45°C – для вінілпластових труб.

Під час будівництва та експлуатації газових мереж і споруд особлива увага приділяється питанням охорони праці. Це пов'язано з особливостями природного газу. Основну частину природного газу



складає метан ( $\text{CH}_4$ ) — до 98 %. До складу природного газу можуть також входити більш важкі вуглеводні. Природний газ не має кольору і запаху. Щоб можна було визначити витік газу за запахом, до нього перед подачею споживачам додають одорант — речовину з різким специфічним запахом, зокрема етилмеркаптан. У магістральних газопроводах транспортується неадоризований газ, оскільки одорант належить до агресивних речовин, що спричиняють корозію стінок сталевих труб.

Природний газ за певних концентрацій може згоряти зі швидкістю вибуху, спричиняти велику руйнацію, пожежу та нещасні випадки. Вибухонебезпечність горючого газу у суміші з повітрям характеризується нижньою концентраційною межею вибуховості (НКМВ) і верхньою концентраційною межею вибуховості (ВКМВ). НКМВ газоповітряної суміші – це найменша кількість горючого газу в об'ємі повітря, нижче від якої вибух не станеться, бо суміш стає тільки пожежонебезпечною. Суміш, що відповідає ВКМВ, є багатою, бо має надлишок газу, нестачу окисника, а відтак здатна тільки горіти. Зону розміщену між НКМ і ВКМ вибуху називають зоною спалаху або межею вибуху.

Природний газ має вибухонебезпечну концентрацію суміші газу з повітрям від 5 % до 15 % об'ємних частин, а також температуру займання 650 °С. Природний газ створює отруйну дію на організм людини. Він легше за повітря в 1,8 раз, тому при витокі не збирається в низинах, а підіймається вгору.

„Правила безпеки систем газопостачання України” (ДНАОП 0.00-1.20-98) встановлюють вимоги до проектування, будівництва і експлуатації систем газопостачання, які використовують як паливо природні гази (газових і газонафтових родовищ), газоповітряні суміші на їх основі з надмірним тиском не більш 1,2 МПа (12 кгс/кв. см), зріджені вуглеводні гази (далі - ЗВГ) з надмірним тиском не більше 1,6 МПа (16 кгс/кв. см).

Не допускається приймання в експлуатацію незакінчених будівництвом об'єктів, в тому числі підземних сталевих газопроводів і резервуарів, не забезпечених захистом від електрохімічної корозії.

Газопровід повинен укладатися на основу з малозащемлювального ґрунту товщиною не менше 200 мм і присипатися цим же ґрунтом на висоту не менше 300 мм. При великих очікуваних дефор-



маціях земної поверхні, визначених розрахунком, газопроводи необхідно прокладати надземним або наземним способом.

Приєднання (врізання) новозбудованих газопроводів підприємств до діючих розподільних газопроводів населених пунктів, експлуатація яких здійснюється СПГГ, повинно здійснюватися тільки підрозділами СПГГ. Роботи з приєднання проводяться на підставі заявки власника (замовника) і при наявності акта прийняття газопроводу в експлуатацію.

Приєднання до діючих газопроводів новозбудованих газопроводів, ГРП, відводів (вводів) до житлових і громадських будинків, промислових і сільськогосподарських підприємств, котелень, підприємств житлово-комунального та побутового призначення та інших об'єктів, а також газових мереж в середині будівель повинно проводитись під час пуску газу в ці газопроводи або об'єкти. До приєднання новозбудованих розподільних газопроводів до ГРП, відводів (вводів) в кінці кожного приєднуваного газопроводу повинні ставитися заглушки на зварюванні. Якщо в кінці приєднуваного газопроводу є вимикальний пристрій, після нього встановлюється інвентарна заглушка. Вводи і ввідні газопроводи в будинки до приєднання їх до діючих повинні бути відсічені від внутрішніх газопроводів з установкою заглушки після останнього вимикального пристрою на них.

Газопровід приєднують під тиском газу від 200-1200 Па. При більш низькому тиску існує небезпека падіння його до нуля і проникнення в трубопровід повітря в той момент, коли в діючому газопроводі отвір вже вирізаний, але не перекритий газопроводом, що приєднується.

При тиску, більшому за 1200 Па не можна проводити різку і зварювання газопроводу, тому що полум'я, яке вибивається із прорізаної щілини важко погасити і воно може причинити опіки персоналу, а зварюваний шов при цьому виходить пористим і крихким. Газопроводи до діючих мереж середнього і високого тиску приєднують при зниженні тиску до 600-1000 Па за допомогою найближчих засувок і викиду газу в атмосферу. Без зниження тиску також можна приєднувати (наприклад, щоб не відключати споживачів), але ця операція потребує спеціальних пристроїв. Приєднання до газопроводів із звільненням їх від газу використовують рідко, в тих випад-



ках, коли роботу виконувати при наявності тиску газу в трубопроводі забороняється (наприклад, поряд працюючих котельень і печей).

З'єднання сталевих труб повинно проводитися електродуговими методами зварювання. Газове зварювання допускається тільки для газопроводів надземної прокладки тиском до 0,3 МПа (3 кгс/кв.см) діаметром не більше 100 мм. Зварні шви не повинні мати підрізів і непроварів. При газовому різанні або зварюванні на діючих газопроводах для попередження утворення високого полум'я місця виходу газу повинні замазуватися глиною з азбестовою крихтою.

Газове різання і зварювання на діючих газопроводах при приєднанні до них газопроводів і їх ремонт повинні проводитися при тиску газу 40-150 даПа (40-150 мм вод.ст.). Наявність вказаного тиску повинна перевірятися протягом всього часу виконання роботи. При зниженні тиску нижче 40 даПа (40 мм вод.ст.) і підвищенні його понад 150 даПа (150 мм вод.ст.) різання або зварювання слід припинити.

Для контролю за тиском в місці проведення робіт повинен встановлюватися або використовуватися манометр, розміщений на відстані не більше 100 м від місця проведення робіт. При виконанні робіт із встановлення додаткового обладнання на діючих внутрішніх газопроводах зварювання і різання слід провадити на відключених ділянках, які повинні бути продуті повітрям або інертним газом.

Продувку газопроводів (видалення із нього повітря і наповнення його газом) проводять негайно після приєднання до діючого газопроводу. Для цього в кінці приєданого газопроводу встановлюють спеціальну трубку (продувну свічку) або використовують відвідні трубки із конденсатозбірників. Висота свічок (для продування) над поверхнею землі повинні бути біля 2,5 м, а їх число і діаметр залежить від довжини і діаметру газопроводу, що приєднується. Продувку починають поступовим відкриванням біля місця приєднання і кранів або засувки на продувочних свічках. При відсутності засувки в вузлі приєднання продувку починають відкриванням кранів на продувочних свічках. Завершення продувки визначають шляхом аналізу газу, що виходить.

Пуск газу в газопровід, якщо не перевірені оглядом його цілісності, справності газового обладнання і не проведене контрольне опресовування, забороняється. Газопроводи при пуску газу повинні





продуватися газом до витіснення всього повітря. Закінчення продування визначається аналізом або спалюванням відібраних проб.

Об'ємна частка кисню в пробі газу не повинна перевищувати 1%, а згорання газу повинно проходити спокійно, без хлопання. При звільненні від газу газопроводи повинні продуватися повітрям або інертним газом до повного витіснення газу. Закінчення продування визначається аналізом. Залишкова об'ємна частка газу в продувному повітрі не повинна перевищувати 1/5 НКМВ.

Пуск газу у внутрішні газопроводи і до газових приладів новозбудованих житлових будинків (або після їх капітального ремонту) повинен проводитись до заселення мешканців у будинок. Після пуску газу крани перед приладами повинні бути відключені і опломбовані.

В мережу житлового будинку газ пускають тільки після заселення квартир. При цьому, мешканців ознайомлюють з правилами користування газовими пристроями і видають інструкції для кожного пристрою, які містять вказівки по їх експлуатації і основні вимоги їх безпечної експлуатації. В газопроводах громадських будівель і будинків суспільного користування газ допускається пускати при наявності персоналу, навченого правилам експлуатації газового обладнання. Газ абонентам включає представник організації, що експлуатує газові мережі міста. При підключенні об'єкта, газопроводи продувають газом до повного витіснення повітря.

В разі виникнення розривів в стиках (зварювальних швах), проникаючої корозії труби, розгерметизації фланцевих з'єднань, псуванні засувки, арматури і обладнання, газ крізь нещільності, що утворилися, проникає в ґрунт. Під дією тиску, або в результаті меншої питомої ваги по відношенню до повітря він рухається вгору, намагаючись вийти в атмосферу. Зустрічаючи на своєму шляху щільне дорожнє покриття або насичений вологою ґрунт, що промерз, газ може відхилитися від місця протікання на десятки, а то і сотні метрів. Досягнувши колодязів підземних споруд, каналів або тунелів, газ накопичується в них. В результаті може утворюватися вибухонебезпечна концентрація.

Для своєчасного виявлення і знаходження місць протікання, за станом газопроводів, їх обладнання і арматурою встановлюють систематичний нагляд. Технічний стан зовнішніх газопроводів і споруд повинен контролюватися комплексом заходів (обходом, комплекс-



ним обстеженням за допомогою приладів, вимірювань потенціалів та ін.).

При обході надземних газопроводів повинні виявлятися витoki газу, порушення кріплення, провисання труб, перевірятися стан запірних пристроїв, ізолюючих фланцевих з'єднань, пофарбування газопроводів та ін. Періодичність обходу розподільних надземних газопроводів встановлюється власником деференційно залежно від технічного стану газопроводу, але не рідше 1 разу на 3 місяці.

При обході підземних газопроводів (у т.ч. з поліетиленових труб) повинен перевірятися стан газопроводів і виявлятися витікання газу за зовнішніми ознаками; перевірятися за допомогою приладів (газоаналізатором або газошукачем) на наявність газу всі колодязі і контрольні трубки, а також колодязі, камери інших підземних комунікацій, підвали будинків, шахти, колектори, підземні переходи, розташовані на відстані до 15 м по обидва боки від осі газопроводу; перевірятися стан настінних вказівників і орієнтирів газових споруд; очищатися кришки газових колодязів і коверів від снігу, льоду і забруднень; оглядатися стан місцевості вздовж траси газопроводу з метою виявлення обвалу ґрунту, розмиву його талими або дощовими водами; контролюватися умови виконання земляних і будівельних робіт, які проводяться в смузі 15 м по обидва боки від осі газопроводу з метою попередження і усунення його пошкодження; виявлятися випадки будівництва будинків і споруд на відстані від газопроводу меншій, ніж це передбачено будівельними нормами і правилами. Водночас обхідник повинен перевірити зовнішнім оглядом стан установок ЕХЗ.

Для контролю стану підземних газопроводів застосовують метод їх обслідування за допомогою приладів, котрий проводять не рідше 1 разу в 5 років. Він включає в себе перевірку стану ізоляційного покриття газопроводу і перевірку герметичності газопроводу. Контроль якості ізоляції перевіряють спеціальним приладом (без проведення земляних робіт). Реєструють зміну потенціалу вздовж газопроводу, який створюється при проходженні змінного струму частотою 1000 Гц від генератора приладу по електричному ланцюгу генератор-труба-земля-генератор. При контролі герметичності газопроводу перевіряють на загазованість ґрунт над газопроводом, газові колодязі, контрольні трубки, а також колодязі інших підземних комунікацій на відстані 15 по обидва боки від газопроводу.



Профілактичний ремонт газопроводів включає контроль стану газопроводу, ізоляції, арматури і обладнання, їх технічне обслуговування і поточний ремонт. На підставі профілактичного ремонту дають висновок про придатність газопроводу для його подальшої експлуатації. При незадовільному стані газопроводу (сильна корозія, розгерметизація великого числа з'єднань, засмічення труб) проводять капітальний ремонт газопроводу.

Газонебезпечні роботи виконують не менш як 2 чоловіка. Найбільш відповідальні роботи проводяться під керівництвом інженерно-технічних робітників. Як робочі, так і інженерно-технічні працівники проходять спеціальну підготовку і тренування. Місце газонебезпечних робіт огорожують і охороняють. Палити і користуватися відкритим вогнем в цих місцях категорично забороняється.

В разі наявності газу (запах) слід надягати протигази. Тип протигазу залежить від роботи, що виконується, а також місця виконання. Так, для роботи в котлованах і колодязях найбільш доцільними є шлангові протигази, а при роботі в приміщеннях - ізолюючі. Робочі, що працюють в котлованах і колодязях повинні надягати монтажні пояси із мотузками, кінці яких повинні знаходитись на зовні, в руках колег, що за ними спостерігають.

Зварювальні роботи дозволяються проводити на газопроводах, які знаходяться під невеликим тиском (200-1200 ПА), або на відключених і лініях, що продуті. Забороняється проводити зварювання на відключених і не продутих газопроводах. Перевірку герметичності слід проводити виключно мильною емульсією. Використовувати вогонь для цієї мети категорично забороняється.

Всі газопроводи і газове обладнання перед їх приєднанням до діючих газопроводів, а також після ремонту повинні підлягати зовнішньому огляду і контрольному опресовуванню бригадою, яка проводить пуск газу. Контрольне опресовування проводиться повітрям або інертним газом. Зовнішні газопроводи всіх тисків підлягають контрольному опресовуванню тиском 0,1 МПа (1 кгс/кв.см). Падіння тиску не повинно спостерігатися протягом 10 хвилин.

При обході підземних газопроводів забороняється: опускатися в шахти, колектори, колодязі та інші підземні споруди без засобів індивідуального захисту, згідно з вимогами розділу 6; користуватись відкритим вогнем та курити в підвалі, а також біля колодязів, шахт,



колекторів та інших споруд. Перевірка герметичності повинна проводитися за допомогою приладів або мильної емульсії.

При виявленні газу на трасі газопроводу робітники, які проводять обхід, зобов'язані терміново повідомити аварійно-диспетчерську службу (АДС), керівників газової служби, вжити заходів для додаткової перевірки і провітрювання загазованих підвалів, перших поверхів будівель, колодязів, камер, які розташовані на відстані до 50 м по обидва боки від осі газопроводу вздовж траси. За всіма повідомленнями про вибух, пожежу, загазованість приміщень бригада АДС повинна виїхати до місця аварії протягом 5 хвилин.

До приїзду аварійної бригади люди, які перебувають у загазованих будинках, повинні бути попереджені про неприпустимість куріння, користування відкритим вогнем і електроприборами. За необхідності вживають заходів щодо евакуації людей і відключення будівель від джерела електропостачання пристроєм, який знаходиться поза зоною загазованості. При виявленні газу на межі 50-метрової зони перевірка на загазованість розповсюджується на територію за межею цієї зони.

При виявленні газу з концентрацією понад 1% - для природного газу або 0,4% - для ЗВГ в підвалах, тунелях, колекторах, під'їздах, приміщеннях перших поверхів будинків повинні бути вжиті заходи для негайного відключення газопроводів від системи газопостачання і евакуації людей з небезпечної зони.

Обхід трас підземних газопроводів повинен проводитися бригадою в складі не менше двох працівників. Робітникам - обхідникам підземних газопроводів повинні вручатися під розписку маршрутні карти, на яких мають бути зазначені схеми трас з прив'язками розміщення газопроводів і споруд на них (колодязів, контрольно-вимірювальних пунктів, контрольних трубок тощо), а також розташовані на відстані до 50 м від них будівлі та інші надземні споруди з зазначенням підвалів і напівпідвалів, підземних комунікацій і їх колодязів, камери і шахти, які підлягають перевірці на загазованість; маршрутні карти повинні постійно уточнюватися і корегуватися. Перед допуском до першого обходу робітники повинні ознайомитися з трасою газопроводу на місцевості.

Уздовж траси підземного газопроводу повинні бути виділені смуги завширшки 2 м з обох боків від осі газопроводу, в межах яких



не допускаються складання матеріалів і обладнання, садіння дерев, влаштування стоянок автотранспорту, гаражів, кіосків та інших споруд. Власники суміжних підземних комунікацій, прокладених на відстані до 50 м по обидва боки від осі газопроводу, зобов'язані забезпечити своєчасну очистку кришок колодязів і камер від забруднення, снігу і льоду для перевірки їх на загазованість. Кришки колодязів і камер повинні мати отвір діаметром не менше 15 мм.

Технічне обстеження підземних сталевих газопроводів повинно проводитися:

при тривалості експлуатації до 25 років - не рідше 1 разу на 5 років. Уперше - через рік після вводу в експлуатацію;

при експлуатації понад 25 років і до закінчення амортизаційного строку експлуатації - не рідше 1 разу на 3 роки;

при включенні їх до плану капітального ремонту або заміни, а також при захисному покритті нижче від типу "вельми посилена" - не рідше 1 разу на рік.

Якщо в процесі експлуатації виявлені нещільності або розриви зварних стиків, наскрізні корозійні пошкодження, а також в разі перерв у роботі електрозахисних установок або зниженні величини потенціалу "газопровід-земля" до значень нижче від мінімально припустимих: понад 1 місяць - у зонах впливу блукаючих струмів, понад 6 місяців - в інших випадках, передбачених ГОСТ 9.602-89\*.

Огляд підземних сталевих газопроводів з метою визначення стану захисного покриття, де використанню приладів заважають індустриальні перешкоди, виконується шляхом відкриття на газопроводах контрольних шурфів довжиною не менше 1,5 м.

Перевірка герметичності і виявлення місць витоків газу з підземних газопроводів в період промерзання ґрунту, а також на ділянках, розташованих під удосконаленим покриттям доріг, повинні проводитися шляхом буріння свердловин (або шпилькуванням) з подальшим відбором з них проб повітря.

На розподільних газопроводах і вводах свердловини буряться біля стиків. За відсутності схеми розташування стиків свердловини повинні буритися через кожні 2 м.

Глибина буріння їх в зимовий період повинна бути не менша від глибини промерзання ґрунту, в теплу пору року - відповідати глибині прокладки труби. Свердловини закладаються на відстані не менше 0,5 м від стінки газопроводу.



При використанні високочутливих газозукачів допускається зменшення глибини свердловин і розміщення їх по осі газопроводу за умови, що відстань між верхом труби і дном свердловини буде не менш ніж 40 см. Застосування відкритого вогню для визначення наявності газу в свердловинах не допускається.

Технічний стан поліетиленових труб, їх з'єднань і ізоляція сталевих вставок визначаються шурфовим оглядом. Шурфовий огляд поліетиленових газопроводів проводиться тільки в місцях встановлення сталевих вставок. На 1 км розподільних газопроводів і на кожній квартальній розводці перевіряється не менше однієї вставки. Для можливості огляду стиків з'єднань поліетиленового газопроводу з сталевією вставкою довжина шурфу повинна бути 1,5 - 2 м. Відкриття шурфів може виконуватися з допомогою механізмів або вручну.

При механізованому відкритті шурфів останній шар ґрунту над газопроводом товщиною не менше 300 мм повинен вилучатися вручну з додержанням запобіжних заходів щодо ушкодження газопроводу. Перевірку стану ізоляції і металу сталевих вставок необхідно проводити не рідше одного разу на 5 років.

Витоки газу на газопроводах ліквідовуються в аварійному порядку. При виявленні небезпечної концентрації газу вище від 1/5 нижчої межі вибуховості в підвалах, підпіллі будівель, колекторах, підземних переходах, галереях газопроводи негайно відключаються. До усунення витоків газу експлуатація їх забороняється. Для тимчасового (не більше тижня) усунення витоків газу на зовнішніх газопроводах дозволяється накладати бандаж або хомут, які забезпечують герметичність з'єднання за умови щоденного їх огляду.

У разі механічних пошкоджень сталевих підземних газопроводів із зміщенням їх відносно основного положення (осі), як по горизонталі, так і по вертикалі, одночасно з проведенням робіт з ліквідації витоків газу повинні відкриватися і перевірятися фізичним методом контролю стики на пошкоджені газопроводі - найближчому з обох боків від місця пошкодження. При виявленні дефектів у суміжних стиках відкривається і перевіряється фізичними методами контролю наступний стик газопроводу. Якість ремонтних робіт визначається зовнішнім оглядом і перевіркою герметичності приладами, мильною емульсією або пневматичним випробуванням усієї системи.



Перед початком ремонтних робіт на підземних газопроводах, пов'язаних з роз'єднанням газопроводу (заміна засувок, знімання і установка заглушок і прокладок, вирізування стиків), необхідно викнути електрозахист і встановити на роз'єднуваних ділянках газопроводу шунтувальні перемички з кабелю перетином не менше 25 кв.мм (якщо немає стаціонарно встановлених шунтувальних перемичок) з метою запобігання іскроутворенню від дії блукаючих струмів.

За неможливості установки шунтувальної перемички зазначені роботи повинні провадитись після продувки газопроводу повітрям. Про відключення газопроводів, пов'язане з їх ремонтом, а також про час поновлення подачі газу споживачі попереджуються заздалегідь.

Будівельні і земляні роботи на відстані менше ніж 15 м від газопроводу допускаються тільки на підставі письмового дозволу СППГ, у якому повинні бути зазначені умови і порядок їх проведення. До дозволу додається схема розташування газопроводу з прив'язками. Ударні механізми для розпушування ґрунту можуть застосовуватися на відстані не ближче ніж 3 м від підземного газопроводу, а механізми, здатні значно відхилятися від вертикальної осі (куля, клин-баба тощо), - на відстані не ближче ніж 5 м. Забивання паль (шпунтів) дозволяється проводити на відстані не ближче ніж 30 м від газопроводу. За необхідності забивання паль (шпунтів) на відстані менше ніж 30 м від газопроводу (але не ближче ніж на 10 м) стики газопроводу повинні бути відкриті на всій довжині забивання паль (шпунтів) плюс по 20 м від крайніх паль. Після закінчення виконання робіт із забивання паль (шпунтів) всі відкриті зварні стики сталевого газопроводу повинні бути перевірені фізичними методами контролю.

## 5.8. Арматура для газопроводів

На мережі газопроводів встановлюють різну арматуру й фасонні частини. До основних видів запірної арматури відносяться крани й засувки. Засувки встановлюють на магістральних мережах високого й середнього тиску. На розподільних газопроводах низького тиску (включаючи відгалуження й введення) встановлюють засувки, крани й гідравлічні затвори. Гідравлічні затвори являють собою герметичні затворні пристрої, які можуть використатися також як збірні-

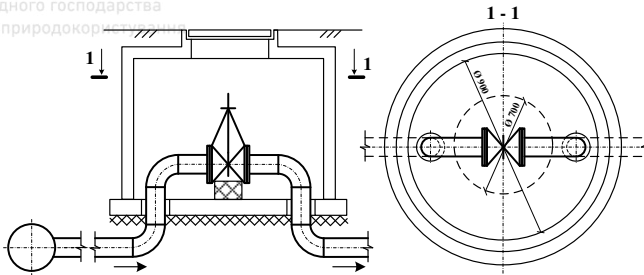


ки конденсату. Висоту гідравлічного затвора варто приймати з таким розрахунком, щоб висота стовпа рідини забезпечувала тиск, на 200 мм стовпа рідини більше, ніж максимальний тиск газу в мережі. Засувки на газопроводах встановлюють або в колодязях, або безпосередньо в землі із захисними кожухами. Залежно від призначення й кількості пристроїв, що відключають, розташованих у колодязях, останні мають різні монтажні схеми

При установці засувок в землі (рис. 5.4) влаштовують захисний кожух для сальника й шпинделя з виводом керування засувкою (привода) на поверхню. Для захисту приводу від ушкодження транспортом влаштовують металеві коври на цегельній, бетонній або іншій твердій основі. Такі ж коври влаштовують для захисту трубок гідравлічних приводів, гідравлічних затворів і конденсаційних горщиків, установлених у землі. Як у природних, так й у штучних газах звичайно є водяна пара, яка при русі по газопроводах конденсується на їхніх стінках. Для збору вологи і її видалення застосовують збірники конденсату.

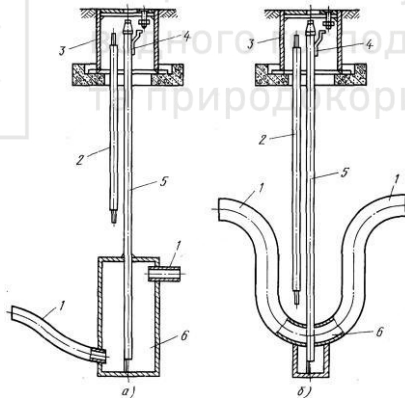
Найпоширенішою установкою є збірник конденсату на газопроводах низького тиску. Він складається з корпусу, ковера, подушки, на яку встановлюють килим, і трубки для видалення конденсату. Конденсатозбірник встановлюється в нижніх точках газопроводу. Вода із газопроводу поступає в конденсатозбірник самопливом. Періодично вода вилучається через спеціальні трубки, які використовують також для продувки газопроводів та випуску газу при ремонті мереж газопостачання. Розміри і конструкція конденсатозбірників залежать від тиску газу та кількості вологи, яка конденсується самопливом. На газопроводах низького тиску встановлюють конденсатозбірники циліндричної форми, а на газопроводах високого тиску застосовують конденсатозбірники у вигляді трійників. Ковер – невеликий металевий ковпак конусоподібної або циліндричної форми з кришкою, яка захищає від механічних пошкоджень верхню частину контрольних та дренажних трубок конденсатозбірника, гідрозатворів.





**Рис.5.4.** Засувка в захисному кожусі

Гідравлічні затвори (рис. 5.5) застосовують в якості пристроїв для відключення газу на мережах низького тиску. Щоб відключити газ на ввіді в будинок, в гідравлічний затвор (гідрозатвор) подають воду через трубку 5. Заповнивши нижню частину гідрозатвору, вода не дає змоги газу поступати через гідрозатвор і споживач відключається



**Рис.5.5.** Гідравлічні затвори для газопровідів діаметром: *a* – 50...125 мм; *б* – 150...300 мм; 1 – газопровід; 2 – електрод заземлення; 3 – ковчег; 4 – контактна пластина; 5 – стояк (трубка для заливу води у гідрозатвор); 6 – гідрозатвор

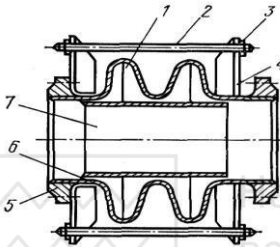
Коливання температури ґрунту викликають зміну напруг у газопроводах й арматурі, яка встановлена на них. З метою зниження цих напруг, а також для зручності демонтажу й наступної установки засувок застосовуються компенсатори.



Найбільше використання знайшли лінзові компенсатори, які можуть бути однофланцевими (рис. 5.6) або двофланцевим. Вони з'єднуються з трубопроводами на зварці або на фланцях і встановлюються в колодязях, як правило разом із засувками.

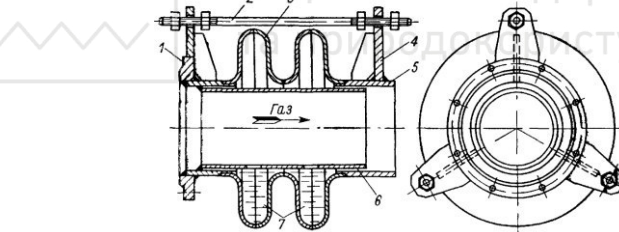
Дволінзовий компенсатор з одним фланцем, наведений на рис. 5.7 і складається із чотирьох напівлінз, кронштейна, сорочки, патрубку, фланця й тяги.

Лінзові компенсатори (окремі лінзи, що зварюють між собою,) виготовляють із тонколистової сталі. На газопроводах в окремих випадках використовують чепцеві, гнуті і П-подібні компенсатори, які встановлюються на теплових мережах..



**Рис.5.6. Однофланцевий лінзовий компенсатор:**

- 1 – напівлінзи; 2 – тяга; 3 – гайка;
- 4 – ребро; 5 – фланець; 6 – патрубок;
- 7 – стакан.



**Рис.5.7 Дволінзовий компенсатор:**

- 1 – фланець; 2, 8 – стійки; 3 – тяги; 4 – патрубок; 5 – напівлінза; 6 – склянка; 7 – ребро; 9 – гайка

## 5.9. Газопровідні колодязі

На підземних газопроводах варто передбачати колодязі, як правило, в місцях установки пристроїв для відключення компенсаторів. Їх влаштовують із вологостійких, не гниючих і неспалюваних матеріалів (бетону, залізобетону, цегли), збірними або монолітними в основному типового виконання. При спорудженні збірних колодязів їхні елементи виготовляють із щільного водонепроникного віброваного бетону марки 200 на портландцементі марок 400...500.



Колодязі у водонасичених ґрунтах влаштовують із гідроізоляцією. При вологих ґрунтах щоб уникнути проникання в колодязі води їхні стінки рекомендується влаштовувати із залізобетону й вживати заходів по запобіганню просідання ґрунтів. Для влаштування всіх фланцевих з'єднань арматури й устаткування в колодязях повинні передбачатися шунтувальні перемички.

У міських умовах газопроводи прокладають під водними потоками у вигляді дюкерів. Звичайно дюкери виконують у дві й більше лінії. Траса їх залежить від загальної схеми газової мережі. Дюкер складається з основної й резервної лінії (якщо подача газу не може бути припинена) і колодязів із засувками для відключення. Пропускна здатність кожної лінії дюкеру повинна бути не менше 70% пропускної здатності газопроводів, що підводять. Для забезпечення стійкого положення дюкеру на дні водойми труби привантажують.

При транспортуванні вологого газу підводні ділянки газопроводу прокладають із уклоном. У найнижчих місцях встановлюють збірники конденсату з трубками, виведеними на поверхню землі під килим. Рідина зі збірників конденсату видаляється насосами за допомогою вакуум-цистерн.

Ремонтні роботи в колодязях, тунелях, траншеях і котлованах глибиною понад 1 м, колекторах і резервуарах повинні виконуватися бригадою не менше як із трьох працівників. На виконання газо-небезпечних робіт видається наряд-допуск з додатком інструкції із заходів безпеки.

При ремонтних роботах в загазованому середовищі повинні застосовуватися інструменти з кольорового металу, який би унеможливив іскроутворення. Інструменти і пристрої з чорного металу повинні бути оміднені або густо змазуватися солідолом. Працівники і спеціалісти, які виконують газонебезпечну роботу в колодязі, резервуарі, в приміщеннях ГРП, ГНС, ГНП, АГЗС і АГЗП, повинні бути у вогнестійкому спецодязі і взутті без сталевих підківок і цвяхів. При виконанні газонебезпечних робіт повинні застосовуватися переносні вибухозахищені світильники напругою не більше 12 В.

У колодязях, що мають перекриття, тунелях, колекторах, технічних коридорах, ГРП і на території ГНС, ГНП, АГЗС, АГЗП не допускається проведення зварювання і газового різання на діючих газопроводах без відключення і продування їх повітрям або інертним



газом. При відключенні газопроводів після запірних пристроїв повинні встановлюватися інвентарні заглушки.

У газових колодязях зварювання, різання, а також заміна арматури, компенсаторів та ізолювальних фланців допускається тільки після повного зняття перекриттів. Перед початком зварювання або газового різання в колодязях, котлованах і колекторах повинне проводитися перевірення повітря на наявність горючого газу. Об'ємна частка газу в повітрі не повинна перевищувати 1/5 НКМВ. Проби повинні відбиратися з неventильованих зон. Протягом всього часу проведення вогневих робіт на газопроводах ЗВГ колодязі і котловани повинні вентильоватися нагнітанням повітря вентилятором або компресором.

Перед спуском в колодязь необхідно провести його перевірку на наявність горючих газів. Для спуску робітників у колодязі, які не мають скоб, котловани, а також в резервуари повинні застосовуватися металеві драбини з іскробезпечними торцями і з пристосуваннями для їх закріплення на краю колодязя, котловану і люка резервуара. В колодязях і котлованах з невідключеним газопроводом дозволяється одночасне перебування не більше двох працівників, причому роботи повинні виконуватися ними в рятувальних поясах і протигазах.

На поверхні землі з навітряного боку, а також біля люка резервуара повинні бути двоє працівників, які зобов'язані тримати кінці мотузків від рятувальних поясів працівників, що знаходяться в перелічених спорудах, безупинно стежити за ними і за повітрозабірними патрубками шлангових протигазів, не допускати до місця роботи сторонніх осіб.

Кожному працюючому за нарядом-допуском повинен видаватися рятувальний пояс в комплекті зі страхувальним мотузком, шланговий або ізолювальний протигаз. Застосування фільтрувальних протигазів не допускається. Потреба застосування протигазів працівниками при виконанні ними газонебезпечних робіт визначається керівником робіт.

Дозвіл на користування ізолювальними протигазами в кожному випадку повинен видавати керівник робіт особам, які пройшли медичний огляд і спеціальний інструктаж з правил користування таким протигазом. Тривалість роботи в протигазі без перерви не по-



винна перевищувати 30 хвилин. Загальний час роботи ізолювально-го протигазу визначається паспортом протигазу.

Повітрязабірні патрубки шлангових протигазів при роботі повинні розставлятися і закріплюватися з навітряного боку від місця виділення газу. За відсутності "примусової" подачі повітря вентилятором довжина шлангу не повинна перевищувати 10 м. Шланг не повинен мати різких перегинів і будь-чим затискатися. Протигаз перевіряють на герметичність перед виконанням кожної газонебезпечної роботи. При одягненому протигазі кінець гофрованої трубки щільно затискають рукою. Якщо при такому положенні дихати неможливо, протигаз справний.

Рятувальні пояси повинні мати наплічні ремені з кільцем з боку спини на їх перетині для кріплення мотузка. Пояс повинен підганятися так, щоб кільце розміщувалося не нижче лопаток. Застосування поясів без наплічних ременів забороняється. Рятувальні пояси з кільцями для карабінів випробовують так: до кільця пояса, застебнутого на обидві пряжки, прикріплюють тягар масою 200 кг, який висить протягом 5 хвилин. Після зняття тягара на поясі не повинно бути слідів пошкоджень.

Поясні карабіни випробовують навантаженням масою 200 кг. Карабін з відкритим затвором залишається під навантаженням протягом 5 хвилин. Після зняття навантаження вивільнений затвор карабіна повинен правильно і вільно стати на своє місце. Рятувальні мотузки випробовують навантаженням масою 200 кг протягом 15 хвилин. Після зняття навантаження на мотузку в цілому і на окремих його нитках не повинно бути пошкоджень.

Випробування рятувальних поясів, поясних карабінів і рятувальних мотузків повинно проводитися не рідше 1 разу на 6 місяців під керівництвом відповідальної особи, призначеної наказом по підприємству. Перед видачею поясів, карабінів і мотузків їх перевіряють. Кожний пояс і мотузок повинні мати інвентарну бірку, на якій вказані дати проведеного і наступного випробувань.

## **5.10. Охорона праці при експлуатації ГРП, ГНС, ГНП**

Працівники і спеціалісти, які виконують газонебезпечну роботу в приміщеннях ГРП, газонаповнювальних станцій і пунктів (ГНС, ГНП), стаціонарних автомобільних газозаправних станцій і пунктів



(АГЗС і АГЗП) повинні бути у вогнестійкому спецодеязі і взутті без сталевих підківок і цвяхів. При виконанні газонебезпечних робіт повинні застосовуватися переносні вибухозахищені світильники напругою не більше 12 В.

Експлуатація вибухозахищеного електрообладнання забороняється при несправних засобах вибухозахисту, блокування, заземлення, апаратів захисту, порушенні схем управління захистом, пошкоджених проводах і кабелях, при відкритих кришках оболонок, наявності на вибухозахищених поверхнях удавлювань, подряпин і відколів. Перевірка максимального струмового захисту, пускачів і автоматів повинна проводитися не рідше одного разу на 6 місяців.

Заземлення будівель і обладнання ГРП, ГНС, ГНП, АГЗС, АГЗП належить перевіряти не рідше одного разу на рік. Вимірювання рекомендується провадити в періоди найменшої провідності ґрунту: один рік - влітку при найбільшому просиханні ґрунту; другий - взимку при найбільшому його промерзанні. Окрім періодичних перевірок і оглядів заземлень, їх стан повинен перевірятися після кожного ремонту обладнання.

Для визначення технічного стану заземлювальних пристроїв проводяться зовнішній огляд їх видимої частини; огляд з перевіркою ланцюга між заземленням і елементами, які заземлюються (відсутність обривів і незадовільних контактів у проводці, яка з'єднує обладнання з заземлювальним пристроєм; вимірювання опору заземлювального пристрою.

Перевірці підлягають цілісність і захищеність від корозії доступних огляду частин блискавковідводів і струмовідводів та контактів між ними, а також значення опору струму примислової частоти заземлювачів, який повинен бути не більшим ніж при прийманні заземлювального пристрою. Заземленню підлягають як окремо стоячі блискавковідводи, так і встановлені на будівлях і спорудах, а також блискавкоприймальні сітки.

На території та у вибухопожежонебезпечних приміщеннях ГНС, ГНП, АГЗС, АГЗП забороняється застосовувати відкритий вогонь і проводити роботи, при яких можливе виникнення іскроутворення, а також вносити сірники, запальнички й інші речі для куріння. Вогневі роботи повинні проводитися згідно із спеціальними планами, затвердженими керівниками і нарядом-допуском. План вогневих робіт повинен бути погоджений з органами державного пожежного



нагляду. Протягом всього часу виконання вогневих робіт у приміщеннях виробничої зони повинна працювати механічна вентиляція. В'їзд автомашин на АГЗС, у виробничу зону ГНС і ГНП, а також злив і налив ЗВГ під час виконання вогневих робіт не дозволяється.

Перед початком і під час вогневих робіт у приміщенні, а також у 20-метровій зоні від робочого місця на території повинен проводитися аналіз повітряного середовища на наявність парів ЗВГ. З появою у повітрі парів ЗВГ, незалежно від концентрації, вогневі роботи повинні припинитися.

На території ГНС, ГНП, АГЗС і АГЗП повинні вивішуватися попереджувальні написи про заборону куріння і застосування відкритого вогню. Територія повинна бути очищена від сторонніх предметів і горючих матеріалів. Проїзди і проходи повинні бути вільними. Усі транспортні засоби, які заїжджають на територію повинні бути обладнані іскрогасником на вихлопній трубі. Зберігання обтиральних горючих матеріалів та інших матеріалів в основному приміщенні ГРП не дозволяється. Із зовнішнього боку будівлі ГРП або на огорожі ГРУ на видному місці необхідно встановити попереджувальні написи - "Вогнебезпечно. Газ".

### Контрольні запитання

1. Як поділяються газопроводи в залежності від тиску?
2. Яке призначення різних категорій газопроводів?
3. Які використовуються труби та обладнання на газопроводах?
4. Які види арматури встановлюються на газопроводах?
5. Для чого призначені конденсатозбірники та їх конструкція?
6. Мета встановлення, призначення та основні види компенсаторів на газопроводах?
7. Наведіть технологічну схему компресорної станції.
8. Наведіть схему газорозподільної станції.
9. Наведіть схему газорегуляторного пункту.
10. Які основні вимоги охорони праці при прокладанні газових мереж?
11. Які основні вимоги безпеки праці при роботі у газових колодязях?
12. Які основні вимоги безпеки праці при ремонті та експлуатації газорегуляторного пункту, газорозподільної станції?



## 6. МІСЬКІ ЕЛЕКТРИЧНІ МЕРЕЖІ

### 6.1. Загальна схема електропостачання

Принципова схема електропостачання міста наведена на рис. 6.1. В схемі розрізняють наступні основні ланки:

I ланка - електропостачальна мережа напругою 35 кВ і вище, до складу якої входять також понижувальні підстанції й живильні їхні лінії;

II ланка - живильна мережа 6...10 кВ як сукупність живильних ліній, розподільних підстанцій (РП). На даному шаблі електропостачання електричні мережі можуть ділитися по призначенню й відомчій приналежності;

III ланка - розподільна мережа 6...10 кВ. Її живлення здійснюється як від РП, так і безпосередньо від центрів живлення;

IV ланка - трансформаторні підстанції розподільних мереж;

V ланка - розподільна мережа 0,38 кВ.

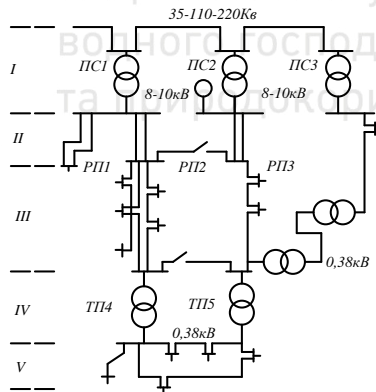


Рис. 6.1. Схема електропостачання міста:

ПС - знижувальні підстанції; ТП - трансформаторні підстанції

Електропостачальна мережа виконує дві основні функції: здійснює паралельну роботу джерел живлення й розподіляє енергію серед районів міста. Подібні мережі виконуються у вигляді кільця. Напруга кільцевої мережі визначається розмірами міста. Для великих і найбільших міст вона виконується на напругу 110...220 кВ.

Схеми живлення ланцюгів 6...10 кВ використовуються в системах





електропостачання великих промислових і комунальних підприємств, а також для живлення міської розподільної мережі загального користування. розподільні мережі залежно від рівня надійності споживачів підрозділяються на найпростіші радіальні мережі з мінімальною надійністю (рис.6.2, а); петльові схеми (які мають двостороннє живлення) як найпоширеніші для розподільних мереж міста (рис.6.2, б). Вирішальна роль електроенергії в забезпеченні нормальної життєдіяльності міста вимагає високої надійності електропостачання. Електроприймачі споживачів діляться на три категорії. До першої категорії ставляться електроприймачі, перерва в електропостачанні яких може викликати небезпеку для життя людей, значний збиток народному господарству, порушення функціонування особливо важливих елементів комунального господарства.

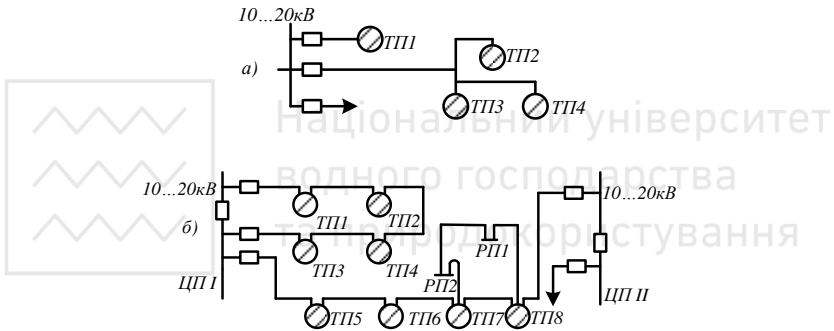


Рис. 6.2. Петльові (б) схеми розподільних мереж і найпростіші (а) радіальні мережі

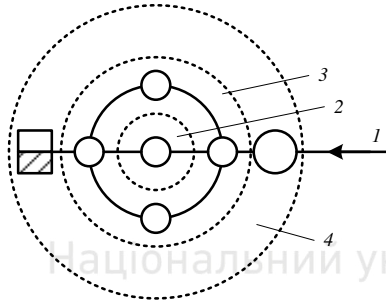
Електроприймачі першої категорії повинні забезпечуватися електроенергією від двох взаємно незалежних джерел, для резервування живлення; перерва електропостачання від одного із джерел живлення може бути допущена лише на час автоматичного відновлення живлення. Особлива за надійністю група електроприймачів першої категорії повинна передбачати додаткове живлення від третього незалежного джерела для резервування живлення.

До другої категорії відносяться електроприймачі, перерва в електропостачанні яких приводить до масового зменшення виробленої продукції, масовими простоями 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. До третьої категорії відносяться всі інші електроприймачі, що не підходять до перших двох. Живлення цих приймачів допускається від одного джерела живлення за умови ремонту системи протягом не більше доби.

Розроблена ідеальна схема електропостачання міста, що задовольняє вимогам до раціональної схеми (рис.6.3).



**Рис. 6.3. Ідеальна схема електропостачання міста:**

1 - енергосистема; 2 - центральна частина міста (з максимальною щільністю навантаження); 3 - середня частина міста; 4 - окраїна

Схема базується на системі напруг 110/10 кВ. Мережа 110 кВ виконується у вигляді дволанцюгового кільця, що охоплює місто й виконує роль збірних шин, які приймають енергію від центрів живлення, розташованих на окраїнах або за межами міста. Глибокі введення в райони з високою щільністю й поверховістю забудови виконуються кабельними лініями 110 кВ. Схема дає можливість подальшого розширення без корінного ламання сформованої структури. Пропускна здатність мережі 110 кВ може збільшуватися за рахунок розрізувань кільця й підключення його до нових центрів живлення, а також за рахунок збільшення числа ліній 110 кВ.

## 6.2. Прокладка кабельних ліній

Влаштування силових кабелів на напруги 1...35 кВ наведена на рис. 6.4. Струмоведучі жили кабелів виконують із міді або алюмінію. Розрізняють кабелі з ізоляцією з паперових стрічок зі спеціальним просоченням, з гуми й із пластмаси. Для кабелів високої напру-



ги (110...525 кВ) застосовують маслянонаповнені трубопроводи. При прокладці кабелів у місцях з можливими механічними впливами використовують бронезахист. Броня виконується зі сталевий стрічки або дроту. У ґрунтах, що містить речовини, які руйнівню діють на оболонку кабелів, а також у зонах, небезпечних через вплив електрокорозії, знайшли застосування кабелі зі свинцевою оболонкою й посиленими захисними покриттями або з алюмінієвою оболонкою.

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



**Рис. 6.4. Конструкція кабелів 1...35 кВ**  
*а* - кабель на напругу 1...10 кВ із паперовою ізоляцією; *б* - кабель на напругу 1...10 кВ із гумовою ізоляцією; *в* - кабель на напругу на напругу 20 й 35 кВ; 1 - струмопровідна жила; 2 - фазна ізоляція; 3 - поясна ізоляція; 4 - свинцева або алюмінієва оболонка; 5 - броня; 6 - захисні покриття; 7 - обмотка стрічкою

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

Вибір перетину кабельної лінії роблять за нормованим значенням щільності струму. Перетин жили кабелю повинен задовільняти умовам припустимого нагрівання в нормальному й післяаварійному режимах. Для кожної кабельної лінії визначають припустимі струмові навантаження, обумовлені по ділянці траси з найгіршими тепловими умовами при довжині ділянки не менш 10 м.

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

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



ндується з дотриманням наступних основних правил:

1. Контрольні кабелі й кабелі зв'язку розміщуються під або над силовими кабелями й відокремлюються перегородками.
2. Рекомендується прокладати силові кабелі до 1 кВ вище кабелів 1 кВ.
3. Кабелі живлення електроприймачів I категорії рекомендується прокладати на різних горизонтальних рівнях і розділяти перегородками.
4. Маслонаповнені кабелі, звичайно, прокладають в окремих споруд, при прокладці разом з іншими кабелями вони розташовуються в нижній частині споруд і відокремлюються вогнетривкою перегородкою.

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

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

При прокладці кабельних ліній безпосередньо в землі (рис.6.5) кабелі прокладаються в траншеях і мають низу основу із підсипаного шару ґрунту, а зверху засипання шаром ґрунту, що не містить каменів. Захист від механічних ушкоджень полягає в установці залізобетонних плит товщиною не менш 50 мм для напруги вище 35 кВ, при напрузі нижче 35 кВ - плит або в укладанні поверх кабелю звичайної цегли в один шар поперек траси. Глибина закладання кабельних ліній приймається за табл. 6.1.

Таблиця 6.1

Глибина закладення (м) кабельних ліній від планувальної оцінки

для ліній до 20 кВ	0,7
для ліній 35 кВ	1
для маслонаповнених кабелів 110...220 кВ	1,5

Зменшення глибини прокладки до 0,5 м допускається для введень у будинки й промислові спорудження.

Інший можливий спосіб прокладки кабелів - кабельні канали й тунелі (рис.6.6.). Він застосовується при числі кабелів в одному напрямку більше 20. Дані конструкції виконують зі збірного залізобетону й засипають поверх знімних плит шаром землі не менш 30 см.



При зміні конфігурації траси радіуси вигину кабелів варто вибирати залежно від конструкції кабелю, точніше, від матеріалу ізоляції й оболонки кабелю. При низьких температурах навколишнього повітря прокладку кабелів допускається робити тільки після прогріву.

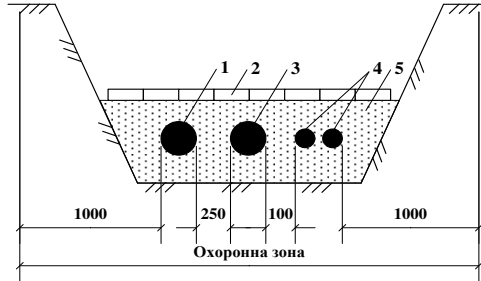


Рис. 6.5. Прокладка кабелів в траншеї

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

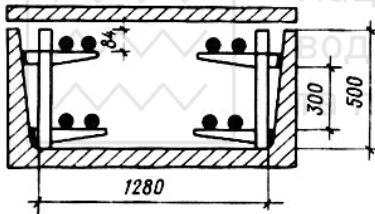


Рис. 6.6. Кабельна каналізація в каналах

Прокладання електричних кабельних ліній на висоті і в землі повинна виконуватись у відповідності з „Правилами безпечної експлуатації електроустановок споживачів” (ДНАОП 0.00-1.21-98). При прокладанні кабелів у землі поряд із загальними вимогами до проведення земляних робіт необхідно дотримуватись спеціальних вимог з безпеки праці.

Під час перекочування барабану з кабелем необхідно взяти заходів проти захоплення його частинами одягу працівників, що виступають. Перед початком перекочування закріплюють кінці кабелю і видаляють цвяхи, які стирчать з барабану. Барабан з кабелем допускається перекочувати тільки по горизонтальній поверхні по твердому ґрунту або міцному настилу. Забороняється розміщувати кабелі, порожні барабани, механізми, пристосування та інструмент ближче ніж за 1 м від краю траншеї. Розкочувати



кабель з барабанів дозволяється за наявності гальмівного пристосування.

Під час ручного прокладання кабелю кількість працівників має бути такою, щоб на кожного припадала дільниця кабелю масою, що не перевищує встановлену норму. Працювати слід у брезентових рукавицях. Під час прокладання кабелю забороняється стояти всередині кутів повороту, а також підтримувати кабель вручну на поворотах траси. З цією метою встановлюються кутові ролики.

Для прогрівання кабелів електричним струмом не допускається застосування напруги понад 380 В. Перекладати кабелі і переносити муфти можна тільки після відключення кабелю та його заземлення. Перекладання кабелів, що перебувають під напругою, допускається за необхідності із виконанням таких вимог:

- кабель, що перекладається, повинен мати температуру не нижчу за 5 град.С;
- муфти на дільниці кабелю, що перекладається, мають бути жорстко закріплені хомутами на дошках;
- працювати слід в діелектричних рукавичках; зверху рукавичок для їх захисту від механічних пошкоджень одягаються брезентові рукавиці;
- роботу повинні виконувати працівники, які мають досвід прокладання кабелів, під керівництвом особи зі складу технічної адміністрації з групою V, під час перекладання кабелів напругою до 1000 В - з групою IV.

Під час роботи в підземних спорудах огляд колодязів і роботи в них слід проводити за нарядом-допуском, не менш ніж двома особами. В цьому разі біля відкритого люка колодязя встановлюється попереджувальний знак або робиться огороження. В колодязі може знаходитися і працювати одна особа з групою III. В цьому випадку біля люка повинна чергувати друга особа. Спускання в колодязь і робота в ньому без рятувального паска та страхувального каната, виведеного назовні, не допускається.

Огляд тунелів допускається проводити одній особі з групою IV. В колодязях, колекторах і тунелях, не обладнаних припливно-втяжною вентиляцією, перед початком огляду або роботи перевіряється відсутність горючих і шкідливих для людини газів. Перевірку повинні проводити працівники, навчені користуванню



приладами. Список цих працівників затверджується наказом по підприємству.

Під час відкриття колодязів (другої кришки) необхідно застосовувати інструмент, що не дає іскроутворення, а також уникати ударів кришки по горловині люка. Перевірка відсутності газів за допомогою відкритого вогню забороняється. У разі появи газу роботу в колодязях, колекторах і тунелях слід припинити, працівників вивести з небезпечної зони до виявлення джерела загазування і його усунення. Для витіснення газів в колодязь нагнітається повітря від встановленого зовні вентилятора або компресора за допомогою рукава, що спускається в колодязь, і не дістає дна на 0,25 м. Забороняється застосовувати для вентиляції балони зі стисненими газами.

Перед початком роботи в колекторах і тунелях, обладнаних припливно-витяжною вентиляцією, остання вводиться в дію на термін, що визначається місцевими умовами. Відсутність газу в цьому випадку можна не перевіряти. Під час робіт в колекторах і тунелях повинні бути відкриті два люки або двоє дверей, щоб працівники розміщувалися між ними.

При роботах в колодязях розпалювати паяльні лампи, встановлювати балони з пропан-бутаном, розігрівати мастику та припій можна тільки зовні колодязя. Опускати в колодязь розплавлений припій і розігріту мастику слід в спеціальних ковшах та у закритих посудинах, підвішених за допомогою карабіна до сталюого каната. Під час зазначених робіт слід застосовувати щитки з негорючого матеріалу, що обмежують поширення вогню. Для гасіння пожеж має бути наготові покривало з негорючого теплоізоляційного полотна, грубововняної тканини або повсті.

Під час пропалювання кабелів перебувати в колодязях забороняється, а в тунелях і колекторах допускається тільки на ділянках між двома відчиненими входами. Працювати на кабелях під час їх пропалювання забороняється. Для уникнення пожежі після пропалювання кабелі слід оглянути.

Перед допуском до робіт і проведенням огляду в тунелях захист від пожеж в них переводиться з автоматичної дії автоматичних установок пожежогасіння на дистанційне керування з вивішуванням на ключі керування плакату "Не вмикати! Працюють люди". Палити (курити) в колодязях, колекторах і тунелях, а також



поблизу відкритих люків забороняється. Для освітлення робочих місць в колодязях і тунелях слід застосовувати світильники напругою 12 В або акумуляторні ліхтарі у вибухозахисному виконанні.

Зварювальні кабелі слід з'єднувати опресовуванням, зварюванням або паянням. Підключення кабеля до зварювального обладнання слід здійснювати опресованими чи припаяними кабельними наконечниками. Довжина первинного кола між пунктом живлення і пересувною зварювальною установкою має бути не більше 10 м.

Як зворотний провід, який з'єднує вироби, що зварюються, з джерелом зварювального струму, можуть використовуватися сталеві, алюмінієві або мідні шини будь-якого профілю, зварювальні плити, стелажі та сама зварювальна конструкція (металоконструкції та знепарені і зневоднені трубопроводи в межах котлів і турбін, на яких провадять зварювальні роботи) за умови, що їх переріз забезпечує безпечне (за умов нагрівання) протікання зварювального струму.

З'єднання окремих елементів, які застосовуються як зворотний провід, слід виконувати болтами, струбцинами або затискачами. Забороняється використовувати як зворотний провід внутрішні залізничні рельси, мережі заземлення чи занулення, а також проводи та шини первинної комутації розподільчих пристроїв, металеві конструкції будівель, комунікацій та технологічне обладнання. Зварювання слід проводити із застосуванням двох проводів.

Забороняється подавати напругу до виробу, який зварюється, через систему послідовно з'єднаних металевих стрижнів, рейок чи будь-яких інших предметів. Якщо зварювальний виріб не має електричного контакту із заземленим столом, то заземленню підлягає безпосередньо цей виріб. Перед початком електрозварювальних робіт необхідно зовнішнім оглядом перевірити справність ізоляції зварювальних проводів та електродотримачів, а також надійність з'єднання усіх контактів.

Відстань від зварювальних проводів до гарячих трубопроводів та балонів з киснем має бути не менше 0,5 м, до балонів та трубопроводів з паливними газами - не менше 1 м. Забороняється провадити електрозварювальні роботи під час дощу та снігопаду за відсутності намету над електрозварювальним обладнанням та робо-





чим місцем електрозварювальника.

Над переносними і пересувними електрозварювальними станками, які застосовуються на відкритому повітрі, мають бути споруджені намети з негорючих матеріалів. Під час зварювання на відкритому повітрі слід ставити негорючі екрани (ширми, щити) з висотою не менше 1,8 м у випадку одночасної роботи декількох зварювальників поблизу один від одного та на дільницях інтенсивного руху людей.

### 6.3. Обладнання на телефонних кабельних мережах

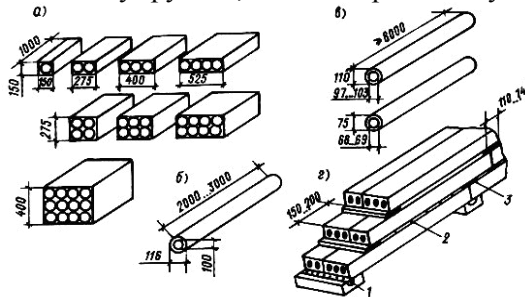
Телефонні кабельні мережі є необхідною складовою міського господарства. Основи прокладки й влаштування цих мереж збігаються із принципами побудови силових електричних мереж. Прокладка траси міської телефонної мережі (МТМ) виконуються на основі робочих креслень. Вона передбачає монтаж трубопроводів, каналів, шахт й оглядових пристроїв, призначених для прокладки й експлуатації кабелів зв'язку.

Основним елементом МТМ є підземні трубопроводи, що прокладають під пішохідними й проїзними 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'єднують між собою підземними оглядовими пристроями (колодязями).

На рис. 6.7. наведені основні форми, що рекомендують до застосування, і розміри труб і блоків кабельної каналізації. При прокладці бетонних блоків кабельної каналізації потрібна перевірка якості стику елементів, що з'єднують, з наступною обмазкою місця з'єднання цементно-піщаним розчином. Бетонні труби допускається прокладати в кілька рядів зі зміщенням стиків верхнього ряду на 150+200 мм щодо стиків нижнього ряду. У кабельній каналізації МТМ використовуються також поліетиленові труби, які застосовуються в особливих умовах транспортування, зберігання й прокладки. Поліетиленові труби використовуються переважно для малих й однорядних блоків, для тупикових ділянок й введень у будинки.

До оглядових пристроїв МТМ відносяться колодязі кабельної каналізації зв'язку. При розробці проекту конкретного об'єкта визна-

чаються тип колодязя (з урахуванням перспективи розвитку кабельної мережі на заданий період) і способи гідроізоляції й запобігання руйнування колодязів у ґрунтах, підданих різним зсувам.



**Рис. 6. 7. Конструкція труб і блоків кабельної каналізації**

*a* - бетонні; *б* - труби азбестобетонні; *в* - поліетиленові; *г* - блоки з декількох рядів бетонних труб; *1* - залізобетонна прокладка; *2* - пісок; *3* - цементно-піщана суміш

Уведення кабелів у будинок від міських АТС здійснюється або з розподільних шаф, або безпосередньо від комутаційного щита МТМ. Підземна кабельна каналізація вводиться безпосередньо в підвал або технічний підвал, а також на зовнішні стіни бічних фасадів через колектори малого перетину. Можливе підведення до стіни будинку броньованого кабелю з виводом по трубопроводу на стіну.

Кабель установлюють під постійним надлишковим повітряним тиском (0,05...0,1 МПа) для запобігання попадання вологи в нього при ушкодженнях і забезпечення систематичного контролю оболонки й муфт. Для кабелів МТМ під надлишковим тиском використовують стаціонарні й пересувні компресорні установки. При експлуатації кабелів контролюються величина повітряного тиску, а також витрата повітря, що нагнітається в кабель.

До міських кабельних мереж застосовують заходи щодо захисту частин МТМ від корозії. Основні причини корозії оболонок кабелів: струми витоку електричних установок постійного струму (в основному від електрифікованого транспорту) електричні процеси в агресивному середовищі ґрунту. Для захисту від корозії застосовують наступні засоби: ізолююче захисне покриття, укладання кабелів в ізолюючі трубки й колектори, а також електрохімічний захист катодними установками.

Під час прокладання телефонних кабельних мереж в першу чергу необхідно звернути увагу на вимоги безпеки праці при земляних



роботах, роботах на висоті, роботі з ручним, пневматичним та електроінструментом згідно з ДНАОП 5.2.30-1.07-96 „Правила безпеки при роботах на кабельних лініях зв'язку і дротяного мовлення”.

Керівники робіт зобов'язані бути особисто присутній, керувати і забезпечувати виконання правил безпеки на ділянках з підвищеною небезпекою, а саме при вантаженні і розвантаженні барабанів з кабелем масою більше 0,5 т; при відкопуванні траншей і котлованів в безпосередній близькості від місця проходження підземних комунікацій; при прокладці кабелю з плавучих засобів і з льоду; при обладнанні і ремонті перетинів повітряних кабелів зв'язку і дротяного віщання з повітряними лініями електропередачі, контактними дротами трамвая і тролейбуса; при проведенні робіт на перетинах залізничного полотна і трамвайних шляхів і при роботах на відстані до 1,5 м від них; при ремонті кабелів, по яких передається дистанційне живлення; при роботах в колекторах, тунелях і технічних підвалах; при роботі на кабелях зв'язку, прокладених в телефонній каналізації спільно з кабелями радіотрансляційної сіті з напругою 120 В і вище або з кабелями дистанційного живлення; при роботі будівельних механізмів в безпосередній близькості до ліній електропередачі; при роботі в колодязях глибокого закладання (глибиною більше 2,5 м); при необхідності проведення аварійних робіт, коли в колодязь поступає газ; при проведенні робіт на проїжджих частинах доріг, вулиць і т.д. Перед початком робіт на цих ділянках керівник робіт повинен провести інструктаж по безпечних методах праці.

Всі роботи на кабельних лініях зв'язку і дротяного віщання працівники повинні проводити в спецодязгу і спецвзутті, які визначені "Інструкцією про порядок забезпечення працівників і службовців спеціальним одягом, спеціальним взуттям і іншими засобами індивідуального захисту. Робота на кабельних лініях зв'язку і дротяного віщання забороняється при температурі навколишнього повітря нижче за норму, встановлену місцевими органами влади.

Як виняток, допускається проведення робіт при ліквідації аварій. В цьому випадку через певні відрізки часу встановлюються перерви для обігріву (перерви зараховуються в робочий час). Керівник робіт зобов'язаний в безпосередній близькості від місця робіт надавати в розпорядження працівників засобу для обігріву (фургони, намети і, у виняткових випадках, - багаття). Якщо при припиненні робіт зупиняється або затримується ліквідація пошкодження, то замість пе-



перв в роботі встановлюється чергування змін працівників. Працювати на кабельних лініях під час грози забороняється.

Кожна робоча колона або бригада, яка проводить роботи оддалік населених пунктів, повинна бути забезпечений санітарно-побутовими приміщеннями, питною водою, якість якої повинна відповідати санітарним вимогам, похідною аптечкою. Кожний працівник при роботі на лінії поодиноці повинен мати індивідуальний антисептичний пакет.

Перед початком робіт робітник шляхом ретельного огляду повинні перевірити наявність і справність необхідних інструментів, засобів захисту, запобіжних пристосувань, сходів. Один раз в квартал керівники структурних підрозділів повинні перевіряти наявність і справність всіх інструментів і захисних пристосувань. Результати перевірок необхідно записувати в книгу (журнал) яка повинна знаходитися у начальника структурного підрозділу або у осіб, які його заміщують.

Запобіжні пристосування і підйомні механізми випробовуються у встановлені терміни. Кожний працівник, що виявив порушення Правил або що помітив несправність устаткування, що представляє небезпеку для людей, а також брак, відсутність або несправність захисних засобів зобов'язаний негайно про це поставити в популярність свого безпосереднього начальника, а у разі його відсутності - вищестоящого керівника.

Розпорядження, яке суперечить Правилам і яке може представляти явну небезпеку для життя і здоров'я працівника, не повинне виконуватися. Працівник, якому видано таке розпорядження, повинен звернути увагу керівника що віддав розпорядження, на його суперечність Правилам і поставити в популярність про це вищестоящого керівника.

Посадовці і фахівці, інші працівники підприємств, а також приватні особи, зайняті проектуванням, будівництвом, монтажем, налагодкою, реконструкцією, ремонтом, технічною діагностикою експлуатацією кабельних ліній зв'язку і дротяного віщання, виконанням робіт, обумовлених Правилами, проходять підготовку (підвищення кваліфікації), перевірку знань. Допуск до роботи осіб, що не пройшли в установленому порядку навчання, інструктаж і перевірку знань по охороні праці, забороняється.



Особлива увага повинна приділятися справності електроінструменту та електрообезпечі. Для приєднання електроінструменту до сіті живлення повинен застосовуватися шланговий дріт, наприклад, типу ШРПЛ або ШПРС з поперечним перетином не менше 1,5 мм  $52\ 0$ . За відсутності таких дротів допускається застосування гнучких дротів (наприклад типу ПРГ) з ізоляцією на напругу не нижче 500 В і ув'язнених в гумовий шланг. Оболонки кабелів дротів повинні вводитися в електроінструмент і міцно закріплюватися, щоб уникнути їх злам і стирання.

Заземлення корпусу електроінструменту повинне здійснюватися за допомогою спеціальної жили дроту живлення, яка не повинна одночасно служити провідником робочого струму. Використовувати для цієї мети нульовий заземлений дріт забороняється. У зв'язку з цим для живлення трифазного електроінструменту повинен застосовуватися чотирижильний, а для однофазного - трижильний шланговий дріт. Шланговий дріт повинен мати на кінці штепсельну вилку з відповідною кількістю робочих контактів і одного - для заземлення.

Конструкція вилки повинна забезпечувати першине включення контакту для заземлення і його відключення після відключення інших контактів. Якщо такі штепсельні вилки відсутні дозволяється заземляти інструмент голим гнучким дротом з поперечним перетином не менше 4 мм  $52\ 0$ , який повинен приєднуватися до спеціальної деталі для заземлення, розташованої на корпусі інструменту.

В тих випадках, коли електроінструмент живиться від знижувального трансформатора, корпус електроінструменту повинен заземлятися приєднанням жили для заземлення шлангового дроту до записку для заземлення цього трансформатора. Застосовувати автотрансформатор для живлення електроінструменту забороняється.

Під час роботи забороняється натягувати і перегинати кабелі електроінструменту. Не допускається також їх перехрещення з тросами, кабелями і дротами електрозварювань і з шлангами газорізки. При припиненні подачі електроживлення під час роботи з електроінструментом, а також на час відсутності працівника на робочому місці інструмент повинен відключатися від мережі.

Електроінструмент повинен мати інвентарний номер і зберігатися в сухому опалювальному приміщенні в шафах або на стелажах. При перевірці електроінструменту повинні перевірятися затягуван-



ня гвинтів, які кріплять вузли і деталі інструменту; стан дроту; відсутність зовнішніх пошкоджень його ізоляції і зламу дротів; справність вимикача і заземлення. При виявленні під час роботи несправностей електроінструменту або слабкої дії електроструму працівник повинен зупинити роботу і здати несправний інструмент на перевірку і ремонт.

Переносні електричні світильники повинні бути обладнані захисною сіткою з рефлектором і гачком для підвішування. Сітка повинна закріплюватися на рукоятці гвинтами так, щоб її можна було б зняти тільки за допомогою викрутки.

В приміщеннях з підвищеною небезпекою допускається застосовувати переносні електричні світильники напругою не більше 42 В. В приміщеннях особливо небезпечних і зовні приміщень допускається застосовувати переносні електричні світильники напругою не більше 12 В. Для світильників повинен застосовуватися шланговий дріт, наприклад, типу ШРПЛ з поперечним перетином кожної жили не менше 1 мм<sup>2</sup>. Допускається також використання багатожилих гнучких дротів, наприклад, типу ПРГ, ув'язнених в гумовому шлангу.

Штепсельні розетки для сітей з напругою до 42 В повинні конструктивно відрізнятися від розеток для сітей з напругою 127 або 220 В. Вилки переносних світильників не повинні допускати можливість їх включення в сіть з напругою 127 або 220 В. Контроль за цілістю і справністю електроінструменту повинна здійснювати особа, призначена наказом або розпорядженням по підприємству (організації) і яке має кваліфікаційну групу по електробезпеці не нижче III.

Перевірка на відсутність замикання і перевірка опору ізоляції, обриву жили для заземлення або дроту електроінструменту і переносних електричних світильників повинна здійснюватися періодично не рідше одного разу на 6 місяців. Опір ізоляції обмотки і інших електричних ланцюгів електроінструменту щодо металевого корпусу і зовнішніх металевих деталей повинен бути не менше 0,5 МОм, а за наявності подвійної ізоляції - не менше 2 МОм. Опір ізоляції вимірюється між обмоткою і заземленим корпусом інструменту.

Забороняється користуватися інструментом з ізолюючими рукоятками, у якого діелектричні чохла або покриття нещільно прилягають до рукояток, мають розшарування, тріщини і інші пошкодження. Інструмент з ізолюючими рукоятками повинен зберігатися



в закритих приміщеннях на полицях або стелажах, не торкатися ogrivальних приладів і бути захищеним від сонячного проміння і вологи. В навколишньому середовищі не повинні знаходитися пари кислот, лугів і інших агресивних речовин.

При вантажо-розвантажувальних роботах особлива увага повинна приділятися роботі барабанів з кабелем. При вантаженні і розвантаженні барабана з кабелем підйомним краном вантажопідйомність його і вживаних стропів повинна відповідати масі переміщуваного вантажу. При опусканні барабана з кабелем в кузов автомобіля залізати в кузов для закріплення барабана дозволяється тільки після того, як він буде встановлений на платформу автомобіля.

Вантаження барабана з кабелем на кабельний транспортер повинне проводитися за допомогою лебідок, змонтованих на ньому. Після підйому барабана повинні бути встановлені наполегливі штанги. Після вантаження необхідно ретельно оглянути підвісні пристосування для барабана, причіпні з'єднання і замки, а також перевірити чи щільно барабан встав на опори.

За відсутності підйомного крана барабан з кабелем можна занурювати на автомобіль за допомогою лебідки, яка повинна встановлюватися і міцно закріплюватися в передній частині його кузова. При великій кількості занурюваних барабанів або значній їх масі рекомендується застосовувати апарелі.

### Контрольні запитання

1. Наведіть принципову схему електропостачання міста.
2. Які ланки входять в схему електропостачання ?
3. Які види розподільних електричних мереж ?
4. Від чого залежать категорії електропостачання міста ?
5. Наведіть ідеальну схему електропостачання.
6. Як прокладаються кабельні лінії та вимоги до них ?
7. Яка конструкції електрокабелів ?
8. Які особливості прокладка електрокабелів через перешкоди?
9. Які конструкції труб і блоків кабельної каналізації ?
10. Які умови прокладання телефонних кабелів МТМ ?
11. Які основні вимоги безпеки праці при прокладанні електричних кабельних ліній у землі?
12. Які основні вимоги безпеки праці при прокладанні телефонних кабельних мереж?



## 7. ПЕРЕХОДИ ІНЖЕНЕРНИХ МЕРЕЖ ЧЕРЕЗ ШТУЧНІ ТА ПРИРОДНІ ПЕРЕШКОДИ

### 7.1. Підземні переходи мереж через залізничні та шосейні магістралі

Переходи водопровідних ліній під залізничними й автомобільними дорогами I й II категорії, а також під міськими магістралями виконуються у футлярах. При наявності на трасі доріг або поблизу їх тунелів, естакад і шляхопроводів загального призначення повинна бути передбачена можливість використання їх для прокладки водопроводів. Переходи звичайно влаштовуються на прямолінійних ділянках трубопроводів з перетинанням полотна залізних або автомобільних доріг під кутом, близьким до прямого. Розташовуватися вони повинні в місцях з мінімальним числом шляхів, там, де відсутні стрілочні переводи, з'їзди й перехрестя, і не ближче 10 м від опор контактної мережі й фундаментів штучних споруд. Схеми переходів під залізничними й автомобільними дорогами наведені на рис. 7.1, 7.2.

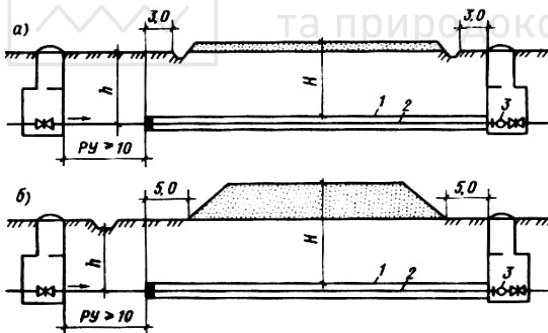


Рис. 7.1. Схеми переходів під автомобільними дорогами I й II категорії:

а- перехід під дорогою в насипу не обтічного профілю висотою до 0,8 м; б- перехід під дорогою в насипу з резервами

При проведенні робіт відкритим способом, способом проколу й продавлювання кожухи виконують зі сталевих труб. При проведенні робіт щитовим способом кожухи роблять із керамічних або бетонних блоків. Кожухи, як і самі трубопроводи, захищають від корозії. При перетинанні електрифікованих залізниць передбачається також захист від блукаючих струмів. Проекти переходів для кожного конкретного випадку повинні погоджуватися з місцевими організаціями і міністерствами автомобільних доріг й автомобільного транспорту.



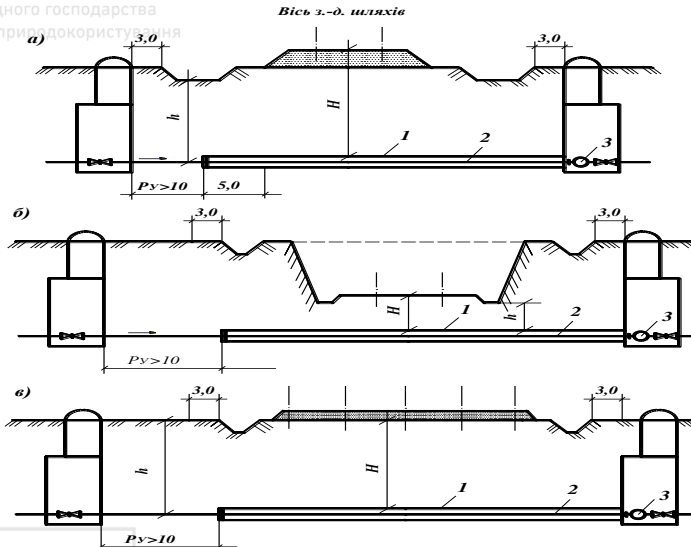


Рис.7.2. Схеми переходів під залізницями

*a* - перехід на перегоні в насыпу; *б* - перехід на перегоні у виїмці; *в* - перехід на перегоні під станційними коліями; 1 - кожух сталевий; 2 - робоча труба стальва; 3 - випуск у мокрий колодязь; РД - ремонтна ділянка; *H* - відстань від підшви рейки до кожуха; *h* - глибина закладення труб за умовами не промерзання ґрунту

Переходи під залізницями й шосейними дорогами каналізаційного колектора виконуються в залежності від діаметра зі сталевих, чавунних або залізобетонних труб. Їхнє конструктивне оформлення не відрізняється від оформлення переходів водопровідних ліній.

Теплові мережі можуть перетинати вказані перешкоди, як і водопровідні мережі, із допомогою підземних переходів мереж у футлярах або тунелях.

Перетинання кабельної лінії залізних або автомобільних доріг здійснюється в тунелях, блоках або трубах на глибині не менш 1 м від полотна дороги.

При перетинаннях газопроводами високого тиску залізничних і трамвайних шляхів за діючими правилами мережі варто прокладати у футлярах зі сталевих труб. Схема перетинання містить лінію газопроводу, сталевий футляр, діаметр якого повинен бути на 100 мм більше діаметра труби, і відвідну трубу з дефлектором і сальником. Глибина переходу повинна бути не менше 1,5 м (уважаючи від пі-



дошки шпал до верху футляра). При тупикових мережах запірні пристрої встановлюють із однієї сторони переходу (по напрямку руху газу), при кільцевих – із двох сторін, на відстані не менш 100 м від осі крайніх під'їзних колій.

На одному кінці переходу встановлюють контрольну трубку й виводять її під килим. На ділянках перетинання трамвайних шляхів газопроводи варто покривати ізоляцією посиленого типу й укладати на діелектричних прокладках. Кінці футлярів треба виводити на 2 м далі крайніх рейок трамвайних шляхів.

Газопроводи низького й середнього тиску, що перетинають каналізаційні колектори або тунелі, варто прокласти тільки в ізольованих футлярах.

## 7.2. Перетинання водних перепон дюкерами

Перетинання водопровідними лініями водних перешкод здійснюється за допомогою дюкерів. Дюкери зі сталевих труб укладають не менш чим у дві лінії, причому вони повинні мати посилену антикорозійну ізоляцію, захищену від механічних ушкоджень. Глибину укладання підводної частини трубопроводу вважаючи до верху труби варто приймати не менш ніж на 0,5 м нижче дна ріки, а в межах фарватеру на судноплавних ріках - не менш 1 м. Відстань у плані між лініями дюкерів повинне бути не менш 1,5 м. Кут нахилу висхідних частин дюкеру приймається не більше  $20^\circ$  до горизонту. З обох боків дюкеру влаштовуються колодязі й перемикання із засувками.

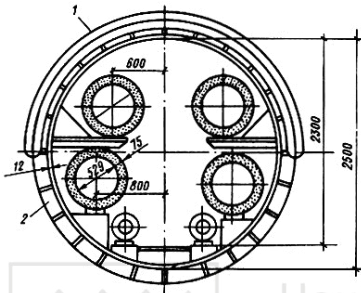
Для спуску води у водойми влаштовуються випуски. Вони мають різноманітні конструкції, можуть бути зосередженими й розсіювальними. Останні влаштовують із метою більше ефективного змішання вод з водою водойми.

Каналізаційні дюкери через ріки влаштовують не менш чим у дві нитки. Схема такого дюкеру наведена на рис. 7.5. Він складається із вхідної камери, ліній дюкеру (трубопроводів) і вихідної камери.

Дюкери працюють повним перетином. Стічні води в них рухаються під тиском стовпа води, обумовленим різницею рівнів, у вхідній і вихідній камерах дюкеру. Дюкери звичайно прокладають зі сталевих труб, рідше із чавунних розтрубних. Камери дюкеру доцільно влаштовувати зі збірного залізобетону.

Вентиляція побутової каналізаційної мережі здійснюється витяжними пристроями внутрішньобудинкової каналізації, але спеціальні витяжні пристрої передбачають у вхідних камерах дюкерів, на перепадах. В окремих випадках може влаштовуватися штучна витяжна вентиляція.

Дюкери теплових мереж мають особливість, яка наведена на рис. 7.3.



**Рис. 7.3. Поперечний переріз дюкеру теплових мереж:**

1 – кільце для додаткового навантаження; 2 - кільце твердості

Проходження електричних ліній через водні перешкоди вимагає дотримання додаткових правил, які можуть стати визначальними при виборі й прокладці траси електричних мереж. Кабельні лінії, що перетинають водні перешкоди, виконуються кабелем, броньованим круглим дротом. Бажано використати кабелі однієї будівельної довжини, тобто без застосування сполучних муфт. Нитка кабелю, як правило, занурюється в дно водних перешкод на глибину не менш 1м, на берегах передбачається його резерв довжиною не менш 10м.

### 7.3. Надземні та наземні переходи трубопроводами

До основних видів влаштування надземних переходів трубопроводами відносяться:

- а) підвіска до пролітної будови мостів, що служать для залізничного, автомобільного або пішохідного руху;
- б) прокладка по мостах загального призначення;
- в) укладання по мостах, опорам і естакадам, які спеціально споруджуються для цього;
- г) влаштування переходів у дамбах;
- д) влаштування переходів у вигляді трубчастих самонесучих арок.



Конструкції надземних переходів можуть бути досить різноманітними. У всіх випадках повинна бути забезпечена можливість огляду труб і ліквідації аварій. При проектуванні переходів особливу увагу варто приділяти питанню теплового розрахунку та призначенню відповідної ізоляції з метою запобігання замерзанню води. Варто вживати ефективних заходів для захисту поверхні труб від корозії. Профілювання надземних переходів необхідно виконувати так, щоб вони легко звільнялися від води та мали пристрої для випуску і впуску повітря. З цією метою повинна бути передбачена установка випусків із засувками, а якщо буде потреба й вантузів.

Для надземних переходів звичайно застосовують сталеві труби зі зварними або фланцевими з'єднаннями. Порівняно більші температурні напруження, що виникають у надземних переходах, іноді викликають необхідність установки компенсаторів на кінцях трубопроводу. Спосіб прокладки переходів при цьому повинен дозволяти відносно вільну зміну положення труби по довжині.

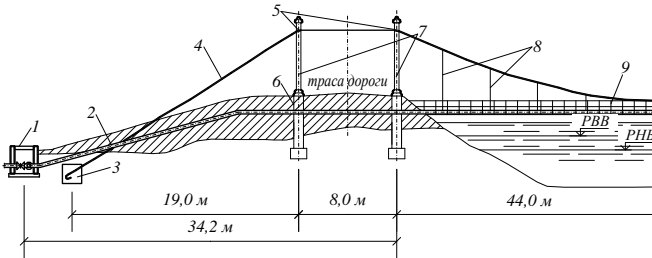
Конструкції мостів і естакад повинні бути розраховані на відповідні навантаження. Вони визначаються в результаті урахування власної ваги трубопроводу, ваги антикорозійної та теплової ізоляції, води, що заповнює труби, снігу, тиску вітру, ваги експлуатаційного персоналу та обладнання, ваги кріплення і підвісок. Необхідно враховувати також зусилля, що виникають при монтажі конструкцій переходу. На ці ж навантаження розраховуються окремі підвіски й точки спирання водоводу. Стінки водоводу розраховуються на зусилля, що виникають під впливом внутрішнього тиску та зовнішніх зусиль. Крім того, окремі кріплення труб, а також стінки водоводів, повинні бути перевірені на місцеві напруження.

Надземні переходи виконуються у вигляді підвісок до мостів загального призначення (рис. 7.4, 7.5), укладання трубопроводів по мостах, що споруджують спеціально, опорам й естакадам, пристроїв самонесучих арок й "провисаючих" ниток (рис. 7.6). Переходи споруджуються зі сталевих труб з посиленою антикорозійною ізоляцією. Для захисту від охолодження в необхідних випадках влаштовується теплова ізоляція.

Трубопроводи, що перетинають болота, звичайно укладають по дамбах з підставою з мінерального ґрунту, а іноді по палях з ростверками й лагам (наземна прокладка). Влаштування дамби дає мож-

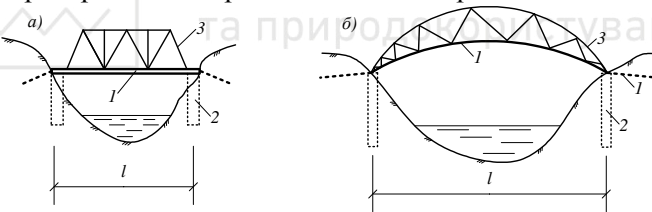


лівість пішохідного руху над трубою і полегшує доступ до неї під час аварії.



**Рис. 7.5. Металевий підвісний міст для прокладки водопровідної труби діаметром 250 мм:** 1 – колодязь; 2 – труба водопровідна Ду=250мм; 3 – якір бетонний; 4 – відтяжки сталеві; 5 – серги стяжні; 6 – кожух сталевий; 7 – стійки з труб; 8 – підвіска з арматурної сталі; 9 – місток

При будівництві надземних переходів (рис.7.6,7.7,7.8) газопроводи доцільно підвішувати до конструкцій існуючих металевих і залізобетонних мостів або ж споруджати для них спеціальні мости. Іноді в таких випадках використовується несуча здатність самих труб шляхом пристрою з них аркових й інших переходів.

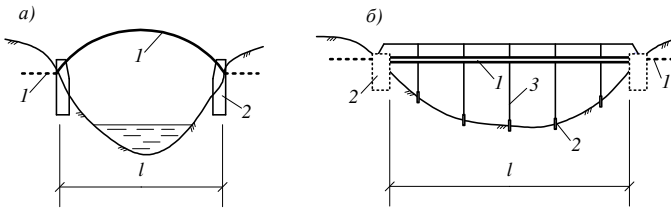


**Рис. 7.6. Схеми повітряних переходів газопроводів по фермах:**  
1 – трубопровід; 2 – фундаментні опори; 3 – ферма

При прокладці кабельних ліній міського електропостачання доводиться переборювати різного роду перешкоди, обумовлені як природними факторами, так і розвитком міської інфраструктури. Траса ліній може проходити по мостах і шляхопроводах. На мостах з інтенсивним рухом транспорту рекомендуються до застосування броньовані кабелі в алюмінієвій оболонці. ПУЕ допускають прокладку кабельних ліній по мостах в азбестоцементних трубах. При цьому необхідно передбачити заходи щодо запобігання виникнення механічних зусиль у місцях переходу з конструкцій мостів на підва-

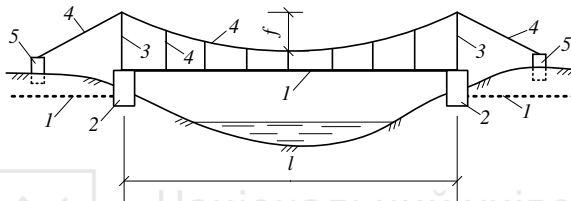


лини. У земляних греблях, дамбах і пірсах прокладка здійснюється в земляній траншеї, глибиною не менш 1 м.



**Рис. 7.7. Схеми повітряних переходів газопроводів:**

*a* – арковий; *б* – по естакаді; 1 – трубопровід; 2 – фундаментні опори; 3 – стійка



**Рис. 7.8. Висяча система повітряного переходу:**

1 – трубопровід; 2 – фундаментні опори; 3 – пілон; 4 – ванта; 5 – якір

Щоб уникнути замерзання води у випадку припинення її руху надземний перехід повинен бути спорожнений. У лініях невеликого перерізу, особливо якщо постійний протік невеликий, а часом і взагалі може припинятися, рекомендується виконувати посилену теплову ізоляцію та, крім того, забезпечувати наприкінці переходу постійне скидання води взимку.

Якщо водовід не спорожнити, то після припинення руху потоку води в ньому спочатку відбудеться охолодження її до  $0^{\circ}$ , а потім - замерзання. Замерзання води по всій довжині та всьому перерізі водоводу, покладеного в переході, наступить тоді, коли від води буде віднята прихована теплота льодоутворення, рівна 80 ккал на 1 л води, або 80000 ккал на  $1 \text{ м}^3$ .

### Контрольні запитання

1. Яка мета встановлення переходів через залізничні та автомобільні дороги?
2. Опишіть основні схеми переходів під залізничними та шосейними дорогами.



Національний університет

водного господарства

та природокористування

3. Які види надземних та наземних переходів?
4. Які особливості перетинання перешкод електричними мережами?
5. Які особливості перетинання перешкод тепловими мережами?



Національний університет  
водного господарства  
та природокористування



## **8. РОЗМІЩЕННЯ ІНЖЕНЕРНИХ МЕРЕЖ НА ТЕРИТОРІЇ МІСТ**

### **8.1. Загальні положення**

Інженерні мережі слід розміщувати переважно у межах поперечних профілів вулиць і доріг: під тротуарами і розділювальними смугами - інженерні мережі в колекторах, каналах або тунелях; у межах розділювальних смуг - теплові мережі, водопровід, газопровід, господарсько-побутову й дощову каналізацію. При ширині проїжджої частини більше 22 м передбачається розміщення інженерних мереж з двох боків вулиць.

При реконструкції проїжджої частини вулиць і доріг з улаштуванням дорожніх капітальних покриттів, під якими розміщені підземні інженерні мережі, слід передбачати винесення цих мереж на розділювальні смуги і під тротуари. При відповідному обґрунтуванні допускається під проїжджими частинами вулиць збереження існуючих, а також прокладання у каналах і тунелях нових мереж. На існуючих вулицях, що не мають розділювальних смуг, допускається розміщення нових інженерних мереж під проїжджою частиною за умови розміщення їх у тунелях або каналах; при технічній необхідності допускається прокладання газопроводу під проїжджими частинами вулиць.

Прокладання підземних інженерних мереж слід, як правило, передбачати сумішеним у загальних траншеях; у тунелях за необхідності одночасного розміщення теплових мереж діаметром від 500 до 900 мм, в умовах реконструкції від 200 мм водопроводу до 300 мм, більше десяти кабелів зв'язку і десяти силових кабелів напругою до 10 кВ; при реконструкції магістральних вулиць і районів історичної забудови; при нестачі місця у поперечному профілі вулиць для розміщення мереж у траншеях; на перетинах з магістральними вулицями і залізничними пунктами. У тунелях допускається також прокладання повітропроводів, напірної каналізації та інших інженерних мереж. Не допускається спільне прокладання з кабельними лініями газопроводів і трубопроводів, які транспортують легкозаймисті й горючі рідини. На ділянках забудови у складних ґрунтових умовах (лесові, просадочні) треба передбачати прокладання інженерних мереж у прохідних тунелях. При відповідному обґрун-





туванні на населених територіях у складних планувальних і гідро-геологічних умовах допускається прокладання наземних теплових мереж.

На ділянках перетину трубопроводів повинні мати похил в один бік і бути закладені у захисні конструкції (сталеві футляри, монолітні бетонні або залізобетонні канали, колектори, тунелі). Відстань від зовнішньої поверхні обробок споруд метрополітену до кінця захисних конструкцій повинна бути не менше 10 м у кожний бік, а відстань по вертикалі (у світлі) між обробкою або підшоною рейки (при наземних лініях) і захисною конструкцією - не менше 1 м.

Прокладання газопроводів під тунелями не допускається.

Переходи інженерних мереж під наземними лініями метрополітену слід передбачати з урахуванням вимог чинних нормативів. При цьому мережі повинні бути виведені на відстань не менше 3 м за межі огорож наземних ділянок метрополітену.

У місцях, де споруди метрополітену розміщуються на глибині 20 м і більше (від верху конструкції до поверхні землі), а також у місцях залягання між верхом споруд метрополітену і низом захисних конструкцій інженерних мереж глин, не тріщинуватих скельних або напівскельних ґрунтів потужністю не менше 6 м, викладені вимоги до перетину інженерними мережами споруд метрополітену не пред'являються, а улаштування захисних конструкцій непотрібне.

У місцях перетину споруд метрополітену напірні трубопроводи слід передбачати із сталевих труб з влаштуванням з обох боків колодязів із запірною арматурою. При перетині підземних інженерних мереж з пішохідними переходами слід передбачати прокладання трубопроводів під тунелями, а кабелів силових і зв'язку - над тунелями.

Не допускається прокладання по населеній території трубопроводів із легкозаймистими і горючими рідинами, а також із зрідженими газами для постачання промислових підприємств і складів.

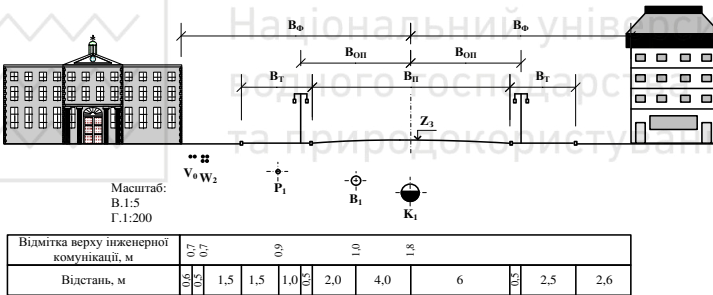
## **8.2. Розміщення інженерних мереж на території міст України**

В даний час у вітчизняній практиці будівництва підземних комунікацій застосовують три способи прокладки трубопроводів й кабелів: роздільну прокладку, сумісну (в одній траншеї), спільну про-

кладку в міських й внутрішньоквартальних колекторах й технічних підвалах приміщень. На рис.8.1, 8.2 наведені схеми типового і раціонального розміщення інженерних комунікацій в містах України, а на рис. 8.3 - схеми розміщення інженерних мереж при різній ширині вулиць.

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

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

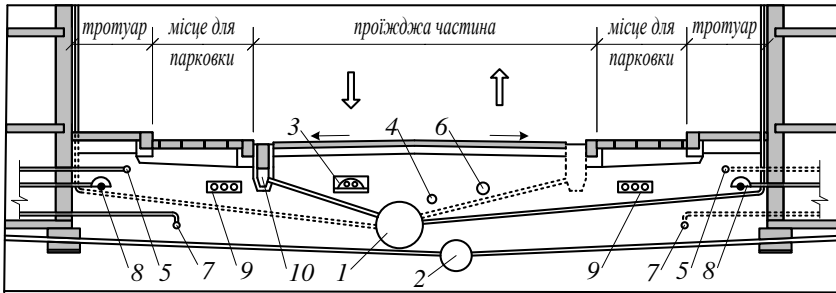


**Рис. 8.1. Типове розміщення інженерних мереж в Україні при односторонній прокладці**

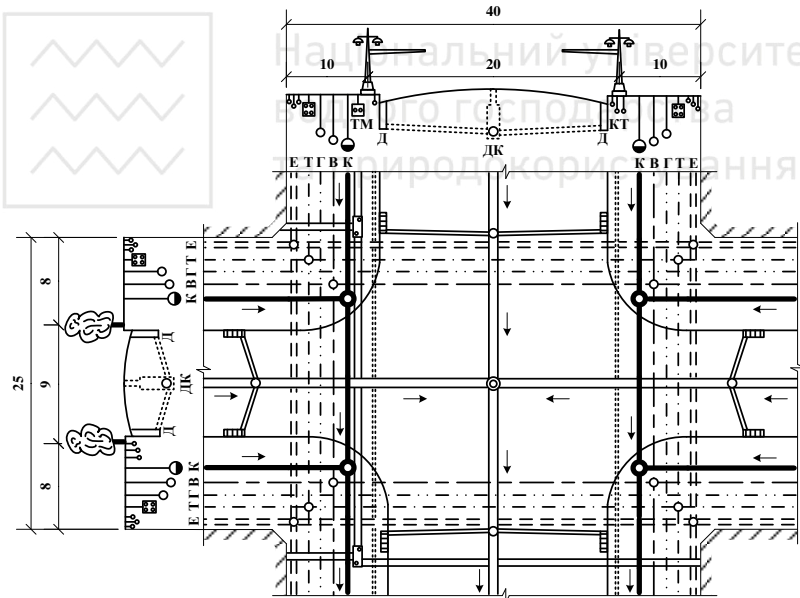
Спосіб сумісної прокладки передбачає розташування декількох підземних комунікацій в загальній траншеї. При цьому відстані між трубопроводами скорочуються в порівнянні із закладеними в нормах для роздільних прокладок.

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

терміни будівництва, виникає можливість для навчання робітників декільком спеціальностям.



**Рис. 8.2. Типове розміщення інженерних мереж при двосторонній прокладці в Україні:** 1 – дощова каналізація; 2 – побутова каналізація; 3 – централізоване тепlopостачання; 4 – магістральний газопровід; 5 – розподільчий газопровід; 6 – магістральний водопровід; 7 – розподільчий водопровід; 8 – електропроводка; 9 – телекомунікаційні проводи; 10 – дощоприймач



**Рис. 8.3. Рациональне розміщення підземних комунікацій на плані та перерізі вулиць:** Е – електромережа; Т – телефон; В – водопровід; К – каналізація; Г – газопровід; Д – дощоприймачі; ДК – дощова каналізація (водостік); ТМ – теплові мережі; КТ – кабелі трамваїв та троллейбусів

Загальним недоліком роздільного й сумісного способів є прокла-



дка трубопроводів безпосередньо в ґрунтовому середовищі, що призводить до розривів, корозії труб і т.п. Крім того, при великій кількості трубопроводів і кабелів не завжди вдається їх компактно розміщення навіть при сумісному способі прокладки.

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

- компактне розміщення великої кількості трубопроводів й кабелів як в плані, так й в поперечному профілі вулиць й територій;
- забезпечення за рахунок міцності конструкції сприятливих умов експлуатації мереж при додатних температурах, що дозволяє збільшити термін експлуатації мереж, поліпшити їх захист від механічних пошкоджень й корозії;
- ремонт, прокладка й експлуатація нових мереж без розкопування міської території;
- впорядкування всієї системи і розміщення підземних інженерних мереж за рахунок організації комплексного проектування, будівництва й експлуатації;
- будівництво дорожнього покриття й інших елементів поперечного профілю вулиць й проїздів до закінчення укладання всього комплексу трубопроводів й кабелів.

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

### Контрольні запитання

1. Які вимоги до розміщення інженерних мереж на території міста?
2. Що включає в себе підготовка території до прокладки інженерних мереж?
3. Який зарубіжний досвід розміщення інженерних мереж на території міста?
4. Які правила прокладки інженерних мереж на території міст в Україні?



## ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

№ з/п	Запитання	Варіанти відповідей
1	Інженерне забезпечення міста включає сукупність систем:	<ul style="list-style-type: none"><li>• водопостачання</li><li>• каналізації</li><li>• транспорту</li><li>• сміттявилучення</li><li>• телефонізації</li></ul>
2	Сталеві труби дозволяється прокладати:	<ul style="list-style-type: none"><li>• під залізничним полотном</li><li>• дюкери</li><li>• під мостами</li><li>• в футлярах</li><li>• не дозволяється</li></ul>
3	По виду і способу прокладки інженерних мереж розділяють:	<ul style="list-style-type: none"><li>• під тротуарами</li><li>• під зеленими зонами</li><li>• окремі трубопроводи різних систем</li><li>• різні кабельні мережі</li><li>• спеціальні тунелі, канали</li></ul>
4	До головних споруд відносяться:	<ul style="list-style-type: none"><li>• водозабори</li><li>• міські інженерні мережі</li><li>• очисні водопровідні та каналізаційні споруди</li><li>• дюкери</li><li>• сміттєзбірні станції</li></ul>
5	Каналізаційну мережу на території населених пунктів прокладають із труб:	<ul style="list-style-type: none"><li>• залізобетонних</li><li>• бетонних</li><li>• керамічних</li><li>• із нержавіючої сталі</li><li>• чавунних асфальтованих</li></ul>
6	В місцях інтенсивного руху транспорту глибина укладання водопроводу не менше:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 0,5 м</li><li>• 1,0 м</li><li>• не менше глибини промерзання</li><li>• динамічних навантажень</li><li>• 1,5 м</li></ul>
7	Розташування інженерних мереж по обидві сторони залежить від ширини проїжджої частини:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 20 м</li><li>• 22 м</li><li>• 30 м</li><li>• техніко-економічними розрахунками</li><li>• 15-20 м</li></ul>
8	За призначенням теплові мережі, які з'єднують джерело тепла з тепловим пунктом, підрозділяються:	<ul style="list-style-type: none"><li>• кільцеві</li><li>• тупикові</li><li>• магістральні</li><li>• розподільчі внутрішньоквартальні</li><li>• комбіновані</li></ul>



9	В Україні встановлюють такі способи прокладки трубопроводів та кабелів:	<ul style="list-style-type: none"><li>• комбіновану</li><li>• роздільну</li><li>• суміщену</li><li>• суміщену в колекторах</li><li>• тільки окрему</li></ul>
10	По способу прокладки інженерні мережі поділяють:	<ul style="list-style-type: none"><li>• повітряні</li><li>• наземні</li><li>• підземні</li><li>• надземні</li><li>• комбіновані</li></ul>
11	Глибина закладання водопровідної мережі визначається по:	<ul style="list-style-type: none"><li>• типовим рішенням</li><li>• теплотехнічному розрахунку</li><li>• температурі води</li><li>• товщині снігового покриву</li><li>• рельєфу місцевості</li></ul>
12	Мінімальний уклон трубопроводу:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 0,001</li><li>• 0,008 - 0,01</li><li>• 0,005 – 0,007</li><li>• 0,0005</li><li>• 0,01</li></ul>
13	До головних споруд не відносяться:	<ul style="list-style-type: none"><li>• вузли зв'язку</li><li>• кабелі різного призначення</li><li>• дощова каналізація</li><li>• теплоелектростанції</li><li>• кабелі</li></ul>
14	Повна назва:	<ul style="list-style-type: none"><li>• ГРС – головні розподільчі станції</li><li>• ГРС – газорозподільні станції</li><li>• ГРС – головні розподільчі споруди</li><li>• ТЕП - теплоелектростанції</li><li>• ТЕП – тепловий пункт</li></ul>
15	Упори виконують:	<ul style="list-style-type: none"><li>• бутобетону</li><li>• червоної цегли</li><li>• силікатної цегли</li><li>• залізобетону</li><li>• бетону</li></ul>
16	Газові господарство складається із наступних споруд:	<ul style="list-style-type: none"><li>• сховища газу</li><li>• внутрішніх газопроводів</li><li>• зовнішніх газопроводів</li><li>• конденсатозбірників</li><li>• газорегенеруючих пунктів</li></ul>
17	Розрізняють такі види теплопостачання:	<ul style="list-style-type: none"><li>• місцеве</li><li>• децентралізоване</li><li>• комбіноване</li><li>• централізоване</li></ul>

	дніного господарства природокористування	<ul style="list-style-type: none"> <li>• тупикове</li> </ul>
18	Методика розрахунку водо-випусків та вантузів розроблена:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Сурковим</li> <li>• Суриним</li> <li>• Саксоновим</li> <li>• Сапсаєм</li> <li>• Сапроновим</li> </ul>
19	Підземна прокладка інженерних мереж може бути в	<ul style="list-style-type: none"> <li>• прохідних каналах</li> <li>• непрохідних каналах</li> <li>• напівпрохідних каналах</li> <li>• футлярах</li> <li>• дюкерах</li> </ul>
20	При роботі водовипусків можливі такі схеми приєднань:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• до випуску ділянки водовода</li> <li>• до випуску двох ділянок водовода</li> <li>• до випуску ділянки водовода і водопровідної мережі з різними висотами наповнення</li> <li>• до випуску двох ділянок водоводів з однаковими висотами наповнення</li> <li>• до випуску трьох ділянок водоводів</li> </ul>
21	До основних видів надземних переходів відносяться:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• підвишування до діючих мостів</li> <li>• укладання по спеціальним мостам і опорам</li> <li>• проколювання</li> <li>• влаштування переходів в дамбах</li> <li>• продавллювання</li> </ul>
22	Упори встановлюють з метою запобігання:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• руйнуванню стиків</li> <li>• руйнуванню трубопроводів</li> <li>• переміщенню трубопроводів</li> <li>• порушенню структури ґрунту до якого прилягає упор</li> <li>• перелому чавунних труб</li> </ul>
23	Всі інженерні мережі класифікують:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• магістральні загального міського призначення</li> <li>• магістральні районного призначення</li> <li>• мікрорайонні</li> <li>• допоміжні</li> <li>• місцеві</li> </ul>
24	Розрахунок упорів, які розташовані в ґрунті, виконують виходячи із загальних умов:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• не повинні руйнуватися стики труб</li> <li>• не повинні руйнуватися труби</li> <li>• деформація ґрунту, під дією упора, не повинна перевищувати величини, яка допускається для збереження міцності стикових з'єднань</li> <li>• тиск на ґрунт не повинен переви-</li> </ul>



		<p>щувати розрахункового опору ґрунту</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• гідростатичний тиск, який діє на упор</li></ul> <p>необхідно приймати найменшим</p>
25	Вентиляція каналізаційної мережі наступна:	<ul style="list-style-type: none"><li>• примусова</li><li>• через стояки</li><li>• природна</li><li>• через колодязі</li><li>• самопливна</li></ul>
26	До міських електричних мереж відносяться:	<ul style="list-style-type: none"><li>• електромережі напругою (35) 110 кВ</li><li>• розподільчі мережі до 1000В</li><li>• розподільчі мережі менше 6 кВ</li><li>• міські підстанції 35...220 кВ</li><li>• трансформаторні підстанції 10...20 кВ</li></ul>
27	В залежності від максимального тиску газопроводи підрозділяються:	<ul style="list-style-type: none"><li>• середнього тиску 5 кПа</li><li>• низького тиску 0,3 МПа</li><li>• високого тиску 0,6 -1,2 МПа</li><li>• низького тиску менше 0,5 кПа</li></ul> <p>середнього тиску від 5 кПа до 0,3 МПа</p>
28	Уклони прокладання газопроводів не менше:	<ul style="list-style-type: none"><li>• А) 0,001</li><li>• Б) 0,005</li><li>• більше 0,002</li><li>• 0,001...0,002</li><li>• менше 0,002</li></ul>
29	За способом прокладки теплових мереж підрозділяються:	<ul style="list-style-type: none"><li>• надземні</li><li>• наземні</li><li>• підземні</li><li>• комбіновані</li><li>• суміщені</li></ul>
30	Триступеневі системи газопостачання застосовуються:	<ul style="list-style-type: none"><li>• для середніх міст</li><li>• для середніх та великих міст</li><li>• великих міст</li><li>• з великими витратами газу</li><li>• в залежності від кількості ГРП</li></ul>
31	Підземна прокладка інженерних теплових мереж може бути в:	<ul style="list-style-type: none"><li>• прохідних каналах</li><li>• непрохідних каналах</li><li>• напівпрохідних каналах</li><li>• футлярах</li><li>• дюкерах</li></ul>
32	Газопроводи прокладають на глибині:	<ul style="list-style-type: none"><li>• більше <math>H_{пр}</math> до низу труби</li><li>• 1,2 м</li><li>• <math>H_{пр} + 0,5</math></li><li>• більше <math>H_{пр}</math> до верху труби</li><li>• більше 0,5 м</li></ul>
33	Приблизна відстань між ГРП:	<ul style="list-style-type: none"><li>• до 10 км</li></ul>





		<ul style="list-style-type: none"><li>• 10...15 км</li><li>• 14 км</li><li>• 500...1000 м</li><li>• більше 15 км</li></ul>
34	Для надземної прокладки газопроводів необхідно застосовувати:	<ul style="list-style-type: none"><li>• поліетиленові труби</li><li>• поліетиленові і сталеві</li><li>• сталеві</li><li>• тільки поліетиленові</li><li>• мідні</li></ul>
35	Кількість газопроводів, яка дозволяється прокладати в одній траншеї при умові:	<ul style="list-style-type: none"><li>• не більше 2</li><li>• 2 і більше</li><li>• 2 з дотриманням відстані між газопроводами</li><li>• 3 при відстані 0,6 м</li><li>• 2 при відстані 0,3 м</li></ul>
36	Переваги прокладки інженерних мереж в тунелях:	<ul style="list-style-type: none"><li>• компактне розміщення трубопроводів і кабелів</li><li>• ремонт та експлуатація без розриву міської території</li><li>• простота вводу в мікрорайони та квартали</li><li>• мінімальна довжина всіх видів мереж</li><li>• захист від корозії</li></ul>
37	Система водопостачання це	<ul style="list-style-type: none"><li>• комплекс заходів для забезпечення водою</li><li>• комплекс споруд по забезпеченню водою</li><li>• водопровід</li><li>• комплекс трубопроводів</li><li>• керівний апарат</li></ul>
38	Водопровідні мережі поділяються на	<ul style="list-style-type: none"><li>• тупикові</li><li>• кільцеві</li><li>• змішані</li><li>• без баштові</li><li>• баштові</li></ul>
39	Водопровідна мережа поділяється на	<ul style="list-style-type: none"><li>• магістральні лінії</li><li>• розподільні лінії</li><li>• гнучкі лінії</li><li>• рівномірнорозподільні лінії</li><li>• прямоочні лінії</li></ul>
40	Водопровідні лінії трасуються	<ul style="list-style-type: none"><li>• вздовж доріг</li><li>• впоперек доріг</li><li>• з рівномірним розташуванням по території</li></ul>



		<ul style="list-style-type: none"><li>• вздовж лінії забудови</li><li>• навпрошки через парки</li></ul>
41	Глибина закладання водопровідних труб приймається	<ul style="list-style-type: none"><li>• на 0,5м більшою за глибину промерзання</li><li>• на 0,5м меншою за глибину промерзання</li><li>• на 0,3м меншою за глибину промерзання</li><li>• не залежно від глибини промерзання, конструктивно</li><li>• на 0,3м більшою за глибину промерзання</li></ul>
42	Вантузи встановлюються	<ul style="list-style-type: none"><li>• для випуску повітря</li><li>• для випуску повітря</li><li>• в понижених місцях водоводу</li><li>• для випуску води при аварії</li><li>• в найвищих точках</li></ul>
43	Випуски встановлюються	<ul style="list-style-type: none"><li>• для випуску повітря</li><li>• для випуску повітря</li><li>• в понижених місцях водоводу</li><li>• для випуску води при аварії</li><li>• в найбільш підвищених місцях</li></ul>
44	Засувки поділяються на	<ul style="list-style-type: none"><li>• паралельні</li><li>• клинові</li><li>• вентильні</li><li>• з шпинделем</li><li>• без шпинделя</li></ul>
45	Водоводи і водопровідна мережа вкладаються з труб	<ul style="list-style-type: none"><li>• сталевих</li><li>• чавунних</li><li>• керамічних</li><li>• залізобетонних</li><li>• пластмасових</li></ul>
46	До водорозбірної арматури відносяться	<ul style="list-style-type: none"><li>• засувки</li><li>• крани</li><li>• водорозбірні колонки</li><li>• пожежні гідранти</li><li>• зворотні клапани</li></ul>
47	Гасники гідравлічного удару встановлюються	<ul style="list-style-type: none"><li>• для випуску повітря</li><li>• для випуску повітря</li><li>• в понижених місцях водоводу</li><li>• для випуску води при аварії</li><li>• в місцях можливого виникнення гідравлічного удару</li></ul>
48	Сталеві труби з'єднуються	<ul style="list-style-type: none"><li>• зварюванням</li></ul>



		<ul style="list-style-type: none"><li>• на різьбових муфтах</li><li>• муфтах ЖІБО</li><li>• розтрубах з самоушільнюючою манжетною</li><li>• муфтах САМ</li></ul>
49	Чавунні труби з'єднуються	<ul style="list-style-type: none"><li>• зварюванням</li><li>• на різьбових муфтах</li><li>• муфтах ЖІБО</li><li>• розтрубах з самоушільнюючою манжетною</li><li>• муфтах САМ</li></ul>
50	Поліетиленові труби з'єднуються	<ul style="list-style-type: none"><li>• зварюванням гарячим повітрям</li><li>• формуванням буртів і сталевих насувних фланців</li><li>• стикуванням розігрітих кінців і вініпластового дротика</li><li>• приварних фланців</li><li>• розтрубах з самоушільнюючою манжетною</li></ul>
51	Вініпластові труби з'єднуються	<ul style="list-style-type: none"><li>• зварюванням гарячим повітрям</li><li>• формуванням буртів і сталевих насувних фланців</li><li>• стикуванням розігрітих кінців і вініпластового дротика</li><li>• приварних фланців</li><li>• розтрубах з самоушільнюючою манжетною</li></ul>
52	Запобіжні клапани встановлюються	<ul style="list-style-type: none"><li>• для випуску повітря</li><li>• для випуску повітря</li><li>• в понижених місцях водоводу</li><li>• для випуску води при аварії</li><li>• в місцях можливого виникнення гідравлічного удару</li></ul>
53	Зовнішня гідроізоляція виконується для труб	<ul style="list-style-type: none"><li>• сталевих</li><li>• чавунних</li><li>• вініпластових</li><li>• азбестоцементних</li><li>• поліетиленових</li></ul>
54	Загальна схема каналізації включає	<ul style="list-style-type: none"><li>• самопливний колектор</li><li>• вулична самопливна мережа</li><li>• головна насосна станція</li><li>• ГРС</li><li>• Очисні споруди</li></ul>



55	Схеми каналізаційних мереж	<ul style="list-style-type: none"><li>• перпендикулярна</li><li>• пересічна</li><li>• паралельна</li><li>• радіальна</li><li>• пільцева</li></ul>
56	Системи каналізації можуть бути	<ul style="list-style-type: none"><li>• загальносплавні</li><li>• повні роздільні</li><li>• напівроздільні</li><li>• комбіновані</li><li>• високого тиску</li></ul>
57	Глибина закладання каналізаційних труб	<ul style="list-style-type: none"><li>• на 0,5м більшою за глибину промерзання</li><li>• на 0,5м меншою за глибину промерзання</li><li>• на 0,3м меншою за глибину промерзання</li><li>• не залежно від глибини промерзання, конструктивно</li><li>• на 0,3м більшою за глибину промерзання</li></ul>
58	Каналізаційні труби з'єднуються	<ul style="list-style-type: none"><li>• по верху труб</li><li>• зваркою</li><li>• по рівням води</li><li>• різьбових муфтах</li><li>• фальцових муфтах</li></ul>
59	Принципова схема теплофікації включає	<ul style="list-style-type: none"><li>• теплогенеруючу установку</li><li>• теплову станцію</li><li>• тепловий пункт</li><li>• технологічні споживачі</li><li>• насосну станцію підкачки</li></ul>
60	Теплові мережі прокладають	<ul style="list-style-type: none"><li>• за найкоротшою відстанню</li><li>• поблизу центрів теплових навантажень</li><li>• поза територією звалищ та кладовищ</li><li>• по території звалищ та кладовищ</li><li>• у водо насичених ґрунтах</li></ul>
61	Інженерні мережі прокладають в	<ul style="list-style-type: none"><li>• прохідних каналах</li><li>• непрохідних каналах</li><li>• землі</li><li>• глухих каналах</li><li>• Вентиляційних каналах</li></ul>
62	Безканальна прокладка теплопроводів може бути	<ul style="list-style-type: none"><li>• сталевих труб з теплоізоляцією</li><li>• сталевих труб без теплоізоляцією</li><li>• чавунних труб</li></ul>



		<ul style="list-style-type: none"><li>• бетонних труб</li><li>• азбестоцементних труб</li></ul>
63	Види опор для тепломереж	<ul style="list-style-type: none"><li>• хомутова не рухома</li><li>• лобова не рухома</li><li>• торцева</li><li>• каткова рухлива</li><li>• каткова не рухлива</li></ul>
64	Компенсатори на теплових мережах можуть бути	<ul style="list-style-type: none"><li>• чепцевий однобічний</li><li>• чепцевий двобічний</li><li>• чепцевий трьобічний</li><li>• лінзовий</li><li>• П-подібний</li></ul>
65	Способи прокладки газових мереж в	<ul style="list-style-type: none"><li>• землі</li><li>• каналах</li><li>• тунелях</li><li>• по поверхні землі</li><li>• над землею</li></ul>
66	На газопроводах встановлюється така арматура	<ul style="list-style-type: none"><li>• засувки</li><li>• вантузи</li><li>• збірники конденсату</li><li>• гідро затвори</li><li>• компенсатори</li></ul>
67	В схему електропостачання міста входять	<ul style="list-style-type: none"><li>• розподільна мережа 0,38кВ</li><li>• трансформаторна підстанція</li><li>• розподільна мережа - 6...10 кВ</li><li>• розподільна мережа - 2...3 кВ</li><li>• розподільна мережа - 30...35кВ</li></ul>
68	Конструкція кабелів 1...35 кВ	<ul style="list-style-type: none"><li>• з паперовою ізоляцією</li><li>• з гумовою ізоляцією</li><li>• з свинцевою оболонкою</li><li>• одножильні</li><li>• багатожильні</li></ul>
69	Глибина закладання кабельних ліній	<ul style="list-style-type: none"><li>• лінії до 20 кВ – 0,5 м</li><li>• лінії до 20 кВ – 0,7 м</li><li>• лінії до 20 кВ – 1,0 м</li><li>• лінії 35 кВ – 1,5 м</li><li>• лінії 35 кВ – 0,5 м</li></ul>
70	Переходи інженерних мереж через перешкоди	<ul style="list-style-type: none"><li>• підземні в кожусі</li><li>• підземні без кожуха</li><li>• дюкером</li><li>• надземний</li><li>• у дамбі</li><li>• по мосту</li></ul>



**Байпасами** називаються пристрої для врівноваження тиску по обидва боки затворних ущільнювачів шляхом влаштування обвідних трубопроводів малого діаметра із засувками.

**Басейном каналізування** називають частину території, що каналізується і яка обмежена водорозділами.

**Безпека праці** - це умови праці на об'єктах промисловості, що виключають вплив небезпечних і шкідливих факторів на працюючих.

**Вантузи** застосовуються для випуску й впуску повітря в трубопровід при нормальній його експлуатації, а також при його спорожнюванні та наповненні водою.

**Випуски** служать для скидання води при спорожнюванні водоводів.

**Виробничими** називають каналізаційні мережі, які призначені для відведення виробничих стічних вод

**Водоводи** служать для транспортування води між окремими водопровідними спорудами (наприклад, від насосної станції або водонапірної башти до мережі);

**Вуличні каналізаційні мережі** являють собою систему підземних трубопроводів, які приймають стічні води від дворових (квартирних) мереж і призначені для транспортування стічних вод в межах населеного пункту.

**Газопостачання** – організована подача та розподілення газового палива для потреб промисловості, населення, комунального господарства.

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

**Газорозподільчі станції** призначені для подачі газу в газові мережі населених пунктів, промислових підприємств й інших великих споживачів газу.

**Гідралічний радіус** – це відношення площі живого перетину потоку до довжини змоченого периметра.

**Гідралічні затвори** являють собою герметичні затворні пристрої, які можуть використатися також як збірники конденсату.



**Гідрант із пожежною колонкою** являє собою водозабірний пристрій, який встановлюється на водопровідній мережі й призначений для відбору води при гасінні пожежі.

**ГРП і ГРУ** призначені для зниження тиску газу й підтримки його на необхідному при експлуатації рівні незалежно від зміни витрати.

**Дошовими мережами або водостоками** називають каналізаційні мережі, призначені для відведення атмосферних вод.

**Збірники конденсату** - пристрої для збору вологи і її видалення.

**Інженерне забезпечення** сучасного міста є сукупністю систем водопостачання, каналізації, електро-, газо- і тепlopостачання, телефонізації, радіофікації, телебачення і сміттєвидалення, що забезпечують функціонування і подальший розвиток міста.

**Каналізація населеного пункту** – це комплекс інженерних споруд та приладів, які призначені для прийому та транспортування стічних вод до очисних споруд, очистки вод від забруднюючих речовин, скиду у водойму очищених вод, утилізація осадів.

**Ковер** – невеликий металевий ковпак конусоподібної або циліндричної форми з кришкою, яка захищає від механічних пошкоджень верхню частину контрольних та дренажних трубок конденсатозбірника, гідрозатворів.

**Колектором** називають каналізаційний трубопровід, який збирає стічні води з двох або декількох вуличних мереж.

**Каналізаційні колодязі** призначені для спостереження за роботою каналізаційної мережі, а також для прочищення, промивання трубопроводів і ліквідації можливих засмічень.

**Водопровідні колодязі** призначені для розміщення засувок, гідрантів й інших видів арматури й фасонні частини.

**Комбіновані мережі** складаються з кілець з тупиковими відгалуженнями до окремих об'єктів.

**Компенсатори** призначені для сприйняття теплових подовжень трубопроводів теплових мереж.

**Компресорні станції** призначені для стиснення (комприміровання) газу до робочого тиску з метою забезпечення проектної пропускної здатності магістрального газопроводу.

**Люк** це верхня частина перекриття оглядового колодязя, яке встановлене на опорну частину камери або шахти й складається з корпусу й кришки.



**Магістральні водопровідні мережі** призначені для транспортування основної маси води до найвіддаленіших її споживачів.

**Охорона праці** — це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці.

**Побутовими** називають каналізаційні мережі, призначені для відведення побутових вод.

**Розгалужені (тупикові) мережі** - це магістральна лінія з відгалуженнями до окремих об'єктів або районів.

**Розподільні водопровідні мережі** - призначені для розподілу води між окремими споживачами

**Схемою водопостачання** називають взаємне розташування споруд системи водопостачання, яке зображене графічно.

**Теплопостачання** є комплексом інженерних споруд, призначених для постачання теплом житлових, громадських й промислових будівель й споруд з метою забезпечення комунально-побутових потреб (опалювання, вентиляції, кондиціонування повітря й гарячого водопостачання) й технологічних потреб споживачів.

**Упори** встановлюють з метою протидії силам реакції, що виникають в трубопроводах.

**Фасонні частини** - призначені для з'єднання труб, зміни й поділу потоків води.





## ЛІТЕРАТУРА

1. Тугай А.М., Орлов В.О. Водопостачання. Підручник для вузів. -Рівне: РДГУ, 2001. - 429 с.
2. Хоружий П.Д., Орлов В.О., Ткачук О.А. та ін. Довідник по сільськогосподарському водопостачанню і каналізації. - К.: Урожай, 1992. - 294 с.
3. СНиП 2.04.02-84. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. - М.: Стройиздат, 1985. - 136 с.
4. Дмитриев А.В., Кетаов А.Б. Городские инженерные сети. - М.: Стройиздат, 1988. - 176 с.
5. Музалевская Г.И. Инженерные сети городов и населенных пунктов: Учебное пособие. - М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. - 148 с.
6. Ткачук О.А., Шадура В.О. Водопровідні мережі: Навчальний посібник. - Рівне: НУВГП, 2004. - 117 с.
7. Напорные водоводы железнодорожного водоснабжения. Дикаревский В.С., Краснянский И.И. М.: Транспорт, 1978. - 360с.
8. Відомчі будівельні норми України. Сільськогосподарське водопостачання. Зовнішні мережі і споруди. Норми проектування. ВБН 46/33-2.5-5-96. - К., 1996. - 152 с.
9. Монтаж систем внешнего водоснабжения и канализации/ Под ред. А.К.Перешивкина. - М: Стройиздат, 1988. - 653 с.
10. Гіроль М.И., Бернацький М.В., Хомко В.Є. Охорона праці у водопровідно-каналізаційному господарстві. – Київ: ІВНВКП „Укр-геліотех”, 2010. – 307 с.
11. Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень ДБН 360-92\*\* 92 с.
12. СНиП 2.04.08-87. Газоснабжение / Госстрой СССР.- М.:ЦИТП Госстроя СССР, 1988 .- 64 с.
13. СНиП 2.04.07-86. Тепловые сети / Госстрой СССР.- М.:ЦИТП Госстроя СССР, 1988. - 48 с.
14. СНиП 2.04.14-88. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов / Госстрой СССР.- М.:ЦИТП Госстроя СССР, 1989 - 32 с.
15. Єнін П.М., Шишко Г.Г., Предун К.М. Газопостачання населених пунктів і об'єктів природнім газом. Навчальний посібник.- К: Логос,2002. -198 с.
16. ДБН В 2.5-20-2001. «Інженерне обладнання будинків і споруд. Газопостачання».

17. НПАОП 41.0-1.01-79. Правила техніки безпеки при експлуатації систем водопостачання та водовідведення населених місць.
18. НПАОП 60.1-1.01-04. Правила охорони праці під час експлуатації водопровідно-каналізаційних споруд на залізничному транспорті.
19. НПАОП 0.00-1.20-98. Правила безпеки систем газопостачання України.
20. НПАОП 64.2-1.07-96. Правила безпеки при роботах на кабельних лініях зв'язку і дротяного мовлення
21. НПАОП 40.1-1.21-98. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів.
22. НПАОП 40.1-1.02-01. Правила безпечної експлуатації тепло-механічного обладнання електростанцій і теплових мереж.
23. НПАОП 0.00-2.24-05. Перелік робіт з підвищеною небезпечкою.
24. СНиП 2.01.01-82 «Строительная кліматологія и геофізика», / Госстрой ССРСР.- М.:ЦИТП Госстроя ССРСР, 1984. - 137 с.
25. СНиП 2.01.04.05-91\* «Отопление, Вентиляция и кондиционирование», / Госстрой ССРСР.- М.:ЦИТП Госстроя ССРСР, 1984. - 137 с.



Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

Навчальне видання

*Орлов Валерій Олегович  
Шадура Віктор Опанасович  
Филипчук Віктор Леонідович*

# Міські інженерні мережі та споруди



Навчальний посібник

*Друкується в авторській редакції*

Підписано до друку 28.05.2011 р. Формат 60x84  $\frac{1}{16}$ .  
Папір друкарський № 1. Гарнітура Times. Друк різнографічний.  
Ум.-друк. Арк.8.1.Обл.-вид. арк. 8,2.  
Тираж 100 прим. Зам. №

*Редакційно-видавничий центр  
Національного університету  
Водного господарства та природокористування  
33028, Рівне, вул. Соборна, 11*

*Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до державного  
реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої  
продукції РВ № 31 від 26.04.2005 р.*