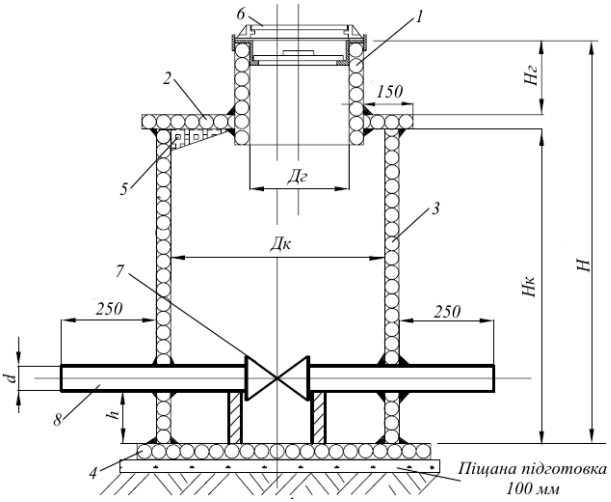
Національний університет
водного господарства
та природокористування

В.О. Шадура, С.Ю. Мартинов, В.О. Орлов

Міські інженерні мережі та споруди

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Навчальний посібник



Національний університет
водного господарства
та природокористування

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет водного господарства та природокористування

В.О. Шадура, С.Ю. Мартинов, В.О. Орлов

Міські інженерні мережі та споруди

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Навчальний посібник

Для студентів напряму підготовки
6.060103 «Гідротехніка» (водні ресурси)

Рівне 2010

Національний університет водного господарства та природокористування

УДК 625.78 (073)
ББК 38.78я7-6
Ш 18

Затверджено вченою радою Національного університету водного господарства та природокористування
(Протокол №12 від 25 грудня 2009 р)

Рецензенти:
Рокочинський А.М., доктор технічних наук, професор НУВГП
Вижевська Т.В., кандидат технічних наук, доцент НУВГП

Шадура В.О.,Мартинов С.Ю., Орлов В.О.
Ш18 Міські інженерні мережі та споруди Навчальний посібник. – Рівне: НУВГП , 2010. -102с., іл.

Національний університет водного господарства та природокористування

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.

Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів, які навчаються за напрямом «Гідротехніка (водні ресурси)».

УДК 625.78 (073)
ББК 38.78я7-6
Ш 18

© Шадура В.О, Мартинов С.Ю., Орлов В.О., 2010
© НУВГП, 2010

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Передмова

Програма навчальної дисципліни „Міські інженерні мережі та споруди» складена відповідно до освітньо-кваліфікаційної характеристики підготовки бакалаврів за напрямом 6.060103 „Гідротехніка” (Водні ресурси).

Предметом вивчення дисципліни є основи проектування міських інженерних мереж та споруд, які використовуються при проектуванні, будівництві та експлуатації у водопостачанні, водовідведенні, теплогазопостачанні, газопостачанні.

Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	**Напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень**	**Характеристика навчальної дисципліни**	
		денна форма навчання	***заочна форма навчання***
Кількість кредитів, відповідних ECTS – 2	Напрям 6.060103 „Гідротехніка” «Водні ресурси»	За вибором ВНЗ	
Модулів – 1	За професійним спрямуванням «Водопостачання та водовідведення»	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 1		3-й	3-й
Загальна кількість годин – 72		Семестр:	
Тижневих: аудиторних – 2; самостійна робота студентів (СРС) – 2		6-й	6-й
		Лекції	
	Освітньо-кваліфікаційний рівень – бакалавр	12 год.	4 год.
		Практичні	
		12 год.	4 год.
		Самостійна	
		36 год.	52 год.
		ІНДЗ РГР-12 год.	
		Вид контролю залік	

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Міждисциплінарні зв'язки

Перелік дисциплін, засвоєння яких студентами необхідне для вивчення даної дисципліни: „Геологія і гідрогеологія", „Нарисна геометрія, інженерна та машинна графіка", „Інженерна геодезія", „Архітектура та будівельні конструкції", „Механіка ґрунтів, основи та фундаменти", „Гідротехнічні споруди", „Основи геоінформатики систем ВіВ".

Дисципліна «Міські інженерні мережі та споруди» передує і є підґрунтям для вивчення таких дисциплін, як «Водопостачання» (Системи подачі та розподілення води), «Водовідведення» (Водовідвідні мережі і споруди).

Мета і завдання дисципліни

Мета викладання дисципліни – підготовка спеціалістів в області планування та забудови міських населених пунктів, а саме: міських інженерних мереж, здатних ефективно використовувати отримані знання при проектуванні, будівництві, експлуатації на території міст, при виконанні найважливіших соціальних, екологічних та економічних проблем.

Студенти повинні ***знати*****:**

– споживачів води, теплової енергії, горючих газів;
– схеми і устаткування сучасних інженерних мереж;
– конструкції та способи прокладання інженерних мереж та споруд водопостачання, водовідведення, тепло- газопостачання, електропостачання в населених пунктах;
– технічну експлуатацію інженерних мереж.

Студенти повинні ***вміти*****:**

– проектувати інженерні мережі та споруди;
– розмістити на території міста інженерні споруди та обладнання.

Програма навчальної дисципліни «Міські інженерні мережі та споруди»

Змістовий модуль 1. Інженерні комунікації в містобудуванні, плануванні і забудові міст.

Тема 1. Основні поняття про інженерні мережі. Водопостачання і каналізація. Енергопостачання. Теплопостачання. Газопостачання. Зв'язок, радіомовлення, телебачення. Закордонний досвід розміщення інженерних мереж.

Національний університет водного господарства та природокористування

Тема 2. Водопровідні мережі та споруди. Загальні положення про схеми водопостачання. Труби та арматура для водопровідних мереж, способи їх з'єднання. Запірна та регулювальна арматура. Вантузи та водовипуски. Захист трубопроводів від гідравлічних ударів. Споруди та обладнання на мережі.

Тема 3. Каналізаційні мережі та споруди. Загальні поняття про схеми каналізації. Трасування каналізаційних мереж. Труби для каналізаційних мереж. Обладнання та споруди для каналізаційних мереж.

Тема 4. Теплові мережі та споруди. Загальні положення про схеми теплопостачання. Трасування теплової мережі. Труби та їх прокладання в теплових мережах. Особливості прокладання теплових мереж. Обладнання на теплових мережах.

Тема 5. Газові мережі, споруди та електромережі. Загальні положення про схеми газопостачання. Трасування газових мереж. Труби для газопроводів. Арматура для газопроводів. Газопровідні колодязі. Спеціальні споруди на газопроводах. Електромережі.

Тема 6. Переходи інженерних мереж через штучні та природні перешкоди. Підземні переходи мереж через залізничні та автомобільні магістралі. Перетинання водних перепон дюкерами. Надземні та наземні трубопроводи. Розміщення інженерних мереж на території міст України.

Розподіл навчального часу на вивчення дисципліни

(денна форма навчання)

Кількість кредитів ECTS	Загальний обсяг дисципліни, год.	Розподіл часу					Частка інд. і самост роботи, %
		самост. робота в сесійний період, год.	навантаження в семестровий період, год.				
			разом	в тому числі			
				аудит. заняття	РГР	самост робота	
2	72	–	72	24	12	36	50

Самостійна робота студентів

1. Підготовка до аудиторних занять (0,5 год. на 1 год.) – 12 год.
2. Підготовка до модульних контрольних робіт (6 год. на 1 кредит ECTS) – 12 год.

Резерв часу СРС (36 год. – 24 год.) – 12 год.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Завдання для самостійної роботи студентів

№ з/п	Назва	Обсяг, год.
1	Споживачі води, теплової енергії, горючих газів	2
2	Захист трубопроводів від корозії	6
3	Особливості проектування дощової каналізації	1
4	Техніка безпеки при експлуатації газопроводів	2
5	АСУ ТП інженерних мереж	1
	Всього	12

Теми практичних занять

№ з/п	Назва	Обсяг, год.
1	Встановлення та розрахунок обладнання на інженерних мережах	2
2	Розрахунок та встановлення нетипового обладнання на інженерних мережах	2
3	Теплотехнічні розрахунки інженерних мереж	2
4	Проектування інженерних споруд через природні та штучні перешкоди	2
5	Конструктивні особливості обладнання при розміщенні мереж в особливих умовах.	2
6	Взаємне розміщення інженерних мереж на території міста	2
	Всього	12

Індивідуальна робота студентів

Під час вивчення курсу **«Міські інженерні мережі та споруди»** студенти виконують розрахунково-графічну роботу (РГР) за індивідуальним завданням, зміст якої зводиться до проектування та конструювання, висотного розміщення інженерних мереж на вулиці міста з обов’язковим обґрунтуванням відстані між мережами та іншими спорудами. Об’єм розрахунково-графічної роботи 5...7с. та 2...3 схеми.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Методи контролю

Поточний контроль знань студентів здійснюється шляхом їхнього усного опитування на практичних заняттях та під час захисту розрахунково-графічної роботи, а також проведенням тестування. Заліковою оцінкою є сума балів за всіма видами контролю.

Засобами діагностики успішності навчання студентів є питання гарантованого рівня знань та тестові завдання для системи автоматизованого тестування.

Розподіл балів, що присвоюються студентам Модуль 1: поточне тестування та СРС	РГР	Сума
т.1; т.2 т.3 т.4; т.5; т.6		
80	20	100

Шкала оцінювання в ECTS

90-100 балів –	A	Зараховано
82-89 балів –	B	
74-81 балів –	C	
64-73 балів –	D	
60-63 балів –	E	
35-59 балів –	FX	Не зараховано
1-34 балів –	F	

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Національний університет
водного господарства
та природокористування

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.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

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 потрібно чітко виконувати правила їх будівництва, розміщення мереж в плані і по висоті.

Навчальний посібник підготовлений на основі викладання дисципліни «Міські інженерні мережі і споруди» в Національному університеті водного господарства та природокористування для студентів професійного спрямування «Водопостачання та водовідведення», «Споруди і обладнання водопостачання і водовідведення». Вивчення дисципліни базується на таких дисциплінах як гідравліка, геологія та гідрогеологія, будівельні конструкції, насоси та насосні станції, машини та механізми, технологія будівництва. Навчальний посібник написаний спільно завідувачем кафедри водопостачання та бурової справи НУВГП, професором Орловим В.О., доцентами кафедри водопостачання та бурової справи НУВГП Шадурою В.О., Мартиновим С.Ю.

Національний університет водного господарства та природокористування

Тема 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 прокладання 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 сміттєвидалення. 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 спільного прокладання трубопроводів і кабелів в різних поєднаннях, спеціальні тунелі, канали і колектори для прокладання окремих видів мереж (кабельні, теплові, дощовій і побутовій каналізації).

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

Трубопроводи і кабелі конкретного призначення поділяються за

Національний університет водного господарства та природокористування

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 тощо. 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 пнемосміттєвилучення; 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.

Національний університет водного господарства та природокористування

1.1. Інженерні мережі

Інженерні мережі потрібно 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 мереж водопостачання і водовідведення (каналізації) у проектах планування і забудови населених поселень необхідно провести наступні 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

Національний університет водного господарства та природокористування

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 потрібно 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 енергоємності 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 потрібно передбачати закритого типу.

Розміри земельних ділянок для закритих підстанцій і розподільних пристроїв потрібно 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.

Національний університет водного господарства та природокористування

В охоронних і санітарно-захисних зонах електричних мереж забороняється:

а) будувати житлові, громадські та дачні будинки;

б) розташовувати автозаправні станції або сховища паливно-мастильних матеріалів;

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

1.1.3. Теплопостачання

Теплоелектроцентралі (ТЕЦ) потрібно розміщувати за межами селищної 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.) потрібно 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 існуючої забудови, відповідно до схем теплопостачання, які розробляються.

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

Національний університет
водного господарства
та природокористування

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.

Перевагою газу порівняно із іншими видами палива є повне згорання без диму, золи та кіптяви; можливість транспортування по трубах на великі відстані тощо. Але при неохайному користуванні з газовим обладнанням, неякісним монтажем газопроводів та арматури можливі витоки 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 потрібно передбачати в окремих будинках, розміщених 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;

Національний університет водного господарства та природокористування

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…4м. 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 прокладання 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 профілі на вулицях шириною від 7 до 27м.

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 (рис.1.1.).

Каналізаційні колектори, як правило, прокладають по краях проїжджої частини і під тротуарами при їх ширині більше 5м.

Національний університет водного господарства та природокористування

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

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 ускладнює рух транспорту.

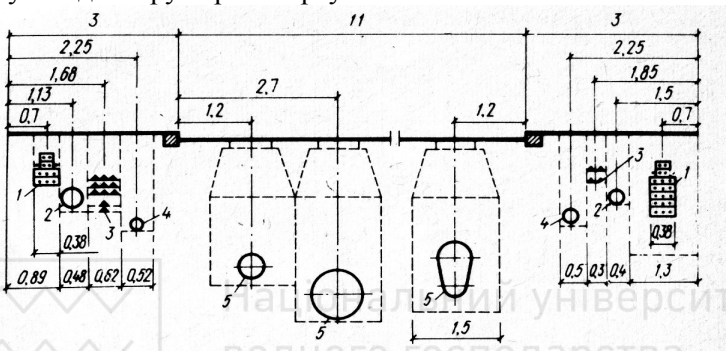


Рис. 1.1. Типове розміщення підземних мереж на вулицях Берліна:
1- телефонна каналізація; *2*- газопровід; *3*- силові кабелі; *4*- водопровід; *5*- каналізація.

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 спільного прокладання 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 пневмотранспорту; кабелі управління і координації сигналів регулювання дорожнього руху.

Характерною вимогою для тунелів французьких міст є заборона спільного прокладання газопроводів і силових кабелів. Службовий прохід у ряді споруд складає не більше 0,46 м. У тунелях, де знаходяться газопроводи, приймаються наступні заходи безпеки:

Національний університет водного господарства та природокористування

наявність обов'язкової припливно-витяжної вентиляції; відсутність електричної проводки; пристроїв освітлення, що унеможливлює виникнення вибуху. 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.

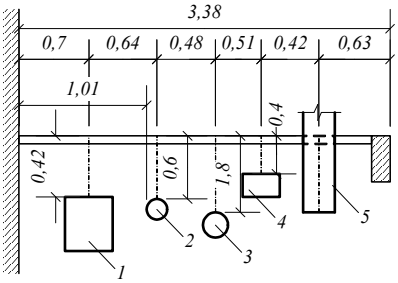


Рис.1.2. Приклад розміщення мереж під тротуаром в Англії
1- електрокабелі; *2*- газопровід; *3*- водопровід; *4*- телефонна каналізація; *5*- щогла зовнішнього освітлення

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.

Національний університет водного господарства та природокористування

Виключно економне використання поперечного профілю вулиць є характерною особливістю японських норм. Ширина смуг для розподільних трубопроводів й кабелів дорівнює 0,3…0,6м.

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 значні. 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 прокладанні нових підземних мереж на старих вулицях питання по розміщенню вирішуються за принципом «перший копає той, хто приходить першим». Планова реконструкція підземного господарства здійснюється лише в небагатьох містах (Нью-Йорк, Чикаго, Детройт й ін.).

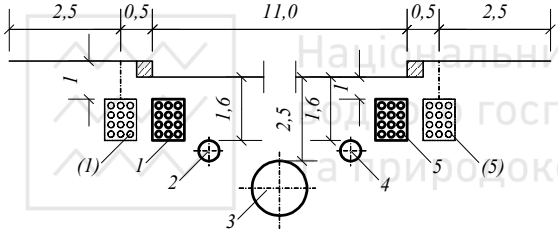


Рис.1.3. Типове розміщення підземних мереж по вулиці Бостона (США).
1 - телефонна каналізація; *2* - газопровід; *3* - каналізація; *4* - газопровід; *5* - силові кабелі.

Таким чином, до технічних рішень в зарубіжній практиці, що заслуговує детального вивчення, потрібно, 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).

Контрольні запитання

1. Що включає інженерне забезпечення населеного пункту?
2. Що входить в номенклатуру інженерних мереж та споруд на них?
3. Наведіть класифікацію інженерних мереж.
4. Які основні споруди на інженерних мережах?
5. Назвіть основні інженерні мережі, які прокладаються на території міста?
6. Опишить особливості прокладання інженерних мереж за кордоном.

Національний університет водного господарства та природокористування

Тема 2. ВОДОПРОВІДНІ ІНЖЕНЕРНІ МЕРЕЖІ ТА СПОРУДИ

2.1. Загальні положення про схеми водопостачання

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

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.

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 напряму в плані.

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

2.2. Труби та арматура для водопровідних мереж

2.2.1. 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 прокладання (підземна в траншеях і каналах, колекторах, наземна, надземна). Для трубопроводів різного технологічного призначення можуть використовуватись подібні труби. 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 прокладання (канальна, безканальна), конструкції стикових з'єднань (зварні, розтрубні, фальцові, на муфтах), стану ґрунтів (щільні, скельні, слабкі, пливуни), водонасиченості ґрунтів основа під трубопроводами може бути природною (рис.2.1, I) або штучною (рис.2.2 II).

При достатній спроможності ґрунту (витримуються навантаження від ваги трубопроводу та його конструкцій, не дає просадки в основі 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.

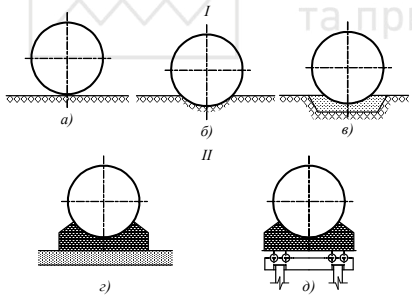


Рис.2.1. Основи під трубопроводи:
I – природні; ***II*** – штучні; ***а*** – плоска; ***б*** – з вийманням ґрунту; ***в*** – з підсипкою піщаного шару; ***г*** – з залізобетонним підсиленням; ***д*** – з влаштуванням розстворку.

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.2.1,а).

Національний університет водного господарства та природокористування

Для збільшення опору труб від різних навантажень трубопровід укладають не на плоску поверхню, а влаштовують канавку таким чином, щоб труба по всій довжині щільно прилягала до ґрунту непорушеної структури не менше ніж на ¼ довжини кола (рис.2.1,б), або створюють плоску піщану подушку (рис.2.1,в). В пливунах і в свіжонасипаних ґрунтах створюють монолітну залізобетонну основу (рис.2.1,г); в болотистих ґрунтах – основу у вигляді паль з розстворками (рис.2.1, д).

У сучасній практиці будівництва напірних водопроводів застосовуються чавунні, сталеві, азбестоцементні, бетонні, залізобетонні, пластмасові, скляні й інші труби. Чавунні труби Ø65…Ø300 мм (ГОСТ21053-75); Ø65…Ø1200 мм (ГОСТ 9583-75) залежно від товщини стінок й випробувального тиску поділяються на три класи - ЛА, А та 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 виміряється по зовнішньому розмірі. В системах водопостачання найчастіше застосовують труби таких видів та діаметрів: труби сталеві водогазопровідні умовним діаметром Ø6…Ø150 мм; безшовні холодо- і гарячеформовані – відповідно Ø10…Ø200 мм і Ø200…500 мм; електрозварні, холодноформовані - Ø5…Ø110 мм, прямошовні - Ø8…Ø1620 мм та із спіральним швом Ø15…Ø1400мм.

Для з'єднання труб, зміни й розподілу потоків води виготовляються фасонні частини: відхиленнями під кутом 15, 30, 45, 60 й 90°, трійники прохідні й перехідні, переходи та 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 розподіляються на розтрубні, фальцові й муфтові.

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

Національний університет водного господарства та природокористування

Залізобетонні напірні труби залежно від величини розрахункового внутрішнього тиску поділяються 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 діаметром 300…1500 мм при довжині до 5200 мм.

Серед безлічі пластмасових труб найбільший інтерес представляють поліетиленові й вініпластові труби. Поліетиленові напірні труби виготовляються з поліетилену високої й низкої щільності й випускаються чотирьох типів (Л, СЛ, С та Т) залежно від максимально допустимого тиску при 20°С. Типи труб відрізняються одна від одної 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 вініпласту 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 вініпластових труб можуть бути розтрубними, фланцевими й різьбовими. 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 розплавлювання прутків з того ж матеріалу, що й труби. Діаметр прутків вибирається відповідно до товщини труб, що зварюють. Нагрівання повітря для з'єднання вініпластових труб повинен бути в межах 200…220°С, для поліетиленових труб - близько 250°С.

Для зміни напрямку осі труби (потоків води), з’єднання в вузлі декількох труб застосовуються фасонні частини: коліна, відводи, трійники, хрестовини та ін. Перехід від одного діаметра

Національний університет водного господарства та природокористування

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 та ін. Перші застосовуються для спорожнювання мережі й монтуються в найбільш низьких місцях магістралей, другі - для випуску повітря; сиділки й промивні комплекти використаються в основному при ремонтних роботах.

2.2.2. Запірна та регулювальна арматура

На водопровідній мережі встановлюється наступна арматура:
- запірна й регулююча (вентилі, крани, засувки, затвори);
- водорозбірна (водорозбірні крани й колонки, пожежні гідранти);
- запобіжна (запобіжні, зворотні й редукційні клапани, вантузи, випуски).

Національний університет водного господарства та природокористування

Запірна арматура застосовується для відключення розподільних ліній від магістральних і поділу мережі на ремонтні ділянки. Для запобігання гідравлічних ударів у трубопроводах на них установлюється 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 засувок 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 можуть встановлюватися дискові поворотні затвори. Ці затвори дозволяють швидше перекривати потік води.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

2.2.3. Вантузи та водовипуски

Вантузи застосовуються для випуску й впуску повітря в трубопровід при нормальній його експлуатації, а також при його спорожнюванні та наповненні водою.

Вантузи служать для видалення повітря, що потрапило у водоводи через нещільність в з'єднаннях трубопроводів і устаткування на насосних станціях і на лініях, а також повітря, що виділяється з води (рис.2.2).

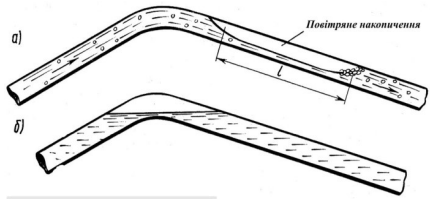


Рис.2.2. Повітряне накопичення в трубопроводі:
а – при русі рідини; *б* – при нерухомій рідині.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Відведення повітря з водоводів необхідне тому, що повітряні пробки, що утворюються, ускладнюють 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 сплющення 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.

Таким чином, прилади для випуску і впуску повітря поділяються на наступні групи: а) експлуатаційні вантузи, через які відбувається постійне видалення повітря, що виділяється з води; б) службові вантузи для випуску повітря при заповненні водоводів;

Національний університет
водного господарства
та природокористування

в) противакуумні вантузи, 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.2.3. 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 водоводі з патрубком вверх. Діаметр патрубка d_o бажано приймати рівним 0,5…0,7 діаметру D основного трубопроводу.

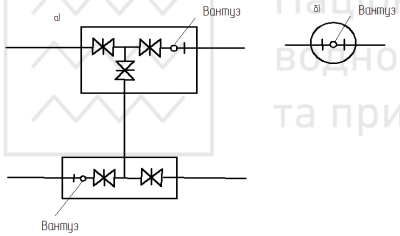


Рис. 2.3. Схеми встановлення вантузів

Влаштування патрубка такого перетину сприяє кращому видаленню 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 наведений на рис.2.4.

Щоб уникнути руйнування колодязя при вакуумі, що виникає у момент впускання у водовод великих кількостей повітря, колодязь обладнується вентиляційною трубою з впускним клапаном. При ремонті або промивці водоводів їх спорожнюють через випуски, що

розташовуються в понижених місцях і є відгалуженнями, що перекриваються засувками (рис.2.4.).

Випуски служать для скидання води при спорожнюванні водоводів. Пристрої для спорожнення водоводів розміщують у понижених точках кожної ремонтної ділянки, а також у місцях, необхідних для промивання водоводів перед здачею в експлуатацію по закінченню будівництва або ремонту. 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.

Засувки випусків розташовують або в окремих колодязях, або в колодязях і камерах перемикань, де знаходяться засувки іншого призначення та інша арматура. Труби випусків закінчуються біля найближчих річок, ярів, канав тощо.

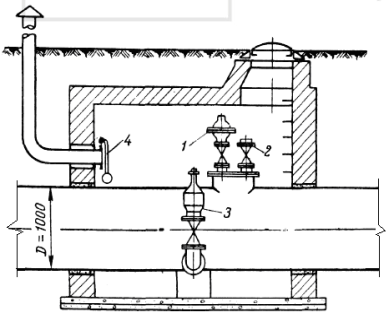


Рис.2.4. Групова установка вантузів:
1 - експлуатаційний вантуз; *2* – відвід для випуску і впуску повітря; *3* – аераційний клапан; *4* – клапан для впуску повітря з колодязя

Найбільш простий випадок зображений на рис.2.5а, де випуск одиночного водовода передбачений із пониженої його точки, що не проходить в місці розташування камери перемикання. 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.

Національний університет водного господарства та природокористування

Випадок, коли рельєф місцевості не дозволяє випускати воду водовода самопливом, зображений на рис.2.5б, де наведена установка мокрого колодязя, що збирає воду. Подібна ж схема для двох паралельних ниток водовода наведена на рис.2.5в. При розташуванні поблизу річки камер перемикання водовода з двох ниток випуск робиться за схемою рис.2.5г, 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.2.5д наведена схема пристрою випусків з двох камер перемикання в два мокрі колодязі. Проте, по можливості потрібно обмежуватися одним загальним мокрим колодязем.

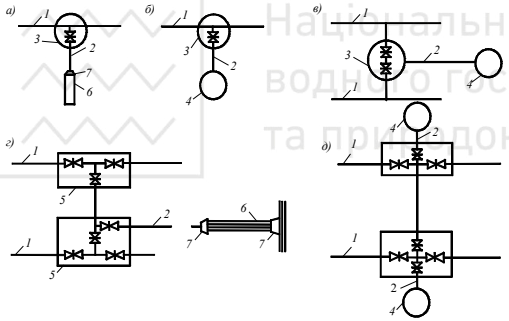


Рис. 2.5. Схеми влаштування випусків: *1* – водовід; *2* – труба випуску; *3* – колодязь випуску; *4* – мокрий колодязь; *5* – камера переключень; *6* – канава; *7* - оголовки

Випуск води з ділянок розподільної мережі може виконуватись через арматуру, колодязів що знаходяться в понижених 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

Національний університет
водного господарства
та природокористування

застосовуються експлуатаційні вантузи (рис. 2.6.). При накопиченні повітря у верхній частині корпусу 1 порожниста куля 2 занурюється у воду на величину $h_п$, відкриває отвір 4 і повітря виходить у атмосферу. Потім куля знову піднімається і закриває отвір.

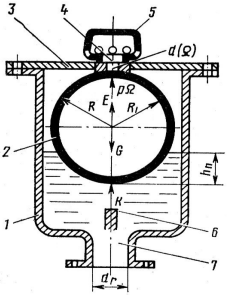


Рис. 2.6. Схема експлуатаційного вантуза
1 – корпус; *2* – порожниста куля; *3* – кришка; *4* – повітревипускний отвір; *5* – захисний ковпачок; *6* – упор для поплавка; *7* – патрубок.

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.

2.2.4. Захист трубопроводів від гідравлічних ударів.

Запобіжні клапани використаються 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 відвідному трубопроводі.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

При підвищені тиску понад розрахункове диск розривається, частина рідини скидається із трубопроводу і гідравлічний удар затихає. Після цього засувка на відвідному 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.2.7). Для того, щоб збільшити строк експлуатації мембран (вони служать під навантаженням до 0,5…1 року), необхідно витримати певне співвідношення руйнівного тиску до робочого.

Діаметр мембрани і відвідного трубопроводу $Д_м$ визначається за витратами води, яку необхідно забезпечити на скидані для гасіння гідравлічного удару.

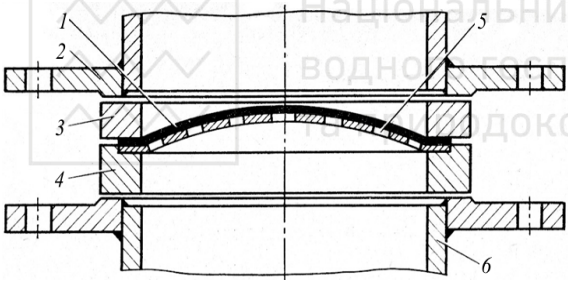


Рис.2.7. Установка мембрани з жорсткою противакуумною опорою:
1 – розривна мембрана; *2* – фланці; *3* – верхнє притискне кільце; *4* – нижнє притискне кільце; *5* – жорстка противакуумна опора з отворами; *6* – відвідний трубопровід

2.2.5. 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…32 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

Національний університет
водного господарства
та природокористування

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 поділяються 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 не замерзання води в них.

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

2.3. Споруди та обладнання на мережі

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

Деякі типи колодязів для сухих і мокрих ґрунтів наведені на рис. 2.8, 2.9, 2.10.

В більшості випадків всі колодязі та камери мають залізобетонне перекриття з отвором для спускання всередину і проведення робіт в

Національний університет водного господарства та природокористування

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 корпуса й кришки. Люки можуть виготовлятися з металу (сталь, чавун), полімерних матеріалів, залізобетону тощо.

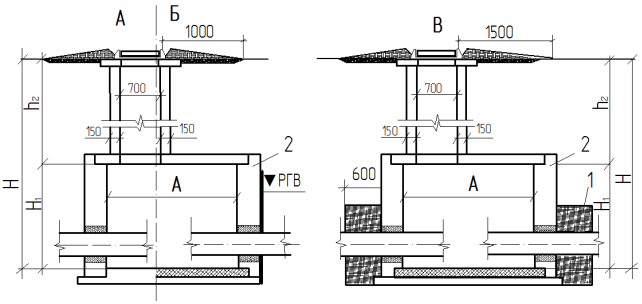


Рис.2.8. Прямокутні колодязі із цегли або бетону розмірами в плані 2000х2500, 2500х2500, 2000х3000, 3000х3000мм:

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

Національний університет водного господарства та природокористування

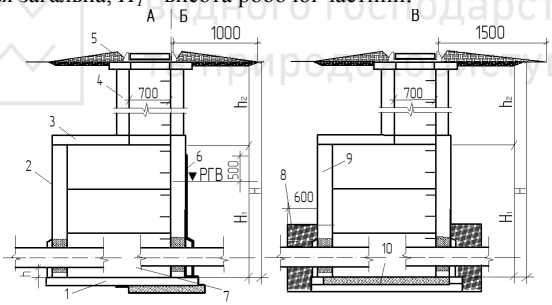


Рис.2.9. Круглі колодязі діаметрами 1000, 1500 й 2000мм із збірного залізобетону:

А - для сухих ґрунтів; *Б* - при наявності ґрунтових вод; *В* - 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; $h_г$ - висота горловини; $h_к$ - 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 - теплова мережа, ГС - газова мережа, ГКС - міська кабельна мережа.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

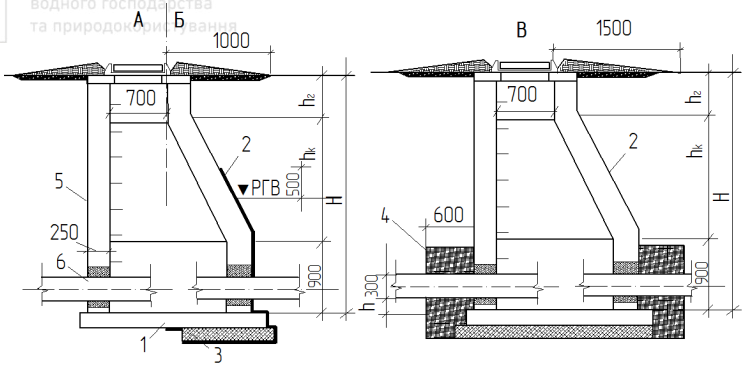


Рис.2.10. Конусні колодязі діаметрами 1000, 1500 й 2000 мм із цегли й бетону:
А - для сухих ґрунтів; *Б* - при наявності ґрунтових вод; *В* - для ґрунтів по за межами міста; *1* - плита днища (утрамбований ґрунт із щебенями); *2* - ґрунтовка бітумом, розведеним у бензині; *3* - плита днища (асфальт, бетон); *4* - водотривкий замок; *5* – стінове кільце; **6** – трубопроводи; $h_г$ - висота горловини; $h_к$ - висота конуса; *H* - висота колодязя загальна.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

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 засувок, 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 неврівноваженим 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 напряму похилих ділянок - і поперечні сили. Тиск ґрунту і інших зовнішніх навантажень

Національний університет
водного господарства
та природокористування

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 методи розрахунку та сили, які можуть викликати переміщення вкладених в ґрунт трубопроводів, типи конструкцій упорів, що перешкоджають переміщенню мереж та оберігають вузли, і водоводи від руйнування. На рис.2.11 представлена схема дії сил гідростатичного натиску в місці повороту трубопроводу в горизонтальній площині, а на рис.2.12 у вертикальній площині. У цій схемі кут α визначається крайніми радіусами *r,* перпендикулярними перетинам водовода в місцях переходу від прямолінійного напряму його осі до криволінійного. Осьові сили тиску P_1 і P_2 перетинаються під кутом β, що показує також фактичне відхилення поздовжньої осі водовода від прямолінійного напряму.

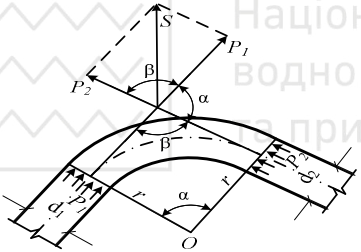


Рис. 2.11 Схема дії сил гідростатичного напору в точці горизонтального повороту трубопроводу

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 кг/см^2).

При установці упору в пониженій частині трубопроводу, прокладеного з похилом, виходять з схеми рис.2.13,б.

При повороті трубопроводу зверху вниз виконують упор-якір за схемою рис. 2.13, в. В цілях протидії силам реакції, що виникають в тупикових кінцях трубопроводів, роблять упори за схемою рис. 2.13, *г* і на трійниках - за схемою рис. 2.13, д. При повороті трубопроводів в колодязях їх конструюють з врахуванням сприйняття відповідних зусиль, всередині колодязів при цьому встановлюють упори і в стіни закладають тягу.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

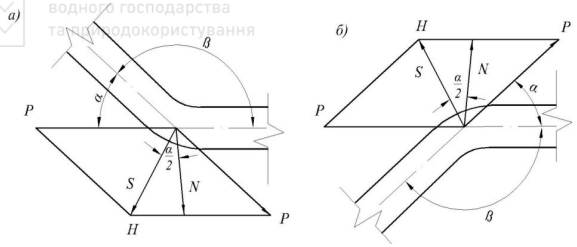


Рис. 2.12 Схема дії сил гідростатичного напору при поворотах у вертикальній площині.

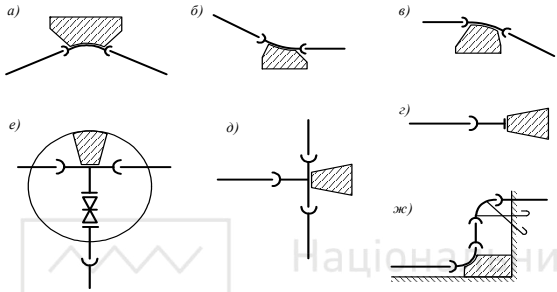


Рис.2.13 Схема основних видів упорів

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Розрахунок упорів, розташованих в ґрунті, проводять, виходячи з таких загальних умов: 1) тиск на ґрунт, що передається опорними робочими площинами упорів, не повинен перевищувати розрахунковий опір ґрунту; 2) не повинно бути випирання ґрунту під дією сил, що передаються робочими площинами упорів; 3) товщина і остаточні 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 зміщує трубопровід, вгору, вага упору-якоря повинна перевищувати цю силу.

Значення сили гідростатичного тиску, що діє на упор, потрібно 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 цегли. В деяких випадках (наприклад, при крайній обмеженості території) упори споруджують із залізобетону.

Упор повинен зберігти трубопровід від недопустимого зсуву. Тому необхідно щоб кладка упору по всій опорній поверхні щільно

Національний університет водного господарства та природокористування

прилягала до ґрунту з непорушеною структурою. При спорудженні упорів потрібно 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 труб (подушкою) мають бути виконані деформаційні шви шляхом влаштування шарів толю або інших подібних до нього матеріалів.

За наявності ґрунтових вод вище за відмітку основи упору потрібно по можливості уникати 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 потрібно розбирати, їх треба залишати закладеними в кладку.

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. Перелічить 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 захисти трубопроводи від гідравлічного удару?
9. Які типи споруд встановлюються на водопровідній мережі?
10. Для чого встановлюються упори на мережі, яка їх конструкція та основа розрахунків?

Національний університет водного господарства та природокористування

Тема 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 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.

Національний університет водного господарства та природокористування

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.

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

Національний університет водного господарства та природокористування

також мережі для спільного відведення різних видів стічних вод (побутово-виробничі, виробничо-дощові тощо).

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: перпендикулярну, пересічну, паралельну, радіальну, зонну.

При значних заглибленнях самопливних каналізаційних трубопроводів влаштовують насосні станції підйому та перекачування стічних вод. Каналізаційні насосні станції розділяють на місцеві, районні та головні. 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.

Національний університет водного господарства та природокористування

3.2. Трасування каналізаційних мереж

Каналізаційну мережу, звичайно, влаштовують самопливною (безнапірною) і проектують 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.

Збірні колектори трасують уздовж рік і тальвегів (ліній, що з'єднують найбільш знижені ділянки річкової долини, яру). По цих колекторах стічні води побутової або загальносплавної мережі

Національний університет водного господарства та природокористування

відводять на очисні споруди й після очищення скидають у водойму. Дощову мережу при проектуванні трасують із розрахунку випуску стічних вод у водойму за найкоротшою відстанню. Ґрунтові умови так само впливають на трасування мережі.

Труби і канали в колодязях необхідно з'єднувати по верху труб (шелигах) або по рівнях води (рис. 3.1). При цьому рекомендується з'єднувати по верху для труб різного діаметру і по рівнях води при однаковому діаметрі.

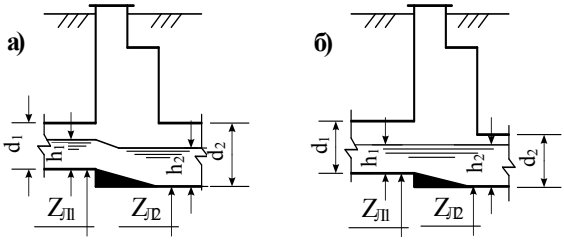


Рис. 3.1. Способи з'єднання каналізаційних труб:
а) по верху труб;
б) по рівнях води.

3.3. Труби для каналізаційних мереж

При влаштуванні каналізаційної мережі використаються труби й канали різноманітної форми поперечного перерізу. Їх можна розділити на круглі, стислі ($H < b$) і витягнуті ($H > b$) - рис. 3.2. Форма поперечного перерізу труб і каналів повинна відповідати 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.

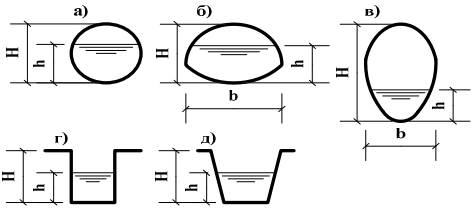


Рис.3.2. Типи поперечних перерізів труб і каналів
а – кругле; *б* – стисле (шатрове);
в – витягнуте (еліпсоподібне);
г – прямокутне;
д – трапецеїдальне.

Національний університет водного господарства та природокористування

Канали зі стислими перетинами найбільше часто застосовуються при прокладаннях 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.

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 руху води при малих витратах, тому що гідравлічний радіус витягнутого перетину більший, ніж в інших видів перетинів. Лотки з перетинами прямокутної й трапецеподібної форми влаштовують звичайно на територіях очисних споруд, а також для внутрішньої каналізації в цехах. Труби, що застосовуються для прокладання каналізаційних мереж, повинні бути водонепроникними, міцними й довговічними, стійкими до 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 прокладанні дощової каналізації, але можуть 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

Національний університет водного господарства та природокористування

рекомендується використовувати. Каналізаційні труби з'єднують за допомогою розтрубів, фальців з накладним поясом і муфт. Стики труб (або місця їх з'єднань) повинні бути міцними, водонепроникними, еластичними й стійкими до 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°.

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 90º, гострі кути повороту недопустимі.

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.

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.

Національний університет водного господарства та природокористування

За формою в плані колодязі бувають круглими й прямокутними. Круглі оглядові колодязі встановлюються на трубопроводах діаметром ≤ 600 мм, мають внутрішній діаметр робочої частини 1 м. Звичайно їх влаштовують зі стандартних залізобетонних елементів заводського виготовлення або виготовлених на полігоні. 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 обґрунтовують 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.

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?

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Тема 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 теплові 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.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

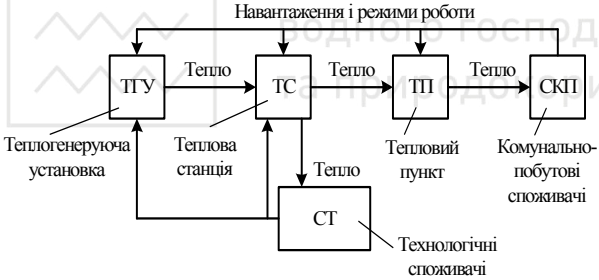


Рис. 4.1. Принципова схема теплофікації

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 потрібно 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

Національний університет водного господарства та природокористування

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

Системі централізованого теплопостачання можуть бути класифіковані за такими ознаками:

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

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

Залежно від способу приєднання установок гарячого водопостачання системи теплопостачання підрозділяються на закриті і відкриті. У закритих системах вода з водопроводу на гаряче водопостачання нагрівається водою з теплової мережі до необхідної температури (зазвичай 55°С) 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 теплоносій повністю використовується споживачами і назад не

Національний університет водного господарства та природокористування

повертається (наприклад, в парових системах без повернення конденсату або у відкритих системах гарячого водопостачання, в яких вода повністю розбирається споживачами). У двотрубних системах теплоносій 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 надземному прокладанні 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.

Національний університет водного господарства та природокористування

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 прокладання теплові мережі діляться на підземні і надземні. Переважаючим способом прокладання трубопроводів теплових мереж є підземне прокладання 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 потрібно прокладати поблизу центрів теплових навантажень;
- теплові мережі, незалежно від способу прокладання і системи теплопостачання, не повинні проходить 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 можна 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 теплопостачання повинне забезпечувати зручності при проведенні ремонтних робіт;
- вибраний варіант траси теплових мереж повинен мати найменшу вартість при будівництві і експлуатації і володіти високою надійністю;

підземне прокладання теплових мереж не потрібно 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

Національний університет водного господарства та природокористування

значно коротше кільцевих, але зате надійність кільцевих мереж значно вище, ніж тупикових.

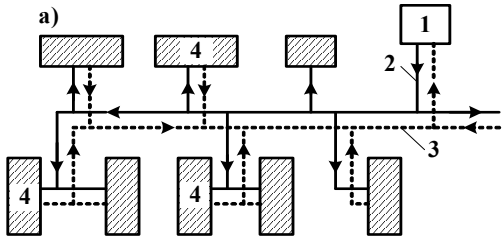


Рис.4.2. Тупикова конфігурація теплових магістральних мереж
1 - джерело тепла; *2* – подавальний трубопровід; *3* - зворотній трубопровід; *4* - споживачі.

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 більш надійною, ніж у тупикових, при ремонті окремих ділянок або аваріях на них.

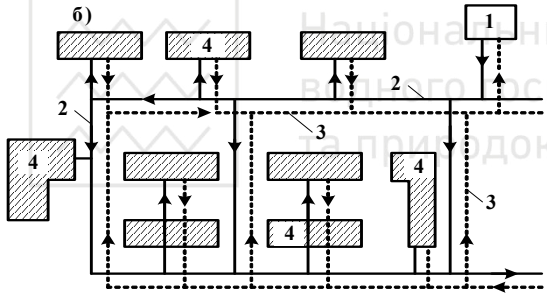


Рис.4.3. Кільцева конфігурація теплових магістральних мереж
1 - джерело тепла; *2* – подавальний трубопровід; *3* - зворотній трубопровід ; *4* - споживачі.

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 прокладання теплових мереж використаються азбестоцементні, залізобетонні й із пластмасовим покриттям труби. Надалі передбачається застосовувати й пластмасові труби. Теплові мережі з неметалічних труб значно дешевше, але їх надійність у порівнянні з металевими набагато нижче. Сталеві труби з'єднуються, як правило, зварюванням. Цей вид з'єднання по міцнісним властивостях не поступається міцності самих труб. Азбестоцементні труби з'єднуються за допомогою

Національний університет водного господарства та природокористування

манжетних компенсаторів або муфт із гумовими ущільнювальними кільцями, що служать одночасно й для компенсації температурних деформацій. Ці з'єднання менш надійні, ніж 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.

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

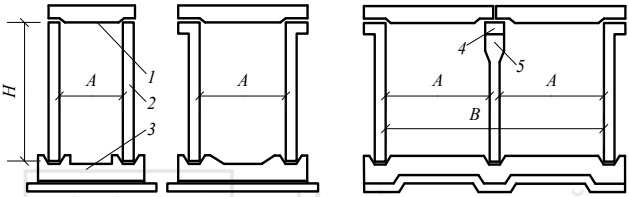


Рис. 4.4 Збірні залізобетонні прохідні тунелі *1* – плита перекриття; *2* - плита стінова; *3* - плита днища; *4* - прогін; *5* - стійка.

Національний університет водного господарства та природокористування

Перший вид прокладання 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 прокладанні трубопроводів у непрохідних каналах (рис.4.5., 4.6., 4.7.) найбільше поширення

Національний університет водного господарства та природокористування

одержали канали лоткового (КЛ) і збірного (КС) типів. У тому випадку, якщо за якимись причинами монтаж залізобетонних каналів неможливий, викладають цегельні канали.

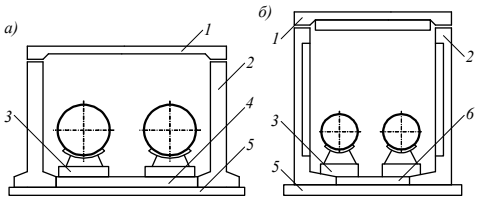


Рис.4.5. Канал прямокутного перерізу із Т- (а) і Г-подібних (б) стінових блоків
1 – плита перекриття; *2* – стіновий блок; *3* – опорний камінь; *4* – плита-днище; *5* – підготовка; *6* – залізобетонна основа.

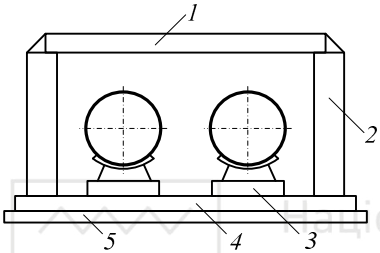


Рис. 4.6. Канал із прямокутних блоків
1 – плита перекриття; *2* – стіновий блок; *3* – опорний камінь; *4* – бетонна основа; *5* – підготовка.

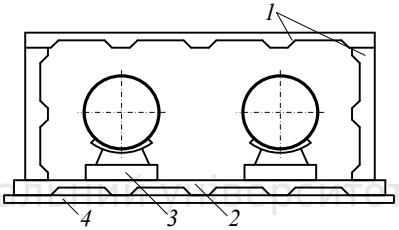


Рис. 4.7. Канал із П-подібних об'ємних секцій
1 – П-подібна секція; *2* – плита-днище; *3* – опорний камінь; *4* – підготовка.

4.4. Особливості прокладання теплових мереж

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

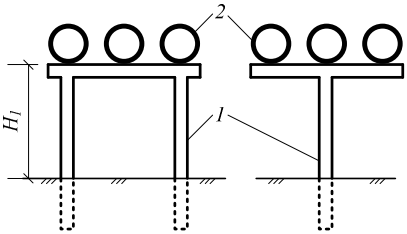


Рис.4.8. Надземне прокладання теплових мереж на опорах:
а, б - варіанти опор; *1* - опори; *2* - трубопроводи.

Національний університет водного господарства та природокористування

При безканальній прокладці (рис. 4.9, 4.10) 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 водопониження (дренаж) (рис.4.11.).

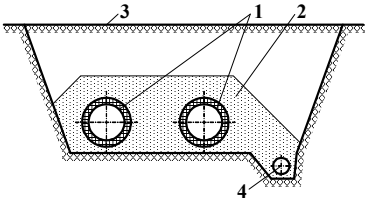


Рис. 4.9. Безканальне прокладання двотрубної мережі теплопроводів
1 – трубопровід із армопінобетонною ізоляцією; *2* – піщана обсипка; *3* – засипка ґрунтом; *4* – дренажна труба.

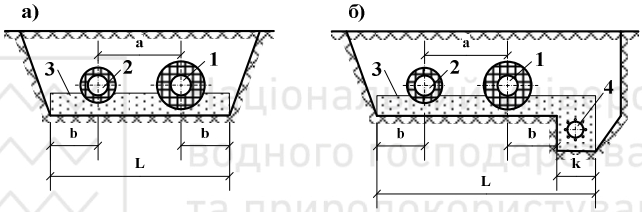


Рис.4.10. Безканальне прокладання теплопроводів
а - в ґрунтах сухих; *б* - в ґрунтах мокрих;
1 – подавальний трубопровід ; *2* - трубопровід зворотний; *3* - піщана підготовка;
4 - трубопровід дренажний.

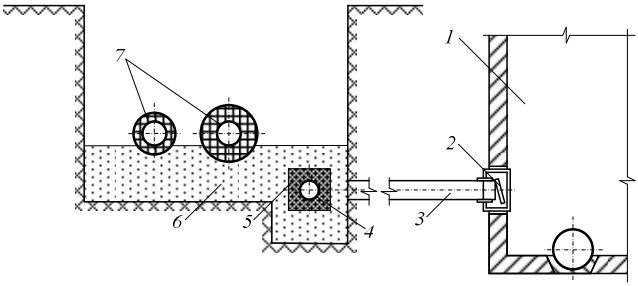


Рис. 4.11. Безканальне прокладання трубопроводів з поздовжнім дренажем
1 - каналізаційний або дренажний колодязь; *2* - зворотний клапан ; *3* - азбестоцементна труба дренажного випуску діаметром 100 мм; *4* - азбестоцементна труба поздовжнього дренажу діаметром 100 мм із отворами 3 х 150 мм; *5* - зворотний фільтр із гравію; *6* - середньозернистий пісок зі змістом пилуватих часток (0,01…0,25 мм) не більше 40%; *7* - теплопроводи.

Національний університет водного господарства та природокористування

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.

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

Особливо ретельно варто ізолювати теплоізоляційні конструкції теплопроводів при їх наземному прокладанні. У цьому випадку застосовуються алюмінієві або з його сплавів листи, тонколистова сталь, сталь листова вуглеводиста загального призначення, склопластик рулонний, армопластмасові матеріали тощо. При невеликих обсягах робіт можна використати азбестоцементну штукатурку по металевій сітці. У випадку застосування в тунелях захисного покриття із важкогорючих матеріалів потрібне пристрій поясів з негорючого матеріалу довжиною не менш 5 м.

4.5. Обладнання на теплових мережах

При підземному прокладанні 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 м^2 приймається не менш двох, а при площі більше 6 м^2 - чотирьох. У камерах передбачаються водозбірні приямки розміром не менш 400х400 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

Національний університет водного господарства та природокористування

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 надземному прокладанні й коли діаметри $\mathbf{D_y} \geq 900$ мм допускається установка секційних засувок через 5000м. 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 $\mathbf{D_y}$=25мм;

4) у водяних і парових теплових мережах у вузлах відгалужень на трубопроводах $\mathbf{D_y} \geq 100$мм, а також у вузлах відгалужень на трубопроводах до окремих будинків. При довжині відгалужень до окремих будинків до 30 м і при $\mathbf{D_y} \geq 50$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 парові й конденсатних теплових мережах секційні засувки не проектуються.

Засувки й затвори з $\mathbf{D_y} \geq 500$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 защемлення трубопроводів у спеціальних конструкціях і можуть бути розділені на наступні типи - упорні, щитові й хомутові. Упорні нерухомі опори встановлюються при всіх видах прокладання, щитові - при безканальному прокладанні й прокладанні в непрохідних каналах, при розміщенні опор поза камерами й хомутові - при надземному прокладанні й прокладанні в тунелях (на ділянках із гнучкими компенсаторами й із самокомпенсацією). При безканальному прокладанні несучі конструкції нерухомих опор опираються на ґрунт.

Вибір типу нерухомих опор й їх конструктивне оформлення залежать від зусиль, що роблять вплив на опору. При розрахунку нерухомих опор розрізняють кінцеві й проміжні опори. Ковзні опори проектуються незалежно від напрямку горизонтальних переміщень трубопроводів при всіх способах прокладання й для всіх діаметрів труб. Каткові опори використаються для труб

Національний університет водного господарства та природокористування

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.

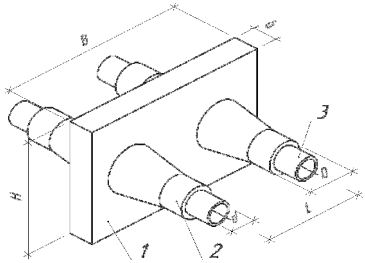


Рис.4.12. Щитова нерухома опора
1 – залізобетонний щит; 2 – труба з поліетиленовою оболонкою; 3 – сталева труба

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

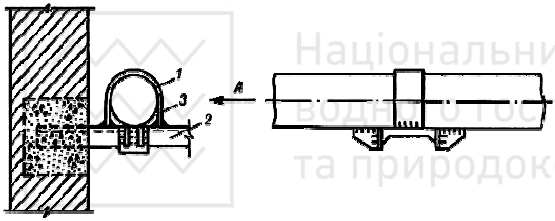


Рис. 4.13. Хомутова нерухома опора
1 - труба; *2* - швелер; *3* - хомут.

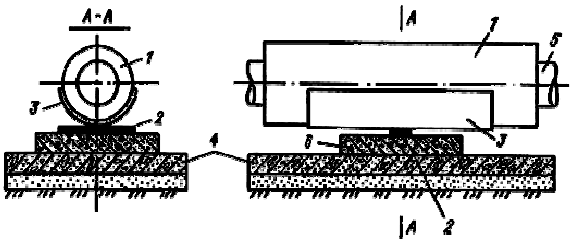


Рис. 4.14. Ковзна рухлива опора
1 - теплова ізоляція;
2 - сталева підкладка;
3 - опорний напівциліндр; *4* - цементно-піщаний розчин;
5 - трубопровід; *6* – бетонний камінь.

Пружинні опори, або підвіски, передбачаються для труб діаметром 150 мм і більше в місцях вертикальних переміщень труб й, нарешті, тверді підвіски використаються при надземному прокладанні 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.

Національний університет водного господарства та природокористування

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).

Гнучкі П-подібні компенсатори із труб, а також кути поворотів трубопроводів від 90 до 130° (самокомпенсація) використаються незалежно від параметрів теплоносія, способів прокладання 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 їх перевага. Недоліком їх у порівнянні з іншими компенсаторами є підвищений гідравлічний опір.

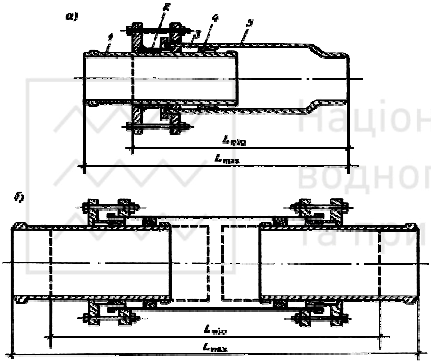


Рис.4.15. Компенсатори чепцевий однобічний і двобічний
1 - склянка; *2* - грунд-букса; *3* - чепцеве ущільнення; *4* - упорне кільце; *5* - корпус.

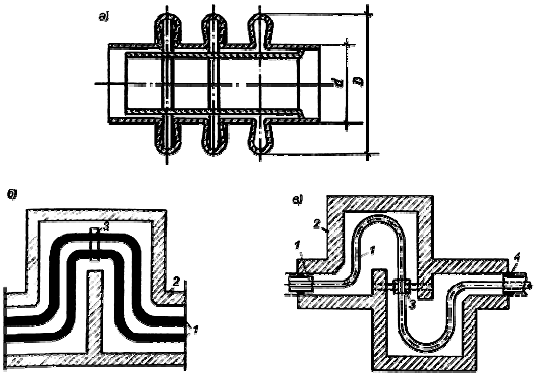


Рис. 4.16. Компенсатори: трихвильовий лінзовий, П-подібний, S-подібний
1 - теплопроводи; *2* - стінки каналів; *3* - ковзна опора; *4* - закладення цементним розчином.

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 уклоні й через 200-300 м при зустрічному уклон передбачається дренаж. Для дренажу парових мереж передбачаються штуцера із запірною арматурою. При робочому тиску 2,2 МПа й менш установлюється по одній засувці або вентилю, при тиску понад 2,2 МПа - по двох послідовно розташованих вентилях.

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 прокладання теплових мереж?
7. Як ведеться будівництво теплових мереж?
8. Які є особливості прокладання теплових мереж?
9. Які є надземні переходи через природні та штучні перешкоди для прокладання тепломереж?
10. Яка арматура на теплових мережах, види, призначення?
11. Яка мета встановлення компенсаторів, їх конструкція?

Національний університет водного господарства та природокористування

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Тема 5. ГАЗОВІ МЕРЕЖІ, СПОРУДИ ТА ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

5.1. Газопостачання

5.1.1. 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 введень на об'єкти, що використають 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, внутрішньоквартальні, 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.

Національний університет водного господарства та природокористування

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 одно-, дво-, три- і багатоступінчасті (рис.5.1.).

На рис.5.1.,*а* наведена 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 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 вводи він підводиться 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).

Національний університет
водного господарства
та природокористування

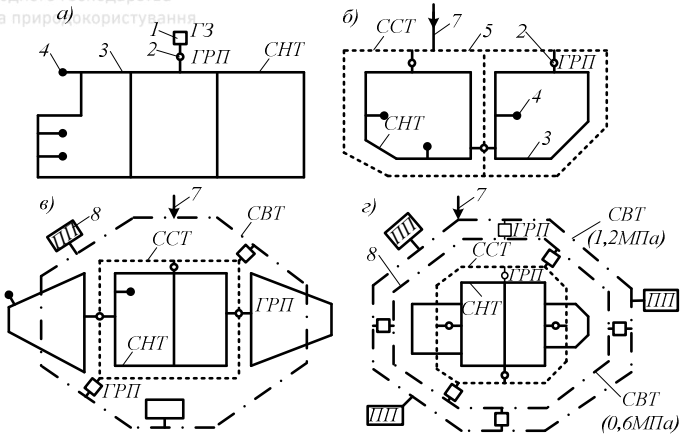


Рис.5.1. Системи газопостачання населених пунктів

а – одноступінчаста; *б* – двоступінчаста; *в* – триступінчаста; *г* – багатоступінчаста; *1* – групова установка газу зрідженого (ГС); *2* – газорегуляторний пункт (ГРП); *3, 5, 6* – відповідно трубопроводи низького (СНД), середнього (ССД) і високого (СВД) тиску; *4* – відгалуження до споживачів; *7* – газорозподільна станція; *8* – промислове підприємство (ПП).

Національний університет водного господарства та природокористування

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. Всередині 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 внутрішньоквартальне 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 кран для його відключення. Перед кожним газовим приладом також ставлять кран.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

5.1.2. Трасування газових мереж

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

Газопроводи високого тиску трасують по околиці 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 (підземне прокладання). На територіях промислових і комунально-побутових підприємств можливе застосування надземного прокладання по стінах і дахах будинків, по колонах й естакадах. Допускається надземне прокладання 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.

Арматуру, 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.

Національний університет водного господарства та природокористування

Газопроводи, що транспортують вологий газ, прокладають нижче рівня промерзання ґрунту (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 прокладання допускається зменшувати до 0,6м. 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. $м^3$ витрати газу в 1 добу, радіус дії ГРП 500…1000 м і пропускну здатність одного ГРП 500…5000 $м^3$/год.

5.1.3. Труби для газопроводів

В сучасних умовах для прокладання газових мереж різного призначення використовуються сталеві (безшовні й зварені) і пластмасові (поліетиленові й вініпластові) труби. Їхні діаметри й довжина в значній мірі залежать від кількості й розташування ГРС.

Сталеві труби виготовляють з маловуглеродистих сталей, що добре зварюються. Максимальний вміст вуглецю в сталі не повинен перевищувати 0,27%, сірки – 0,05, фосфору – 0,04. Діаметр газопроводів і товщину їх стінок визначають розрахунком, однак, незалежно від розрахунку, товщина стінок надземного газопроводу повинна бути не менше 2 мм, а підземного – 3 мм; мінімальний діаметр підземних газопроводів: 50 мм – для розподільних мереж, 25 мм – 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

Національний університет
водного господарства
та природокористування

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 прокладаннях 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 використолвуються головним чином поліетиленові (зовнішнім діаметром до 630 мм) і вініпластові (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…40°С – для поліетиленових 0…45°С – для вініпластових труб.

5.1.4. 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 - це герметичні затворні пристрої, які можуть використовуватися також як збірники конденсату. Висоту гідравлічного затвору 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. 5.2.) влаштовують захисний кожух для сальника й шпинделя з виводом керування засувкою (привода) на поверхню. Для захисту приводу від ушкодження транспортом влаштовують металеві ковери на цегельній, бетонній

Національний університет водного господарства та природокористування

або іншій твердій основі. Такі ж ковери 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 конденсуються на їх стінках. Для збору вологи і її видалення застосовують збірники конденсату.

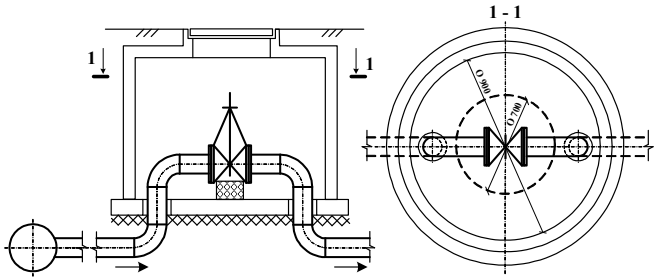


Рис.5.2. Засувка в захисному кожусі

Найпоширенішою установкою є збірник конденсату на газопроводах низького тиску, який складається з корпуса, 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 3, 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. Гідравлічні затвори (рис. 5.3.) застосовують в якості пристроїв для відключення газу на мережах низького тиску. Щоб відключити газ на вводі в будинок, в гідравлічний затвор (гідрозатвор) подають воду через трубку 5. Заповнивши нижню частину гідрозатвору, вода не дає змоги газу надходити через гідрозатвор і споживач відключається

Коливання температури ґрунту викликають зміну напруг у газопроводах й арматурі, яка встановлена на них. З метою зниження

Національний університет водного господарства та природокористування

цих напруг, а також для зручності демонтажу й наступної установки засувок застосовуються компенсатори.

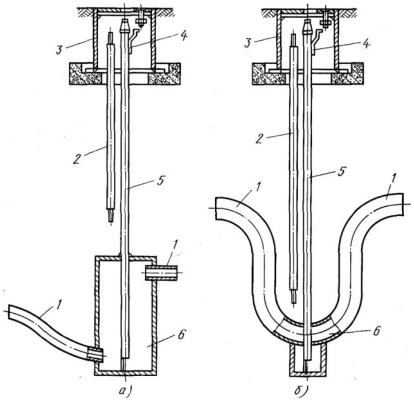


Рис.5.3. Гідравлічні затвори для газопроводів діаметром
а – 50…125мм; *б* – 150…300мм;
1 – газопровід; *2* – електрод заземлення; *3* – ко́вер; *4* – контактна пластина; *5* – стояк (трубка для заливу води у гідрозатвор); *6* – гідрозатвор.

Найбільше використання знайшли лінзові компенсатори, які можуть бути однофланцевими (рис. 5.5.) або двофланцевим (рис. 5.4.). Вони з'єднуються з трубопроводами на зварці або на фланцях і встановлюються в колодязях, як правило, разом із засувками.

Національний університет водного господарства та природокористування

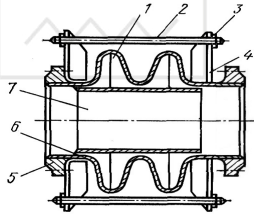


Рис.5.4. Двофланцевий лінзовий компенсатор:
1 – напівлінзи; 2 – тяга; 3 – гайка; 4 – ребро; 5 – фланець; 6 – патрубок; 7 – стакан.

Дволінзовий компенсатор з одним фланцем складається із напівлінз, кронштейна, сорочки, патрубка, фланця й тяги.

Лінзові компенсатори (окремі лінзи, що зварюються між собою) виготовляють із тонколистової сталі. На газопроводах в окремих випадках використовують чепцеві, гнуті і П-подібні компенсатори, які встановлюються на теплових мережах..

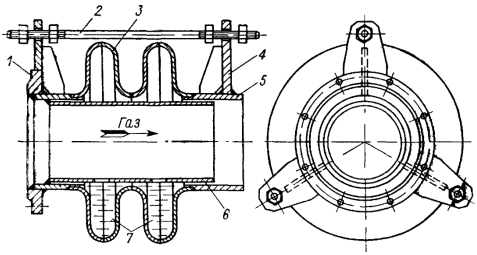


Рис.5.5. Однофланцевий компенсатор
1 – фланець; *2, 8* – стійки; *3* – тяги; *4* – патрубок; *5* – напівлінза; *6* – склянка; *7* – ребро; *9* – гайка.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

5.1.5. Газопровідні колодязі

На підземних газопроводах потрібно 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 їх 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, їх 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 прокладають у дві й більше лінії. Траса їх залежить від загальної схеми газової мережі. Дюкер складається з основної й резервної ліній (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 підводяться. Труби на дні водойми привантажують для забезпечення стійкого положення дюкеру.

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 із збірників конденсату видаляється насосами за допомогою вакуум-цистерн.

5.1.6. Спеціальні споруди на газопроводах

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

Національний університет водного господарства та природокористування

Основними спорудами КС є установки для очищення, стиснення й охолодження газу. До допоміжних споруд належать системи енерго-, водо-, масло-, теплопостачання, 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 ступеню стиснення газу працюють послідовно по два-три агрегати 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, доцільно застосовувати газотурбінний привод, що працює на газі, який транспортується. У промислових районах з невисокою вартістю електроенергії економніше застосовувати електропривід.

Національний університет водного господарства та природокористування

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

ГРС споруджуються наприкінці магістрального газопроводу або на відводі від нього, вони 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 двох, 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^3/год з одноступінчастим редукуванням газу наведена на рис. 5.6. 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

Національний університет
водного господарства
та природокористування

витрати газу. Додаткова одоризація газу здійснюється установкою 10. При підвищенні вихідного тиску газу автоматично прикриваються контрольні регулювальні клапани 2, зменшуючи подачу газу на робочі клапани 8. При заниженні вихідного тиску також автоматично відкриваються регулювальні клапани на резервній нитці ГРС, збільшуючи подачу газу споживачам.

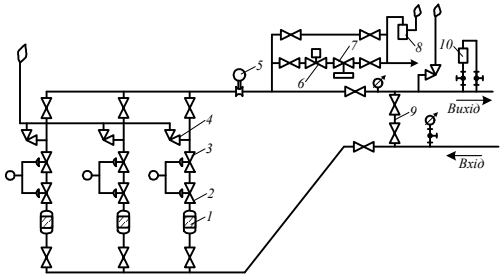


Рис. 5.6. Схема газорозподільної станції

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 керується 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 КВП.

Для забезпечення газом невеликих споживачів монтують автоматичні ГРС шафового типу.

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

Газорегуляторні пункти (ГРП) й установки (ГРУ). ГРП і ГРУ призначені для зниження тиску газу й підтримки його на необхідному при експлуатації рівні незалежно від зміни витрати. Одночасно провадиться очищення газу від механічних домішок, а при необхідності здійснюється й облік витрати газу. ГРП споруджують на розподільних мережах населених пунктів або

Національний університет водного господарства та природокористування

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 розташованих будинках або шафах на неспалюваних опорах. 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) і високого (від 3 до 12 кгс/см^2) тиску. За значенням ГРП можуть бути загальноміськими, районними, квартальними й об'єктними. Принципова схема ГРП представлена на рис. 5.7. 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.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

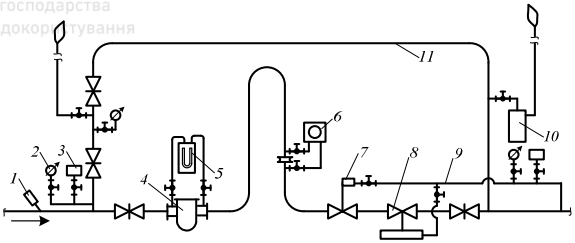


Рис. 5.7. Схема газорегуляторного пункту

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).

5.2. Електропостачання

5.2.1. Загальна схема електропостачання

Принципова схема електропостачання міста наведена на рис. 5.8. В схемі розрізняють наступні основні ланки:

I ланка - електропостачальна мережа напругою 35 кВ і вище, до складу якої входять також понижувальні підстанції та їх живильні лінії;

II ланка - живильна мережа 6…10 кВ як сукупність живильних ліній, розподільних підстанцій (РП). На даному щаблі 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.

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.

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, поділяються на найпростіші радіальні

Національний університет водного господарства та природокористування

мережі з мінімальною надійністю (рис.5.9*а*); петльові схеми, які мають двостороннє живлення (рис.5.9*б*).

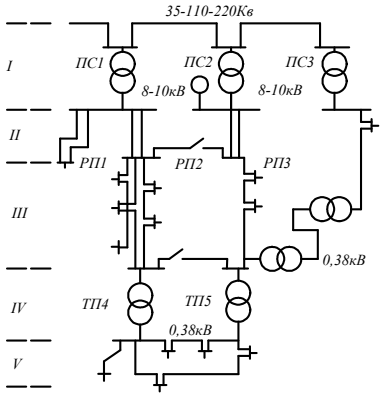


Рис. 5.8. Схема електропостачання міста
ПС - знижувальні підстанції; ТП - трансформаторні підстанції.

Вирішальна роль електроенергії в забезпеченні нормальної життєдіяльності міста вимагає високої надійності електропостачання. Електроприймачі споживачів поділяються на три категорії. До першої категорії належать електроприймачі, перерва в електропостачанні яких може викликати небезпеку для життя людей, значний збиток народному господарству, порушення функціонування особливо важливих елементів комунального господарства.

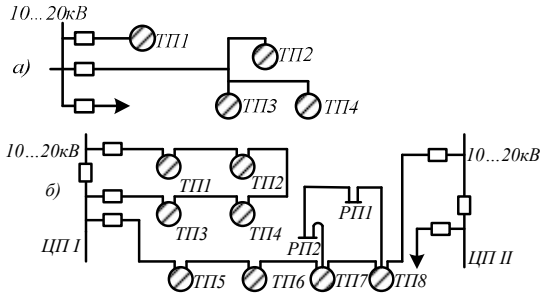


Рис.5.9. Найпростіші (а) радіальні і петльові (б) схеми розподільних мереж

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

Національний університет
водного господарства
та природокористування

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 відносять всі інші електроприймачі, що не підходять до перших двох. Живлення цих приймачів допускається від одного джерела живлення за умови ремонту системи впродовж не більше доби.

Розроблена ідеальна схема електропостачання міста, що задовольняє вимоги до раціональної схеми (рис.5.10.).

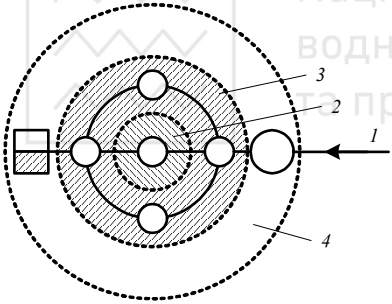


Рис. 5.10. Ідеальна схема електропостачання міста
1 - енергосистема; *2* - центральна частина міста (з максимальною щільністю навантаження); *3* - середня частина міста; *4* - окраїна.

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.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

5.2.2. Прокладання кабельних ліній

Влаштування силових кабелів на напруги 1…35 кВ наведена на рис. 5.11. Струмоведучі жили кабелів виготовляють з міді або алюмінію. Розрізняють кабелі з ізоляцією з паперових стрічок зі спеціальним просоченням, з гуми й пластмаси. Для кабелів високої напруги (110…525 кВ) застосовують маслянонаповнені трубопроводи. При прокладанні кабелів у місцях з можливими механічними впливами використовують бронезахист. Броня виконується із сталевої стрічки або дроту. У ґрунтах, що містить речовини, які руйнівно діють на оболонку кабелів, а також у зонах, небезпечних через вплив електрокорозії, знайшли застосування кабелі зі свинцевою оболонкою й посиленими захисними покровами або з алюмінієвою оболонкою.

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

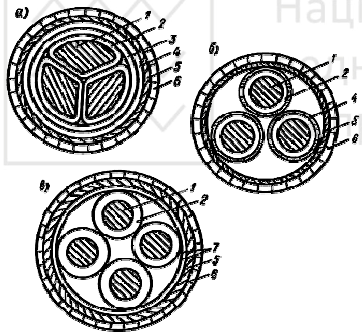


Рис. 5.11. Конструкція кабелів 1…35 кВ
а - кабель на напругу 1…10 кВ із паперовою ізоляцією; *б* - кабель на напругу 1…10 кВ із гумовою ізоляцією; *в* - кабель на напругу на напругу 20 й 35 кВ; *1* - струмопровідна жила; *2* - фазна ізоляція; *3* - поясна ізоляція; *4* - свинцева або алюмінієва оболонка; *5* - броня; *6* - захисні покриви; *7* - обмотка стрічкою

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

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

При прокладанні траси кабельної лінії необхідно уникати ділянки з агресивними ґрунтами стосовно металевих оболонок кабелів. Укладають кабелі із запасом по довжині з урахуванням

Національний університет водного господарства та природокористування

можливих зсувів ґрунту й температурних деформацій самого кабелю. Особлива увага приділяється захисту від можливих механічних ушкоджень кабелю й дотриманню температурного режиму.

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

1. Контрольні кабелі й кабелі зв'язку розміщуються під або над силовими кабелями й відокремлюються перегородками.
2.Рекомендується прокладати силові кабелі до 1 кВ вище кабелів 1 кВ.
3. Кабелі живлення електроприймачів I категорії рекомендується прокладати на різних горизонтальних рівнях і розділяти перегородками.
4. Маслонаповнені кабелі, як правило, прокладають в окремих спорудах, при прокладанні разом з іншими кабелями вони розташовуються в нижній частині споруд і відокремлюються вогнетривкою перегородкою.

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

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

При прокладанні кабельних ліній безпосередньо в землі (рис.5.12.) кабелі прокладаються в траншеях і мають знизу основу із підсипаного шару ґрунту, а зверху засипаються шаром ґрунту, що не містить каменів. Захист від механічних ушкоджень полягає в установці залізобетонних плит товщиною не менш 50 мм для напруги вище 35 кВ, при напрузі нижче 35 кВ - плит або в укладанні поверх кабелю звичайної цегли в один шар поперек траси. Глибина закладання кабельних ліній приймається за табл. 5.1.

Зменшення глибини прокладання до 0,5 м допускається для введень у будинки й промислові спорудження.

Національний університет водного господарства та природокористування

Інший можливий спосіб прокладання кабелів - кабельні канали й тунелі (рис.5.13.).

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

Таблиця 5.1

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

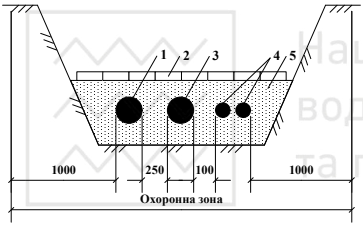


Рис. 5.12. Прокладання кабелів в траншеї

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

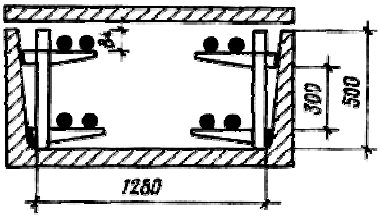


Рис.5.13. Кабельна каналізація в каналах

5.2.3. Обладнання на телефонних кабельних мережах

Телефонні кабельні мережі є необхідною складовою міського господарства. Основи прокладання й влаштування цих мереж збігаються з принципами побудови силових електричних мереж. Прокладання траси міської телефонної мережі (МТМ) проводяться на основі робочих креслень. Вона передбачає монтаж трубопроводів, каналів, шахт й оглядових пристроїв, призначених для прокладання й експлуатації кабелів зв'язку.

Національний університет водного господарства та природокористування

Основним елементом МТМ є підземні трубопроводи, що прокладаються 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'єднуються між собою підземними оглядовими пристроями (колодязями).

На рис. 5.14. наведені основні форми, що рекомендуються до застосування, і розміри труб та блоків кабельної каналізації. При прокладанні 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…200мм щодо стиків нижнього ряду. У кабельній каналізації МТМ використовуються також поліетиленові труби, які застосовуються в особливих умовах транспортування, зберігання й прокладання. Поліетиленові труби використовуються переважно для малих й однорядних блоків, для тупикових ділянок й введень у будинки.

Національний університет водного господарства та природокористування

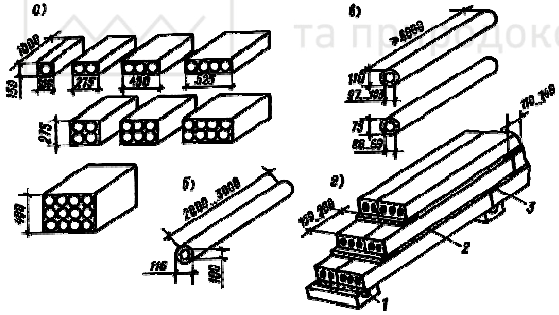


Рис.5.14. Конструкція труб і блоків кабельної каналізації

а - бетонні; *б* - труби азбестобетонні; *в* - поліетиленові; *г* - блоки з декількох рядів бетонних труб; *1* - залізобетонне прокладання; *2* - пісок; *3* - цементно-піщана суміш.

До оглядових пристроїв МТМ відносять колодязі кабельної каналізації зв'язку. При розробці проекту конкретного об'єкту визначаються тип колодязя (з урахуванням перспективи розвитку кабельної мережі на заданий період) і способи гідроізоляції й запобігання руйнування колодязів у ґрунтах, що піддаються різним зсувам.

Введення 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

Національний університет водного господарства та природокористування

фасадів через колектори малого перетину. Можливе підведення до стіни будинку броньованого кабелю з виводом по трубопроводу на стіну.

Кабель встановлюють 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.

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. Наведіть принципову схему електропостачання міста.
11. Які ланки входять в схему електропостачання ?
12. Які види розподільних електричних мереж ?
13. Від чого залежать категорії електропостачання міста ?
14. Як прокладаються кабельні лінії та вимоги до них ?
15. Яка конструкції електрокабелів ?

Національний університет водного господарства та природокористування

Тема 6. ПЕРЕХОДИ ІНЖЕНЕРНИХ МЕРЕЖ ЧЕРЕЗ ШТУЧНІ ТА ПРИРОДНІ ПЕРЕШКОДИ

6.1. Підземні переходи мереж через залізничні та шосейні магістралі

Переходи водопровідних ліній під залізними й автомобільними дорогами І й ІІ 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 прокладання 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 мінімальною кількістю 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 залізними й автомобільними дорогами наведені на рис. 6.1., 6.2.

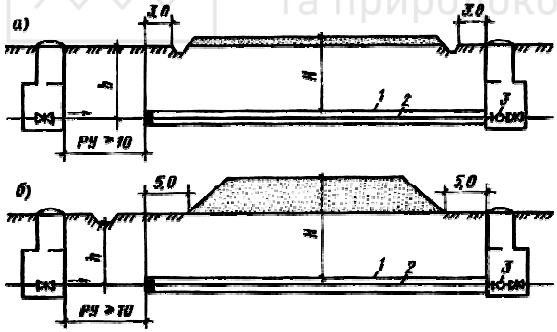


Рис.6.1. Схеми переходів під автомобільними дорогами І й ІІ категорії

а- перехід під дорогою в насипу не обтічного профілю висотою до 0,8 м;

б- перехід під дорогою в насипу з резервами

При проведені робіт відкритим способом, способом проколу й продавлювання кожухи виготовляють зі сталевих труб. При проведені 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

Національний університет водного господарства та природокористування

погоджуватись з місцевими організаціями і міністерствами автомобільних доріг й автомобільного транспорту.

Переходи під залізними й шосейними дорогами каналізаційного колектора виконуються в залежності від діаметру із сталевих, чавунних або залізобетонних труб. Їх конструктивне оформлення не відрізняється від оформлення переходів водопровідних ліній.

Теплові мережі можуть перетинати вказані перешкоди, як і водопровідні мережі, за 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 Держтехнагляду мережі потрібно прокладати у футлярах із 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 (від підошви шпал до верху футляру). 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 прокладаннях. Кінці футлярів треба виводити на 2 м далі крайніх рейок трамвайних шляхів.

Газопроводи низького й середнього тиску, що перетинають каналізаційні колектори або тунелі, варто прокладати тільки в ізольованих футлярах.

6.2. 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 до верху труби варто приймати не менш ніж на 0,5 м нижче дна річки,

Національний університет
водного господарства
та природокористування

а в межах фарватеру на судноплавних річках - не менш 1 м. Відстань у плані між лініями дюкерів повинна бути не менш 1,5 м. Кут нахилу висхідних частин дюкеру приймається не більше 20° до горизонту. З обох боків дюкеру влаштовуються колодязі із засувками.

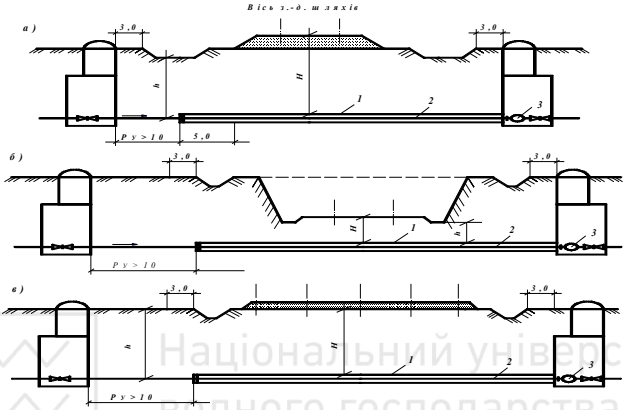


Рис.6.2. Схеми переходів під залізницями

а - перехід на перегоні в насипу; *б* - перехід на перегоні у виїмці; *в* - перехід на перегоні під станційними коліями; *1* - кожух сталевий; *2* - робоча труба сталева; *3* - випуск у мокрий колодязь; РД – ремонтна ділянка; *Н* - відстань від підошви рейки до кожуха; *h* - глибина закладення труб за умовами не промерзання ґрунту

Для спуску води у водойми влаштовуються випуски. Вони мають різноманітні конструкції, можуть бути зосередженими й розсіювальними. Останні влаштовують із метою більш ефективного змішання вод з водою водойми.

Каналізаційні дюкери через ріки влаштовують не менш ніж у дві нитки. 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 із збірного залізобетону.

Вентиляція побутової каналізаційної мережі здійснюється витяжними пристроями внутрішньобудинкової каналізації, але спеціальні витяжні пристрої передбачаються у вхідних камерах

Національний університет
водного господарства
та природокористування

дюкерів, на перепадах. В окремих випадках може влаштовуватися штучна витяжна вентиляція.

Дюкери теплових мереж мають особливість, яка наведена на рис. 6.3.

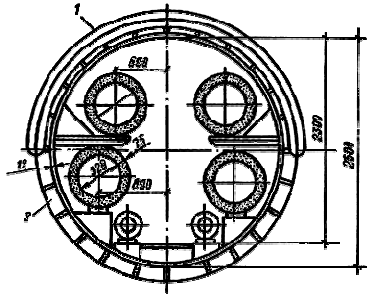


Рис.6.3. Поперечний переріз дюкеру теплових мереж

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 прокладанні траси електричних мереж. Кабельні лінії, що перетинають водні перешкоди, виконуються кабелем, броньованим круглим дротом. Бажано використовувати кабелі однієї будівельної довжини, тобто без застосування сполучних муфт. Нитка кабелю, як правило, занурюється в дно водних перешкод на глибину не менш 1 м, а на берегах передбачається його резерв довжиною не менш 10 м.

6.3. 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) прокладання по мостах загального призначення;

в) укладання по мостах, опорах і естакадах, 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 прокладання 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 кріплень і підвісок. Необхідно враховувати також зусилля, що виникають при монтажі конструкцій переходу. На ці ж навантаження розраховуються окремі підвіски й точки опори 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. 6.4., 6.5.), укладання трубопроводів по мостах, що споруджують спеціально, опорам й естакадам, пристроїв самонесучих арок й "провисаючих" ниток (рис. 6.6.). 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 (наземне прокладання). Влаштування дамби

Національний університет водного господарства та природокористування

дає можливість пішохідного руху над трубою і полегшує доступ до неї під час аварії.

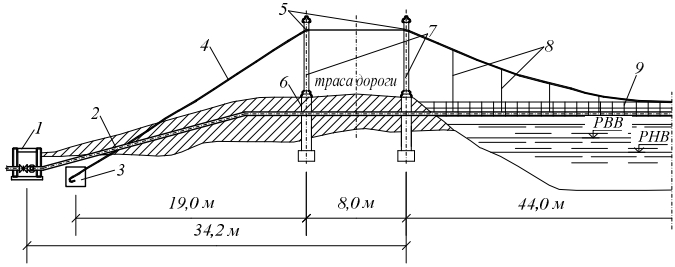


Рис. 6.4. Металевий підвісний місток для прокладання водопровідної труби діаметром 250мм

1 – колодязь; *2* – труба водопровідна Ду=250мм; *3* – якір бетонний; *4* – відтяжки стальні; *5* – серги стяжні; *6* – кожух стальний; *7* – стійки з труб; *8* – підвіска з арматурної сталі; *9* – місток.

При будівництві надземних переходів (рис.6.6., 6.7.) газопроводи доцільно підвішувати до конструкцій існуючих металевих і залізобетонних мостів або ж споруджувати для них спеціальні мости. Іноді в таких випадках використовується несуча здатність самих труб шляхом пристрою з них аркових й інших переходів.

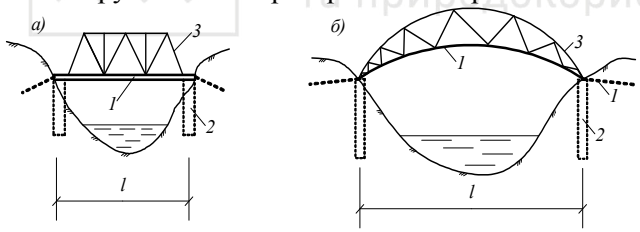


Рис.6.5. Схеми повітряних переходів газопроводів по фермах

1 – трубопровід; *2* – фундаментні опори; *3* – ферма.

При прокладанні кабельних ліній міського електропостачання доводиться долати різного роду перешкоди, зумовлені 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 прокладання кабельних ліній по мостах в азбестоцементних трубах. При цьому необхідно передбачити заходи щодо запобігання виникнення механічних зусиль у місцях переходу з конструкцій мостів на основи. У земляних греблях, дамбах і

Національний університет
водного господарства
та природокористування

пірсах прокладання здійснюється в земляній траншеї, глибиною не менш 1 м.

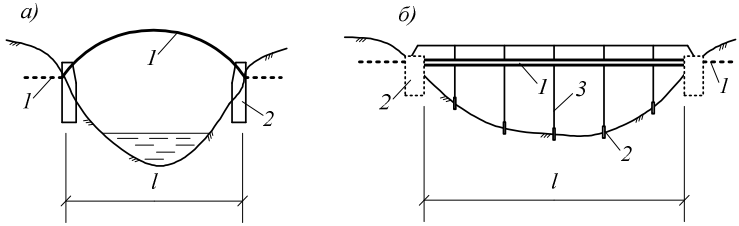


Рис.6.6. Схеми повітряних переходів газопроводів
а – арковий; *б* – по естакаді; *1* – трубопровід; *2* – фундаментні опори; *3* – стійка

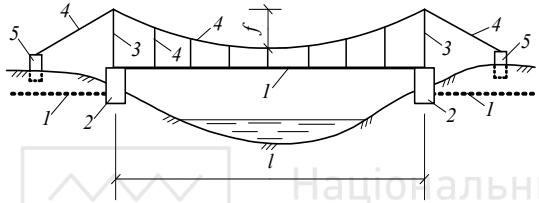


Рис.6.7. Висяча система повітряного переходу
1 – трубопровід; *2* – фундаментні опори; *3* – пілон; *4* – ванта; *5* – якір

Національний університет
водного господарства
та природокористування

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 протоку води в ньому спочатку відбудеться охолодження її до 0°, а потім - замерзання. Замерзання води по всій довжині та всьому перерізі водоводу, покладеного в переході, настане тоді, коли від води буде віднята прихована теплота льодоутворення, рівна 80 ккал на 1 л води, або 80000 ккал на 1 м^3.

6.4. Розміщення інженерних мереж на території міст

6.4.1. Загальні положення

Інженерні мережі потрібно розміщувати переважно у межах поперечних профілів вулиць і доріг: під тротуарами і розділювальними смугами - інженерні мережі в колекторах, в каналах або тунелях; у межах розділювальних смуг - теплові мережі, водопровід, газопровід, господарсько-побутову й дощову

Національний університет водного господарства та природокористування

каналізацію. При ширині проїжджої частини більше 22 м передбачається розміщення інженерних мереж з двох боків вулиць.

При реконструкції проїжджої частини вулиць і доріг із влаштуванням дорожніх капітальних покриттів, під якими розміщені підземні інженерні мережі, потрібно 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 потрібно передбачати, як правило, суміщеним 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 обґрунтуванні на населених територіях у складних планувальних і гідрогеологічних умовах допускається прокладання наземних теплових мереж.

На ділянках перетину трубопроводи повинні мати похил в один бік і бути закладені у захисні конструкції (стальні 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 підошвою

Національний університет водного господарства та природокористування

рейки (при наземних лініях) і захисною конструкцією - не менше 1 м.

Прокладання газопроводів під тунелями не допускається.

Переходи інженерних мереж під наземними лініями метрополітену потрібно 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, нетріщинуватих скельних або напівскельних ґрунтів потужністю не менше 6 м, викладені вимоги до перетину інженерними мережами споруд метрополітену не пред'являються, а влаштування захисних конструкцій не потрібне.

У місцях перетину споруд метрополітену напірні трубопроводи потрібно передбачати із сталевих труб з влаштуванням з обох боків колодязів із запірною арматурою. При перетині підземних інженерних мереж з пішохідними переходами потрібно 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.

6.4.2. Розміщення інженерних мереж на території міст України

В даний час у вітчизняній практиці будівництва підземних комунікацій застосовують три способи прокладання трубопроводів й кабелів: роздільне прокладання, сумісну (в одній траншеї), спільне прокладання в міських й внутрішньоквартальних колекторах й технічних підвалах приміщень. На рис.6.8. - 6.10. наведені схеми типового і раціонального розміщення інженерних комунікацій в містах України.

Спосіб роздільного прокладання є основним при будівництві підземних комунікацій. Переваги такого способу - мінімальна

Національний університет водного господарства та природокористування

протяжність мереж всіх видів й можливість застосування труб із будь-якого матеріалу.

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

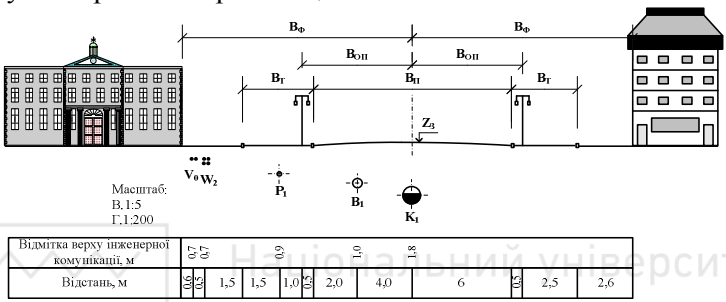


Рис. 6.8. Типове розміщення інженерних мереж в Україні при односторонньому прокладанні

Національний університет водного господарства та природокористування

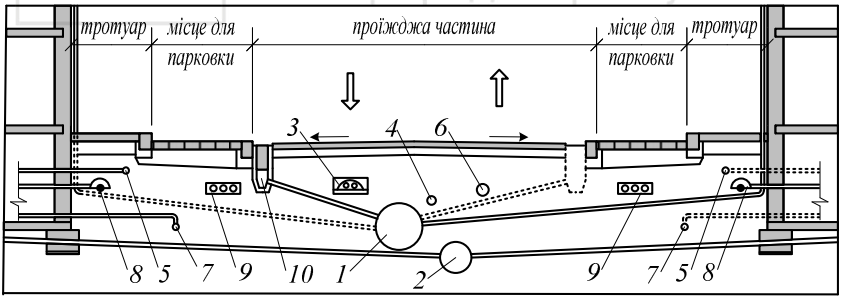


Рис. 6.9. Типове розміщення інженерних мереж при двосторонньому прокладанні в Україні

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

Спосіб сумісного прокладання передбачає розташування декількох підземних комунікацій в загальній траншеї. При цьому

Національний університет водного господарства та природокористування

відстані між трубопроводами скорочуються в порівнянні із закладеними в нормах для роздільного прокладання.

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

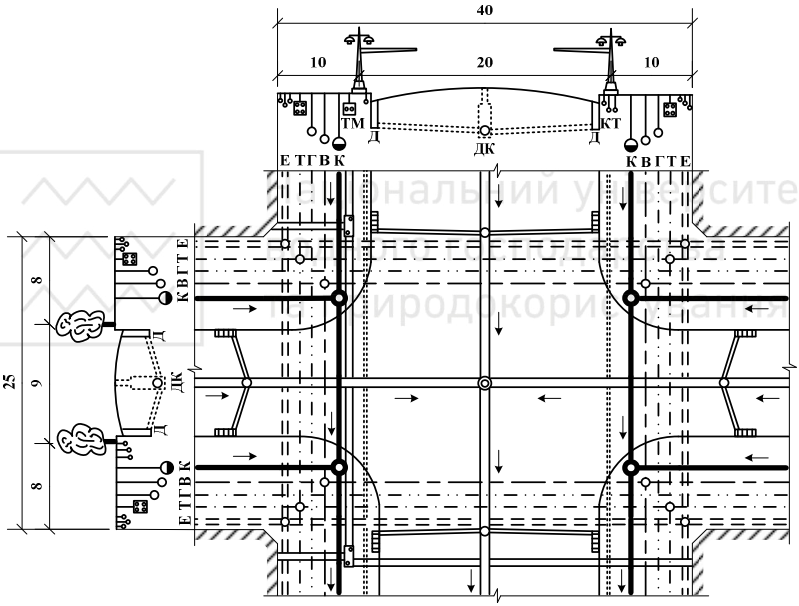


Рис. 6.10. Раціональне розміщення підземних комунікацій на плані та перерізі вулиць

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

Загальним недоліком роздільного й сумісного способів є прокладання 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

Національний університет водного господарства та природокористування

компактне розміщення, навіть при сумісному способі прокладання.

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

- компактне розміщення великої кількості трубопроводів й кабелів як в плані, так й в поперечному профілі вулиць й територій;
- забезпечення за рахунок міцності конструкції сприятливих умов експлуатації мереж при додатних температурах, що дозволяє збільшити термін експлуатації мереж, поліпшити їх захист від механічних пошкоджень й корозії;
- ремонт, прокладання й експлуатація нових мереж без розкопування міської території;
- впорядкування всієї системи і розміщення підземних інженерних мереж за рахунок організації комплексного проектування, будівництва й експлуатації;
- будівництво дорожнього покриття й інших елементів поперечного профілю вулиць й проїздів до закінчення укладання всього комплексу трубопроводів й кабелів.

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

Контрольні запитання

1. Яка мета встановлення переходів через залізничні та автомобільні дороги?
2. Опишіть основні схеми переходів під залізничними та шосейними дорогами.
3. Які види надземних та наземних переходів?
4. Які особливості перетинання перешкод електричними мережами?
5. Які особливості перетинання перешкод тепловими мережами?
6. Які вимоги до розміщення інженерних мереж на території міста?
7. Що включає в себе підготовка території до прокладання інженерних мереж?
8. Які правила прокладання інженерних мереж на території міст в Україні?

Національний університет
водного господарства
та природокористування

КОНТРОЛЬНА ТЕСТОВА ПРОГРАМА

№ п/п	Запитання	Варіанти відповідей
1	Інженерне забезпечення міста включає сукупність систем:	•водопостачання •каналізації •транспорту •сміттявилучення •телефонізації
2	Сталеві труби дозволяється прокладати:	•під залізничним полотном •дюкери •під мостами •в футлярах •не дозволяється
3	По виду і способу прокладання інженерних мереж розділяють:	•під тротуарами •під зеленими зонами •окремі трубопроводи різних систем •різні кабельні мережі •спеціальні тунелі, канали
4	До головних споруд відносяться:	•водозабори •міські інженерні мережі •очисні водопровідні та каналізаційні споруди •дюкери •сміттєзбірні станції
5	Каналізаційну мережу на території населених пунктів прокладають із труб:	•залізобетонних •бетонних •керамічних •із нержавіючої сталі •чавунних асфальтованих
6	В місцях інтенсивного руху транспорту глибина укладання водопроводу не менше:	•0,5 м •1,0 м •не менше глибини промерзання •динамічних навантажень •1,5 м
7	Розташування інженерних мереж по обидві сторони залежить від ширини проїжджої частини:	•20 м •22 м •30 м •техніко-економічними розрахунками •15-20 м
8	За призначенням теплові мережі, які з’єднують джерело тепла з тепловим пунктом, підрозділяються:	•кільцеві •тупикові •магістральні •розподільчі внутрішньоквартальні

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Національний університет водного господарства та природокористування

		•комбіновані
9	В Україні встановлюють такі способи прокладання трубопроводів та кабелів:	•комбіновану •роздільну •суміщену •суміщену в колекторах •тільки окрему
10	По способу прокладання інженерні мережі поділяють:	•повітряні •наземні •підземні •надземні •комбіновані
11	Глибина закладання водопровідної мережі визначається по:	•типовим рішенням •теплотехнічному розрахунку •температурі води •товщині снігового покрову •рельєфу місцевості
12	Мінімальний уклон трубопроводу:	•0,001 •0,008 – 0,01 •0,005 – 0,007 •0,0005 •0,01
13	До головних споруд не відносяться:	•вузли зв'язку •кабелі різного призначення •дощова каналізація •теплоелектростанції •кабелі
14	Повна назва:	•ГРС – головні розподільчі станції •ГРС – газорозподільні станції •ГРС – головні розподільчі споруди •ТЕП - теплоелектростанції •ТЕП – тепловий пункт
15	Упори виконують:	•бутобетону •червоної цегли •силікатної цегли •залізобетону •бетону
16	Газові господарство складається із наступних споруд:	•сховища газу •внутрішніх газопроводів •зовнішніх газопроводів •конденсатозбірників •газорегенеруючих пунктів
17	Розрізняють такі види теплопостачання:	•місцеве •децентралізоване •комбіноване

Національний університет
водного господарства
та природокористування

		•централізоване •тупикове
18	Методика розрахунку водовипусків та вантузів розроблена:	•Сурковим •Суриним •Саксоновим •Сапсаєм •Сапроновим
19	Підземне прокладання інженерних мереж може бути в	•прохідних каналах •непрохідних каналах •напівпрохідних каналах •футлярах •дюкерах
20	При роботі водовипусків можливі такі схеми приєднань:	•до випуску ділянки водовода •до випуску двох ділянок водовода •до випуску ділянки водовода і водопровідної мережі з різними висотами наповнення •до випуску двох ділянок водоводів з однаковими висотами наповнення •до випуску трьох ділянок водоводів
21	До основних видів надземних переходів відносяться:	•підвішування до діючих мостів •укладання по спеціальним мостам і опорам •проколювання •влаштування переходів в дамбах •продавлювання
22	Упори встановлюють з метою запобіганню:	•руйнуванню стиків •руйнуванню трубопроводів •переміщенню трубопроводів •порушенню структури ґрунту до якого прилягає упор •перелому чавунних труб
23	Всі інженерні мережі класифікують:	•магістральні загального міського призначення •магістральні районного призначення •мікрорайонні •допоміжні місцеві
24	Розрахунок упорів, які розташовані в ґрунті, виконують виходячи із загальних умов:	•не повинні руйнуватися стики труб •не повинні руйнуватися труби •деформація ґрунту, під дією упора, не повинна перевищувати величини, яка допускається для збереження міцності стикових з’єднань

Національний університет
водного господарства
та природокористування

		•тиск на ґрунт не повинен перевищувати розрахункового опору ґрунту •гідростатичний тиск, який діє на упор необхідно приймати найменшим
25	Вентиляція каналізаційної мережі наступна:	•примусова •через стояки •природна •через колодязі •самопливна
26	До міських електричних мереж відносяться:	•електромережі напругою (35) 110 кВ •розподільчі мережі до 1000В •розподільчі мережі менше 6 кВ •міські підстанції 35...220 кВ •трансформаторні підстанції 10...20 кВ
27	В залежності від максимального тиску газопроводи підрозділяються:	•середнього тиску 5 кПа •низького тиску 0,3 МПа •високого тиску 0,6 -1,2 МПа •низького тиску менше 0,5 кПа середнього тиску від 5 кПа до 0,3 МПа
28	Уклони прокладання газопроводів не менше:	•А) 0,001 •Б) 0,005 •більше 0,002 •0,001...0,002 •менше 0,002
29	За способом прокладання теплові мережі підрозділяються:	•надземні •наземні •підземні •комбіновані •суміщені
30	Триступеневі системи газопостачання застосовуються:	•для середніх міст •для середніх та великих міст •великих міст •з великими витратами газу •в залежності від кількості ГРП
31	Підземне прокладання інженерних теплових мереж може бути в:	•прохідних каналах •непрохідних каналах •напівпрохідних каналах •футлярах •дюкерах
32	Газопроводи прокладають на глибині:	•більше Нпр до низу труби •1,2 м •$Н_{пр}$ +0,5м •більше $Н_{пр}$ до верху труби •більше 0,5м

Національний університет водного господарства та природокористування

33	Приблизна відстань між ГРГ:	•до 10 км •10...15 км •14 км •500...1000 м •більше 15 км
34	Для надземного прокладання газопроводів необхідно застосовувати:	•поліетиленові труби •поліетиленові і сталеві •сталеві •тільки поліетиленові •мідні
35	Кількість газопроводів, яка дозволяється прокладати в одній траншеї при умові:	•не більше 2 •2 і більше •2 з дотриманням відстані між газопроводами •3 при відстані 0,6 м •2 при відстані 0,3 м
36	Переваги прокладання інженерних мереж в тунелях:	•компактне розміщення трубопроводів і кабелів •ремонт та експлуатація без розриву міської території •простота вводу в мікрорайони та квартали •мінімальна довжина всіх видів мереж •захист від корозії
37	Система водопостачання це	•комплекс заходів для забезпечення водою •комплекс споруд по забезпеченню водою •водопровід •комплекс трубопроводів •керівний апарат
38	Водопровідні мережі поділяються на	•тупикові •кільцеві •змішані •без баштові •баштові
39	Водопровідна мережа поділяється на	•магістральні лінії •розподільні лінії •гнучкі лінії •рівномірнорозподільні лінії •прямоточні лінії
40	Водопровідні лінії трасуються	•вздовж доріг •впоперек доріг •з рівномірним розташуванням по

Національний університет водного господарства та природокористування

		території •вздовж лінії забудови •навпрошки через парки
41	Глибина закладання водопровідних труб приймається	•на 0,5м більшою за глибину промерзання •на 0,5м меншою за глибину промерзання •на 0,3м меншою за глибину промерзання •не залежно від глибини промерзання, конструктивно •на 0,3м більшою за глибину промерзання
42	Вантузи встановлюються	•для впуску повітря •для випуску повітря •в понижених місцях водоводу •для випуску води при аварії •в найвищих точках
43	Випуски встановлюються	•для впуску повітря •для випуску повітря •в понижених місцях водоводу •для випуску води при аварії •в найбільш підвищених місцях
44	Засувки поділяються на	•паралельні •клинові •вентильні •з шпинделем •без шпинделя
45	Водоводи і водопровідна мережа вкладаються з труб	•сталевих •чавунних •керамічних •залізобетонних •пластмасових
46	До водорозбірної арматури відносяться	•засувки •крани •водорозбірні колонки •пожежні гідранти •зворотні клапани
47	Гасники гідравлічного удару встановлюються	•для впуску повітря •для випуску повітря •в понижених місцях водоводу •для випуску води при аварії •в місцях можливого виникнення гідравлічного удару

Національний університет водного господарства та природокористування

48	Сталеві труби з’єднуються	•зварюванням •на різьбових муфтах •муфтах ЖІБО •розтрубах з самоущільнюючою манжетою •муфтах САМ
49	Чавунні труби з’єднуються	•зварюванням •на різьбових муфтах •муфтах ЖІБО •розтрубах з самоущільнюючою манжетою •муфтах САМ
50	Поліетиленові труби з’єднуються	•зварюванням гарячим повітрям •формуванням буртів і сталевих насувних фланців •стикуванням розігрітих кінців і віні пластового дротика •приварних фланців •розтрубах з самоущільнюючою манжетою
51	Вініпластові труби з’єднуються	•зварюванням гарячим повітрям •формуванням буртів і сталевих насувних фланців •стикуванням розігрітих кінців і віні пластового дротика •приварних фланців •розтрубах з самоущільнюючою манжетою
52	Запобіжні клапани встановлюються	•для впуску повітря •для випуску повітря •в понижених місцях водоводу •для випуску води при аварії •в місцях можливого виникнення гідравлічного удару
53	Зовнішня гідроізоляція виконується для труб	•сталевих •чавунних •вініпластових •азбестоцементних •поліетиленових
54	Загальна схема каналізації включає	•самопливний колектор •вулична самопливна мережа •головна насосна станція •ГРС

Національний університет водного господарства та природокористування

		•очисні споруди
55	Схеми каналізаційних мереж	•перпендикулярна •пересічна •паралельна •радіальна •кільцева
56	Системи каналізації можуть бути	•загальносплавна •повні роздільні •напівроздільні •комбіновані •високого тиску
57	Глибина закладання каналізаційних труб	•на 0,5м більшою за глибину промерзання •на 0,5м меншою за глибину промерзання •на 0,3м меншою за глибину промерзання •не залежно від глибини промерзання, конструктивно •на 0,3м більшою за глибину промерзання
58	Каналізаційні труби з’єднуються	•по верху труб •зваркою •по рівням води •різьбових муфтах •фальцьових муфтах
59	Принципова схема теплофікації включає	•теплогенеруючу установку •теплову станцію •тепловий пункт •технологічні споживачі •насосну станцію підкачки
60	Теплові мережі прокладають	•за найкоротшою відстанню •поблизу центрів теплових навантажень •поза територією звалищ та кладовищ •по території звалищ та кладовищ •у водо насичених ґрунтах
61	Інженерні мережі прокладають в	•прохідних каналах •непрохідних каналах •землі •глухих каналах •Вентиляційних каналах
62	Безканальне прокладання теплопроводів може бути	•сталевих труб з теплоізоляцією •сталевих труб без теплоізоляцією •чавунних труб

Національний університет водного господарства та природокористування

		•бетонних труб •азбестоцементних труб
63	Види опор для тепломереж	•хомутова не рухома •лобова не рухома •торцева •каткова рухлива •каткова не рухлива
64	Компенсатори на теплових мережах можуть бути	•чепцевий однобічний •чепцевий двобічний •чепцевий трибічний •лінзовий •П-подібний
65	Способи прокладання газових мереж в	•землі •каналах •тунелях •по поверхні землі •над землею
66	На газопроводах встановлюється така арматура	•засувки •вантузи •збірники конденсату •гідро затвори •компенсатори
67	В схему електропостачання міста входять	•розподільна мережа 0,38кВ •трансформаторна підстанція •розподільна мережа - 6…10 кВ •розподільна мережа - 2…3 кВ •розподільна мережа - 30…35кВ
68	Конструкція кабелів 1…35 кВ	•з паперовою ізоляцією •з гумовою ізоляцію •з свинцевою оболонкою •одножильні •багатожильні
69	Глибина закладання кабельних ліній	•лінії до 20 кВ – 0,5 м •лінії до 20 кВ – 0,7 м •лінії до 20 кВ – 1,0 м •лінії 35 кВ – 1,5 м •лінії 35 кВ – 0,5 м
70	Переходи інженерних мереж через перешкоди	•підземні в кожусі •підземні без кожуха •дюкером •надземний •у дамбі •по мосту

Національний університет
водного господарства
та природокористування

ТЕРМІНОЛОГІЧНИЙ СЛОВНИК

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.

Вантузи застосовуються для випуску й впуску повітря в трубопровід при нормальній його експлуатації, а також при його спорожненні та наповненні водою.

Випуски служать для скидання води при спорожненні 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 до водопровідної мережі населеного пункту);

Водопровідні колодязі призначені для розміщення засувок, гідрантів й інших видів арматури й фасонні частини.

Вуличні каналізаційні мережі являють собою систему підземних трубопроводів, які приймають стічні води від дворових 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.

Газорозподільні станції призначені для подачі газу в газові мережі населених пунктів, промислових підприємств й інших великих споживачів газу.

Гідравлічний радіус – це відношення площі живого перетину потоку до довжини змоченого периметра.

Гідравлічні 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.

Національний університет водного господарства та природокористування

ГРП і ГРУ призначені для зниження тиску газу й підтримки його на необхідному при експлуатації рівні незалежно від зміни витрати.

Дощовими 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 теплопостачання, 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.

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 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 корпуса й кришки.

Магістральні водопровідні мережі – призначені для транспортування основної маси води до найвіддаленіших її споживачів.

Оглядові колодязі призначені для спостереження за роботою каналізаційної мережі, а також для прочищення, промивання трубопроводів і ліквідації можливих засмічень.

Побутовими каналізаційними мережами називають каналізаційні мережі, призначені для відведення побутових вод.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

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, під’єднання арматури.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Національний університет
водного господарства
та природокористування

ЛІТЕРАТУРА

1. Тугай А.М., Орлов В.О. Водопостачання. Підручник для вузів. - Рівне: РДТУ, 2001. - 429 с.

2. Хоружий П.Д., Орлов В.О., Ткачук О.А. та ін. Довідник по сількогосподарському 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. Инженерныесети 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. Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень ДБН 360-92** 92 с.

11. СНиП 2.04.08-87. Газоснабжение / Госстрой СССР.- М.:ЦИТП Госстроя СССР, 1988 .- 64 с.

12. СНиП 2.04.07-86. Теплове сети / Госстрой СССР.- М.:ЦИТП Госстроя СССР, 1988. - 48 с.

13. СНиП 2.04.14-88. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов / Госстрой СССР.- М.:ЦИТП Госстроя СССР, 1989 - 32 с.

14. Єнін П.М., Шишко Г.Г., Предун К.М. Газопостачання населених пунктів і об’єктів природнім газом. Навчальний посібник. - К: Логос,2002. -198 с.

15. ДБН В 2.5-20-2001.»Інженерне обладнання будинків і споруд. Газопостачання».

Національний університет
водного господарства
та природокористування

ЗМІСТ

Передмова 4
Опис навчальної дисципліни 4
Міждисциплінарні зв'язки 5
Мета і завдання дисципліни 5
Програма навчальної дисципліни «Міські інженерні мережі та споруди» 5
Розподіл навчального часу на вивчення дисципліни 6
Самостійна робота студентів 6
Теми практичних занять 7
Індивідуальна робота студентів 7
Методи контролю 8
ВСТУП 9
Тема 1. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ПРО ІНЖЕНЕРНІ МЕРЕЖІ 10
1.1. Інженерні мережі 11
1.1.1. Водопостачання і каналізація 11
1.1.2. Енергопостачання 12
1.1.3. Теплопостачання 13
1.1.4. Газопостачання 14
1.1.5. Зв'язок, радіомовлення, телебачення 14
1.2. Закордонний досвід розміщення інженерних мереж 15
Контрольні запитання 18
Тема 2. ВОДОПРОВІДНІ ІНЖЕНЕРНІ МЕРЕЖІ ТА СПОРУДИ 19
2.1. Загальні положення про схеми водопостачання 19
2.2. Труби та арматура для водопровідних мереж 19
2.2.1. Труби та їх з'єднання 19
2.2.2. Запірна та регулювальна арматура 23
2.2.3. Вантузи та водовипуски 24
2.2.4. Захист трубопроводів від гідравлічних ударів. 28
2.2.5. Водорозбірна арматура 29
2.3. Споруди та обладнання на мережі 30
Контрольні запитання 35
Тема 3. КАНАЛІЗАЦІЙНІ МЕРЕЖІ ТА СПОРУДИ 36
3.1. Загальні поняття про схеми каналізації 36
3.2. Трасування каналізаційних мереж 37
3.3. Труби для каналізаційних мереж 38
3.4. Обладнання та споруди на каналізаційних мережах 40

Національний університет водного господарства та природокористування

Контрольні запитання 41
Тема 4. ТЕПЛОВІ МЕРЕЖІ ТА СПОРУДИ 42
4.1. Загальні положення про схеми теплопостачання 42
4.2. Трасування теплової мережі 44
4.3. Труби та їх прокладання в теплових мережах 46
4.4. Особливості прокладання теплових мереж 48
4.5. Обладнання на теплових мережах 50
Контрольні запитання 54
Тема 5. ГАЗОВІ МЕРЕЖІ, СПОРУДИ ТА ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ 55
5.1. Газопостачання 55
5.1.1. Загальні положення про схеми газопостачання 55
5.1.2. Трасування газових мереж 58
5.1.3. Труби для газопроводів 59
5.1.4. Арматура для газопроводів 60
5.1.5. Газопровідні колодязі 63
5.1.6. Спеціальні споруди на газопроводах 63
5.2. Електропостачання 67
5.2.1. Загальна схема електропостачання 67
5.2.2. Прокладання кабельних ліній 70
5.2.3. Обладнання на телефонних кабельних мережах 72
Контрольні запитання 74
Тема 6. ПЕРЕХОДИ ІНЖЕНЕРНИХ МЕРЕЖ ЧЕРЕЗ ШТУЧНІ ТА ПРИРОДНІ ПЕРЕШКОДИ 75
6.1. Підземні переходи мереж через залізничні та шосейні магістралі 75
6.2. Перетинання водних перепон дюкерами 76
6.3. Надземні та наземні переходи трубопроводами 78
6.4. Розміщення інженерних мереж на території міст 81
6.4.1. Загальні положення 81
6.4.2. Розміщення інженерних мереж на території міст України 83
Контрольні запитання 86
КОНТРОЛЬНА ТЕСТОВА ПРОГРАМА 87
ТЕРМІНОЛОГІЧНИЙ СЛОВНИК 96
ЛІТЕРАТУРА 99

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Навчальне видання

Шадура Віктор Опанасович
Мартинов Сергій Юрійович
Орлов Валерій Олегович

Міські інженерні мережі та споруди

Навчальний посібник

Друкується в авторській редакції

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Підписано до друку 18.12.2009 р. Формат 60х84 $^{1}/_{16}$.
Папір друкарський № 1. Гарнітура Times. Друк різографічний.
Ум.-друк. Арк.6,6. Обл.-вид. арк. 6,8.
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.