

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

О. М. Слатова

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

з курсу

«МІСЬКІ ІНЖЕНЕРНІ МЕРЕЖІ»

(для студентів 3 курсу денної та заочної форм навчання
за напрямом підготовки 6.060101 «Будівництво»
спеціальності «Теплогазопостачання і вентиляція»)

Харків
ХНАМГ
2012

Слатова О. М. Конспект лекцій з курсу «Міські інженерні мережі» (для студентів 3 курсу денної та заочної форм навчання за напрямом підготовки 6.060101 «Будівництво» спеціальності «Теплогазопостачання і вентиляція») / О. М. Слатова; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х.: ХНАМГ, 2012. – 78 с.

Автор: О. М. Слатова

Рецензент: к.т.н., проф. В. С. Сідак

Конспект лекцій побудований за вимогами кредитно-модульної системи організації навчального процесу. Рекомендовано для студентів будівельних спеціальностей.

Затверджено на засіданні кафедри експлуатації газових і теплових систем, протокол № 11 від 31.10.2009 р.

ВСТУП

Наданий посібник розроблений відповідно до тематичного плану та програми Міські інженерні мережі та призначений для студентів 3 курсу, напряму підготовки 6.060101 - «Будівництво», спеціальності „Теплогазопостачання і вентиляція”.

Забезпечення різноманітних потреб народного господарства, а також підвищення якості обслуговування населення тісно пов'язано з розвитком та удосконаленням інженерних систем масового обслуговування - водопостачання, газопостачання, теплопостачання та електропостачання. Надійність функціонування цих систем є одним з необхідних умов підвищення рівня життєдіяльності та благоустрою населених міст, а також безперебійної роботи промислових та комунально-побутових підприємств.

У зв'язку з цим, основним завданням дисципліни є одержання студентами знань, умінь та практичних навиків з питань призначення, улаштування, проектування міських інженерних мереж.

Крім цього, студенти повинні знати улаштування інженерних мереж та особливості проектування сучасних міських інженерних мереж з застосуванням нових методів будівництва та реконструкції.

Для успішного засвоєння даного курсу, крім спеціальних знань, умінь та навичок, студентам необхідні знання з фундаментальних дисциплін – математики, матеріалознавства, будівельних матеріалів та конструкцій, організації будівництва.

При розробці посібника врахована складність і велика кількість матеріалу: на його вивчення виділено 90 години, що складає 1 модуль та два З.М. до яких входять 5 основних тем, де згруповані основні питання щодо призначення, улаштування та проектування міських інженерних мереж.

Посібник включає основні відомості по кожній з тем програми, контрольні питання, використані навчально – методичні матеріали, що дає змогу студентам досконало вивчити дисципліну.

ТЕМА 1. КЛАСИФІКАЦІЯ МІСЬКИХ ІНЖЕНЕРНИХ МЕРЕЖ

ЛЕКЦІЯ 1

1.1. ПРЕДМЕТ ДИСЦИПЛІНИ "МІСЬКІ ІНЖЕНЕРНІ МЕРЕЖІ"

Інженерне устаткування міста забезпечує необхідні санітарно-гігієнічні умови і рівень зручностей для населення.

Дисципліна "Міські інженерні мережі" - наука про раціональне улаштування інженерних мереж для забезпечення населених місць і промислових підприємств водою, різними видами енергії (теплом, газом, електрикою), а також мереж промислової і побутової каналізації.

1.2. ЗНАЧЕННЯ ІНЖЕНЕРНИХ МЕРЕЖ

Перш за все для життя людині потрібна вода. Вона використовується для господарсько-питних, санітарно-гігієнічних, виробничих і протипожежних цілей. Для транспортування води до місць її споживання служать *мережі водопостачання*.

Для організованого відведення забруднених стічних вод служать *каналізаційні мережі*. Вони складаються з внутрішньо квартильних або дворових, а також вуличних мереж. По ним стічні води відводяться за межі житлової забудови до очисних споруд. Після чого їх випускають у водоймища.

Величезну роль в житті людини грає теплова енергія. Весь комплекс споруд і пристроїв для вироблення тепла, його транспортування і споживання, називають *централізованим теплопостачанням*. Система централізованого теплопостачання забезпечує потреби опалювання, вентиляції, гарячого водопостачання і виробничо-технологічних процесів в теплоті. Значне місце в системі централізованого теплопостачання займають водяні і парові *теплові мережі*.

Широке використання природного газу в національній економіці України створює сприятливі умови для газифікації міст. Газ використовується для господарчо-побутових, комунальних і промислових цілей. *Системи газопостачання* міста складаються з джерел газопостачання, *газових мереж*, газорегуляторних пунктів і внутрішніх газопроводів з приладами.

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

У системі підземних споруд існують і інші мережі, зокрема *дренажу*, зв'язку і ін.

Роздільна прокладка підземних мереж вимагає значних витрат і створює великі труднощі для руху транспорту і пішоходів в період будівництва і ремонту цих мереж. Тому при будівництві інженерних комунікацій влаштовують підземні *канали (колектори і тунелі)* для суміщених прокладок в них мереж різного призначення.

1.3. КЛАСИФІКАЦІЯ МІСЬКИХ ІНЖЕНЕРНИХ МЕРЕЖ

Спочатку населені пункти розвивалися стихійно, без наперед складеного плану. Часто вони були позбавлені елементарного впорядкування. Надалі населені пункти стали розвиватися на основі генеральних планів будівництва нових і реконструкції існуючих населених місць.

Планування міста - це організація його території, визначувана комплексом економічних, архітектурних, гігієнічних і технічних завдань містобудування.

Проект планування міста розробляється на підставі дослідницьких робіт і носить назву *генерального плану*. У проекті планування міста вирішується весь комплекс питань, пов'язаних з його будівництвом: розселення жителів, розміщення промислових підприємств і житлових районів, організація транспортного обслуговування, улаштування водопровідно-каналізаційних споруд, енергопостачання, озеленення і інші питання загального впорядкування.

Благоустрій міста є сукупність заходів, що забезпечують якнайкраще поєднання виробничих, культурно-побутових і гігієнічних умов для життя і виробничої діяльності населення.

Інженерні мережі слід проектувати як комплексну систему, об'єднуючу все підземні, наземні і надземні мережі і споруди, з урахуванням перспективного розвитку міста.

Зображення інженерних мереж на плані міста, населеного пункту, житлового району або мікрорайону називають *трасуванням*. На кресленнях прийняті наступні позначення:

- В - водопровідні мережі (В1 - господарсько-питної води; В2 - річкової води) - синій колір;
- К - каналізаційні мережі (К1 - фекальна - синій (пунктир); К2 - дощова - синій (крапка, тире));
- Г - газові мережі (Гн - низького тиску; Гв - високого тиску) - зелений колір;
- Т - теплові мережі (Т0(2) з двома трубами; Т0(4) - з чотирма трубами) - червоний колір;
- W - електричні мережі (W1 - до 1 kv; W2 - більше 1 kv до 35 kv) - чорний колір;
- V - слабкострумкові електричні мережі - чорний (тире).

У основі єдиної містобудівної класифікації міських інженерних мереж лежать функціональні особливості комунікацій і планувальні принципи забудови міських територій. При класифікації інженерні мережі підрозділяють: за *виглядом, технологічними особливостями, конфігурації, матеріалу, глибини заставляння, місцю і методу прокладки, призначенню*.

За виглядом інженерні мережі підрозділяються на три групи:

- 1) *трубопроводи*;
- 2) *кабелі і*
- 3) *канали*.

До першої групи відносяться *мережі водопроводу, каналізації* (різних систем), *дренажу, теплопостачання, газопостачання*, а також *спеціальні мережі промислових підприємств* (паропроводи, нафтопроводи, амміакопроводи і ін.).

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

До третьої групи відносяться *тунелі (колектори)*, призначені тільки для розміщення кабелів, і *загальні колектори*, призначені для сумісного розміщення мереж різного призначення.

За *технологічними особливостями* інженерні мережі підрозділяються на:

- 1) *теплопроводи* систем центрального теплопостачання з максимальною температурою води у джерела тепла 150°C
- 2) *газопроводи низького* (до 5000 Па), *середнього* (від 0.005 до 0,3 Мпа) і *високого* (від 0,3 до 0,6 і від 0,6 до 1,2 Мпа) тиску;
- 3) *водопроводи* зовнішньої мережі господарсько-питного водопостачання
- 4) *каналізаційні мережі* систем міської каналізації, включаючи водостоки для видалення атмосферних вод
- 5) *електричні мережі* систем електропостачання (кабелі низької напруги до 1 кV і високої напруги 6-10 кV) і телефонна мережа.

За *матеріалом* трубопроводи підрозділяються на:

- 1) *сталеві* (теплопроводи, газопроводи, водопроводи)
- 2) *чавунні* (водопроводи, напірна каналізація)
- 3) *азбестоцементні* (водопроводи, напірна і самотічна каналізація, газопроводи низького тиску і водостоки)
- 4) *залізобетонні* (водопроводи і водостоки)
- 5) *бетонні* (водостоки)
- 6) *керамічні* (самотічна каналізація) і
- 7) *пластмасові* (газопроводи, теплопроводи, каналізація і водопроводи).

Кабелі електричних і телефонних мереж мають *алюмінієві* або *мідні* жили з *металевою* оболонкою або без неї.

Канали бувають:

- 1) *непрохідні*
- 2) *напівпрохідні* і
- 3) *прохідні (колектори)*.

Їх влаштовують із збірних залізобетонних елементів з великим ступенем заводської готовності. Канали (колектори) глибокого закладання діаметром більше двох метрів роблять для відведення стічних вод самопливом з міської території на каналізаційні насосні станції.

Технологічні особливості кожної мережі визначають її глибину закладання. Розрізняють мережі *глибокого* і *дрібного закладання*. Межею зон закладання є *глибина промерзання ґрунту*, залежна від кліматичних і геологічних умов. У зоні глибокого закладання прокладаються мережі систем водопостачання і каналізації, в зоні дрібного закладання - мережі систем теплопостачання, газопостачання, електропостачання і телефонізації.

Місця розміщення інженерних мереж позначають так:

- між лінією забудови і червоною лінією - П1 і П4
- у розділювальних смугах вулиць - П2 і П3

- під тротуарами - Тр1 і Тр2
- під проїжджою частиною - ПР1
- у технічних смугах мікрорайонів - П1 і П2
- під мікрорайонними проїздами - Пр1 і
- у технічних підвалах будівель - Тп.

Методи прокладки підземних і наземних інженерних мереж:

- 1) *роздільний метод* характеризується прокладкою кожної комунікації в своїй траншеї. Роздільний метод використовують при улаштуванні тих, що живлять і відвідних інженерних мереж за межами міста. У межі міста цей метод застосовується при прокладці збираючих і приймаючих каналізаційних мереж, пристроїв поливального водопроводу і зовнішнього освітлення. Можлива надземна прокладка інженерних мереж газопроводів низького тиску і телефонних кабелів по стінах будівель;
- 2) *суміщений метод* прокладки мереж в одній траншеї. При цьому методі влаштовується одна загальна ступінчаста траншея, в якій розміщується декілька трубопроводів (Т, Г, В, W, V).
- 3) *суміщений метод* прокладки трубопроводів і кабелів в міському і внутрішньо кварталних колекторах. У каналі розміщуються Т(4), Г, В, W, V і напірна каналізація (К1) ;
- 4) *суміщений метод* прокладки транзитних розводячих інженерних мереж в технічних підвалах будівель і в прохідних зчепленнях (Т, Г, В, W, V).

Класифікація інженерних мереж за призначенням:

- 1) *магістральні - живлячі (Ж)* мережі прокладаються від джерела живлення до міських розподільних мереж. Розташовуються, як правило, в польових умовах від джерела живлення до меж міста. Трасуються ці мережі паралельно залізничним і автомобільним дорогам;
- 2) *розподільні* мережі (Р), сполучають живлячі мережі і міські спеціальні інженерні споруди, що розміщуються на території мікрорайонів (цен-тральні теплові пункти ЦТП, газорегуляторні пункти ГРП, підвищуючі насосні установки ПНУ, трансформаторні підстанції ТП і т.ін.). Прокладаються ці мережі в поперечних профілях вулиць - в розділових смугах і під тротуарами, а при вільному плануванні і забудові - усередині між-магістральних територій чи мікрорайонів;
- 3) *розводящі* мережі (Рз) (зокрема *внутрішньоквартальні (дворові)*) сполучають інженерні комунальні споруди і внутрішні санітарно-технічні і електротехнічні системи будівель. *Розводящі мережі* є необхідною підземною спорудою кожної вулиці і проїзду міста. *Внутрішньоквартальні (дворові)* мережі прокладають в межах території кварталу, двору.

До живлячих, розподільних і розводящих мереж відносяться *водопровідні, газові, теплові, електричні і телефонні* мережі.

Каналізаційні мережі (К1 і К2) за призначенням діляться на:

- 1) *приймаючі* мережі (Пр) забезпечують прийом господарчо-побутових вод і зливових стоків, що поступають з внутрішніх систем каналізації і з території. Розташовуються в мікрорайонах від будівель або приймалень зливових колодязів до збираючих мереж.

- 2) *збираючі* мережі (Зб) приймають стічні і атмосферні води від приймаючих мереж. Вони розміщуються на вулицях і усередині мікрорайонів або міжмагістральних територій;
- 3) *відвідні* мережі (Вд) забезпечують прийом стічних вод від збираючих мереж з транспортуванням їх на очисні споруди. Розміщуються, як правило, від меж міста до очисних споруд.

Класифікація міських інженерних мереж за призначенням дозволяє точніше проводити техніко-економічний аналіз комплексного розміщення інженерних мереж при проектуванні житлових районів і мікрорайонів.

Контрольні запитання

1. Яке значення мають інженерні мережі у життєдіяльності людини?
2. Як відбувається планування міста?
3. Що таке благоустрій міста?
4. Наведіть Класифікацію міських інженерних мереж.
5. Як класифікують мережі за призначенням?

ТЕМА 2. ВОДОПРОВІДНІ І КАНАЛІЗАЦІЙНІ МЕРЕЖІ

ЛЕКЦІЯ 2

2.1. СИСТЕМИ І СХЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ

Система водопостачання - це комплекс інженерних споруд, призначених для забира і очищення води, зберігання її запасів і транспортування води до місць споживання. Для транспортування води служать *водопровідні мережі*.

Схема водопостачання - це технічно і економічно обгрунтоване проектне рішення тій або іншої системи водопостачання.

По виду водоспоживання розрізняють системи *роздільного* водопостачання:

- 1) *господарсько-питні (господарські);*
- 2) *виробничі;*
- 3) *протипожежні .*

Для одночасного задоволення різних потреб влаштовують *об'єднані* системи водопостачання:

- 1) *господарсько-протипожежні;*
- 2) *виробничо-протипожежні;*
- 3) *господарсько-виробничо-протипожежні.*

У населених місцях звичайно використовують господарсько-протипожежну систему водопостачання, на промислових підприємствах - окремо виробничий і господарсько-протипожежний водопроводи.

Розрізняють *місцеві* (для одного об'єкту), *групові* (для декількох об'єктів) і *районні* (для ряду районів) схеми водопостачання.

У більшості населених місць в даний час влаштовують *централізовані* водопроводи - постачання всіх споживачів водою проводиться організовано з одного або декількох джерел водопостачання при одній загальній мережі або декількох мережах.

У комплекс споруд централізованого зовнішнього водопостачання входять:

- 1) водозабірні споруди;
- 2) насосні станції і напірно-регулюючі резервуари;
- 3) очисні споруди;
- 4) транзитна і розводяща мережі.

Конкретну систему водопостачання вибирають на підставі техніко-економічного зіставлення варіантів. При цьому враховуються:

- 1) витрата води на різні потреби і необхідні вільні натиски на введеннях до об'єктів водоспоживання;
- 2) вимоги до якості води, що пред'являються окремими споживачами;
- 3) протяжність мереж і розміщення окремих об'єктів водоспоживання;
- 4) вогнебезпечність будівель об'єкту;
- 5) місцеві умови (рельєф місцевості, джерела водопостачання і т. д.).

Всі *джерела водопостачання* підрозділяються на дві групи:

- *поверхневі* (річки, озера, водосховища, моря);
- *підземні* (грантові і артезіанські води).

Розглянемо дві схеми водопостачання населеного місця.

У першому випадку вода для водопостачання забирається з поверхневого джерела - річки. Через оголовок вода поступає в береговий колодязь, з якого насосами станції першого підйому подається на очисні споруди. Пройшовши необхідне очищення, вона поступає в резервуари чистої води, з яких насосами станції другого підйому по двох водоводах перекачується в розводящу мережу, розташовану в межі населеного місця. Для вирівнювання нерівномірності споживання води протягом доби і створення необхідного натиску влаштовують водонапірну башту або напірний резервуар.

У другому випадку джерелом водопостачання є грантові води, що забираються за допомогою трубчастих або шахтних колодязів, з яких вони поступають у збірний резервуар. Насоси станції перекачування після хлорування води перекачують її з резервуару в мережу. При заборі ґрунтових вод очисні споруди як правило не влаштовують, оскільки якість цих вод в більшості випадків задовольняє вимогам стандарту.

За способом подачі води розрізняють водоводи:

- 1) з механічною подачею (напірні);
- 2) самотічні;
- 3) комбіновані (з механічною подачею і самотічні).

Щоб подати воду в точки водорозбору, що знаходяться на підвищених місцях і на віддалі від насосної станції, необхідно створити в мережі *натиск*.

Вільний натиск - перевищення рівня води в п'єзометричній трубці, приєднаній до водопровідної мережі, над поверхнею землі.

У крупних містах натиск в мережі приймається рівним 40-50 м вод. ст.

У тих випадках, коли поверхня землі має велику різницю у відмітках, влаштовують системи *зонного* водопостачання. При цьому кожна зона може мати самостійні головні споруди.

Для подачі води із зовнішньої мережі водопроводу до місць водорозбору усередині будівель служить *внутрішній водопровід* (роздільної або об'єднаної системи). Систему внутрішнього водопроводу вибирають з урахуванням типу зовнішнього водопроводу, призначення будівлі, технологічних, санітарно-гігієнічних, протипожежних вимог і техніко-економічних міркувань. Улаштування внутрішніх господарсько-питних водопроводів обов'язкове у всіх житлових і громадській будівлях, розташованих в районах з централізованою або місцевою каналізацією.

Виробничі системи водопостачання підрозділяються на дві групи:

- *прямоточні*;
- *оборотні*.

У першому випадку вода, що подається для технологічних цілей, або витрачається повністю, або в процесі виробництва сильно забруднюється і підлягає скиданню в каналізацію.

У другому випадку відпрацьована в процесі виробництва вода охолоджується або піддається очищенню і повторно використовується у виробництві.

2.2. НОРМИ І РЕЖИМ ВОДОСПОЖИВАННЯ

Нормою господарсько-питного водоспоживання називається кількість води, віднесена до однієї людини в одиницю часу, як правило вимірюється в л/добу.

Норми водоспоживання залежать від ступеня впорядкування осель, кліматичних і інших місцевих умов. На промислових підприємствах витрата води для задоволення виробничих потреб визначається технологією виробництва.

Протипожежні вимоги задовольняються таким чином. Звичайно в населених місцях і на промислових підприємствах влаштовують систему господарсько-питного водопостачання, об'єднану з протипожежною. Розрахункова витрата води на зовнішнє пожежогасіння і розрахункове число одночасних пожеж приймаються по СНіП залежно від кількості жителів і поверховості забудови.

Режим водоспоживання в містах в різну добу і окремі години доби нерівномірний. Літом водоспоживання більше, ніж взимку, в передсвяткові дні більше, ніж в звичайні, вночі менше, ніж вдень. У великих містах нерівномірність водоспоживання зменшується.

Нерівномірність водоспоживання характеризується коефіцієнтами *нерівномірності*.

Коефіцієнт добової нерівномірності виражає відношення добової витрати в дні найбільшого водоспоживання до середньої добової витрати за рік:

$$K_{сут} = \frac{Q_{\text{макс.сут}}}{Q_{\text{ср.сут}}}$$

Коефіцієнтом годинної нерівномірності називається відношення максимальної годинної витрати до середньої годинної витрати за добу максимального водоспоживання:

$$K_{год} = \frac{Q_{\text{макс.год}}}{Q_{\text{ср.год}}}$$

2.3. ВИМОГИ ДО ЯКОСТІ ВОДИ

Вода, що вживається для питних цілей, повинна відповідати по своїй якості певним вимогам, викладеним в ГОСТ 2874-54. Вода вважається придатною для питних цілей, якщо її каламутність не перевищує 2 мг/л, кольоровість не більше 20°, рН = 6,5-9,5. Крім того, в 1 л води повинні бути не більше трьох кишкових паличок. Якщо за даними аналізів вода не відповідає вимогам ГОСТ, її піддають очищенню.

До якості води, що подається для виробничих потреб, пред'являються спеціальні вимоги залежно від технології виробництва.

2.4. ВОДОЗАБІРНІ СПОРУДИ

При улаштуванні споруд для забору води з *підземних джерел* водопостачання необхідно враховувати характер потоку ґрунтових вод: *напірний* і *безнапірний*.

Безнапірними потоки називають в тому випадку, якщо водоносний шар насичений водою лише частково, а *напірними* - при повному насиченні водоносного пласта, що знаходиться між двома водонепроникними пластами. Якщо

в знижених точках напірного потоку з великим ухилом пробурити свердловину, то вода почне фонтанувати над поверхнею землі. В цьому випадку підземні води називають *артезіанськими*.

Безнапірні потоки, віднесені до ґрунтового шару, що знаходиться на малій глибині від поверхні землі, іноді називають *верховодкою*. Ці води як правило сильно забруднені і в централізованих системах водопостачання не використовуються. Навпаки, ґрунтові води, що знаходяться на великій в порівнянні з верховодкою глибині і незабруднені, часто використовуються для господарсько-питного водопостачання.

Вибір місця розташування водозабірних споруд і їх конструкцій залежить від глибини залягання водоносного шару, напрямку руху води в ньому, а також від санітарних вимог.

При глибині залягання водоносного шару 6-9 м як правило проектують *горизонтальні водозбори*, 10-20 м - *шахтні водозбори* і більше 20 м - *трубчасті колодязі*.

Споруди для огорожі води з *поверхневих джерел* водопостачання бувають:

- *озерного,*
- *річкового,*
- *водосховищного,*
- *морського типу.*

Найчастіше проектують водозабори озерного і річкового типів.

2.5. НАСОСНІ СТАНЦІЇ

Насосні станції розділяються на:

- станції *першого підйому*;
- станції *другого підйому*;
- станції *суміщеного типу*.

При поверхневих джерелах водопостачання насосні *станції першого підйому* в господарсько-питних системах водопостачання подають воду з водоприймача на очисні споруди. При підземних джерелах вони подають воду або в резервуари чистої води, або безпосередньо в мережу. У виробничих системах водопостачання, якщо вода може бути використана без очищення, насосні станції першого підйому подають воду безпосередньо в мережу.

Станції другого підйому подають воду водоспоживачу після її очищення.

Станції суміщеного типу одночасно виконують функції станцій першого і другого підйому (у одному приміщенні встановлюють насоси різних типів).

Станції першого підйому обладнують насосами, що розвивають натиск близько 15-20 м, насоси станцій другого підйому повинні розвивати натиск 40-60 м і вище.

Якщо за умовами розміщення станція повинна бути сильно заглиблена (більше 7-8 м), її споруджують круглої форми в плані і обладнують вертикальними насосами. Станції, що мають незначне заглиблення (звичайно другого підйому), будують прямокутними в плані.

ЛЕКЦІЯ 3

2.6. ОЧИСНІ СПОРУДИ

Воду очищають на *очисних спорудах*.

Ступінь очищення води залежить від вимог водоспоживання, а способи очищення - від якості води в джерелі водопостачання.

Основні способи очищення господарсько-питних вод:

1) *освітлення* - витягання з води основної маси зважених речовин для зменшення її каламутності;

2) *зnezараження (дезинфекція)* - знищення хвороботворних бактерій, що містяться у воді.

Різний ступінь освітлення досягається *відстоюванням* води у *відстійниках* і її *фільтруванням* на *фільтрах*. Для прискорення процесу відстоювання використовується *коагуляція* води. Грунтові води звичайно не потребують освітлення і піддаються тільки зnezараженню.

Очисну станцію звичайно розташовують поблизу джерела водопостачання. Компонівка очисних споруд залежить від прийнятої схеми очищення і кількості споживаної об'єктом води. Найчастіше застосовують схеми самотекучого руху води по очисних спорудах. Технологічний процес по вказаній схемі передбачає *коагуляцію* води з подальшим її *відстоюванням* у вертикальних відстійниках, *фільтрування* і *зnezараження* води за допомогою *хлорування*.

Розглянемо основні технологічні процеси обробки води при її очищенні.

Коагуляція води при відстоюванні дозволяє витягнути з неї не тільки зважені речовини, але й речовини, що знаходяться в колоїдному стані, і частково бактерії. Коагулянт - частіше всього *глинозем (сірчаноокислий алюміній)*.

Принцип: при малих швидкостях руху води, що утворюються в результаті процесу коагуляції, пластівці під дією власної ваги поволі осідають.

Для **відстоювання води** застосовуються *відстійники*:

- *горизонтальні* - для освітлення коагульованої води на очисних станціях продуктивністю не більше 30 тис. м³/добу;
- *вертикальні і радіальні* - для станцій з більшою продуктивністю і для освітлення некоагульованої води.

Фільтрування води проводиться після її відстоювання. В процесі фільтрування води через пористий матеріал вона очищається від дрібної суспензії (дрібнішій, ніж у відстійниках) і частково від колоїдів і мікроорганізмів.

Зnezараження води. При відстоюванні води з подальшим її фільтруванням видаляється до 96-98% бактерій, що містяться в ній, проте серед тих, що залишилися можуть знаходитися і хвороботворні. Тому, якщо вода використовується для господарсько-питних цілей, її піддають зnezараженню (дезинфекції). Воду дезінфікують або *хлором*, або *ультрафіолетовими променями*. Найбільшого поширення набув спосіб хлорування хлор-газом і *хлорним вапном*.

Застосовуються і інші способи обробки води, наприклад її *зм'якшування* і *зnezалізнення*.

2.7. ЗОВНІШНІ ВОДОПРОВІДНІ МЕРЕЖІ

Водопровідні мережі служать для транспортування води.

По зображенню в плані водопровідні мережі можуть бути:

1) *тупиковими (розгалуженими)*;

2) *кільцевими (замкнутими)*.

Тупикові мережі в порівнянні з кільцевими мають меншу протяжність, і отже меншу будівельну вартість. Проте вони менш надійні в експлуатації, оскільки не забезпечують безперебійності водопостачання. Наприклад, при аварії на ділянці 2-3 припиниться подача води і на ділянках 1-2 і 4-2.

Тупикові лінії влаштовують звичайно завдовжки до 200 м; при більшій довжині повинні бути передбачені додаткові місткості-резервуари.

Кільцеві мережі значно надійніше в експлуатації. Їх, як правило, влаштовують для подачі води на протипожежні потреби.

2.7.1. Трасування ліній зовнішніх водопровідних мереж

При прокладці *транзитних* ліній, по яких вода поступає в місто, за межею населеного місця відстань між двома водоводами повинна бути не менше 10 м. В межах населеного місця водоводи прокладають по різних вулицях.

Із загальної маси водопровідних ліній, що прокладаються у межі міста, виділяються *магістральні* лінії, основне призначення яких транспортувати воду транзитом до найбільш віддалених районів. При трасуванні магістральних ліній прагнуть до того, щоб вода в окремі райони подавалася по найкоротшій відстані. Від магістральних ліній йде *розводяща мережа*. Магістральні і розводящі мережі, як правило, повинні бути кільцевими. Улаштування тупикових мереж допускається лише як виняток і лише для першої черги будівництва, за умови, що передбачені заходи, що оберігають водоводи від замерзання.

Діаметри труб зовнішньої водопровідної мережі визначаються розрахунком, але повинні бути не меншого 100 мм. У районах з багатоповерховою забудовою мінімальний діаметр труб з розрахунку пропуску протипожежних витрат приймається рівним 150-200 мм.

Магістральні лінії найдоцільніше, як правило, прокладати по піднесених місцях території міста, оскільки це забезпечує створення необхідних натисків і в розподільній мережі.

Практика експлуатації внутрішньобудинкової водопровідної мережі показує, що при тиску більше 5-6 *атм.* арматура псується, унаслідок чого збільшуються непродуктивні втрати води. Тому, якщо в мережі міста згідно з розрахунковими даними тиск значно перевищує вказане, то влаштовують *зонні* системи водопостачання. Кожна зона має самостійну мережу, окремі насосну станцію і місткість, вирівнюючу нерівномірність споживання води, - водонапірну башту або наземний регулюючий резервуар, що розташовується в підвищеній частині міста.

2.8. УЛАШТУВАННЯ ВОДОПРОВІДНИХ МЕРЕЖ

2.8.1. Труби і їх з'єднання

Застосування того або іншого типу труб при улаштуванні водопровідної мережі залежить від:

- 1) геологічних і кліматичних умов в районі укладання;
- 2) величини передбачуваних натисків в мережі;
- 3) способу прокладки (підземна в траншеях і каналах, колекторах; наземна; надземна).

Матеріали:

У сучасній практиці будівництва *напірних* водопроводів застосовуються сталеві, інколи чавунні, асбестоцементні, бетонні, залізобетонні, пластмасові, скляні і інші труби.

Для безнапірних водопровідних мереж застосовуються бетонні і залізобетонні труби, відкриті канали з бетону, залізобетону, дерева, канали із земляним одягом, а також браковані сталеві і чавунні труби.

Чавунні труби

Типи з'єднань чавунних труб:

- 1) розтрубні;
- 2) розтрубно-гвинтові.

Для улаштування вузлів водопровідної мережі служать *фасонні частини* трубопроводу .

Для зміни напрямку потоків води у водопровідній мережі служать коліна, відведення, напіввідведення, трійники, хрестовини і ін.

Перехід від одного діаметру трубопроводу до іншого виконується за допомогою *перехідних* деталей - подвійних розтрубів і різних перехідних патрубків.

Випуски служать для скидання води при спорожненні мережі і вмонтовуються в найбільш низьких точках магістралей.

Вантузи служать для випуску і впускання повітря в трубопровід при нормальній його експлуатації, а також при його спорожненні.

Основні достоїнства чавунних труб:

- 1) великий термін служби, оскільки вони менш схильні до корозії, чим сталеві труби;
- 2) можливість легко і просто проводити монтаж мереж в порівнянні з азбестоцементними трубами завдяки наявності широкого асортименту фасонних частин.

Основні недоліки чавунних труб:

- 1) слабкий опір динамічним навантаженням;
- 2) значна витрата металу в порівнянні із сталевими трубами;
- 3) тривалість монтажу;
- 4) обов'язкова наявність фасонних частин для улаштування вузлів мережі;
- 5) у разі порушення цілісності з них можуть випадати цілі шматки стінок, що приводить до великих втрат води.

Діаметр чавунних труб вимірюється за внутрішнім розміром.

Діаметр сталевих труб вимірюється за зовнішнім розміром.

Сталеві труби

Основні переваги сталевих труб в порівнянні з чавунними:

- 1) можуть витримувати великий внутрішній тиск - до 2,5...3,0 МПа;

2) добре чинять опір динамічним навантаженням, вимагають меншої витрати металу;

3) дають можливість легко і швидко проводити їх монтаж індустріальними методами і тим самим значно знижувати терміни виробництва робіт.

Сталеві труби застосовують головним чином при улаштуванні високо напірних водоводів і трубопроводів, що піддаються дії динамічних навантажень.

Для монтажу сталевих трубопроводів застосовують:

- 1) зварювання (електричне або газове);
- 2) фланцеві з'єднання;
- 3) розтрубні з'єднання;
- 4) з'єднання на муфтах.

При монтажі сталевих трубопроводів найбільш широке застосування набула електрична або газова зварка, оскільки зварні стики міцні і герметичні.

Фланцеві з'єднання влаштовуються за допомогою сталевих фланців приварюваних до труби, або що надягають на трубу з подальшим розвальцьовуванням кінців труб або наварюванням на них опорних кілець.

Розтрубні з'єднання можуть здійснюватися приварюванням до труби сталевих розтрубів або виконання розтруба на одному з кінців труб, що сполучаються, шляхом розвальцьовування при виготовленні труб або застосуванням двох розтрубних муфт. Цей спосіб з'єднання застосовується у край рідко.

Муфтові з'єднання застосовуються для з'єднання:

- 1) сталевих труб малих діаметрів - до 75 мм;
- 2) азбестоцементних труб.

Серйозним недоліком сталевих труб є схильність їх значній корозії як з внутрішньої сторони - з боку рідини, що транспортується, так і із зовнішньої сторони - з боку ґрунтових вод.

Зварені з'єднання. Основним способом з'єднання сталевих труб при спорудженні є зварювання, яке забезпечує міцність, щільність і надійність трубопроводів. При цьому застосовують тільки такі методи зварювання, які забезпечують надійну щільність зварного з'єднання.

Розрізняють такі способи зварювання сталевих трубопроводів: ручна електродугова, газова напівавтоматична і автоматична плавиться електродом в захисних газах, напівавтоматична і автоматична під шаром флюсу, контактна методом оплавлення та індукційна.

Для спорудження розподільних і внутрішніх трубопроводів найбільшого поширення набула ручна електродугова і газова зварка. У заготівельних майстернях застосовують напівавтоматичне і автоматичне зварювання плавким електродом в захисному газі (в середовищі вуглекислоти) або під шаром флюсу.

Газове зварювання успішно застосовують для труб діаметром до 50 мм і товщиною стінок не більше 5 мм. Воно здійснюється за рахунок тепла, що виділяється при згорянні ацетилено-кисневої суміші.

Ацетилен для зварювання постачають у спеціальних балонах або отримують на місці в переносних газогенераторних установках розкладанням карбїду кальцію в воді. Реакція протікає в такий спосіб: $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2$.

На кожен кілограм карбїду кальцію витрачається до 10 л води, при цьому утворюється приблизно 250 л ацетилену.

Кисень доставляється до місця виробництва зварюваних робіт у спеціальних балонах місткістю до 40 л і тиском до 15 МПа (150 кгс/см²). Для зниження тиску ацетилену і кисню застосовуються спеціальні редуктори.

Отримання ацетилену-кисневої суміші та спалення її виробляється в ручних зварювальних пальниках з змінними наконечниками. Кисень і газ подаються в горїлки по гумовотканинних рукавах.

При спалюванні ацетиленокисневої суміші температура полум'я сягає 3150°C, завдяки цьому відбувається оплавлення кромки з'єднуючих труб і зварювальної проволочки.

При зваренні електродугою процес здійснюється за рахунок тепла електричної дуги, що утворюється між електродом, що приєднується до одного полюса, і звареним матеріалом, що приєднується до іншого полюсу джерела струму, яке оплавляє кромки зварюваних матеріалів і кінець покритого обмазкою електрода. Шар розплавленого флюсу захищає розплавлений метал від впливу кисню й азоту навколишнього повітря.

В даний час набуває поширення автоматичне зварювання під шаром флюсу. Установка для такого способу зварювання складається з джерела струму (постійного або змінного), зварювального автомата, стенду для складання і зварювання труб в секції і зварювального стенду з торцевого обертача секцій.

Особливістю автоматичного зварювання під шаром флюсу є те, що зварювальна дуга, що утворюється між зварюваним виробом і присадочним дротом, закрита шаром флюсу, що складається з силікатів марганцю або магнію. При цьому виділяється дугою тепло достатнє для розплавлення кромки виробу, що зварюється, кінця присадочного дроту і частини флюсу. Розплавлений флюс утворює рідкий і газовий верстви над ванною розплавленого металу і оберігає його від окислення киснем повітря. При проведенні такого зварювання секція зварюваних труб рівномірно обертається на стінці торцевого обертача, а розташований над зварюваним стику зварювальний автомат рівномірно подає в зону зварювання присадочні дроти і флюс. Така технологія виробництва роботи дозволяє зосередити в зоні зварювання велику кількість тепла, яке забезпечує глибоке проплавлення (проварювання) металу і сповільненого охолодження шва. За рахунок цього кількість шарів зварювання зменшується до двох і відповідно підвищується продуктивність доданих зварювальних робіт.

Також отримала поширення електродугова зварювання оплавленим електродом в середовищі вуглекислого газу, схема якої показана на рис. 1. Цей спосіб зварювання характеризується потужним і стійким розрядом, тепло від якого розплавляє кромки зварюваних труб і кінець електродного дроту. При цьому утворюється ванна розплавленого металу, яка оберігається від дії повітря хмарою вуглекислого газу, поступаючого з сопла Електродотримача.

Конструктивні елементи підготовлених для зварювання кромки, їх розміри, а також розміри і допустимі відхилення зварних швів повинні відповідати вимогам СНіП Ш-29-76 і ГОСТ 16037-70. У залежності від методу зварювання та товщини

стінок труб зварний шов виконують з двох-чотирьох шарів, виконуваних по черзі з періодичним їх очищенням від шлаку і бризок наплавленого металу. Основним типом зварних з'єднань є V-подібні сполучення, які можуть виконуватися без підкладних кілець або з підкладними кільцями різних конструкцій (рис. 2).

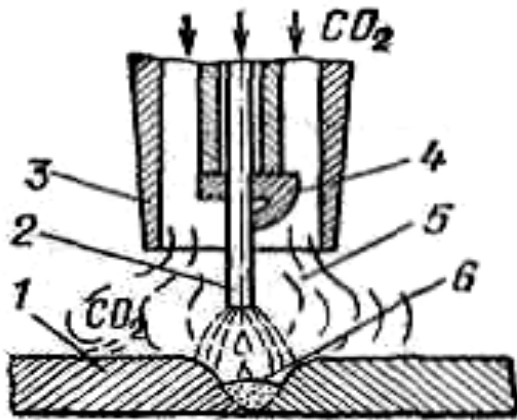


Рис. 1 - Схема дугового зварювання в середовищі вуглекислого газу: 1-зварювані деталі; 2- електродна проволока; 3- газове сопло; 4- башмак, плідючий струм; 5- захисний шар газу; 6 – наплавлений метал блиску кромки і прилегли до них поверхні труб (приблизно 10 мм від крайки)

На рис. 2, б, в показано відповідно циліндричне і фасонне підкладне кільце. Підкладне кільце, створюючи місцеві звуження, збільшує опір потоку газу. Тому з'єднання встик з залишаючим підкладним кільцем не рекомендується застосовувати для газопроводів низького тиску, а також для газопроводів діаметром менше 200 мм.

В разі неправильної технології зварювальних робіт зварюваний шов може мати дефекти. Деякі з них, такі, як підрізка, надмірне чи мале посилення шва, зовнішня тріщина, пористість і зашлакованості шва, можуть бути виявлені зовнішнім оглядом.

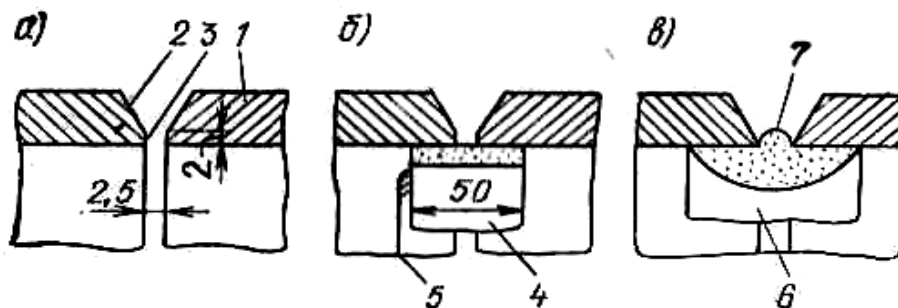


Рис. 2 – Види зварювання V-подібних з'єднань :

а – без підкладного кільця; б – з циліндричним підкладним кільцем; в – з фасонним підкладним кільцем; 1 – газопровід; 2 – нахилена пробка; 3 – затушення кромки; 4 – циліндричне прокладне кільце; 5 – зварювальна прихватка; 6 – фасонне прокладне кільце; 5 – зварювальна прихватка; 6 – фасонне прокладне кільце; 7 – буртик кільця

Приховані дефекти зварних швів можуть бути виявлені фізичними методами контролю. Прихованими дефектами являються непровар кореня, бічний непровар, прожог, пори, висип, внутрішні тріщини. Найбільш небезпечними дефектами є тріщини, непровар кореня і бічний непровар шва.

Розглянемо принцип дії найбільш розповсюджених фізичних методів контролю якості зварних стиків.

Гамма-та рентгенографічний методи контролю зварних стиків

Принцип гаммаграфіювання заснований на властивості гамма-випромінювання радіоактивних ізотопів (кобальту-60, цезію-137 та ін) проникати через метали. При цьому інтенсивність проходження гамма-випромінювання через дефектні місця в металі шва (тріщини, пори, непровари та ін) буде більше, ніж через монолітний метал. Ця різниця може фіксуватися на рентгенівській плівці. Для цього на стик накладається спеціальна плівка, вміщена в касеті з щільної чорного паперу. З протилежного боку стику встановлюються свинцевий контейнер з ампулою радіоактивного ізотопу. При просвічуванні стику гамма-випромінюванням (рис. 3) спрямований потік гамма-випромінювання проникає при повороті диска контейнера через метал перевіряючої частини стику і потрапляє на рентгенівську плівку. Після появи плівки можна виявити місця і характер дефектів зварного стику.

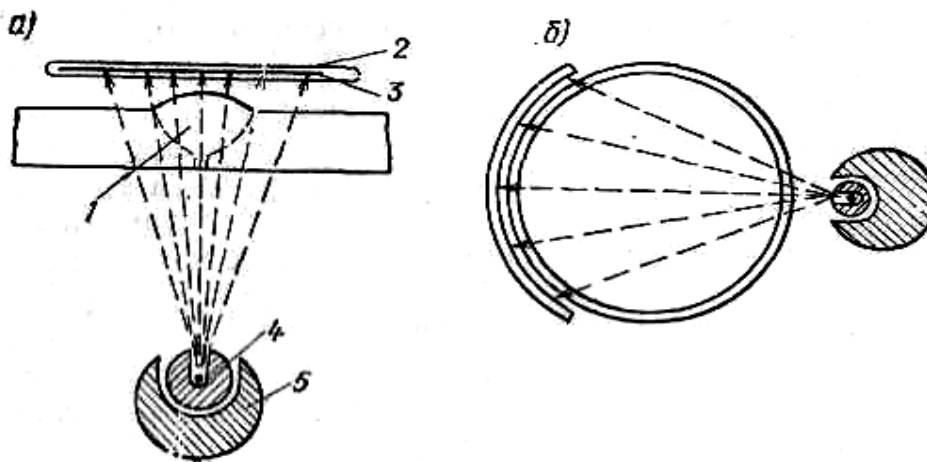


Рис. 3 – Просвічування з'єднання гамма-випромінюванням:
а – схема просвічування; б – установа контейнера; 1 – стик; 2 – касета; 3 – плівка;
4 – ампула з ізотопом; 5 – контейнер

Більш надійним і безпечним методом є просвічування стиків рентгенівськими променями, які дають чіткі знімки. Для цих цілей використовують портативні рентгенівські апарати, якими просвічують стики зовні (через стінку труби) або шляхом введення апарату всередину труби.

Магнітографічний контроль, схема якого зображена на рис. 4, оснований на властивості різкого змінення параметрів магнітного поля розсіювання в зоні дефектних місць стику. Ці зміни фіксуються на ферромагнітній плівці. Досвідчені дані показують, що кожному характерному дефекту зварного зєднання відповідає певне імпульсне зображення поля розсіювання. Для практичного використання цих явищ при контролі якості стиків створені намагнічуючі пристрої та магнітографічні дефектоскопи, що мають відтворюючі пристрої. Намагнічені пристрої представляють собою електромагніт з джерелом постійного струму напругою до 12 В і служать для створення магнітного силового потоку струму в стик. Відтворюючий пристрій складається зі спеціального стрічкопередвижного механізму та електронно-променевої трубки з екраном, на якому відтворюються імпульси полів розсіювання магнітного потоку. Схема запису дефектів контрольованого стику на ферромагнітну плівку і характерні імпульси від дефектів, що відтворюються на

екрані електронно-променевої трубки, показані на рис. 4. Сучасні конструкції магнітографічних дефектоскопів крім імпульсного зображення здатні відтворювати також видиме зображення дефекту стику.

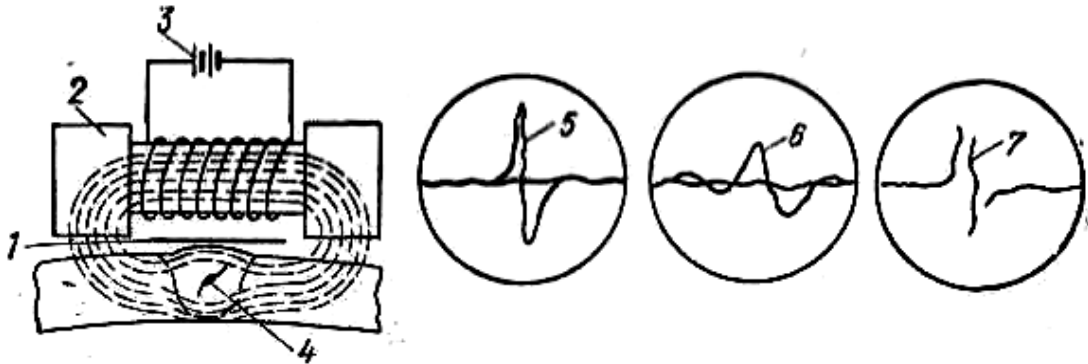


Рис. 4 – Схема магнітографічного контролю стиків:

1 – феромагнітна плівка; 2 – електромагніт; 3 – джерело постійного струму; 4 – тріщина в контрольному стикі; імпульси; 5 – тріщина; 6 – не провар; 7 – сітка із пор

До недоліків магнітографічного методу контролю стиків можна віднести те, що при товщинах стінок труб більше 10 мм він не дає надійних результатів. У таких випадках цей метод застосовується в поєднанні з просвічуванням стиків рентгено-або гамма-випромінюванням.

Зварні стики бракуються при наступних дефектах, встановлених фізичними методами контролю: при наявності тріщин будь-яких розмірів і напрямів, непровару по перетину шва, непровари в кінці шва; газових щілин і шлакових включень у шві; при скупченні газових щілин в окремих ділянках шва, а також в інших випадках, передбачених СНіП III-29-76.

Азбестоцементні труби

Основні переваги азбестоцементних труб:

- 1) мала теплопровідність і не електропровідність;
- 2) корозійна стійкість;
- 3) мала щільність ($2,1 \cdot 10^{-3}$ кг/м³), що полегшує їх транспортування і укладання;
- 4) збереження в умовах експлуатації гладкій і незабрудненій внутрішній поверхні завдяки їх незначній шорсткості;
- 5) велика пропускна спроможність, чим у чавунних труб;
- 6) легкість обробки.

Основні недоліки азбестоцементних труб:

- 1) мала опірність динамічним навантаженням;
- 2) складність і відносно висока вартість стикових з'єднань.

Бетонні і залізобетонні труби

По типу стикових з'єднань бетонні і залізобетонні труби розділяються на:

- 1) розтрубні;
- 2) фальцеві;
- 3) муфтові.

Залізобетонні напірні труби залежно від величини розрахункового внутрішнього тиску підрозділяються на три класи:

I - на тиск 1,5 МПа;

II - на тиск 1,0 МПа;

III - на тиск 0,5 МПа.

Пластмасові труби

Основні переваги застосування пластмасових труб при улаштуванні водопровідних мереж:

Застосування пластмасових труб дозволяє:

- 1) економити метал;
- 2) скорочувати тривалість монтажу трубопроводів;
- 3) подовжувати термін їх служби, оскільки пластмасові труби не схильні до корозії;
- 4) зберігати інфраструктуру та екологію міст.

Особливості зберігання пластмасових труб:

Пластмасові труби слід зберігати в горизонтальному положенні на стелажах. Висота штабелю не повинна перевищувати 2 м. Умови зберігання повинні виключити можливість механічного пошкодження труб і дії на них прямих сонячних променів.

Способи з'єднання пластмасових труб:

Існує кілька способів зварювання поліетиленових труб, але найбільшого поширення набуло контактне зварювання. Зварювання поліетиленових труб основана на властивості частинок поліетилену міцно з'єднуватися одна з одною у в'язкотекучому стані при температурах вище його плавлення.

При зварюванні встик торці приєднуваних труб оплавляються на глибину до 3 мм за рахунок контакту з металевими нагрівальними елементами, нагрітими до температури до 240⁰С, і з'єднуються між собою під невеликим тиском.

З'єднання поліетиленових і вінілпластових труб можуть бути розтрубними, фланцевими і різьбовими. Крім того, їх можна сполучати за допомогою зварки і клею.

Основні недоліки пластмасових труб:

- 1) високий коефіцієнт лінійного розширення (у вінілпласта в 6 разів, у поліетилену - в 18 разів більше, ніж у сталі). У зв'язку з цим на мережах з пластмасових труб необхідно передбачати компенсуючі пристрої;
- 2) пластмасові труби, особливо поліетиленові, чутливі до бітумних лаків і масляних фарб.

Порівняльна характеристика труб, переваги та недоліки наведені в табл. 1.

Арматура

Основні типи арматури, що встановлюється на водопровідній мережі:

- 1) запірна і регулююча (вентилі, крани, засувки, затвори);
- 2) водорозбірна (водорозбірні крани і колонки, пожежні гідранти);
- 3) запобіжна (запобіжні, зворотні і редуційні клапани, вантузи, випуски).

Запірна арматура застосовується для відключення розводящих ліній від магістральних і розділення мережі на ремонтні ділянки.

У водопровідних мережах встановлюється запірна арматура з тривалими періодами закриття і відкриття для запобігання гідравлічним ударами в трубопроводах.

Таблиця 1

№	Стальні	Поліетиленові
1	2	3
1	Низька антикорозійна стійкість (не більше 10 років експлуатації)	Протикорозійна стійкість
2	Нестійкість до блукаючих струмів	Стійкість до блукаючих струмів. Не потребують катодного захисту, зменшуються затрати на обслуговування
3	Сдатність до відкладів, що підвищує внутрішню шороховатість і збільшує гідравлічний опір	Відсутність відкладень на стінках протягом всього періода експлуатації. З часом властивості поліетиленових труб тільки збільшується
4	Висока теплопровідність і як результат – необхідність застосування термоізоляції	Відносно малий коефіцієнт теплопровідності. Ізоляція не потрібна
5	Стальні труби хорошо передают механические и акустические колебания	Акустические колебания гасятся
6	Висока ступінь жорсткості матеріалів	<i>Ступінь жорсткості низька, але велика стійкість до розтягнення (особенно, у поліетилену – 200-800%)</i>
7	Стійкість до механічних пошкоджень	<i>Низька стійкість до механічних пошкоджень</i>
8	Стійкість до ультрафіолетового випромінення	<i>Нестійкість до ультрафіолетового випромінення, втрата механічних властивостей</i>
9	Складність і висока вартість монтажу.	Легкість, швидкість і низькі затрати монтажу
10	Недовгий період експлуатації (10-15) років	Срок експлуатації - не менше 50 років (наприклад, у поліетиленових труб розрахунковий срок довговічності – 200 років)
11	Велика вага металевих трубопроводів	Легчі від сталевих в 2-4 рази, тому не потребують при монтажі грузопід'ємних механізмів
12	Складність транспортування	Один автомобіль може перевезти в 3-4 рази більше поліетиленових труб, ніж сталевих
13	Виготовляються тільки відрізками обмежених розмірів	Виготовляються як відрізками довжиною до 12 м, так і в бухтах довжиною до 300м
14	Низька швидкість монтажу	швидкість монтажу, наприклад газопроводів з ПЕ, перевищує швидкість будівництва металевих систем в 2-3 рази

Примітка: виділений текст для поліетиленових труб - недоліки, інші пункти - переваги.

На трубопроводах з $D_y > 100$ мм в основному встановлюються *засувки*, які залежно від призначення, робочого тиску і умовного проходу діляться на паралельні і клинові, з висувними і невисувними шпінделями.

Водорозбірні колонки застосовуються у випадках відсутності в будівлях внутрішнього водопроводу. Вони встановлюються в жвавих місцях, на перехрестях вулиць і з таким розрахунком, щоб відстані між ними були не більше 200...250 м.

Запобіжні клапани використовуються для запобігання підвищенню тиску в трубопроводах вище розрахункового, наприклад при гідравлічних ударах.

Зворотні клапани встановлюються на трубопроводах з метою створення руху потоків рідини в одному напрямі.

2.8.2. Споруди на водопровідній мережі

До споруд на водопровідній мережі відносяться колодязі, різні типи упорів, переходи під залізними і автомобільними дорогами, дюкери і ін.

Водопровідні *колодязі* призначені для розміщення засувок, гідрантів і інших видів арматури і фасонних частин. Вони влаштовуються із залізобетону, цеглини, бутобетону і інших місцевих матеріалів. У окремих випадках колодязі роблять з дерева.

Основні правила улаштування *люків* водопровідних колодязів:

Навколо люків колодязів, розташованих на ділянках без дорожніх покриттів або в зеленій зоні, влаштовуються підмосток вширшки до 1 м з ухилом від люків. Отмостки і відповідно люки повинні бути вище прилеглої території на 0,05 м. Люки колодязів на водоводах, що прокладаються по незабудованій території, необхідно встановлювати вище поверхні землі на 0,2 м. На проїжджій частині вулиць з вдосконаленим покриттям кришки люків слід розташовувати на одному рівні з поверхнею проїжджої частини. У районах з низькими зовнішніми температурами в колодязях повинні передбачатися другі утеплені кришки.

Упори трубопроводів. При зміні напрямку напірних трубопроводів в горизонтальній і вертикальній площинах і на кінцевих ділянках виникають зусилля, що перевищують допустиме зусилля в стикових з'єднаннях. Для сприйняття зусиль, що виникають в окремих точках трубопроводів, встановлюються упори.

Основні правила улаштування переходів водопровідних ліній під залізними і автомобільними дорогами.

Переходи водопровідних ліній під залізними і автомобільними дорогами I і II категорії, а також під міськими магістралями виконуються у *футлярах*. За наявності на трасі доріг або поблизу них тунелів, естакад і шляхопроводів загального призначення повинна передбачуватись можливість використання їх для прокладки водопроводів. Переходи звичайно влаштовуються на прямолінійних ділянках трубопроводів з перетином полотна залізних або автомобільних доріг під кутом, близьким до прямого. Розташовуватися вони повинні в місцях з мінімальним числом шляхів, там, де відсутні стрілочні переклади, з'їзди і перехрестя, і не ближче 10 м від опор контактної мережі і фундаментів штучних споруд.

Перетин водопровідними лініями водних перешкод здійснюється за допомогою *дюкерів*.

Надземні переходи виконуються у вигляді підвісок до мостів загального призначення, укладання трубопроводів по спеціально споруджуваних мостах, опорах та естакадам, пристроїв самонесучих арок і "провисаючих" ниток. Переходи споруджуються із сталевих труб з посиленою антикорозійною ізоляцією. Для захисту від охолодження в необхідних випадках влаштовується теплова ізоляція.

2.8.3. Ввід в будівлі і споруди

Ввод в будівлю або споруду є коротка пряма ділянка трубопроводу, що сполучає зовнішню водопровідну мережу з внутрішньою водопровідною мережею будівлі або споруди. Він призначений для подачі води із зовнішньої мережі у внутрішню. Ввод звичайно складається з вузла приєднання до зовнішньої мережі, що розташовується в колодязі, трубопроводу, що сполучає цей вузол з водомірним вузлом в будівлі, і водомірного вузла з арматурою.

Ввід проводять перпендикулярно до будівлі для того, щоб вони мали найменшу довжину.

Основні правила установки *водомірних вузлів*.

Водомірні вузли встановлюють поблизу зовнішніх стін будівель в сухих, теплих і нежилых приміщеннях. У водомірний вузол повинен бути забезпечений вільний доступ обслуговуючого персоналу.

Трубопроводи через стіни будівель прокладають з урахуванням наступних обставин:

- 1) труби в місцях проходу через стіни можуть бути схильні до руйнування в результаті осідання будівель;
- 2) у місцях проходження труб через стіни порушується цілісність стін, і за наявності в ґрунтах води вона може через навколотрубні щілини поступати в споруди.

Контрольні запитання

1. Назвіть основні споруди на водопровідній мережі.
2. Якими чинниками обумовлено застосування того або іншого типу труб при пристрої водопровідних мереж?
3. Назвіть основні переваги сталевих труб в порівнянні з чавунними.
4. На яких ділянках зовнішніх водопровідних мереж застосовуються сталеві труби?
5. Які види з'єднань сталевих труб використовують при пристрої водопровідних мереж?
6. Який вид з'єднань труб знайшов найбільш широке застосування при монтажі сталевих трубопроводів і чому?
7. Назвіть найбільш серйозний недолік сталевих труб.
8. Назвіть основні достоїнства асбестоцементних труб.
9. Назвіть переваги застосування пластмасових труб при пристрої водопровідних мереж?
10. Які особливості зберігання пластмасових труб?
11. Назвіть способи з'єднання пластмасових труб.
12. Назвіть основні недоліки пластмасових труб
13. Назвіть основні типи арматури, що встановлюється на водопровідній мережі.
14. Які обставини потрібно враховувати при прокладці трубопроводів через стіни будівель?

ТЕМА 2. КАНАЛІЗАЦІЙНІ МЕРЕЖІ

ЛЕКЦІЯ 4

Централізована каналізація - комплекс інженерних споруд, які служать для *прийому* і видалення стічних вод за межі населених місць і промислових підприємств, а також для їх знезараження.

2.9. СТІЧНІ ВОДИ І ЇХ КЛАСИФІКАЦІЯ

У межі населених місць і на промислових підприємствах утворюються стічні води трьох категорій:

1) *побутові* - в результаті життєдіяльності людей в житлових, суспільних і деяких промислових будівлях (поступають від унітазів, раковин, ванн і інших приладів);

2) *виробничі* - в результаті використання води в технологічних процесах;

3) *дощові (атмосферні)* - в результаті випадання атмосферних опадів і танення снігу.

Всі стічні води містять забруднення органічного і мінерального походження. Найбільш забруднені побутові стічні води - містять велику кількість гниючих органічних речовин, в числі яких фекалії, моча і бактерії (зокрема хвороботворні).

Виробничі стічні води підрозділяють на *забруднені* і *умовно чисті* (від охолодження агрегатів). Речовини, забруднюючі виробничі стічні води, залежать від технології виробництва.

2.10. СИСТЕМИ І СХЕМИ КАНАЛІЗАЦІЇ

2.10.1. Системи і схеми внутрішньої каналізації

Внутрішня каналізація - системи каналізації усередині будівель.

Залежно від складу стічних вод внутрішню каналізацію підрозділяють на:

- 1) *побутову* - для відведення з будівлі побутових стічних вод; у неї іноді спускають і виробничі води, якщо дозволяє їх кількість і якість;
- 2) *виробничу* - для відведення з цехів виробничих стічних вод;
- 3) *дощову* (внутрішні водостоки) - для відведення дощових вод з плоских дахів будівель.

Схема внутрішньої побутової каналізації складається з:

- *приймачів* стічних вод (унітазів, раковин, ванн і ін.);
- *відвідних ліній до стояків*;
- *стояків з ревізіями*;
- *магістральних відвідних ліній*, до яких приєднуються стояки;
- *випусків*.

Стояки закінчуються витяжною (вентиляційній) трубою з *дефлектором*.

Всі приймачі стічних вод повинні мати *гідралічні затвори* - щоб забруднене повітря з каналізаційної мережі не проникало всередину приміщень.

Для очищення мережі встановлюються *ревізії*.

У зв'язку з розкладанням (гниттям) органічної речовин, що знаходяться в стічних водах, дворова і вулична мережа каналізації вентиляється через *стояки* внутрішньої каналізації.

Схеми внутрішньої виробничої каналізації залежать від технології виробництва, конструкції встановленого устаткування, ступеню забруднення стічних вод в процесі виробництва, їх кількості і ін.

Внутрішні водостоки складаються з:

- *водостічних воронки, що приймають воду з дахів;*
- *відвідних труб, що сполучають воронки із стояками;*
- *стояків;*
- *внутрішніх збірних лотків, що приймають воду від стояків.*

Для забезпечення нормальної експлуатації мережі на ній влаштовують ревізії і колодязі.

2.10.2. Системи і схеми зовнішньої каналізації

Зовнішні каналізаційні мережі складаються з внутрішньо кварталних (або дворових) і вуличних мереж. Вони служать для прийому стічних вод від систем внутрішньої каналізації і їх відведення.

Стічні води від окремих кварталів збираються колекторами, тобто ділянками каналізаційної мережі, які приймають стічні води від декількох вуличних ліній або від заводських мереж. Окремі колектори об'єднуються в головні колектори або канали, по яких стічні води відводяться на очисні споруди.

У виняткових випадках допускається пристрій систем каналізації без очисних споруд.

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

1. Загально сплавна система каналізації - це система, при якій стічні води всіх категорій (побутові, виробничі і атмосферні) відводяться за межі населених місць по одній підземній мережі труб і каналів.

Колектори загально сплавної каналізації мають великі перетини, тому їх будівництво вимагає великих одноразових капіталовкладень.

Оскільки в період тривалих злив дощові води поступають в мережу малозабрудненими, то з метою зменшення діаметрів труб мережі і об'ємів очисних споруд на головних колекторах передбачають камери з ливнеспусками і ливневідводами, через які частина дощових вод в суміші з іншими стічними водами скидається без очищення у водоймища.

При пристрої загально сплавної системи каналізації всі стічні води в суху погоду і частину їх в період дощів поступають на очисні споруди і після очищення випускаються у водоймище.

Допустима в санітарному відношенні (за певних умов роботи камер ливнеспуску).

2. Роздільна система каналізації може бути повною роздільною і неповною роздільною.

Повна роздільна система - прокладають дві самостійні підземні мережі труб і каналів:

- *побутова мережа - для відведення побутових і забруднених виробничих стічних вод;*

- *дощова або водостічна мережа* - для відведення дощових і умовно чистих виробничих вод.

По побутовій мережі стічні води поступають на очисні споруди. По дощовій мережі стічні води відводяться в найближчі водні протоки.

Звичайно розрахункова кількість дощових вод перевищує розрахункову кількість побутових вод в 20-50 разів і більш. Тому при повній роздільній системі діаметри труб і каналів побутової мережі значно менше, ніж дощовий.

Неповна роздільна система - при роздільній каналізації влаштовують тільки побутову мережу. Дощові води відводяться поверхневим стоком по лотках і кюветах.

У санітарному відношенні задовільна. Економічна перевага - можливість поетапного будівництва.

3. *Напівроздільна система каналізації* передбачає будівництво двох мереж:

- по першій відводяться побутові стічні води, забруднені виробничі стічні води і перші потоки брудних дощових вод
- по другий (*дощовий*) відводяться відносно чисті дощові і умовно чисті виробничі стічні води. Для розділення дощових вод влаштовують спеціальні *камери-інтерцептори*.

+ Найбільш здійснена в санітарному відношенні (забруднені стічні води всіх категорій віддаляються за межі населеного місця і піддаються очищенню).

- Великі капіталовкладення на одночасне будівництво двох мереж і камер-інтерцепторів.

4. *Комбінована система каналізації* - в окремих районах міста різні системи каналізації.

Раціональність застосування тій або іншої системи зовнішньої каналізації визначена СНіП.

2.11. ПЕРЕКАЧУВАННЯ СТІЧНИХ ВОД

Каналізаційну мережу звичайно влаштовують самотічною (*безнапірною*) і проектують на *неповне заповнення*. Для того, щоб вода протікала з необхідною швидкістю, мережу прокладають з ухилом.

При малих ухилах поверхні землі і великому протязі мережі колектори доводиться заглиблювати, що значно підвищує вартість виробництва робіт. Економічно доцільно прокласти каналізаційну мережу у водонасичених ґрунтах до глибини 5-6 м. Якщо мережа вже заглиблена до цієї межі, то щоб уникнути збільшення заглиблення на продовженні мережі доцільно споруджувати насосну *станцію*.

Каналізаційні насосні станції служать для:

- перекачування стічних вод на очисні споруди із заглиблених колекторів (*головні*);
- підйому води з колекторів глибокого заставляння в колектори з меншим заставлянням (*станції підкачки (перекачування)*).

Місце розташування насосних станцій визначається при проектуванні мережі.

По формі в плані станції бувають:

- круглими;
- прямокутними.

Круглі - у разі глибокого заставляння НС, високого рівня ґрунтових вод і складних по будівельних властивостях ґрунтів.

Прямокутні - НС великої продуктивності з малим заглибленням.

При насосних станціях передбачається пристрій *приймальних резервуарів (місткостей)* - для вирівнювання режиму роботи насосів, оскільки стічні води поступають на станцію нерівномірно.

Перед насосними станціями влаштовують *аварійні випуски*.

2.12. ТРАСУВАННЯ КАНАЛІЗАЦІЙНИХ МЕРЕЖ

При трасуванні каналізаційних мереж враховують:

- рельєф місцевості;
- вертикальне планування місцевості;
- розміщення водних потоків і місць скидання стічних вод;
- гідрогеологічні умови.

Розрізняють декілька схем трасування каналізаційної мережі залежно від рельєфу місцевості і вертикального планування території.

Збірні колектори трасують уздовж річок і тальвегів (ліній, що сполучають найбільш знижені ділянки річкової долини, яру). По цих колекторах стічні води побутової або загально сплавної мережі відводять на очисні споруди і після очищення скидають у водоймище.

Дощову мережу трасують з розрахунку випуску стічних вод у водоймище по найкоротшій відстані.

При слабких, сильно насичених водою ґрунтах каналізаційну мережу виконують з мінімальними ухілами.

2.13. ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД

Методи очищення стічних вод розділяються на механічні, хімічні і біологічні.

При *механічних* методах очищення із стічних вод виділяються осідаючі і спливаючі речовини. При механічному очищенні можна затримати до 60-80% нерозчинених забруднень.

Для затримання крупних речовин і покидьків (наприклад, паперу, ганчірок і кухонних покидьків) служать *решітки* і *сита*. Для осадження твердих частинок головним чином мінерального походження (піску, гравію, вугілля і ін.) служать *пісколовки*, що встановлюються після решітки. Основний тип очисних споруд механічного очищення стічних вод - відстійники. У них осідають нерозчинені зважені речовини як органічного, так і мінерального походження.

Свіжий осад з відстійників має сильний неприємний запах і погано віддає воду. Його направляють або в метантенки для перегнивання або на *майданчики мула* для підсушування, після чого осад використовують як сільськогосподарське добриво. У *двох'ярусних відстійниках* протікають два процеси: осадження забруднюючих речовин із стічних вод і їх перегнивання.

Хімічні методи очищення - при введенні в стічну воду розчинів деяких реагентів утворюються пластівці, які сприяють осадженню зважених речовин. Хімічні методи дозволяють довести ефект очищення стічних вод до 85% по зважених речовинах і приблизно до 25% по розчинених.

Біологічні методи очищення - для добування із стічних вод найдрібнішої суспензії, що не осідає у відстійниках, а також колоїдів і розчинених речовин. В результаті аеробних біохімічних процесів, що протікають в спорудах, відбувається мінералізація органічної речовини.

Біологічне очищення є *другим* ступенем очищення стічних вод.

Споруди для біологічного очищення, підрозділяються на дві групи.

1) Споруди, в яких біологічне очищення проводиться в умовах, близьких до природних:

- *поля зрошування;*
- *поля фільтрації;*
- *біологічні ставки.*

2) Споруди, що спеціально зводяться для очищення стічних вод:

- *біологічні фільтри;*
- *аеротенки.*

Поля зрошування - спеціально підготовлені земельні території, використувані для біологічного очищення стічних вод і одночасно для агрокультурних цілей.

Поля фільтрації призначаються тільки для біологічного очищення стічних вод; сільськогосподарські культури на них не вирощують.

Суть біологічного очищення на полях зрошування і фільтрації - при фільтрації стічних вод через ґрунт в останньому затримуються забруднюючі речовини, органічна частина яких під дією аеробної групи бактерій мінералізується. Основні процеси біологічного очищення протікають у верхніх шарах ґрунту (до 30 см), повний процес завершується на глибині близько 1 м.

Знезараження. Навіть при повному біологічному очищенні ліквідувати бактерійні забруднення стічних вод не вдається (у аеротенках на повне очищення затримується до 95% бактерій). Остаточо знищити всі бактерії можна лише шляхом *знезараження (дезинфекції)* води. Тому при штучному очищенні стічних вод завжди передбачається установка для їх *дезинфекції хлором*. Дезинфекція здійснюється у вторинних *відстійниках* після біологічних фільтрів або в *спеціальних резервуарах* після аеротенків.

Розміщення очисних споруд.

Очисні споруди розташовують біля водоймища, нижче за водозабір і об'єкта, який каналізується.

Між житловими кварталами населеного місця і майданчиком очисних споруд передбачають захисну зону. Ширина захисної зони при очищенні на полях фільтрації - не менше 1 км, при решті методів очищення - не меншого 300 м.

Бажано, щоб майданчик з очисними спорудами знаходився з підвітряного боку по відношенню до пануючих вітрів. При цьому прагнуть до мінімальної

довжини головного відвідного колектора, що має звичайно великі переріз і глибину закладення.

Схема очисної станції на повне біологічне очищення:

Стічні води з колектора через *ґрати*, на яких затримуються крупні речовини, поступають в *пісколовку*, де відбувається осадження піску. З пісколовок вода потрапляє в *горизонтальні відстійники*, де вона освітлюється, і потім в *аеротенки* на повне очищення.

У аеротенки з *компресорної* подається повітря. В результаті аеробних процесів органічна речовина, що знаходиться в тонкодисперсному і в розчиненому стані, мінералізується.

Далі вода потрапляє у вторинні *відстійники*, потім до неї додається хлор, що готується в хлораторній, і вода поступає в контактні *резервуари* і далі на випуск. Осад з відстійників подається для перегнивання в метантенки і на *майданчики* мула.

2.14. УЛАШТУВАННЯ КАНАЛІЗАЦІЙНИХ МЕРЕЖ

2.14.1. Каналізаційні труби і колодязі

Труби, вживані для прокладки каналізаційних мереж, повинні бути водонепроникними, міцними і довговічними, стійкими проти корозії і температурного впливу, а також повинні мати гладку внутрішню поверхню. Цим вимогам, в основному, відповідають *керамічні, бетонні, залізобетонні* і азбестоцементні труби.

Керамічні розтрубні труби виготовляють діаметром 125-600 мм. Вони особливо широко використовуються для улаштування мереж побутової каналізації, що прокладається як правило з труб малих діаметрів і відводять слабо агресивні стічні води. Для відведення стоків промислових підприємств, що містять велику кількість кислоти, застосовуються керамічні кислототривкі труби.

Бетонні і залізобетонні розтрубні труби виготовляють діаметром 300-2500 мм; *залізобетонні безнапірні гладкі* труби виготовляють діаметром 250-3000 мм. В першу чергу їх використовують при прокладці дощової каналізації. Ці труби також використовуються для пристрою побутової каналізації, причому їх поверхня покривається *протикорозійними захисними мастиками*.

Азбестоцементні безнапірні труби виготовляють діаметром 100-600 мм з гладкими кінцями, завдовжки 3 і 4 м.

Каналізаційні труби сполучають за допомогою *розтрубів, фальців з накладним поясом і муфт*. Стики труб повинні бути міцними, водонепроникними, еластичними і стійкими проти корозії і температурних впливів.

Стики *розтрубних з'єднань* закладають *асфальтовою мастикою, азбестоцементом і цементом*. Асфальтові стики найбільш еластичні. Цементні стики жорсткі і можуть застосовуватися там, де виключена можливість просадки трубопроводів.

Фальцеві з'єднання закладають *мастикою або цементом*. В цьому випадку в місці з'єднання по всьому зовнішньому периметру труби влаштовують накладний пояс.

Труби з гладкими кінцями сполучають на муфтах. Бетонні труби сполучають бетонними муфтами, азбестоцементні – азбестоцементними. Оскільки азбесто-

цементні труби і муфти крихкі, то при їх з'єднанні прокладаються еластичні гумові кільця.

Колодязі.

На каналізаційних мережах влаштовують колодязі для спостереження за роботою мережі, а також для прочищення, промивки трубопроводів і ліквідації можливих забруднень.

Колодязі бувають:

- *лінійні* (на прямих ділянках мережі);
- *поворотні* (при повороті траси);
- *вузлові* (при зміні діаметру і ухилу труб, в місці приєднання приток);
- *перепадні* (у місцях перепадів).

Лінійні колодязі влаштовують на відстанях один від одного:

- при діаметрі 125 мм - через 40 м;
- 150-600 мм - 50 м;
- 600-1000 мм - 75 м;
- 1000-1500 мм - 150 м;
- більше 1500 мм - 200 м.

Формою в плані колодязі бувають *круглі* і *прямокутні*.

Круглі оглядові колодязі встановлюють на трубопроводах діаметром до 500 мм (включно). Внутрішній діаметр робочої частини - 1 м. Звичайно із залізобетонних стандартних елементів.

Прямокутні колодязі, встановлюють на трубопроводах діаметром більше 500 мм. Довжина - 1 м, ширина - на 0,4 м більше за внутрішній діаметр труби або ширини колектора.

Перепадні колодязі влаштовують:

- 1) у місцях приєднання до колекторів притоку з меншою глибиною заставляння;
- 2) при прокладці колекторів по пересіченій місцевості з ухилом, що перевищує максимально допустимий для труб даного діаметру.

У першому випадку перепад звичайно виконують у вигляді *стояка з чавунних труб*. У другому випадку при діаметрі трубопроводу до 400 мм (включно) перепади виконуються із *зовнішнім стояком з металевих труб* або з внутрішнім *вертикальним прямокутним каналом*. Перепади на трубопроводах діаметром 450 мм і більш влаштовують у вигляді водозливів практичного профілю - з водобоями, шахтних *перепадів, швидкісних стоків*.

При з'єднанні труб в колодязі кут між притокою і основною магістраллю - не більше 90°.

2.14.2. Каналізаційні мережеві споруди

Каналізаційні мережеві споруди:

- *дюкери*;
- *сифони*;
- *переходи* (під залізними і шосейними дорогами, водними потоками і ярами, під мостами і пішохідними містками);
- *випуски*;
- *вентиляційні пристрої*.

Дюкери служать для транспортування стічних вод через річки, яри і при перетині каналізаційної мережі з підземними спорудами.

Дюкери через річки влаштовують не менше ніж в дві нитки. Дюкери працюють повним перерізом. Стічні води в них рухаються під тиском стовпа води, обумовленим різницею рівнів у вхідній і вихідній камерах дюкера. Дюкери звичайно прокладають із сталевих труб, рідше з чавунних розтрубних. Камери дюкера - із збірної залізобетону.

Сифони - це зворотні дюкери. Складні в експлуатації - для зарядки сифонів потрібні спеціальні станції з вакуум-насосами.

Переходи під залізними і шосейними дорогами споруджують залежно від діаметру каналізаційного колектора із сталевих, чавунних або залізобетонних труб.

Випуски стічних вод розділяють на два типу:

- *зосереджені*;
- *розсіюючі* - для ефективнішого змішення стічних вод з водою водоймища.

Дощові води і води від ливневідводів загальносплавної каналізації випускають через зосереджені випуски берегового типу. У всіх інших випадках оголовок випуску виносять на деяку відстань від берега.

Вентиляція побутової каналізаційної мережі, як правило, здійснюється *витяжними пристроями внутрішньобудинкової каналізації*, іноді – спеціальними *припливними тумбами*, які сприяють інтенсивнішій роботі системи вентиляції.

Контрольні запитання

1. Сформулюйте призначення каналізаційної мережі.
2. Як класифікують стічні води, за якими категоріями?
3. Назвіть методи очищення стічних вод.
4. Як підрозділяють внутрішню каналізацію, залежно від складу стічних вод?
5. Які існують зовнішні системи каналізації?
6. Якими чинниками обумовлено застосування того або іншого типу труб при улаштуванні каналізаційних мереж?
7. Назвіть основні типи арматури, що встановлюється на каналізаційній мережі.
8. Які види з'єднань використовують при улаштуванні каналізаційних мереж?
9. Для чого влаштовують колодязі на каналізаційних мережах?
10. Назвіть основні споруди на каналізаційній мережі.

ТЕМА 3. ТЕПЛОВІ МЕРЕЖІ

ЛЕКЦІЯ 5

3.1. СИСТЕМИ І СХЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

Система теплопостачання - комплекс інженерних споруд, призначених для постачання теплом житлових, громадської і промислової будівель і споруд з метою забезпечення комунально-побутових потреб (опалювання, вентиляція, гаряче водопостачання) і технологічних потреб споживачів.

Розрізняють *місцеве* (МТ) і *централізоване* теплопостачання (ЦТ). Система МТ (пічне, центральне) обслуговує частину будівлі, повністю всю будівлю або декілька будівель, система ЦТ - жилий або промисловий район.

Переваги ЦТ:

- 1) зниження вартості будівництва споруд;
- 2) скорочення площ, зайнятих місцевими котельними і складами палива;
- 3) можливість використання низькосортних видів палива;
- 4) зменшення ступеня забруднення повітряного басейну і поліпшення санітарного стану населених пунктів завдяки застосуванню пристроїв по очищенню димових газів;
- 5) зменшення пожежної небезпеки.

Перевага МТ - відпадає необхідність в прокладці теплотрас і будівництві ряду пристроїв.

Система ЦТ включає:

- джерело тепла,
- теплову мережу,
- теплові пункти,
- будівлі, споруди і промислові установки які потребляють тепло.

Джерела тепла при ЦТ:

- теплоелектроцентралі (ТЕЦ), на яких здійснюється комбіноване вироблення електричної і теплової енергії (теплофікація);
- котельні установки великої потужності, що виробляють тільки теплову енергію;
- пристрої для утилізації теплових відходів промисловості;
- установки для використання геотермальних джерел.

Джерела тепла при МТ:

- печі,
- водогрійні котли,
- різні водонагрівачі, що використовують надмірне тепло промислових підприємств, сонячну енергію і т.п.

Чинники, що впливають на розміщення джерела тепла:

- виключення занесення сірчистих димових газів і летючої золи в житлові зони міста;
- розташування щодо центру теплових навантажень (в цьому випадку радіус подачі тепла споживачам буде найкоротшим);

- зручність доставки палива (повинні використовуватися або що існують, або знов побудовані залізничні колії);
- дальність дії систем теплопостачання: при сучасних технічних засобах видалення парових систем від центрів споживання парових систем теплоти не повинне перевищувати 5...6 км (при тиску 1,5...2,0 МПа), систем гарячого водопостачання - 30...40 км, системи подачі теплоти від районних котельних - 5...6 км.

Остаточний вибір майданчика джерела теплоти здійснюється з урахуванням економічних, екологічних і санітарних умов.

Теплоносіями в системах ЦТ звичайно є:

- 1) *перегріта вода* з температурою до 200°C і тиском $P_y < 2,5$ МПа;
- 2) *пара* з температурою $t < 440^\circ\text{C}$ і тиском до $P_y < 6,2$ МПа.

Вода звичайно служить для забезпечення *комунально-побутових*, а пара - *технологічних* навантажень (з погляду гігієни вода найбільш прийнятна). Із збільшенням дальності транспортування тепла параметри теплоносія підвищують.

Використання теплоти в системах теплопостачання пов'язано з сезонами року. Частина споживачів теплоти залежить від кліматичних умов (системи *опалювання, вентиляції і кондиціонування повітря*), а частина не залежить (системи *гарячого водопостачання і технологічного паропостачання*). Вибір систем і схем теплопостачання залежить від переважання тих або інших теплових потоків.

У деяких системах теплопостачання на загальну теплову мережу можуть працювати *декілька* джерел тепла, що підвищує надійність роботи системи (з погляду забезпечення споживачів теплом), її маневреність і економічність, але збільшується вірогідність гідравлічних ударів при зміні напрямку руху потоків теплоносія в трубопроводах.

3.2. КЛАСИФІКАЦІЯ СИСТЕМ ТП

Системи ЦТ класифікують по:

- 1) способу приєднання установок опалювання;
- 2) числу трубопроводів;
- 3) виду теплоносія;
- 4) способу регулювання тепла і ін.

1. *За способом приєднання установок опалювання розрізняють залежні і незалежні системи.*

В залежних системах теплоносій поступає безпосередньо з теплової мережі в опалювальні установки споживачів

в незалежних - в проміжний теплообмінник, встановлений в тепловому пункті, де він нагріває вторинний теплоносій, який циркулює в місцевій установці споживача.

Залежно від *способу приєднання установок гарячого водопостачання* системи теплопостачання підносяться на *відкриті і закриті*.

В відкритих системах вода подається споживачу безпосередньо з теплової мережі (безпосередній водорозбір), закритих системах на гаряче водопостачання вода з водопроводу поступає нагрітою до необхідної температури (звичайно до

60...70°C) водою з теплової мережі в теплообмінниках, що встановлюються в теплових пунктах.

2. По числу трубопроводів, використовуваних для перенесення теплоносія, розрізняють одно-, дво- і багатотрубні системи теплоносія.

У однотрубних системах теплоносій повністю використовується споживачами і назад не повертається (наприклад, в парових системах без повернення конденсату або у відкритих системах гарячого водопостачання, в яких вода повністю розбирається споживачами).

В двотрубних системах теплоносій повністю або частково повертається в джерело тепла, де він підігрівається і заповнюється.

Багатотрубні - при необхідності виділення окремих типів теплового навантаження (наприклад, окремі системи для гарячого водопостачання і опалювання). Застосування багатотрубних систем *спрощує* регулювання відпустки тепла, способи приєднання споживачів до теплових мереж, а також їх експлуатацію.

3. По виду теплоносія системи ЦТ підрозділяються на водяні і парові.

4. За способом регулювання відпустки тепла в системах тепlopостачання (добове, сезонне) розрізняють *центральне якісне, місцеве кількісне* регулювання подачі тепла.

Центральне якісне регулювання подачі тепла здійснюється по основному виду теплового навантаження - опалюванню або гарячому водопостачанню. Воно полягає в зміні температури теплоносія, що подається від джерела тепла в теплову мережу відповідно до прийнятого температурного графіка залежно від температури зовнішнього повітря.

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

Окрім чисто якісного і кількісного регулювання має місце *якісно-кількісне регулювання*, яке полягає у визначенні еквівалента витрати мережевої води і температури води залежно від відносного розрахункового теплового навантаження. Завданням регулювання є підтримка в опалювальних приміщеннях розрахункової внутрішньої температури.

Застосування тих або інших типів систем тепlopостачання обумовлюється їх особливостями і вимогами споживачів.

В системах тепlopостачання системи споживачів гідравлічно ізольовані від теплової мережі. Такі системи знаходять застосування переважно в крупних містах. Це пов'язано з підвищеними вимогами до надійності подібних систем, а також з тим, що тиск в тепловій мережі є дуже високим для установок, які споживають тепло за умовами їх міцності або навпаки, з тим, що статичний тиск, що створюється в теплоспоживаючих установках (у висотних будівлях), неприйнятні для умов роботи теплової мережі.

Закриті системи є сприятливішими з погляду задоволення якісних показників води - в них виключається корозія внутрішніх поверхонь трубопроводів.

В *відкритих* системах вода, що витрачається споживачами, а також вода, що втрачається в мережах в результаті витоків, повинна компенсуватися хімічно підготовленою некорозійною деаерованою водою. Це здійснюється на станціях *хімічної водопідготовки*. У такому разі вода повинна відповідати вимогам, що пред'являються до питної води.

Для будівель і споруд (лікарні, дитячі дошкільні установи з цілодобовим перебуванням дітей, картинні галереї і т. п.), а також для деяких промислових підприємств, в яких не допустима перерва в подачі теплоти, передбачається *резервування*, що забезпечує 100%-у подачу теплоти тепловими мережами або місцевими резервними джерелами теплоти.

Вибір системи тепlopостачання здійснюється на підставі техніко-економічних розрахунків, якості початкової води, ступеню забезпеченості нею і потрібної споживачам якості води, що встановлюється нормами

ЛЕКЦІЯ 6

3.3. ТЕПЛОВІ ПУНКТИ

Теплові пункти (ТП) в системах теплопостачання призначені для:

- постійного контролю параметрів теплоносія (t і P);
- приготування гарячої води з параметрами, потрібними для санітарно-побутових і технічних потреб споживачів, а також підтримки або регулювання цих параметрів в процесі експлуатації систем;
- регулювання витрати теплоносія і розподілу його по системах споживання теплоти;
- обліку теплових потоків, витрат теплоносія і конденсату;
- захисту місцевих систем від підвищення тиску і температури теплоносія;
- заповнення і підживлення систем споживання теплоти;
- збору, охолодження, повернення конденсату і контролю його якості;
- акумуляції теплоти з метою вирівнювання добових коливань витрати теплоносія;
- водопідготовки для систем гарячого водопостачання.

ТП оснащуються спеціальним устаткуванням, арматурою, контрольно-вимірювальними приладами контролю, управління і автоматизації.

Залежно від *призначення* ТП діляться на:

- *індивідуальні* (ІТП), призначені для приєднання систем опалювання, вентиляції, гарячого водопостачання і технологічних тепловикористовуваних установок для однієї будівлі або його частини;
- *центральні* (ЦТП) - для двох і більш будівель.

По *розміщенню* на генеральному плані ТП підрозділяються на *окремо стоячі, прибудовані* до будівель і споруд і *вбудовані* в будівлі і споруди.

Функції ТП можуть виконуватися повною мірою або частково залежно від його призначення і місцевих умов. Так, наприклад, облік теплоти, що витрачається декількома будівлями промислового підприємства, може реєструватися тільки в ЦТП і не мати відповідних пристроїв в ІТП. Якщо якість води не змінюється і воно відповідає вимогам ГОСТу на питну воду, то підготовка води може не передбачатися; при рівномірному споживанні теплоти можуть бути відсутніми баки-акумулятори і т.д.

Улаштування ІТП для кожної будівлі *обов'язково*, незалежно від того, є або відсутній ЦТП; при цьому в ІТП передбачаються тільки ті заходи, які необхідні для приєднання даної будівлі і відсутні в ЦТП.

Для промислових і сільськогосподарських підприємств, коли теплопостачання здійснюється від зовнішніх джерел теплоти, а число будівель більш одного, пристрій ЦТП *обов'язково*. Для житлових і громадської будівель необхідність пристрою ЦТП обґрунтовується техніко-економічними розрахунками.

3.4. ТРАСУВАННЯ ТЕПЛОВИХ МЕРЕЖ

По своєму *призначенню* теплові мережі, що сполучають джерело теплоти з тепловими пунктами, діляться на *магістральні, розподільні і внутрішньо-квартильні*.

Магістральні теплові мережі є ділянками, що несуть основне теплове навантаження і що сполучають джерела теплоти з крупними тепловими споживачами.

Розподільні, або міжквартильні, мережі транспортують теплоту від магістральних теплових мереж до об'єктів теплоспоживання. Вони відрізняються від магістральних мереж, як правило, меншим діаметром і завдовжки.

Внутрішньоквартильні мережі відгалужуються від розподільних або безпосередньо від магістральних теплових мереж і закінчуються в ТП споживачів теплоти. Вони несуть тільки те теплове навантаження, яке має цей споживач теплоти. Навантаження розподільних мереж відрізняється більшими часовою і добовою нерівномірністю споживання теплоти в порівнянні з навантаженням магістральних мереж.

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

- магістральні мережі слід прокласти поблизу центрів теплових навантажень;
- траси повинні мати найкоротші відстані;
- теплові мережі не слід прокладати в ґрунтах в затоплюваних районах міст і промислових підприємств;
- намічені траси не рекомендується розташовувати на плямі наміченої 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 обладати високою надійністю;
- підземну прокладку теплових мереж не слід намічати уздовж електрифікованих залізничної і трамвайної колій щоб уникнути електрокорозії металевих трубопроводів;
- у солончакових ґрунтах прокладка теплових мереж повинна бути тільки наземній, оскільки під час намочання такого ґрунту у весняно-осінній період посилюється його корозійна дія.

Магістральні теплові мережі *по конфігурації* діляться на *тупикові* і *кільцеві*.

Загальна протяжність магістралей тупикових мереж значно коротше кільцевих, та зате надійність кільцевих мереж значно вище, ніж тупикових:

- 1) у кільцевих мережах легше і швидше вирівнюються втрати тиску, що виникає при різному навантаженні систем теплопостачання, особливо в період аварійних відключень окремих ділянок;
- 2) подача тепла споживачам при ремонті окремих ділянок або аваріях в кільцевих мережах є надійнішою, ніж в тупикових.

3.5. ВИМОГИ ДО ЯКОСТІ ВОДИ

Терміни експлуатації і надійність систем теплопостачання у великій мірі залежать від підготовки води. До показників води, які можуть в значній мірі вплинути на ці чинники, відносяться: зміст зважених речовин, кольоровість, сухий залишок, жорсткість, наявність розчинених газів, Нр, окислюваність, стабільність і ін.

Вміст у воді зважених речовин, солей тимчасової жорсткості $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ і кольоровість води сприяють утворенню відкладень на поверхні трубопроводів. Відкладення від солей постійної жорсткості CaSO_4 , MgSO_4 , CaCl_2 , MgCl_2 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ і ін. можливі при високих температурах води. Наявність газів CO_2 , O_2 , NH_3 , H_2S і ін., низьке значення pH води сприяють виникненню корозії. У таких випадках вода, що протікає по трубопроводах, набуває коричневого відтінку.

Для підготовки води застосовуються декілька методів:

- освітлення і знебварвлення з метою ліквідації зважених речовин і кольоровості;
- зм'якшування для видалення жорсткості;
- газовидалення (деаерація);
- знесолювання води з метою вилучення розчинених речовин і т.д.

Останніми роками для зм'якшування води стали застосовувати *магнітну обробку*. При проходженні води через магнітне поле змінюються умови кристалізації солей. В результаті замість накипу (щільних відкладень) утворюється рихлий осад, що легко видаляється при промивці системи.

Деаерація передбачає видалення в першу чергу кисню і вуглекислого газу. В основному при видаленні цих газів з води використовують їх властивість зменшувати розчинність у воді при підвищенні температури.

В відкритих і закритих системах теплопостачання рекомендується використовувати питну воду, відповідну ГОСТ 2874-82, піддану додатковій обробці - *вакуумній деаерації*. За наявності в ТП пари замість вакуумної деаерації передбачається *деаерація паром* при атмосферному тиску з обов'язковою установкою охолоджувачів деаерованої води. У закритих системах теплопостачання за наявності термічної деаерації допускається використовувати технічну воду.

Використання господарчо-побутових стічних вод, що доочищують, не допускається.

При середньочасовій витраті води на гаряче водопостачання менше 50 т/год деаерацію можна не передбачати.

Як правило, якість води, використовуваної для підживлення водяних теплових мереж, приймається по нормах Міненерго. Реагенти і матеріали, вживані для обробки води, що мають безпосередній контакт з водою і що поступають в систему гарячого водопостачання, повинні бути дозволені Міністерством охорони здоров'я для використання в практику господарсько-питного водопостачання.

ЛЕКЦІЯ 7

3.6. УЛАШТУВАННЯ НА ТЕПЛОВИХ МЕРЕЖАХ

3.6.1. Труби, їх з'єднання і види прокладки

Для теплових мереж найбільшого поширення набули *сталеві електрозварювані, сталеві безшовні* труби (ГОСТ 10704-76) (ГОСТ 8732-78, ГОСТ 8734-75). Останніми роками знаходять застосування *неметалічні* труби. Надалі передбачається застосовувати і *пластмасові* труби. Теплові мережі з неметалічних труб значно дешевше, але їх надійність в порівнянні з металевими набагато нижче.

Сталеві труби з'єднуються, як правило, зварюванням. Цей вид з'єднання по властивостям міцності не поступається міцністю самих труб.

Трубопроводи теплових мереж прокладаються паралельно рельєфу місцевості з мінімальним ухилом 0,002. У нижніх точках мережі передбачаються *випуски* для спорожнення мереж, у верхніх - *воздушники* для випуску повітря.

Прокладка теплових мереж може здійснюватися в *прохідних, напівпрохідних і непрохідних* каналах, а також бути *надземною*.

Перший вид доцільний в крупних містах. У таких каналах (колекторах) прокладаються велика частина інженерних підземних міських мереж: теплопроводи, водопроводи, силові і освітлювальні кабелі, кабелі зв'язку і ін.

Розміри прохідних каналів вибираються так, щоб вони забезпечували вільне обслуговування всіх трубопроводів і устаткування (засувки, сальникові компенсатори, дренажні пристрої, КПП, вантузи і т. п.). Такі канали обладнують вентиляцією з метою підтримки температури повітря не вище 30°C, електричним освітленням (напруга до 30 В) і пристроями для швидкого відведення води з каналів. Прохідні канали рекомендується влаштовувати під основними міськими магістралями з вдосконаленими дорожніми покриттями. Ширина проходу в світлі в тунелях повинна прийматися рівною діаметру найбільшої труби плюс 100 мм, але не меншого 1000 мм. Прохідні канали вимагають значних капітальних витрат, але з погляду експлуатації вони є найбільш прийнятними.

У випадках коли кількість трубопроводів, що прокладаються, невелике, але доступ до інженерних мереж необхідний, влаштовуються *напівпрохідні* канали. Розміри цих каналів вибирають так, щоб була можливість проходу людини в напівзигнутому стані (висота - не менше 1400 мм).

При прокладці трубопроводів в непрохідних каналах найбільшого поширення набули канали *лоткового* (КЛ) і *збірного* (КЗ) типів. В тому випадку, якщо з якої-небудь причини монтаж залізобетонних каналів неможливий, викладають *цегляні* канали.

Надземна прокладка може здійснюватися на *низьких* ($H=0,5...2,0$ м) і *високих* опорах ($H=2...3$ м). Цей вид прокладки застосовується на виробничих підприємствах, а також в інших випадках при достатньому обґрунтуванні.

При безканалній прокладці трубопроводи із спеціальною тепловою ізоляцією укладаються безпосередньо в ґрунт на спеціальну підготовку. На будівельний майданчик трубопроводи поступають вже 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*).

З цією метою паралельно теплопроводам прокладаються дренажні трубопроводи, які і видаляють ґрунтові води.

Останніми роками знайшла застосування *безканальна прокладка теплопроводів в засипних порошках*. Ізоляція трубопроводів за допомогою засипних гідрофобних порошоків набула широкого поширення за кордоном. У Україні - в засипних самоспікаючих асфальтитах.

Безканальна прокладка теплопроводів може бути виконана також з *литих конструкцій*. Як матеріал для споруди таких теплопроводів використовується *пінобетон* або перлітобетон. Змонтовані в траншеї сталеві трубопроводи заливають рідкою композицією ізолюючого матеріалу, приготованою безпосередньо на трасі або доставленою в контейнері з виробничої бази. Після схоплювання композиції траншея засипається ґрунтом.

Прокладка мереж в каналах обходиться дорожче, ніж безканальна. Проте до *достоїнств* прокладки в каналах слід віднести менші втрати тепла в навколишнє середовище, велику довговічність і зручність експлуатації при розтині каналів під час ремонту теплових мереж. Їх недоліком є можливість *замулювання* каналів при попаданні в них талих і дощових вод.

Для *відключення* окремих ділянок мережі при проведенні ремонтних робіт передбачається установка *засувок* через 1000 м. Крім того, засувки необхідно встановлювати на всіх відгалуженнях від магістралі.

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

З метою *оберігання* теплоізоляційних конструкцій теплопроводів від зовнішніх дій застосовують різні *захисні покриття*.

При *підземній безканальній прокладці* можна застосовувати полімерну оболонку з поліетилену високого тиску, робити гідроізоляцію на ізоляційній масі або ж з азбестоцементної штукатурки по металевій сітці і ін.

Теплопроводи, укладені в *непрохідних каналах і тунелях*, захищаються рулонним склопластиком, армо-пластмасовими матеріалами, склотекстолітом, фольгорубіроїдом, фольгоізолем, рубероїдом, покритим склотканиною, алюмінієвою фольгою, азбестоцементною штукатуркою по металевій сітці і ін.

Особливо ретельно слід ізолювати теплоізоляційні конструкції теплопроводів *при наземній прокладці*. В цьому випадку застосовуються алюмінієві або з його сплавів листи, тонколистова сталь, сталь листова вуглецева загального призначення, склопластик рулонний, армопластмасові матеріали і ін. При невеликих об'ємах робіт можна використовувати азбестоцементну штукатурку по металевій сітці.

3.6.2. Пристрої на теплових мережах

При підземній прокладці для розміщення *теплопроводів, компенсаторів, воздушників, випусків, дренажів і інших видів арматури і КВП*, а також їх обслуговування влаштовуються *надземні павільйони або підземні камери*.

Камери теплових мереж можуть бути збірними залізобетонними, монолітними і цегляними. Висота камер повинна бути не менше 2 м. Число люків при площі камери до 6 м² приймається не менше двох, а при площі більше 6м² - чотири. У камерах передбачаються водозбірні приямки розміром не менше 400Х400 мм і завглибшки 300 мм.

Засувки і затвори (запірна арматура) встановлюються в наступних випадках:

- 1) на всіх трубопроводах виводів теплових мереж від джерел теплоти незалежно від параметрів теплоносія і діаметрів трубопроводів і на конденсатопроводах на введенні до збірного бака конденсату;
- 2) для проведення ремонтних робіт на теплопроводах водяних систем встановлюються секційні засувки;
- 3) у водяних і парових теплових мережах у вузлах відгалужень на трубопроводах Ду>100 мм, а також у вузлах відгалужень на трубопроводах до окремих будівель. При довжині відгалужень до окремих будівель до 30 м і при Ду<50 мм допускається запірну арматуру на цих відгалуженнях не встановлювати, а передбачати установку її для групи будівель з сумарним тепловим навантаженням, що не перевищує 0,6 МВт. На парових і конденсатних теплових мережах секційні засувки не встановлюються.

Засувки і затвори з Ду>500 мм приймаються тільки з електроприводами. При дистанційному телекеруванні засувками арматуру на обвідних лініях приймають також з електроприводами.

Нерухомі опори передбачаються для затискання трубопроводів в спеціальних конструкціях і можуть бути розділені на наступні типи: упорні, щитові і хомутові.

Упорні нерухомі опори встановлюються при всіх видах прокладки, щитові, - при безканалній прокладці і прокладці в непрохідних каналах, при розміщенні опор поза камерами і хомутові - при надземній прокладці і прокладці в тунелях (на ділянках з гнучкими компенсаторами і з самокомпенсацією). При безканалній прокладці несучі конструкції нерухомих опор спираються на ґрунт.

Пересувні опори можуть бути ковзаючими, катковими, кульковими, пружинними (підвіски) і жорсткими підвісками.

Ковзаючі опори проектується незалежно від напряму горизонтальних переміщень трубопроводів при всіх способах прокладки і для всіх діаметрів труб. Каткові опори використовуються для труб діаметром 200 мм і більш при горизонтальних переміщеннях труб в тих випадках, коли вони прокладені в тунелях, на кронштейнах, на опорах, що окремо стоять, і естакадах. Кулькові опори рекомендується застосовувати в тих же випадках, що і каткові, але за наявності горизонтальних переміщень труб під кутом до осі траси. Пружинні опори, або підвіски, передбачаються для труб діаметром 150 мм і більш в місцях вертикальних переміщень труб і, нарешті, жорсткі підвіски використовуються при надземній прокладці трубопроводів з гнучкими компенсаторами і на ділянках самокомпенсації.

Компенсатори, призначені для сприйняття теплових подовжень трубопроводів теплових мереж, мають компенсуючі пристрої: гнучкі з труб, сальфонні, лінзові, сальникові і манжетні.

Гнучкі П-образні компенсатори з труб, а також кути поворотів трубопроводів від 90 до 136° (самокомпенсація) використовуються незалежно від параметрів теплоносія, способів прокладки і діаметрів труб. Сальникові, сільфонні, лінзові і манжетні компенсатори можуть застосовуватися для теплопроводів з певними робочими параметрами, що допускаються для даних типів компенсаторів.

Гнуті компенсатори, встановлюються поза камерами. У цьому полягає їх достоїнство. Недоліком їх в порівнянні з іншими компенсаторами є підвищений гідравлічний опір.

Випуски води (спускові пристрої) встановлюються в нижніх точках водяних теплових мереж і конденсатопроводів.

*Випуски повітря здійснюються у вищих точках трубопроводів, а також на кожній секціонованій ділянці за допомогою *штуцерів*.*

Грязьовики у водяних теплових мережах встановлюються на трубопроводах перед насосами і перед регуляторами.

Дренажі встановлюються на паропроводах в нижніх ділянках і перед вертикальними підйомами.

*Спеціальні споруди влаштовуються при перетині теплових мереж з водними потоками, залізничною коліями, ярами, підземними спорудами і т.п. Подолання перешкод здійснюється за допомогою дюкерів, тунелів, мостових *переходів*, естакад, підземних *переходів* мереж у футлярах і тунелях.*

Контрольні запитання

1. Назвіть призначення теплових мереж.
2. Які розрізняють системи теплопостачання.
3. Які існують джерела теплопостачання?
4. Як класифікують системи теплопостачання?
5. Назвіть недоліки та переваги централізованого і індивідуального опалення.
6. Призначення та характеристика теплових пунктів.
7. Охарактерізуйте трасування теплових мереж.
8. Які вимоги до якості води?
9. Назвіть труби, їх з'єднання і види прокладки на теплових мережах.
10. Які існують пристрої на теплових мережах?

ТЕМА 4. ГАЗОВІ МЕРЕЖІ

ЛЕКЦІЯ 8.

ГАЗОПОСТАЧАННЯ МІСТ

Подача природного газу від газових родовищ до місць його споживання здійснюється по магістральним газопроводам. Магістральні газопроводи являють собою складні споруди, що складаються з безпосередньо газопроводів, компресорних і газорозподільних станцій, установок з очищення, осушення та одоризації газу.

На рис. 1 показана схема транспортування природного газу від газових свердловин 1 до міських споживачів 9. Газ із свердловин 1 надходить у промислові пункти збору газу 2 і потім в головні споруди магістрального газопроводу 3, де він очищується від механічних домішок, призводиться осушення, одоризація і замір кількості.

Після такої підготовки газ прямує в магістральний газопровід. Для підтримки в газопроводі тиску на заданому рівні, необхідному для транспортування газу, на трасі газопроводу через кожні 150 км споруджують компресорні станції 6. На лінійній частині магістральних газопроводів встановлюють запірну арматуру 4, 7. Особливо відповідальними ділянками магістрального газопроводу являються переходи через ріки, яри, залізні та автомобільні дороги 10. На кінцевій ділянці магістрального газопроводу мають у своєму розпорядженні газорозподільну станцію (ГРС) 8 для зниження тиску газу, що надходить в міські газові мережі 9. Для створення запасів газу на магістральному газопроводі влаштовують підземне сховище газу 13.

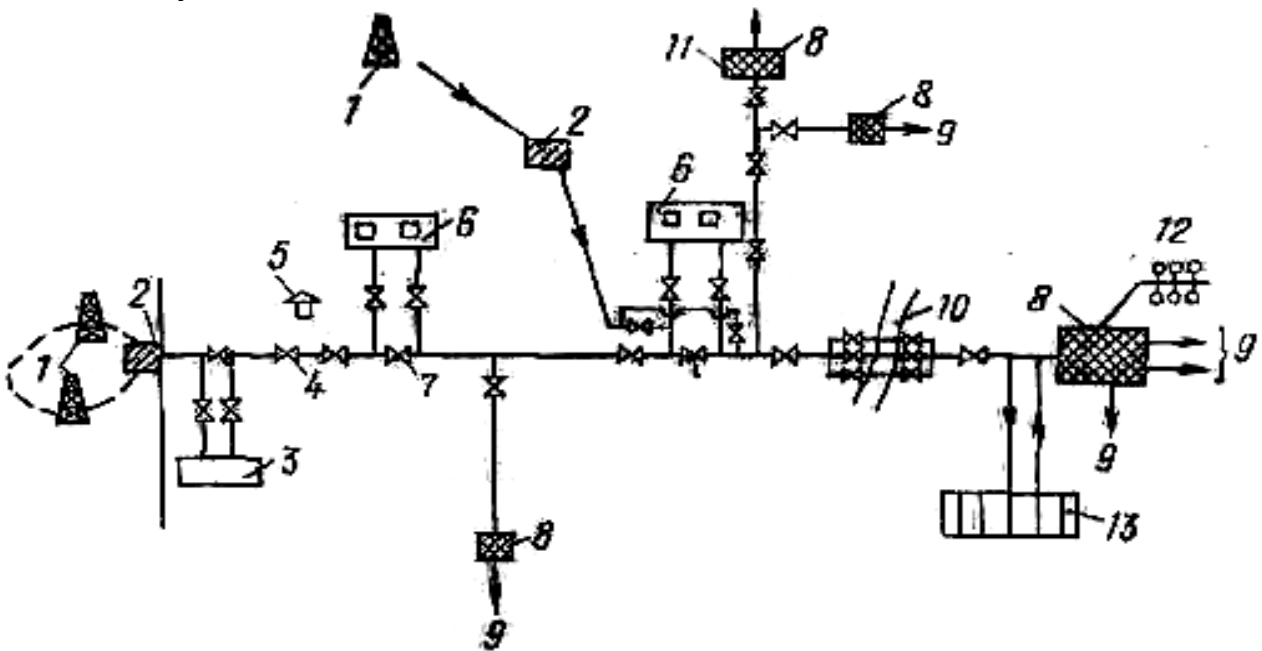


Рис. 5 -Схема транспортування природного газу від газової скважини до міських споживачів: 1 – джерело газу; 2 – промислові пункти забору газу; 3 – головні споруди газопроводу (очищення, осушення, одоризація, замір); 4 – лінійна запірна арматура; 5 – дім обхідника; 6 – проміжні КС; 7 – центральні колодязі на КС; 8 – ГРС до споживачів; 9 – міські мережі; 10 – переходи через річку; 11 - ГРП крупного споживача; 12 - газогольдерні парки; 13 – підземні сховища

Для збільшення пропускної здатності газопроводів застосовують труби діаметром 1220 і 1420 мм, підвищують тиск газу до 7,5 МПа (75 кгс/см²).

Режим роботи магістрального газопроводу передбачає рівномірну подачу газу від газових промислів до споживачів. Проте споживання газового палива відбувається нерівномірно: влітку воно зменшується, а взимку - зростає. Покриття сезонної нерівномірності споживання газу здійснюється наступними методами: зберіганням газу в газгольдерах, використанням буферних споживачів, організацією підземного зберігання газу.

Найбільш досконалим з цих методів є створення підземних сховищ газу. Підземними сховищами являються виснажені нафтові та газові родовища, коли ж поблизу великих міст таких родовищ немає, то сховища споруджують у підземних водоносних пластах.

На підході до міста споруджуються ГРС, з яких газ після заміру його кількості та зниження тиску розподіляється по міських мережах ГРС є кінцевою ділянкою магістрального газопроводу і межі між міськими та магістральними газопроводами.

СИСТЕМИ ГАЗОПОСТАЧАННЯ МІСТ

Газопроводи, що прокладаються в містах і населених пунктах, класифікуються за такими основними показниками:

1) за видом транспортованого газу: на газопроводи природного (чисто газових родовищ) і попутного нафтового газу (газонафтових родовищ), зріджених вуглеводневих, штучних і змішаних газів;

2) по тиску газу: на газопроводи низького, середнього та високого тиску. Для газопроводів міст, селищ і сільських населених пунктів встановлені наступні види тиску газу:

низьке до 5000 Па (0,05 кгс/см²)

середнє понад 0,005 до 0,3 МПа (від 0,05 до 3 кгс/см²)

високе.... понад 0,3 до 1,2 МПа (від 3 до 12 кгс/см²)

Газопроводи низького тиску призначаються для подачі газу до житлових будинків і громадських споруд, а також до комунально-побутових підприємств. До цих газопроводів не рекомендується приєднувати опалювані котельні.

Газопроводи середнього тиску через ГРП постачають газом газопроводи низького тиску, а також газопроводи промислових і комунально-побутових підприємств (через місцеві ГРП і ГРУ).

По газопроводах високого тиску газ надходить до місцевих ГРП великих промислових підприємств, а також підприємств, технологічні процеси яких вимагають застосування газу високого тиску до 1,2 МПа (12 кгс/см²), а також через ГРП і газопроводи середнього тиску. Зв'язок між газопроводами різних тисків здійснюється тільки через ГРП або ГРУ.

3) по розташуванню та системі планування міст і населених пунктів: на зовнішні (вуличні, внутрішньоквартальні, дворові, міжцехові, міжселесні) і внутрішні (внутрішньобудинкові, внутрішньоцехові).

Зовнішніми газопроводами називають газопроводи, прокладені поза будівлями, вулицями (вуличні), усередині житлових кварталів (внутрішньоквартальні),

всередині дворів (дворові), по території промислових підприємств (міжцехові), між населеними пунктами (міжселищні).

Внутрішніми називають газопроводи, що прокладаються всередині житлових або виробничих будівель (відповідно внутрішньообудинкові та внутрішньоцехові газопроводи);

4) за місцем розташування щодо позначки землі: на підземні (підводні) і надземні (надводні). На території міст і населених пунктів зовнішні газопроводи прокладають в ґрунті (підземні газопроводи), а також по фасадах будівель і опор (надземні газопроводи). На території промислових та комунально-побутових підприємств рекомендується надземна прокладка газопроводів;

5) за призначенням у системі газопостачання: на міські магістральні, розподільні, вводи, ввідні (введення в будівлю), імпульсні та продувочні.

Міськими магістральними газопроводами вважають газопроводи, що йдуть від газорегуляторної станції (ГРС) до головних газорегуляторних пунктів (ГРП), а також міжселищні газопроводи до ГРП.

Розподільними газопроводами вважають газопроводи, які йдуть від ГРП до вводів (вуличні, внутрішньоквартальні, дворові і міжцехові).

Введенням називають ділянку газопроводу від місця приєднання до розподільного газопроводу будівлі, включаючи відключаючий пристрій на ввіді в будинок, або до ввідного газопроводу.

Ввідним газопроводом вважають ділянку газопроводу від вимикаючого пристрою на ввіді в будинок (при встановленні відключаючого пристрою зовні будинку) до внутрішнього газопроводу, включаючи газопровід, прокладений в футлярі через стіну будинку. Внутрішній газопровід прокладають усередині будівлі від ввідного газопроводу або вводу (при встановленні вимикаючого пристрою всередині будівлі) до місця підключення газового приладу або теплового агрегату.

Імпульсними газопроводами називають газопроводи, що прокладаються до контрольно-вимірювальних приладів (манометр), регуляторам тиску та запобіжно-запірних клапанів.

Продувочними газопроводами називають газопроводи, встановлені наприкінці газопроводів для їх продувки (випуску газоповітряної суміші в атмосферу) при заповненні газом;

б) за принципом побудови: на закільцьовані (кільцеві), тупикові і змішані (закільцьованих і тупикові).

Кільцеві мережі являють собою систему замкнутих газопроводів, завдяки чому досягається більш рівномірний режим тиску газу в усіх споживачів і полегшуються різні ремонтні та експлуатаційні роботи на газопроводах. Достоїнством кільцевих мереж є також і те, що при виході з ладу якого-небудь ГРП навантаження з постачання споживачів газом беруть на себе інші пункти. Недоліком кільцевої мережі є більше протяжність газопроводів (у порівнянні з тупиковою), а у зв'язку з цим - великі витрати на будівництво.

Тупикові мережі являють собою газопровід, розгалужений по різних напрямках до споживачів газу. Кінці цих газопроводів не з'єднуються один з одним, тому їх називають тупиковими. Недоліком цієї мережі є різна величина тиску газу в

окремих споживачів, причому в міру віддалення від джерела газопостачання або ГРП тиск газу знижується. Так як живлення газом всіх мереж відбувається тільки в одному напрямку, то виникають ускладнення при ремонтних роботах. Ці мережі застосовують в початковий період газифікації міста, невеликих населених пунктів або окремих районів міста. Тупиковими бувають внутрішньоквартальні і дворові газопроводи, що приєднуються до вуличних або закільцьованим (кільцевих) газопроводах. Перевагою тупикових мереж є менша довжина газопроводів в порівнянні з кільцевими мережами.

Змішані мережі являють собою поєднання кільцевих і тупикових мереж газопроводів. Їх основу складають кільцеві газопроводи, від яких безпосередньо до споживачів прокладають ряд тупикових газопроводів невеликої протяжності. В даний час великі і середні міста газифікують в основному по кільцевій і змішаній схемам;

7) за матеріалом труб: на металеві (сталеві) і неметалічні (пластмасові, азбестоцементні, гумовотканинні та ін.).

Сукупність газопроводів і споруд на них називають системою газопостачання міста або населеного пункту.

Система газопостачання міста повинна забезпечувати безперебійну подачу газу всім споживачам, бути простою, зручною та безпечною в обслуговуванні, повинна передбачати можливість відключення окремих її елементів для виробництва аварійних і ремонтних робіт.

Міські системи газопостачання представляють собою комплекс споруд, який складається з джерела газопостачання; газопроводів низького, середнього та високого тисків; газорозподільних станцій, ГРП і ГРУ, підземних сховищ газу або газгольдерних станцій; засобів телемеханізації.

Джерелом газопостачання може бути магістральний газопровід від родовища природного газу або газовий завод (при одержанні штучних газів), У нашій країні джерелами газопостачання, як правило, є магістральні газопроводи.

Газопроводи є важливим елементом системи газопостачання, тому що на спорудження їх витрачається 70-80% всіх капітальних вкладень. При цьому з загальної протяжності газопроводів 70-80% становлять газопроводи низького тиску і лише 20-30% - газопроводи середнього та високого тиску.

За кількістю ступенів тиску системи газопостачання підрозділяються на: одноступінчаті - з подачею газу різним споживачам тільки по газопроводах одного тиску; двоступінчасті (рис. 6) з подачею газу споживачеві по газопроводах двох тисків: середнього і низького, високого і низького, високого та середнього; трьохступінчасті з подачею газу споживачам по газопроводах низького, середнього та високого-до 0,6 МПа (6 кгс/см²); багатоступінчасті з подачею газу споживачам по газопроводах чотирьох тисків: високого - до 1,2 МПа (12 кгс / см²) і до 0,6 МПа (6 кгс/см²), середнього та низького. Триступінчаті і багатоступінчасті системи газопостачання застосовують для газопостачання великих міст.

Розглянемо принципову схему газопостачання великого міста (мал. 7). Джерелом газопостачання є магістральні газопроводи 1 від родовищ природного газу, по яким газ подається на ГРС 2. На виході з ГРС тиск газу редукується до 0,5

МПа (5 кгс/см²), і газ направляєтся в газопроводи високого тиску 3, які у вигляді кільця обводять місто. До цих газопроводах через ГРП 6 приєднані газопроводи середнього тиску 4. У свою чергу, газопроводи середнього тиску через ГРП 7 пов'язані з газопроводами низького тиску 5.

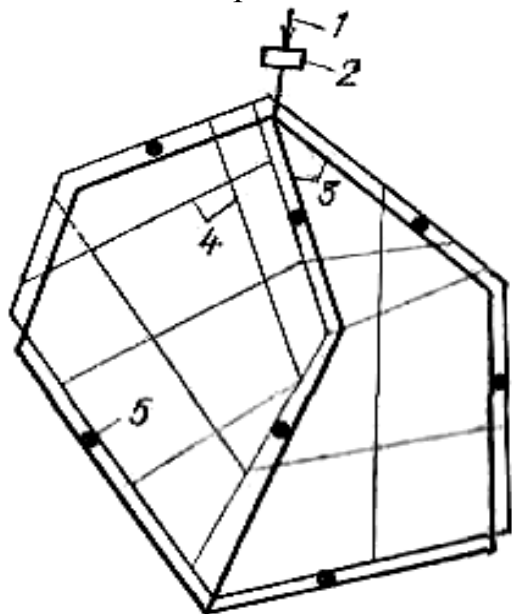


Рис. 6 – Принципова схема двосупінчатої системи газопостачання:

1 – газопровід від джерела газопостачання; 2 – ГРС; 3 – газопроводи високого (середнього тиску); 4 – газопроводи низького тиску; 5 – регулятори низького тиску

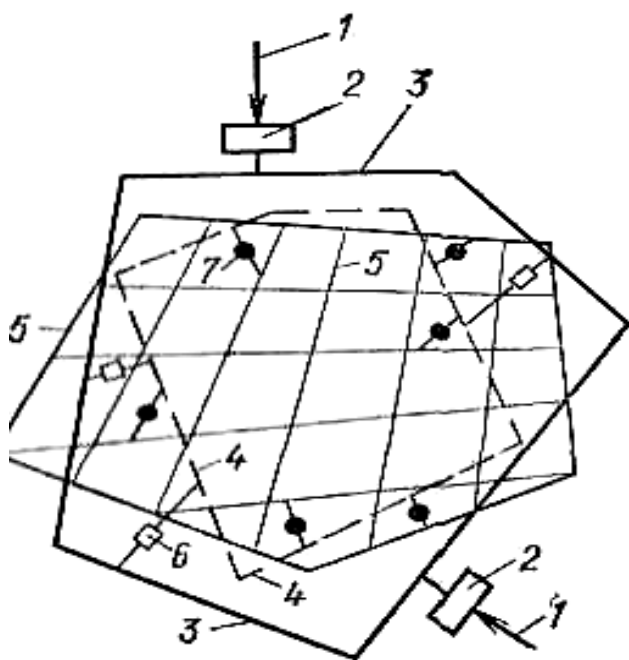


Рис. 7 - Принципова схема газопостачання великого міста:

5 – Принципова схема газопостачання крупного міста: 1 – магістральний газопровід; 2 – ГРС; 3 – газопровід високого тиску; 4 – газопровід середнього тиску; 5 – газопровід низького тиску; 6 – ГРП з високого на середній тиск; 7 – ГРП з середнього на низький тиск

Таким чином, всі міські мережі різних тисків пов'язані між собою через газорегуляторні пункти. Розташовані в місті великі споживачі газу (промислові підприємства, електростанції, опалювальні котельні і ін.) забезпечуються газом від мереж високого та середнього тиску, житлові будинки, комунально-побутові об'єкти - від мереж низького тиску.

У кожному окремому випадку спеціальна проектна організація розробляє проект газопостачання міста, в якому враховують надійність, технологічність і економічність прокладки газових мереж в залежності від щільності забудови і характеру планування окремих частин міста, розміщення окремих споживачів газу,

насиченості вуличних проїздів різними підземними комунікаціями, геологічних і кліматичних умов.

Надійність та економічність системи газопостачання залежить від кількості споруджених ГРС, що живлять газопроводи високого тиску. Зі збільшенням числа ГРС зменшується їх радіус дії і, отже, зменшуються капітальні вкладення в мережу високого тиску. Велика кількість ГРС підвищує надійність системи за рахунок живлення газопроводів від декількох джерел. Наприклад, для міст з чисельністю населення до 120 тис. чол. рекомендується влаштовувати одну ГРС, до 300 тис. - дві, до 500 тис. - три.

Капітальні вкладення на споруди системи газопостачання складаються з вартості газопроводів і споруд (ГРС, ГРП тощо) і вартості будівельно-монтажних робіт. Експлуатаційні витрати включають у себе витрати на обслуговування та поточний ремонт системи газопостачання і амортизаційні відрахування. Експлуатаційні витрати залежать головним чином від протяжності газопроводів. Терміни окупності капітальних вкладень у системах газопостачання складають 5-8 років.

Технологічність систем газопостачання визначається здатністю постачання споживачів газом в необхідних кількостях і при тисках, що забезпечують оптимальний режим експлуатації.

Вибір траси газопроводу. Система газопостачання може бути надійною і економічною при правильному виборі траси для прокладання газопроводів. На вибір траси газопроводу впливають наступні умови: відстань до споживачів газу; напрямок і ширина проїздів; вид дорожнього покриття; наявність вздовж траси різних споруд та перешкод; рельєф місцевості; планування кварталів уздовж траси газопроводу.

Траси газопроводів вибирають з умови транспортування газу найкоротшим шляхом.

При витоках газу з підземних газопроводів можуть виникнути серйозні аварії, пов'язані зі скупченням газу в різних місцях, іноді навіть на значній відстані від місця пошкодження газопроводів. Газ, дійшовши до підвалів, колодязів і каналів інших підземних комунікацій, накопичується в них і створює суміш з повітрям вибухонебезпечної концентрації.

Підвали будинків, телефонні, вентиляційні та теплофікаційні канали є найбільш небезпечними ділянками в разі проникнення в них газів, так як вони безпосередньо пов'язані з житловими та громадськими будівлями. На значну відстань може поширитися газ і при попаданні в каналізаційні труби.

Мінімально допустимі відстані між двома газопроводами, покладеними в одну траншею, складають 0,4-0,5 м. Відстані від залізничних шляхів повинні бути достатніми, щоб виключити можливість займання газу від іскри, що виникає від прохідних поїздів, при виробництві ремонтних робіт і т. д.

При виборі траси газопроводів необхідно прагнути до того, щоб кількість різних перешкод на ній (річок, водойм, ярів, шосейних і залізних колій і т. д.) була мінімальною.

Для районів міста зі старим плануванням і суцільною забудовою газопроводи прокладають по її периметру, які, з'єднуючись між собою, утворюють образні газові

кільця. Від них до кожного власника дому прокладають вводи. Для міських районів з новим плануванням газопроводи прокладають не по периметру забудови, а всередині кварталів.

При виборі траси газопроводів необхідно дотримуватися відстані між ними та іншими спорудами. Наприклад, відстані по вертикалі (у просвіті) між газопроводами і такими спорудами, як водопостачання, тепла мережа, водостоки, повинні бути не менше 0,15 м, а між газопроводами і електрокабелем і телефонним кабелем - не менше 0,5 м.

Будівельними нормами і правилами допускається зменшення відстані у просвіті по вертикалі між газопроводом і електричним або телефонним кабелем до 0,25 м, прокладеними у футлярі з труб. При цьому торці футлярів повинні бути не ближче 1 м від стінок умовно пересічного газопроводу.

Слід зазначити, що найважливішою умовою, що забезпечує безпечну експлуатацію газопроводів, являється висока якість будівельно-монтажних робіт.

Практикується спосіб спільної прокладки різних підземних споруд в одній траншеї (рис. 8). Наприклад, за СНіП допускається суміщена прокладка газопроводу з тиском до 0,3 МПа (3 кгс/см^2) в одній траншеї з водопроводом, каналізаційними і водосточними трубами. При цьому відстань по горизонталі між газопроводом і зазначеними трубопроводами має бути у просвіті не менше 0,8 м. Допускається спільна прокладка газопроводів з тиском до 0,05 МПа ($0,5 \text{ кгс/см}^2$) у внутрішньо-квартальних колекторах, технічних коридорах і підпіллях з водопроводом, теплопроводом, електричними кабелями і кабелями зв'язку у відповідності із спеціально розробленими й утвердженими Держбудом СРСР вимогами.

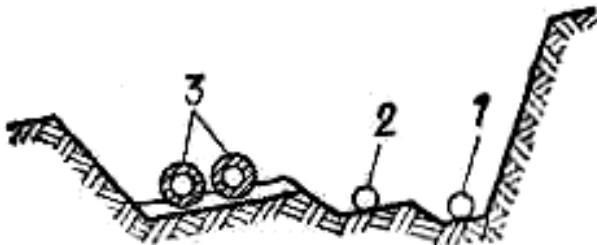


Рис. 8 - Спільна прокладка газопроводу з іншими комунікаціями: 1 – водопровід; 2 – газопровід; 3 - теплопровід

Колектори, підпілля і канали повинні мати постійнодіючу вентиляцію, що забезпечує в 1 годину не менш ніж трьохкратний обмін повітря. На виході з колектора на газопроводі повинен бути відключаючий пристрій.

Траси підземних газопроводів відзначають в польових умовах спеціальними знаками (реперами), а в населених пунктах та містах настінними покажчиками.

ЛЕКЦІЯ 9. УЛАШТУВАННЯ ГАЗОВИХ МЕРЕЖ.

Прокладка газопроводів в ґрунті. Глибина прокладки газопроводів в ґрунті залежить від складу транспортуючого газу, ґрунтово-кліматичних умов, величини динамічних навантажень і т. д.

Газопроводи, що транспортують осушену газ, можуть пролягати в зоні промерзання ґрунту, а вологий газ - нижче зони сезонного промерзання ґрунту.

Мінімальна глибина закладення газопроводів в непучинистих ґрунтах під проїздами з вдосконаленими покриттями (бетонними, асфальтобетонними та ін) повинна бути не менше 0,8 м, а на ділянках без вдосконалених дорожніх покриттів - не менше 0,9 м до верху труби . У місцях, де не передбачається рух транспорту, глибина закладення газопроводів зменшується до 0,6 м.

ґрунт і дорожній покрив захищають газопроводи від механічних пошкоджень і є теплоізоляцією від різких коливань зовнішньої температури повітря.

Газопроводи повинні витримувати динамічні навантаження від інтенсивного руху транспортера. Досвід і реальні дані показують, що напруги, що виникають у ґрунті від рухомого транспорту, розсіюються на глибині 0,7 м при удосконалених дорожніх покриттях та 0,75-0,8 м при кам'яному покритті. Чим більше глибина прокладки газопроводів, тим менше вплив динамічних навантажень і температурних змін, але це призводить до значного збільшення вартості робіт з прокладання газопроводів.

У зонах з підвищеними динамічними навантаженнями (залізничні і трамвайні колії, автомобільні дороги і т. д.) газопроводи необхідно прокладати в футлярах. Мінімальна глибина укладання газопроводу під залізницями загальної мережі - не менше 1,5 м від підшви рейки до верху футляра, а під трамвайними шляхами і залізничними дорогами промислових підприємств - не менше 1 м від підшви рейки; під автомобільними дорогами - не менше 1 м від верху покриття.

Великою перевагою підземної прокладки газопроводів є створення постійного температурного режиму. Це дуже важливо, так як при зміні температури стінки газопроводу на 1 °С в ній виникає напруга близько 2,5 МПа (25 кгс/см²).

Напруги, що виникають у газопроводах за рахунок зміни температури, перебувають у прямій залежності від різниці температур стінки труби. Так, якщо максимальна температура газопроводу влітку дорівнює 20 °С, мінімальна температура взимку мінус 10 °С, то різниця температур буде дорівнювати 30 °С, а температурні напруги складуть $30 \cdot 2,5 = 75$ МПа (750 кгс/см²).

Величина цих напруг може збільшуватися на відкритих ділянках і наближатися до граничних значень 140 МПа (1400 кгс/см²). У зв'язку з цим важливе значення має зменшення температурних напружень за рахунок правильного вибору глибини прокладки газопроводу та проведення зварювальних робіт при певних температурах.

Зварювальні роботи на газопроводах слід проводити в найхолоднішу пору дня влітку і в саму теплу - взимку. Для зменшення напруг, що виникають під дією температурних змін, на газопроводах встановлюють спеціальні пристрої - компенсатори.

При прокладці газопроводів в зоні промерзання ґрунтів необхідно враховувати їх вплив на газопровід. Негативною властивістю ґрунтів є пучіння; воно властиве піскам дрібним та пилоподібним супіскам, суглинкам і глинам. При замерзанні вологи, що міститься в них вони збільшуються в об'ємі за рахунок утворення кристалів льоду. У результаті пучіння ґрунт піднімається і переміщує газопровід, який може розірвати в зварних з'єднаннях. Для запобігання руйнувань газопроводи в грантах однорідних за умовами спучування прокладають на глибині не менше 0,9 м до верха труби, а в ґрунтах, неоднорідних за умовами пучення, - не менше 0,7-0,8 м від нормальної глибини промерзання ґрунту в даному районі.

Газопроводи, що транспортують вологий газ, прокладуть нижче зони промерзання ґрунту з ухилом, який забезпечує сток вологи в спеціальні ємності - конденсатозбірники. Випадання вологи або конденсату з газів пояснюється тим, що в процесі зіткнення з холодними стінками газопроводу температура газу знижується і водяні пари конденсуються. Так як найбільша вологовмісткість і різниця температур газу спостерігаються в початкових ділянках газопроводу, то в міру віддалення від початкової ділянки випадання конденсату зменшується. Будівельними нормами та правилами для газопроводів, що транспортують вологий газ, встановлена мінімальна величина ухилу, рівна 0,002 (2 мм на 1 м газопроводу). При цьому чим менше діаметр газопроводу, тим більше повинен бути ухил, тому що при значних деформаціях (вигинах) газопроводів малих діаметрів може порушитися стікання води. У цьому випадку не виключена поява водяних затворів і припинення подачі газу. Відгалуження і вводи повинні прокладатися з ухилом у бік розподільного газопроводу. Ухили розподільних газопроводів необхідно пов'язувати з рельєфом місцевості. Якщо на певному рельєфі місцевості неможливо зробити ухил, то передбачається злам газопроводу в поздовжньому напрямку з установкою в нижчій точці конденсатозбірника.

Щоб уникнути осідань підземні газопроводи укладають на щільний материковий ґрунт, мерзлі, скельні і розріджені ґрунти замінують піщаною підсіпкою висотою 20 см. Особливо небезпечні провисання (прогини) газопроводів великих діаметрів, в результаті яких виникають небезпечні напруги в стінках труб. Часто причиною розриву стиків зварних з'єднань є погана якість (низька щільність) ґрунта під газопроводом, званого постіллям. При прокладці газопроводів в мерзлих, спучених, просідаючих і насичених ґрунтах передбачають спеціальні заходи, що виключають осідання газопроводів.

ПЕРЕХОДИ ГАЗОПРОВОДІВ ЧЕРЕЗ ПЕРЕШКОДИ

Переходи газопроводів будь-якого тиску через ріки, канали, ярки, залізні та автомобільні дороги можуть бути підводними (дюкерними), підйомними і надземними (надводними).

При підземному перетині залізничних шляхів і автомобільних доріг газопроводи прокладають у спеціальних футлярах у вентиляваних тунелях, а кінці футлярів для герметичності ущільнюють просмоленою плівкою, а потім заливають бітумом. Наприкінці футляра встановлюють контрольну трубку (рис. 9). За допомогою контрольної трубки легко виявити наявність газу в футлярі (в разі витоку його з газопроводу). Нижня частина такої трубки приварюється до футляра,

а простір між футляром та газопроводом засипають дрібним гравієм або шаром щебеню. Кінець трубки виводять під ковер і заглушують пробкою.

У місцях перетину з залізними дорогами загальної мережі газопроводи прокладають на глибині не менше 1,5 м від підшви рейки до верху футляра, кінці футляра виводять на відстань 3 м від крайніх рейок. Газопроводи повинні мати вимикаючі пристрої на відстані не більше 100 м від місця перетину. Причому якщо газопровід кільцевий, то вимикаючі пристрої ставлять з обох боків його сторін, якщо тупиковий – з одного (з боку виходу газу). Газопроводи всередині футляру перевіряють фізичними методами контролю, тобто просвічуванням. Ділянку газопроводу у футлярі покривають вельми посиленою ізоляцією і укладають на центруюче діелектричні (неелектропровідні) опори.

При перетині ярів і водних перешкод газопроводи прокладають підземним або надземним способом. Надземні переходи виконують через водні перешкоди з нестійким руслом і високими швидкостями води, а також через глибокі яри.

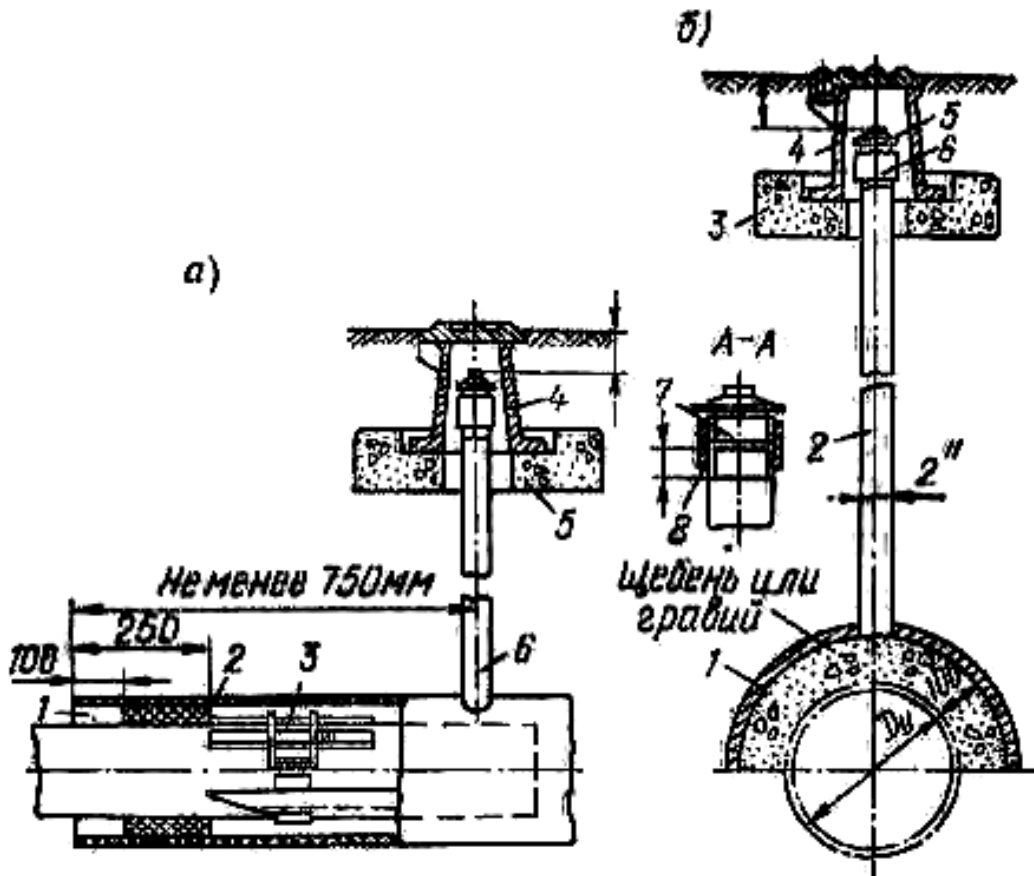


Рис. 9 – Футляр з контрольною трубкою:

а – пристрій кінця футляра: 1 – бітумна емаль; 2 – промаслена пенька; 3 – опора; 4 – килим; 5 – подушка під килим; 6 – контрольна трубка; 7 – пробка; 8 – муфта; б – контрольна трубка: 1 – кожух; 2 – трубка; 3 – подушка під килим; 4 – килим; 5 – пробка; 6 – муфта

При більш сприятливих умовах через водні перешкоди споруджують підводні переходи. Підводні переходи газопроводів при ширині водних перешкод 50 м і більше виконують у дві нитки із пропускною здатністю кожної по 0,75 розрахункової витрати. Місце улаштування переходу через річку вибирають на прямолінійній ділянці зі спокійною течією, зі стійким руслом і неразмиваемими берегами. Відстань

між дюкера діаметром до 500 мм повинно бути по горизонталі не менше 30 м і не менше 40 м при більших діаметрах дюкерів. Якщо перетинаючі річки не судноплавні, то допускається укладання двох ниток і одну траншею з просвітом між ними не менше 0,5 м. Щоб дюкер не спливав, тобто для придання йому негативної плавучості, на газопроводи укладають спеціальні вантажі. На газопроводі всталюють вимикаючі пристрої на обох берегах водяної перешкоди. Улаштування підводних переходів має ряд недоліків: схильність газопроводів до корозії, труднощі обслуговування та ремонту, труднощі видалення вологи з газопроводів.

4.4. ГАЗОВА АРМАТУРА, ТРУБИ ТА МАТЕРІАЛИ ГАЗОПРОВОДУ

Для будівництва газопроводів основним матеріалом є сталеві труби. Сталеві труби, виготовляють різними способами і з різних марок сталі в залежності від призначення газопроводу, параметрів (тиск, температура) та фізико-хімічних властивостей транспортованого газу.

За способом виготовлення труби поділяють на безшовні (гарячекатані і холоднотягнуті) і зварні (прямо шовні та зі спіральним швом). Виготовляють труби для газопроводів з низьковуглецевої сталі звичайної якості відповідно до:

ГОСТ 380 - 88. Це можуть бути такі марки сталі Ст 3, Ст 6 сп, Ст 5 і ін Труби також виготовляють з якісної конструкційної сталі по :

ГОСТ 1050 - 88. Це Сталь 10 ... Сталь 25. Вміст вуглецю в сталях труб газопостачання не повинно перевищувати 0, 25%, сірки - 0, 056, і фосфору - 0, 046.

Товщина стінок труб визначається розрахунком, при цьому для підземних газопроводів номінальна товщина стінки приймається не менш 3 мм, для надземних і наземних не менше 2 мм. Основним типом зварних з'єднань гладкостінних трубопроводів є V-подібне. Якість зварювання всіх стиків підземних газопроводів перевіряється зовнішнім оглядом і після цього механічними випробуваннями.

Труби газопроводу характеризуються діаметром умовного проходу (зовнішнім і внутрішнім) і товщиною стінки. Діаметр умовного проходу D_y - це номінальний внутрішній діаметр. D_3 - зовнішній діаметр (величина постійна для даного D_y). D_b - внутрішній діаметр (величина змінна, залежна від товщини стінки труби).

Для будівництва зовнішніх і внутрішніх газопроводів всіх тисків передбачають сталеві труби виготовлені зі спокійної низьковуглецевої сталі. Для газопроводів з діаметром умовного проходу понад 530 мм при товщині стінки більше 5 мм, застосовують труби виготовлені з Ст 2, Ст 3, а також сталі марок 08, 10, 15, 20 по ГОСТ 1050-88.

При обґрунтуванні проектної організації для газопроводів тиском до 1,2 МПа (12 атмосфер) застосовуються також низько леговані сталі марок 09 Г2С, 17 ГС, 17 Г1С, 10 Г2.

Для підземних газопроводів тиском 1,2 МПа споруджених в районах з розрахунковою температурою розрахункового повітря до $- 30^{\circ}\text{C}$ виготовляють сталеві труби з напівспокійної і киплячої сталі марок Ст 3 пс, Ст 5 кп та ін Для надземних газопроводів тиском до 1,2 МПа, що споруджуються в районах з розрахунковою температурою зовнішнього повітря до $- 10^{\circ}\text{C}$ - застосовують сталеві труби з напівспокійної сталі. Для внутрішніх газопроводів тиском не більше 0,3 МПа зовнішнім діаметром не більше 159 мм і товщиною стінки до 5 мм

включно, якщо температура стінок труб в процесі експлуатації не буде знижуватися нижче 0 °С застосовують сталеві труби з напівспокійної і киплячої сталі.

При використанні для будівництва зовнішніх газопроводів труб з напівспокійної і киплячої сталі в перелічених випадках повинні виконуватися такі умови: діаметр не повинен перевищувати 820 мм для труб з напівспокійної сталі і 530 мм для труб з киплячої сталі; товщина стінки труб повинна бути не більше 8 мм. Для відводів сполучних і компенсуючих пристроїв газопроводів високого та середнього тиску застосовують труби тільки зі спокійної сталі.

Для зовнішніх і внутрішніх газопроводів низького тиску, в тому числі і для гнутих відводів та сполучних частин допускається застосування труб виготовлених зі спокійної, напівспокійної і киплячої сталі марок Ст 1, Ст 2, Ст 3 за ГОСТ 380 - 88 і 08, 10, 15, 20 по ГОСТ 1050 - 88.

Для ділянок газопроводів всіх тисків, що зазнають вібраційні навантаження і з'єднаних безпосередньо з джерелом вібрації в ГРП (ГРУ) застосовуються сталеві труби з спокійної сталі з вмістом вуглецю не більше 0,24%. Це сталі марок Ст 8 сп і ін.

Зварне з'єднання зварених труб повинно бути однакове за міцністю основного металу труб.

Всі труби для газопроводів повинні мати сертифікати, в яких вказуються: завод виробник труб; стандарт, за яким вони виготовлені з вказівкою групи труби марки сталі; відомості про механічні та гідравлічні випробування сталі і труби; номер партії і плавки; позначки відповідно труб і сталі стандартам або технічним умовам.

Труби для систем газопостачання повинні бути випробувані гідравлічно на заводі виготівнику або мати запис у сертифікаті гарантії того, що труби витримують нормальний гідравлічний тиск.

До монтажу труби перевіряють на відсутність дефектів. Якщо дефекти не можуть бути виправлені, труби бракуються.

В якості сполучних частин і деталей використовуються: фланці, переходи, відводи, компенсатори, згони, муфти, ніпелі, кріпильні деталі, заглушки.

Сполучні частини і деталі виготовляються з ковкого чавуну або зі спокійної сталі (литі ковані, штамповані, гнуті або зварені), а також із сталевих або листового прокату. Всі сполучні частини і деталі повинні бути виготовлені на заводах по кресленнях, з урахуванням вимог стандартів на відповідні деталі. Допускається застосування деталей, виготовлених на базах будівельно-монтажних управлінь за умови контролю всіх зварних з'єднань неруйнівними методами контролю.

За допомогою фланців зазвичай з'єднуються газопроводи діаметром більше 50 мм. Необхідність таких з'єднань виникає установкою на газопроводах фланцевих засувок, кранів, регуляторів тиску, діафрагм та іншої фланцевої арматури.

Фланці. Застосовуються фланці двох основних типів: сталеві приварні плоскі і сталеві приварні встик. Розміри їх вибираються за діаметром газопроводу і умовному тиску.

Щільність фланцевих з'єднань досягається установкою між ними еластичних прокладок і затягуванням фланців болтами.

При виготовленні і монтажі фланців слід враховувати, що щільність фланцевих з'єднань багато в чому залежить від підготовки ущільнювальних поверхонь і їх паралельності. Неприпустимо застосовувати фланці без ущільнювальних канавок.

Переходи. При монтажних роботах використовуються концентричні і ексцентричні переходи. Вони застосовуються для переходу з одного діаметра газопроводу на другий - більший або менший. Переходи бувають штамповані, ковани, литі, точені, зварні.

Найбільш часто переходи виготовляють в умовах монтажних управлінь із сталеві листові заготовки з товщиною стінки, рівноцінної або близькою до товщини стінки труб. Після згортання заготівлі та зварювання поздовжнього шва виходить усічений конус з діаметрами підстав необхідних розмірів.

Відводи. Застосовуються для плавної зміни напрямків газопроводу. Залежно від розміру газопроводу, методу виготовлення, конструктивних і монтажних можливостей використовуються відводи, виконані методом гладкого гнуття, і зварні, що складаються з секторів.

Найбільш якісні відводи виходять з безшовних труб. Гнуті відводи виконується з мінімальним радіусом вигину, що дорівнює чотирьом діаметрам умовного переходу. Число секторів у зварних відводах приймається рівним трьом для поворотів газопроводів під кутом 30, 45 і 60⁰ і чотирьом - для поворотів під кутом 90⁰.

Компенсатори. Для компенсації змін довжини газопроводів у зв'язку з температурними впливами або деформаціями, а також для зручності монтажу запірної арматури в колодязях використовуються різні типи компенсаторів (лінзові, П-образні, лірообразні, гумовотканинні).

Лінзові компенсатори мають хвилясту поверхню, яка змінює свою довжину залежно від температури газопроводу, оберігаючи його від руйнування. Їх виготовляють із штампованих напівлінз, зварених електрозварюванням. Компенсуюча спроможність однієї напівлінзи складає приблизно 10 16 мм.

При монтажі компенсаторів в зимовий час їх необхідно розтягнути, в літній - стиснути стяжними тягами. Після монтажу тяги опускають. Доцільно на лінзових компенсаторах встановити мірні лінійки для контролю компенсаційної здатності. При установці лінзових компенсаторів на горизонтальних газопроводах з вологими газами для кожної лінзи повинен передбачатися дренаж конденсату.

Ліро-і П-образні компенсатори встановлюють у малогабаритних колодязях, нішах і на надземних газопроводах. Ці компенсатори застосовуються для газопроводів всіх категорій. Виготовляють їх гнутими з цілісних труб, а також із застосуванням гнутих, крутовигнуті або зварних відводів (зовнішній діаметр і марку сталі відводів приймають такими ж, як у основного газопроводу).

Для П-подібних компенсаторів гнуті відводи застосовують тільки з безшовних, а зварені - з безшовних і зварних труб. Водогазопровідні труби за ГОСТ 3262-75 * для виготовлення П-подібних компенсаторів застосовувати не дозволяється.

Велике достоїнство мають гумовотканинні компенсатори, так як вони здатні сприймати деформації не тільки у поздовжньому, але і в поперечному

напрямку. Це дозволяє використовувати їх при прокладці газопроводів на територіях гірських виробок і в сейсмічних районах.

Величина стиснення та розтягування компенсатора перед установкою залежить від його конструкції, кількості компенсаторів, довжини прямої ділянки газопроводу і перепаду температур.

Заглушки. Використовуються для повного відключення окремих ділянок газопроводу. Їх вибирають в залежності від тиску і діаметру газопроводу. Заглушки бувають фланцеві, приварні плоскі, приварні отбортовані. Якість матеріалу заглушок повинна підтверджуватися сертифікатом, який зберігається разом з журналом установки і зняття заглушок.

На кожній знімній заглушці (на хвостовику, а при його відсутності - на торці) повинні бути чітко вибиті номер партії, марка сталі, умовний тиск і умовний діаметр.

Установлення та зняття заглушок здійснюється за вказівкою особи, відповідальної за експлуатацію газового господарства, з відміткою в спеціальному журналі.

4.5. НЕМЕТАЛЕВІ ГАЗОВІ ТРУБИ

Вітчизняні заводи освоїли випуск різних видів неметалічних труб: азбестоцементних, вініпластових і поліетиленових. Вони використовуються при спорудженні заводських технологічних трубопроводів, що транспортують агресивні продукти, в сільськогосподарських зрошувальних і ірригаційних системах, для спорудження міських підземних газопроводів.

У деяких газових господарствах в експлуатації знаходяться азбестоцементні газопроводи. Азбестоцемент, з якого формують труби, представляє собою будівельний матеріал, що складається з водяної суміші цементу і мінерального заповнювача-азбесту. Азбестоцементні труби мають порівняно невеликий коефіцієнт лінійного розширення, майже в півтора рази менше, ніж у сталі; володіють достатньою теплостійкістю і високою корозійною стійкістю, завдяки чому не вимагають ізоляції від впливу агресивних ґрунтів.

Проте досвід експлуатації газопроводів з азбестоцементних труб виявив їх суттєві недоліки, пов'язані з газопроникністю стінок і підвищеною крихкістю, тому азбестоцементні труби не знайшли широкого розповсюдження для спорудження підземних газопроводів.

Найбільшого поширення набули поліетиленові і вініпластові труби.

Поліетилен, з якого формують труби, - це високомолекулярний продукт полімеризації етилену. Поліетиленові труби отримують способом безперервного видавлювання маси на спеціальних пресах.

Труби випускають на тиск 0,25; 0,6 та 1 МПа (2,5; 6 і 10 кгс/см²) з умовним діаметром 6-300 мм і довжиною 6-12 м. Труби діаметром 40 і 50 мм виготовляють довжиною 25 м і внаслідок їх еластичності постачають згорнутими в бухти.

Поліетиленові труби є найбільш легкими, вони в 8 разів легше сталевих і майже в 2 рази - вініпластових труб.

Вініпласт, з якого виготовляють труби, представляє собою термічно пластифікований полівінілхлоридний полімер з додаванням різних стабілізаторів. Труби з вініпласту також отримують способом безперервного видавлювання маси на спеціальних пресах. Труби випускаються на тиск 0,25; 0,6 та 1 МПа (2,5; 6 і 10 кгс/см²) з умовним діаметром 6 - 150 мм і довжиною 5-8 м.

Основною перевагою поліетиленових і вініпластових труб є те, що вони володіють високою корозійною стійкістю і гарною діелектричною провідністю, які роблять їх незамінними при прокладці в зоні дії блукаючих струмів.

Мала щільність пластмасових труб у порівнянні зі сталевими полегшує їх транспортування. Вони легко ріжуться, свердляться, зварюються і склеюються.

Недоліком поліетиленових труб є легка займистість, високим коефіцієнт лінійного розширення і недостатня теплостійкість. Тому поліетиленових труби не можна застосовувати для надземної прокладки. Міцність поліетиленових труб зі збільшенням температури знижується. У вініпластових трубах при температурах більш ніж 40°C сильно знижується механічна міцність. Коефіцієнт лінійного термічного розширення пластмас приблизно в 10 разів більше, ніж у сталі.

Застосування неметалічних труб для споруд підземних газопроводів повинно відповідати вимогам СНіП II -37-76.

Вибір труб. При позначенні труб з поліетилену (ПЕ) обов'язково повинна вказуватися його щільність: НЩ - низька, СЩ - середня та ВЩ - висока. Проте вказівка щільності не характеризує основний показник, прийнятий в міжнародній системі стандартизації (ISO і CEN) для ідентифікації труб і сполучних деталей, заснованої на міцності матеріалу: «Minimum Required Strength» - скорочено MRS (мінімальна тривала міцність). У відповідність з цим методом вказується тиск, який матеріал труби може сприймати без розриву протягом 50 років.

Стандартне розмірне відношення SDR - це відношення номінального зовнішнього діаметра труби до номінальної товщини стінки.

SDR визначається за формулами, залежно від матеріалу труби і робочого тиску середовища:

Для водопровідних труб

$$SDR = 2S + 1$$

для газових труб

$$SDR = 2 MRS / MOP \cdot 3 + 1,$$

де S - серія труби, що визначається за формулою:

$$S = \frac{\sigma}{MOP},$$

Де σ - допустима напруга в стінці труби, рівне MRS / C, МПа;

MRS - мінімальна тривала міцність, МПа;

MOP - максимальний робочий тиск, МПа;

C - коефіцієнт запасу міцності: для водопроводу - 1,25; для газопроводу - має різне значення (від 2,5 до 2,8), залежно від місцезнаходження та максимального робочого тиску.

Формула для визначення SDR газових труб спрощена в порівнянні з водопровідними, так як в ній відсутнє визначення серії труби S. У таблиці

наведено максимальний робочий тиск в газопроводі в залежності від коефіцієнта запасу міцності С і марки поліетилену.

Таблиця 1

Коефіцієнт запасу міцності С	Максимальний робочий тиск в газопроводі, (МПа) при використанні труб з			
	ПЭ 80 (MRS 8,0)		ПЭ 100 (MRS 10,0)	
	SDR 17,6	SDR 11	SDR 17,6	SDR 11
2,0*			0,6	1,0
2,5	0,39	0,64	0,48	0,8
2,8	0,34	0,57	0,43	0,7

*застосовується за рубіжом

Для газопроводів низького тиску труби виготовляються згідно ТУ 6-19-352-87, з основними розмірами по зовнішньому діаметру 63, 110, 160, 225 мм. Поліетиленові труби не допускається застосовувати для газопроводів, що будуються в районах з розрахунковими зимовими температурами нижче -40°C , просадних ґрунтах II типу, в скельних ґрунтах, в районах, що розробляються територію і в районах з сейсмічністю понад 6 балів.

Тип поліетиленових труб застосовується в залежності від робочого тиску в газопроводі:

- при тиску до 0,005 МПа (0,05 кгс/см²) - СЛ (среднелегкій);
- понад 0,005 до 0,3 МПа - С (середній);
- понад 0,3 до 0,6 МПа - Т (важкий)

Поліетиленові труби повинні виготовлятися і поставлятися на будівництво у відрізках довжиною 6 і 12 м. Допускається виготовлення труб довжиною 5,5 і 11,5 м і відхиленням від номінальної довжини труби на 50 мм. Труби діаметром 63 мм можуть поставлятися в бухтах. В даний час в Росії широко застосовуються поліетиленові труби для газопроводів, виготовлені за ГОСТ 5542-87. Труби даного ГОСТу не містять ароматичних і хлорованих вуглеводнів, газоповітряних сумішей, які також не містять зазначених вуглеводнів. Поліетиленові труби виготовляються з мінімальною тривалою міцністю MRS 8,0 МПа (ПЕ 80) і MRS 10,0 МПа (ПЕ 100). Сортамент даних труб наступний:

Таблиця 2

SDR	Діаметри труб, мм
11	20; 25; 32; 40; 50; 63; 75; 90; 110; 125; 160; 180; 200; 225
17,6	75; 90; 110; 125; 160; 180; 200; 225

Умовне позначення поліетиленових газових труб

Умовне позначення газових труб складається зі слова «труба», скороченого найменування матеріалу (ПЕ 80), слова «газ», SDR, тире, діаметра, товщини стінки труби і позначення стандарту, наприклад: Труба ПЕ 80 ГАЗ SDR 17,6-160 ' 9 ГОСТ 50838-95.

Розміри, маркування та колір поліетиленових газових труб

Труби виготовляються мірними - у прямих відрізках завдовжки від 5 до 24 мм і довгомірними - довжиною понад 24 м у бухтах і на барабанах. Маркування наноситься на поверхню труби нагрітим металевим інструментом і включає в себе товарний знак підприємства, умовне позначення труби і дату виготовлення.

Колір труб – лимонно-жовтий (золотисто-оранжевий у ПЕ 100) або чорний з жовтими (золотисто-помаранчевими у ПЕ 100) поздовжніми маркувальними смугами в кількості не менше трьох, рівномірно розподіленими по окружності труби.

При узгодженні з споживачем труби можуть бути виготовлені без маркувальних смуг. Чорний колір досягається за допомогою додавання 2,5% світлостабілізуючої сажі.

4.6. СПОЛУЧНІ ДЕТАЛІ (ФІТИНГИ) ПОЛІЕТИЛЕНОВИХ ТРУБ

Для будівництва газопроводів також застосовуються сполучні деталі з поліетилену. Вони випускаються згідно ТУ 6-19-359-87.

Сполучні деталі бувають наступних видів: втулка під фланець, перехід, відвід на 90⁰ литтєвий, трійник.

Типи сполучних деталей: С-ГАЗ і Т-ГАЗ.

З'єднувальні деталі російського та білоруського виробництва

Сполучні деталі з поліетилену для трубопроводів виготовляються методом лиття під тиском і пресуванням, в основному на підприємствах, які виробляють поліетиленові труби. Для трубопроводів господарсько-питного призначення діаметром понад 300 мм з'єднувальні деталі виготовляються методом зварювання та гнуття із заготовок труб в умовах трубозаготовительних майстерень. Поділяються фітинги за способом з'єднання на чотири види:

- Деталі для з'єднання труб зварюванням встик (газ-вода);
- Деталі для з'єднання труб в розтруб (вода);
- Деталі з подовженими хвостовиками для з'єднання труб зварюванням встик або за допомогою муфт із заставними нагрівачами (ДТ) (газ-вода);
- Деталі з ДТ (газ-вода)

З'єднувальні деталі для газопроводів в Росії виготовляють відповідно до ГОСТ Р 50838-95 * «Труби з поліетилену для газопроводів» з використанням зварювання встик і за допомогою деталей із закладними нагрівальними елементами, призначаються, в основному, для підземних газопроводів, що транспортують природні горючі гази з ГОСТ 5542-87 «Природний газ» в системах комунально-побутового та промислового призначення.

Умовне позначення деталей складається з найменування виду деталі, матеріалу (ПЕ 80), номінальних зовнішніх діаметрів, розмірного відносини (SDR 17,6 і SDR 11), слова «газ», позначення ТУ.

У сортамент фітингів входять наступні види деталей:

- відведення 90⁰: 63, 110, 160, 225 мм, SDR 17,6 і SDR 11;
- трійник неравнопроходний: 63'32; 110'63 мм, 160'110 мм, SDR 11;
- трійник: 32; 63,110,160,225 мм, SDR 17,6 і SDR 11;

- перехід 110'63 мм, 160'110 мм, 225'160; 315'225 мм, SDR 17,6 і SDR 11;
- втулка під фланець: 63,110, 160, 225 мм; 315 мм, SDR 17,6 і SDR 11;
- відведення 45⁰: 63, 110, 160, 225 мм, SDR 17,6 і SDR 11;
- відведення 45⁰ з подовженим хвостовиком: 63, 110, 160, 225 мм, SDR 17,6 і SDR 11;
- відведення 90⁰ з подовженим хвостовиком: 63,110, 160, 225 мм, SDR 17,6 і SDR 11;
- Трійники з подовженим хвостовиком: 63, 110, 160 мм, SDR 17,6 і SDR 11;
- втулка під фланець з подовженим хвостовиком: 63, 110, 160, 225 мм, SDR 17,6 і SDR 11;
- заглушка з подовженим хвостовиком: 63, 110, 160, 225 мм, SDR 17,6 і SDR 11;
- перехід з подовженим хвостовиком: 110'63 мм, 160'110 мм, 225'110 мм, SDR 17,6 і SDR 11.

Фітинги. Виготовляють методом лиття під тиском. Вони призначені для монтажу підземних газопроводів, які транспортують горючі гази в системах промислового та комунально-побутового призначення.

Умовне позначення фітингів: складається з найменування та виду деталі, матеріалу (ПЕ 80, ПЕ 100), номінального приєднувального (зовнішнього) діаметра, стандартного розмірного співвідношення з'єднання труб (SDR 11), слова "газ" і позначення справжніх технічних умов. *Сортамент фітингів.* У сортамент фітингів входять наступні деталі:

- трійник: 63, 90, 110, 160, 225 мм;
- трійник зварной: 63, 90, 110, 160, 225 мм;
- трійник розтрубний: 25, 32, 63, 90, 110 мм;
- трійник розтрубний зварной: 25, 32, 63, 90, 110 мм;
- трійник розтрубний неравнопроходний 63'32 мм;
- трійник розтрубний неравнопроходний зварной 63'32 мм;
- трійник неравнопроходний 63'32 мм;
- трійник неравнопроходний зварной 63'32 мм;
- відведення: 63, 90, 110, 160, 225 мм;
- відведення зварной: 63, 90, 110, 160, 225 мм;
- кутник розтрубний: 25, 32, 63, 90, 110 мм;
- кутник розтрубний зварений: 25, 32, 63, 90, 110 мм;
- втулка під фланець: кутник розтрубних: 63,110, 160, 225, 315 мм;
- перехід: 90'63, 160'90, 160'110, 225'110, 225'160;
- перехід зварной: 90'63, 160'90, 160'110, 225'110, 225'160;
- патрубок перехідний комбінований: 63'32, 90'63, 110'63;
- патрубок перехідний комбінований зварений: 63'32, 90'63, 110'63;
- заглушка: 25, 32, 63, 90, 110, 160, 225 мм;
- заглушка розтрубна: 25, 32, 63 мм;
- муфта двухраструбна: 25, 32, 63, 90, 110 мм;
- муфта двухраструбна зварна: 25, 32, 63, 90, 110 мм.

З'єднують вищеперелічені фітинги з газопроводом зварюванням встик або враструб.

Для з'єднання труб з використанням зварювання встик - нагрітим інструментом і з допомогою муфт із заставними нагрівачами застосовують такі види фітингів, виготовлені з ПЕ 80, SDR 11:

- відведення 90⁰: 32, 63, 110, 160, 225 мм, SDR 11;
- відведення 45⁰: 110, 160, 225 мм, SDR 11;
- трійник нерівнопрохідний: 60'110 мм, SDR 11;
- трійник: 32, 63, 110, 160, 225 мм, SDR 11;
- перехід: 63'32 мм, 110'63 мм, 160'110 мм, 225'160 мм, SDR 11;
- заглушка: 32, 63, 110, 160, 225 мм, SDR 11.

Сполучні деталі з закладними нагрівачами (ЗН). Властивості поліетилену дали можливість отримати новий вид фітингів з вбудованими електричними елементами опору (закладними нагрівачами), які заглиблюються в поліетилен поблизу від поверхні контакту муфти з трубою.

Принцип з'єднання. При пропусканні струму елемент опору муфти нагрівається, викликаючи розплавлення контактних поверхонь і забезпечуючи гарне зварне з'єднання труб. Як за рахунок з'єднання, так і за рахунок обтиснення муфтою тіла труби, тобто за рахунок механічного з'єднання.

Для з'єднання газопроводів також можливе застосування сідлових відводів з ЗН. Вони дозволяють здійснити підключення одного газопроводу до іншого і газопроводу, що перебувають під тиском.

В даний час дані відводи застосовуються дуже рідко через складність їх виготовлення. Найчастіше застосовуються деталі імпортного виробництва.

Деталі з ЗН закордонного виробництва випускаються на весь сортамент поліетиленових труб з ПЕ 80 і ПЕ 100 з різним значенням SDR.

Види сполучних деталей з ДТ:

- муфти, у тому числі підсилюючі;
- відводи 30, 45 і 90⁰;
- трійники;
- заглушки;
- сідлові відводи;
- патрубки-накладки.

Види, застосування та способи з'єднання деталей з ЗН. Застосовують для з'єднання поліетиленових труб, а також для ремонту трубопроводів діаметром до 160 мм муфти з легко видаляється упором. Тиск газу 1,0 МПа. Муфти без упору для цих же цілей випускають діаметром до 710 мм. Для зварювання довгомірних труб без їх фіксації в спеціальному пристрої (позиціонері) застосовують подовжувальні муфти без упору діаметром до 63 мм. Труби різних діаметрів з'єднують за допомогою перехідних муфт, які виготовляються діаметром до 160 мм.

Муфти-заглушки діаметром до 225 мм застосовують для врізки під тиском. Германська фірма «FRIATEC AG» виробляє безпечні фітинги марки «FRIALEN». Ці фітинги призначені для з'єднання труб різної товщини,

включаючи SDR 7,4. Вони виготовляються з різних типів сировини від ПЕ НП, ПЕ 50, ПЕ 63, ПЕ 80, ПЕ 100 і ПЕ-Ха.

Відводи 30° випускають діаметром до 160 мм, а відводи 45° і 90° - 225 мм.

Трійники діаметром до 225 мм. У набір входить трійника подовжувальний бічний патрубок з муфтою і упором діаметром до 63 мм. **Арматура.** Для врізки під тиском 1,0 МПа служить арматура з подовженим вихідним патрубком, а також з паралельною патрубком надбудовою врізного пристосування. Така арматура застосовується для труб діаметром від 250 мм і вище. Діаметром до 220 мм випускаються вентиля без різьбових з'єднань. Ці компактні вироби з подовженим вихідним патрубком застосовують для врізки під тиском діаметром до 225 мм.

Поліетиленові крани. Поліетиленові крани застосовують як запірного крана. Ці кульові крани ¼ оберту не потребують технічного обслуговування і випускаються діаметром до 200 мм. Арматура з кульовим краном ¼ оберту для бічної врізки під тиском випускається діаметром до 225 мм. *Патрубки-накладки.* Являють собою компактне виріб з сідловини і вихідного патрубка. Їх застосовують для монтажу труб діаметром до 160 мм і монтажу труб діаметром до 225 мм. Патрубки-накладки типу TOP>Loading випускають діаметром до 630 мм. Для ремонту невеликих ушкоджень труб без витoku газу випускають підсилюючі накладки діаметром до 630 мм.

Контрольні питання

1. Назвіть основні газові мережі. Охарактеризуйте їх.
2. Для чого призначені газопроводи високого та середнього тиску.
3. Які труби застосовуються для будівництва газопроводів? Назвіть марки матеріалу.
4. Які деталі використовують для сполучення? З якого матеріалу їх виготовляють.
5. Як проводиться захист надземних газопроводів.
6. Назвіть властивості поліетилену що застосовується для виготовлення труб і сполучних деталей газопроводу.
7. Умовне позначення поліетиленових газових труб.
8. Назвіть сполучні деталі (фітинги) для поліетиленових труб.
9. Які умовне позначення деталей з поліетилену?
10. Які з'єднувальні деталі з закладними нагрівачами (ЗН) застосовуються?
11. Види сполучних деталей з ДТ, Застосування та способи з'єднання деталей з ДТ.
12. Назвіть переваги поліетиленових труб у порівнянні зі сталевими.

ТЕМА 5 . ЕЛЕКТРОМЕРЕЖІ

ЛЕКЦІЯ 10

5.1. ПЕРЕДАЧА І РОЗПОДІЛ

Електрична енергія виробляється електричними генераторами, що приводяться в дію за допомогою парових і водяних турбін, локомотивів або двигунів внутрішнього згоряння на теплових або гідравлічних електростанціях. Електростанції звичайно об'єднуються в могутні енергетичні системи – Міськенерго і ін. Електричні станції частіше за все споруджуються там, де є природні запаси палива або крупні водні ресурси. Наприклад, Комсомольська ГЕС – у Харківській обл, Днепрогес і т.д. , а також атомні електростанції. З електричних станцій передають електричну енергію споживачам звичайно на значну відстань. При передачі енергії виникають її втрати. Оскільки дроти володіють електричним опором, то тому при передачі енергії в них відбувається падіння напруги. За законом Ома падіння напруги в лінії пропорційно призведенню струму на опір дротів. Отже, для зменшення падіння напруги необхідно зменшити величину струму або опору.

Зменшення опору дротів лінії передачі можна отримати шляхом зменшення довжини або збільшення діаметру дротів. Довжина дротів лінії визначається відстанню від електростанції до місця споживання і тому не може бути зменшена. Збільшення ж діаметру дротів викликає підвищену витрату металу і ускладнення конструкції опор, що є економічно не вигідним. Для зниження втрат енергії в лінії слід зменшувати величину струму, але для того, щоб величина передаваної потужності залишилася незмінною, необхідно відповідно збільшити напругу. Найдоцільнішим способом зниження втрат енергії в лініях електропередач є передача енергії трифазного струму високої напруги.

Високовольтні повітряні лінії електропередач споруджуються на напругу 6, 10, 35, 110, 220 і 440 кв, а генератори- на напругу не більше 15 кв. Тому звичайно на електростанціях встановлюють трансформатори, від яких по високовольтних лініях енергія подається на районні знижуючі трансформаторні підстанції. З цих підстанцій за допомогою повітряних або кабельних ліній енергію розподіляють між споживачами трансформаторними пунктами. Таким чином відбувається передача енергії від електричної станції до трансформаторного приміщення. На кінцевих пунктах (трансформаторні приміщення - ТП) електрична енергія за допомогою знижувальних трансформаторів знижується ще раз на низьку робочу напругу - 127, 220, 380 в. Від трансформаторного приміщення енергія передається до окремих пунктів освітлювальної мережі, розташованих в житлових будинках, школах, театрах, вулицях і т. д., у великих містах звичайно за допомогою кабельної мережі, а в невеликих - повітряної.

Початковою точкою внутрішньобудинкової електричної мережі є кабельне введення - секційне або загальне. При секційних введеннях кабель від трансформаторного пункту прокладається паралельно будівлі зовні нього і вводиться в кожен секцію (сходову клітку) через ввідний ящик. При загальному кабельному введенні кабель від трансформаторного пункту вводиться в будівлю в одному пункті через ввідний ящик. Ввідний ящик з'єднується з головним щитом електричної мережі будівлі. Від головного щита розгалужуються живлячі магістралі до всієї будівлі, до

магістральних пунктів. Електрична мережа будинку підрозділяється на магістральну (живильну) - від введення в будинок до групового щитка, і групову (розподільну) - від щитка до споживачів: ламп, розеток і т.п.

Розподіл електричної енергії невеликого 12 - квартирного житлового будинку відбувається за наступною схемою. Кабельне введення приєднується до ввідного ящика - живильному пункту секції будинку. Від кожного живильного пункту відходить лінія (магістраль), що отримала назву стояка, вертикально розташована на сходовій клітці. Від стояка на кожному поверсі робиться відгалуження до сходового магістрального розподільного щитка. Від сходових щитків, на яких встановлені тільки запобіжники, відходять введення до квартирних групових щитків. До цих щитків, також через запобіжники, приєднуються групи освітлювальної мережі квартир. Мережа, що йде від групових щитків до споживача, називається розподільною.

5.2. ЗАХИСТ ЕЛЕКТРОМЕРЕЖ

Освітлювальна установка знаходиться в нормальному режимі, якщо при включенні всіх встановлених споживачів дроти не нагріваються зверх встановленої норми. Проте в умовах експлуатації можуть бути випадки, коли струм в дротах перевищить допустиму величину унаслідок включення електроприймачів більшої потужності, ніж передбачено проектом або унаслідок несправності, що відбулася, особливо при короткому замиканні, коли перевантаження може досягти дуже великої величини. При перевантаженнях дроти перегріваються, їх ізоляція швидко приходить в непридатність, може зайнятися і стати причиною пожежі.

Для захисту ланцюгів від перевантажень і коротких замикань в освітлювальних мережах застосовуються плавкі запобіжники. Окрім них, іноді застосовуються максимальні автоматичні вимикачі. Всі дроти і їх відгалуження повинні бути захищені запобіжниками. Як правило, запобіжники ставляться на початку дроту або відгалуження, якщо довжина відгалуження більше 1 м, і в місцях зміни діаметру дротів освітлювальної мережі у бік зменшення. Запобіжники повинні бути встановлені у ввідному кабельному ящику, магістральних і групових щитках.

Освітлювальна електрична установка характеризується величиною загальної потужності встановлених споживачів і припустимим падінням напруги в живильній і розподільній мережах. Залежно від цих даних вибирають дроти відповідного діаметру. По нормах для житлових, будинків групові лінії в квартирах повинні бути розраховані не менше, ніж на 10 а. Захист введення в квартиру повинен бути виконаний не менше ніж на 15 а, а захист стояка на 20 а. Мінімальний перетин дротів обмежується: для групової мережі $1,5 \text{ мм}^2$, для введень в квартиру $2,5 \text{ мм}^2$, для стояків 4 мм^2 .

Збирання окремих споживачів енергії на один загальний запобіжник називається групуванням споживачів. Залежно від струму навантаження групи (наприклад, встановленої потужності ламп) вибирається діаметр дроту і запобіжник згідно таблиці. Забороняється ставити запобіжники там, де перегорання їх може викликати виключення всієї установки. Наприклад, в трифазній системі з нульовим дротом запобіжники не можна ставити на нульових дротах. Не можна ставити запобіжники на захисних заземленнях (дротах заземлення) і усередині приміщень, небезпечних в

значенні вибуху або пожежі (нафтосховищах, акумуляторних приміщеннях, в коморах, сінниках і т.п.).

5.3. ВУЗЛИ МЕРЕЖІ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ

Конструктивне виконання окремих вузлів електричної мережі житлового будинку Введення. Введення в будинки бувають двох типів - кабельні і повітряні. Найпоширенішим для міст є введення кабелем. Для конструктивного здійснення введення встановлюється ввідний ящик. В міських мережах введення в будинок виконувалося звичайно шляхом відпаювання від кабелю відгалуження, для чого встановлювалася муфта, а кабельне відгалуження підключалося до кабельного ящика. На кінець ввідного кабелю насаджувалися кінцеві воронки різних конструкцій, які служили для розроблення жил кабелю і заливки їх кабельною масою.

Досвід експлуатації показав, що відгалуження муфтами було самим слабким місцем мережі, тому в даний час відгалуження не робляться, а кабель безпосередньо підводиться до ввідного ящика.

Ознайомимося з пристроєм введення в будівлю через стіну, через дах і відгалуження дроту на щоглі при повітряній мережі. На стовпі, в місці відгалуження в будинок, встановлюються грибообразні запобіжники або запобіжники у вигляді відкритої плавкої вставки, а введення дротів здійснюється через фарфорові воронки, закладені в стіну удома.

Головний щит є розподільним пунктом електро-освітлювального пристрою будівлі з одним загальним введенням, мета якого, поступаючи від міської мережі енергію розподіляти в різні місця установки. На щиті розміщуються рубильники, запобіжники, а в деяких випадках і вимірювальні прилади, - амперметри і вольтметр. Від головного щита відходять внутрішньобудинкові магістралі. Конструкція щита буває навісною або каркасною. При споживанні потужності на введенні до 40 квт застосовуються щити навісного типу з числом рубильників не більше чотирьох. Правила встановлення електротехнічних установок допускають застосування щитів без рубильників і запобіжників, якщо на відходячих від щита лініях є апаратура захисту і управління. Проте з погляду безпеки бажано мати загальний рубильник для відключення всього щита або трубчастий запобіжник як раз'єднювач при ремонті.

У великих будинках із споживаною потужністю більше 70 квт встановлюють вимірювальні прилади. Наявність на кожній фазі введення амперметрів дає можливість регулювати розподіл навантажень на фази в процесі експлуатації. При секційних введеннях головний щит не встановлюється і ввідний ящик безпосередньо з'єднується з магістральними щитками.

Магістральні і групові щитки і перехідні коробки. Щитки є невеликими панелями, виготовленими звичайно з різних ізоляційних матеріалів (мармур, шифер і ін.). На магістральному щитку змонтовані запобіжники, вимикачі або рубильники і затиски для приєднання дротів. Щитки можуть бути з каркасом з кутового заліза або полегшеного типу без каркаса з шинами, прокладеними безпосередньо на мармурі, без вимикачів, тільки із запобіжниками. Шини звичайно алюмінієві, а запобіжники пробкового типу з різьбленням Е - 27 до 20 а і Е - 33 до 60 а.

Часто замість групових щитків застосовують перехідні запобіжні коробки. На ізоляційній (наприклад, мармуровій) підставі встановлені мідні шини: три магістральних (в нижній або верхній частині) і упоперек них на деякій відстані (над ними або під ними) дві або три освітлювальних. На нижніх шинях закріплюються металеві стрижні, на кінцях яких є гвинтова нарізка. Ці стрижні проходять через круглі отвори у верхніх шинях, не стикаючись з ними. На ці стрижні надягають спеціальні запобіжні пробки. Запобіжна пробка є фарфоровим циліндром з подовжнім отвором в ньому по осі для стрижня. На підставах циліндра (верхньому і нижньому) є мідні контактні пластини, сполучені між собою плавкою вставкою.

Вставка розташована у вузькому отворі циліндра. Шлях струму з нижньої шини протікає через стрижень, контактні пластини кришки і верхньої підстави циліндра, плавку вставку, контактну пластину нижньої підстави на верхню шину або навпаки. Пробка закріплюється нагвинчуванням на кінець стрижня фарфоровою головкою з мідною контактною пластиною. Перехідні коробки застосовуються для переходу з трьох дротяної системи на два або на три дроти. Квартирні групові щитки є розподільними і живильними пунктами для безпосереднього живлення груп ламп в квартирах; конструкція їх звичайно значно простіше. На щитку встановлюються тільки запобіжники, шини відсутні - їх замінюють дроти, відповідні безпосередньо під контакти запобіжників. Для мережі на 120 в панель щитка може бути дерев'яна.

Груповий щиток в квартирі звичайно встановлюється поблизу введення на стіні передпокою на висоті, доступній для людини, що встала на стілець. Електричний лічильник встановлюється в квартирі між введенням в квартиру і щитком на капітальній стіні. Дроти від введення в квартиру до лічильника і від лічильника до групового щитка повинні бути прокладені кожний окремо в гумових трубках без сполучних частин з фарфоровими втулками на кінцях або за допомогою прихованої проводки. Останнім часом застосовуються комбіновані щитки, на яких встановлені запобіжники, лічильник і дзвінок.

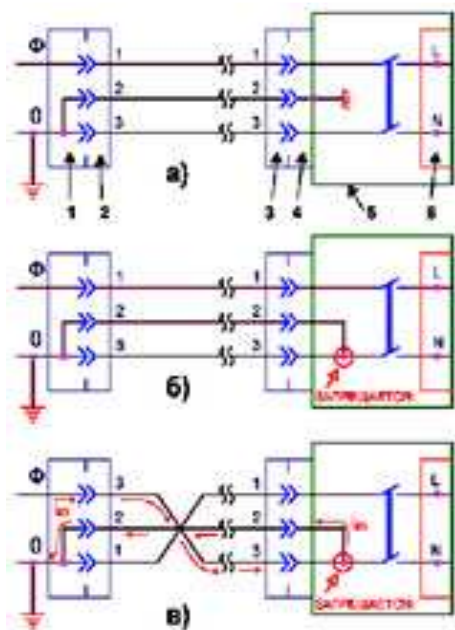


Рис. 10 – Способи прокладки стояків

Магістралі і стояки. Конструкція магістралей і стояків визначається їх трасою і навколишнім середовищем. Магістралі від головного щита до стояків можуть бути прокладені в підвалах, під підлогою першого поверху, якщо вони з матеріалів, що не згорають, по фасаду дома з боку двору. Прокладка дротів магістралі - звичайно відкрита в сталевих трубах; при прямолінійних трасах 15-20 м без муфт і непрямолінійних із залитими муфтами, ізолюючою масою. Прокладка стояків в сходових клітках ведеться більш просто.

Стояки прокладаються невеликими вертикальними ділянками завдовжки близько 4 м від щитка до щитка. Сходові клітки належать до розряду сухих опалювальних приміщень і тому прокладка дротів можлива в сталевих або гумових ізоляційних

трубках. Прокладка стояків здійснюється наступними способами (рис. 10): а) сталеві і ебонітові трубки: укладаються в неглибоку борозну, вибивану в цегляній кладці і закладаються при штукатурці стін; б) в сталевих і ебонітових трубках, покритих алебастровим розчином, що закладається в зазор між цегляною кладкою і облицювальними плитами; в) в бетонних блоках з каналами; в цьому випадку електромонтажні роботи полягають тільки в протяганні дротів через готові канали.

5.4. СХЕМИ МЕРЕЖІ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ

Розглянемо схему проводки від кабельного введення до кінцевих, освітлювальних крапок, розташованих в квартирах трьохквартирної секції житлового будинку. Магістраль була прокладена уздовж сходової клітки дротом ПР перетином 4 мм в гумових трубках. На сходовому майданчику першого поверху на магістралі встановлено дві перехідні коробки. Нижня з них із запобіжниками на 15а для переходу з трьох дротів на три служить для відгалуження дротами ПР перетином 2,5 мм до групового щитка на три двополюсні групи для освітлення сходової; клітки, підвалу і двору. Друга перехідна коробка для переходу з трьох дротів на два служить для відгалуження до трьох квартир першого поверху.

До кожної з квартир підводиться два дроти, отже, переходів відгалужень буде по числу квартир - три. Групи квартир наступних поверхів приєднуються через свої перехідні коробки. Групи групового щитка підібрані по ознаці розташування в групу споживачів, що знаходяться в однакових місцях і однакових умовах, із загальним запобіжником і вимикачем на кожну групу: група а - лампи освітлення сходової клітки - прокладена дротами 1,5 мм із запобіжником на 10 а; групи б і в - освітлення двору і підвалу удома - дротами 2,5 мм з прокладкою по стінах на ізоляторах, із запобіжником на 15 а в кожній групі.

Квартирний груповий щиток має дві групи (дроти 1,5 мм запобіжники на 10 а). Розбиття на дві групи необхідне при великому числі відгалужень; крім того, наявність двох груп підвищує надійність освітлення, оскільки при перегоранні одного запобіжника світла не буде тільки в частині квартири. Квартирні групові щитки мають по одній групі кожний. **Планування групової квартирної мережі.** Безпосередньо після лічильника встановлюється квартирний груповий щиток із запобіжниками. Від цього щитка відходять групи до місць установки споживачів - лампам. Вельми часто від щитка відходять дві групи: загального освітлення і штепсельна. Розділення на дві групи робиться з метою поліпшення режиму напруги на лампах загального освітлення, а також з метою розвантаження групи, в якій через штепсельні розетки живлять побутові нагрівальні прилади, оскільки ця група часто може мати навантаження, більш розрахунковій.

Перегорання плавких запобіжників частіше за все виникає від наявності в групі штепсельних розеток, а не від ламп загального освітлення, і тому при відділенні мережі загального освітлення від штепсельної ремонт запобіжників можна проводити при електрическом освітленні. По нормах обмежують число розеток, включених на окрему штепсельну групу, - трьома при напрузі 127 в і п'ятьма при напрузі 220 в. Внаслідок цього в багатокімнатних квартирах необхідне застосовувати дві штепсельні групи. В газифікованих квартирах допустимо виконання змішаних груп (в кожній групі є лампи і штепселя), оскільки за

наявності газу можливість користування побутовими нагрівальними приладами незначна, а потужність телевізорів, радіоприймачів, холодильників і інших приладів невелика. Вживання змішаних груп скорочує витрату дротів.

У трьохквартирній житловій секції з схемою пристрою освітлення групової мережі: від кожного квартирного щитка відходять дві групи - загального освітлення і штепсельна. В штепсельній групі встановлено п'ять розеток. В групі загального освітлення встановлено дев'ять крапок (ламп), з них три для житлових кімнат і шість для місць загального користування. В житлових кімнатах в центрі стелі шнуровий підвіс і крюк для кріплення люстри або будь-якого іншого світильника. В місцях загального користування кожної квартири встановлені: в передпокої плафон на стелі, в кухні люстра цільного скла і настінний патрон; в убірній і ванній кімнаті настінні патрони. Магістральний щиток встановлений на сходовій клітці. Від цього щитка відходять три групи до квартирних щитків, встановлених в передній. Місцерозташування вимикачів і штепсельних розеток було вказано на плані.

5.5. УЛАШТУВАННЯ ЕЛЕКТРОМЕРЕЖІ

Передача і розподіл електроенергії здійснюється за допомогою повітряних ліній електропередачі, що перетинають всю країну. Для зменшення втрат при передачі електроенергії в лініях електропередач застосовується дуже висока напруга - десятки і (частіше) сотні кіловольтів.

Через свою економічність при передачі енергії застосовується винайдена російським інженером М.О. Доливо-Добровольським трифазна система змінного струму, при якій електроенергія передається за допомогою чотирьох дротів. Три з цих дротів називаються лінійними або фазними, а четвертий - нейтральним дротом або просто нейтралю.

Споживачі електроенергії були розраховані на більш низькі напруги, ніж напруга в енергосистемі. Пониження напруги проводиться в два етапи. Спочатку на знижуючій підстанції, що є частиною енергосистеми, напруга знижується до 6-10 кВ (кіловольт). Подальше пониження напруга проводиться на трансформаторних підстанціях. Стандартні "трансформаторні будки" в множині розкидані по підприємствах і житлових масивах. Після трансформаторної підстанції напруга знижується до 220-380 В.

Напруга між лінійними дротами трифазної системи змінного струму називається лінійною. Номінальне діюче значення лінійної напруги рівно 380 В (вольт). Напруга між нейтралю і будь-яким з лінійних дротів називається фазним. Воно у три рази менше лінійного. Його номінальне значення дорівнює 220 В.

Джерелом струму для енергосистеми є трифазні генератори змінного струму, встановлені на електростанціях. Кожна з обмоток генератора індукує лінійну напругу. Обмотки симетрично розташовані по колу генератора. Відповідно і лінійні напруги були зсунуті один щодо одного по фазі. Цей фазовий зсув постійний і рівний 120 градусам (рис. 11).

Після трансформаторної підстанції напруга через розподільні щитки або (на підприємствах) розподільні пункти поступає до споживачів.

Деякі споживачі (електродвигуни, промислове устаткування, великі ЕОМ і могутнє комунікаційне устаткування) були розраховані на безпосереднє

підключення до трифазної електричної мережі. До них підводяться чотири дроти (не рахуючи захисного заземлення).

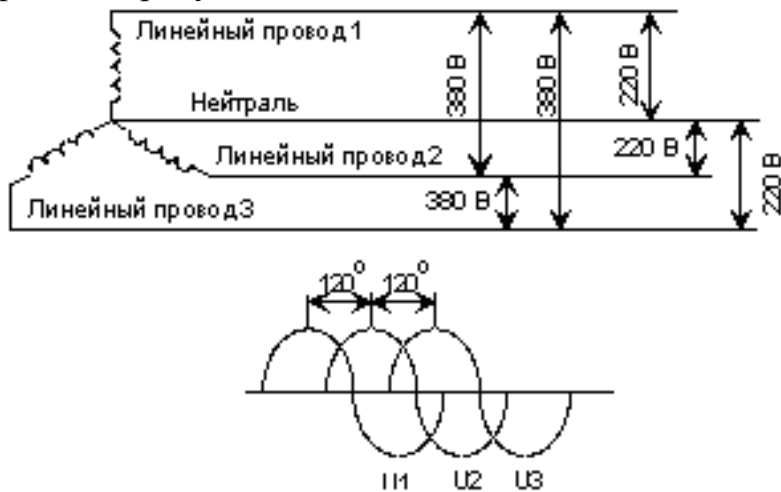


Рис. 11 - Трифазна система змінного струму

Малопотужні споживачі (персональні комп'ютери, побутові прилади, офісна техніка і т.д.) були розраховані на однофазну електричну мережу. До них підводять два дроти (не рахуючи захисного заземлення). В переважному числі випадків один з цих дротів - лінійний, а інший - нейтральний. Напруга між ними за стандартом рівно 220 В.

Приведені вище діючі значення напруги не вичерпують повністю параметри електричної мережі. Змінний електричний струм характеризується також частотою. Номінальне стандартне значення частоти рівно 50 Гц (Герц).

Реальні значення напруги і частоти електричної мережі звичайно можуть відрізнитися від номінальних значень.

До мережі постійно підключаються нові споживачі електроенергії (струм або навантаження в мережі збільшується) або відключаються які-небудь споживачі (в результаті струм або навантаження мережі зменшується). При збільшенні навантаження напруга в мережі падає, а при зменшенні навантаження напруга в мережі зростає.

Для зменшення впливу зміни навантаження на напругу, на знижуючих підстанціях існує автоматична система регулювання напруги. Вона була призначена для підтримки постійної (в певних межах і з певною точністю) напруги при зміні навантаження в мережі. Регулювання здійснюється за рахунок перекомутації обмоток могутніх знижувальних трансформаторів.

Частота змінного струму задається частотою обертання генераторів на електростанціях. При збільшенні навантаження частота прагне злегка зменшитися, система регулювання електростанції збільшує витрату робочого тіла через турбіну, і частота обертання генератора відновлюється.

Зрозуміло жодна система регулювання (напруги або частоти) не може працювати ідеально, і у будь-якому випадку користувачу електричної мережі потрібно змиритися з деякими відхиленнями характеристик мережі від номінальних значень.

Вимоги до якості електричної енергії стандартизовані, де визначені показники якості електроенергії, та встановлені значення цих показників. Стандартом встановлені значення показників в точках підключення споживачів

електроенергії. Для користувача це означає, що він може вимагати від енергозабезпечуючої організації, щоб встановлені норми дотримувалися не десь в енергосистемі, а безпосередньо в його розетці.

Найважливіші показники якості електроенергії - це відхилення напруги від номінального значення, коефіцієнт несинусоїдальності напруги, відхилення частоти від 50 Гц.

Згідно стандарту не менше 95 % часу кожних діб фазна напруга повинна знаходитися в діапазоні 209-231 В (відхилення 5 %), частота в межах 49.8-50.2 Гц, а коефіцієнт несинусоїдальності не повинен перевищувати 5 %.

Інші 5 або менше відсотків часу кожних діб напруга може змінюватися від 198 до 242 В (відхилення 10 %), частота від 49.6 до 50.4 Гц, а коефіцієнт несинусоїдальності повинен бути не більше 10 %. Допускаються також більш сильні зміни частоти: від 49.5 Гц до 51 Гц, але загальна тривалість таких змін не повинна перевищувати 90 годин за рік.

Аваріями електропостачання називаються ситуації, коли показники якості електроенергії короткочасно виходять за встановлені межі. Частота може відхилятися на 5 Гц від номінального значення. Напруга може знижуватися до нуля. Надалі показники якості повинні відновлюватися.

В більшості випадків електроенергія передається у вигляді трифазного змінного струму частотою 60Гц або 50Гц. Кінцеві споживачі підключаються до мереж 0.4кв з глухозаземленою нейтраллю, лінійна напруга (між фазами) складає 380в, фазна - 220В. Мережа 0.4кВ живиться від трансформаторної підстанції потужністю 50...1000кВт, напруга на її вході складає звичайно 6 або 10кВ (лінійне). Як відомо, в будь-яких трансформаторах може виникнути пробій діелектрика між обмотками.

В даному випадку це приведе до появи на всіх вторинних дротах напруги до 6кв відносно землі, що, у свою чергу, приведе до пробію ізоляції у всіх побутових приладах і різних нещасних випадків. Щоб цього не відбулося, середню точку вторинних обмоток (нейтраль, "нуль") заземляють. Тоді, у разі пробію між обмотками відбудеться замикання на землю ланцюга 10кВ, що приведе до спрацьовування захисту на ній і відключенню трансформатора. Оскільки нейтраль застосовується і для захисного заземлення побутових приладів, вона заземляється не тільки на підстанції, але і біля будинку, на випадок обриву дроту, що йде від підстанції.

Від підстанції до будинків прокладають чотирьохдротяний кабель, в якому нерідко нульовий дріт має менший діаметр, ніж фазні. Застосування такого введення в будинок буде безпечним тільки в тому випадку, якщо нульовий дріт буде заземлений в самому будинку, не дивлячись на наявність заземлення на підстанції. Адже навантаження на фази нерівномірне, і у разі обриву нульового дроту напруга на введеннях в квартири може бути рівною 0...380 В, що приведе до виходу з ладу майже всієї побутової техніки. На корпусах техніки при цьому буде напруга 0...220 В відносно землі, що приведе до ударів струмом і іншим неприємностям. Тому у всіх будинках є заземлення нульового дроту. Крім того, заземляються всі металеві конструкції в будинку (труби води, газу і кабель-каналів, шахти ліфтів, арматура залізобетонних конструкцій, металева крівля, екрани

антенних кабелів) на випадок випадкового замикання фази на них. Тут в будинках "стояки" між поверховими щитками чотирьохдротяні, що часто створює деякі неприємності. У разі нерівномірного навантаження на фази (а вона повністю рівномірної бути не може) виникає струм в нульовому дроті, а він має деякий (хай і невеликий) опір, через який на цьому дроті виникає падіння напруги. Якщо в будинку багато поверхів, то воно може досягати 5 – 10 В. Ця напруга буде мінімальною на першому поверсі і максимальним на останньому. Вона буде на корпусах всіх заземлених приладів (включаючи щитки), що потребує ізоляцію їх від газових і водопровідних труб, екранів телевізійних кабелів, шахт ліфтів і інших елементів, інакше через них піде частина струму нульового дроту (а він може досягати десятків ампер).

5.6 ТИПИ КОНФІГУРАЦІЇ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ

Різноманіття зусиль роботи різних об'єктів (у тому числі і військових) впливає на різноманітність схем їх електропостачання. Прийнято розрізняти два основні напрями розвитку схем електропостачання:

1. Класичне, яке розвивається в основному в тих районах, де зростання навантаження споживачів тільки передбачається або розвивається одночасно з будівництвом електроенергетичних мереж.
2. Вимушене, де електроенергетичні мережі вже були побудовані і розраховані на певне навантаження і категоричність, але надалі виникає необхідність в або збільшенні здатності мережі, або в будівництві нових відпаювань від існуючої мережі, або взагалі зміні їх конфігурації.

Такі мережі, як правило, носять назви або простих замкнутих, або складно замкнутих конфігурацій електроенергетичних мереж.

Схеми живлення споживачів залежать від віддаленості джерел енергії, загальної схеми електропостачання даного району, територіального розміщення споживачів і їх потужності, вимог, що пред'являються до надійності, часу експлуатації і т.п.

Вибрати тип і конфігурацію мережі дуже складно, оскільки вони повинні задовольняти умовам надійності, економічності, зручності в експлуатації, безпеки і можливості розвитку.

Конфігурація мережі визначається взаємним розташуванням елементів ліній, а тип мережі залежить від категорії споживачів і ступеня їх надійності і часу.

Споживачі 1 категорії повинні забезпечуватися електроенергією від двох незалежних джерел живлення по двох окремих лініях. Вони допускають перерву в електропостачанні на час автоматичного включення резервного джерела живлення.

Для споживачів 2 категорії в більшості випадків також передбачається живлення по двох окремих лініях, або по двохланцюговій лінії. Оскільки аварійний ремонт повітряних ліній нетривалий, правила допускають електропостачання споживачів 2 категорії і по одній лінії.

Для споживачів 3 категорії достатньо одній лінії. У зв'язку з цим застосовують не резервовані і резервовані схеми.

Не резервовані – без резервних ліній і трансформаторів. До них відносяться радіальні схеми (рис. 12, а), живлячі споживачів 3 категорії (іноді 2 категорії).

Резервовані схеми живлять споживачів 1 і 2 категорії. До них відносяться кільцеві (рис. 12, б, в), з двухстороннім живленням (рис. 12, г) і складно замкнута з вузловими крапками I, II, III, IV (рис. 12, д).

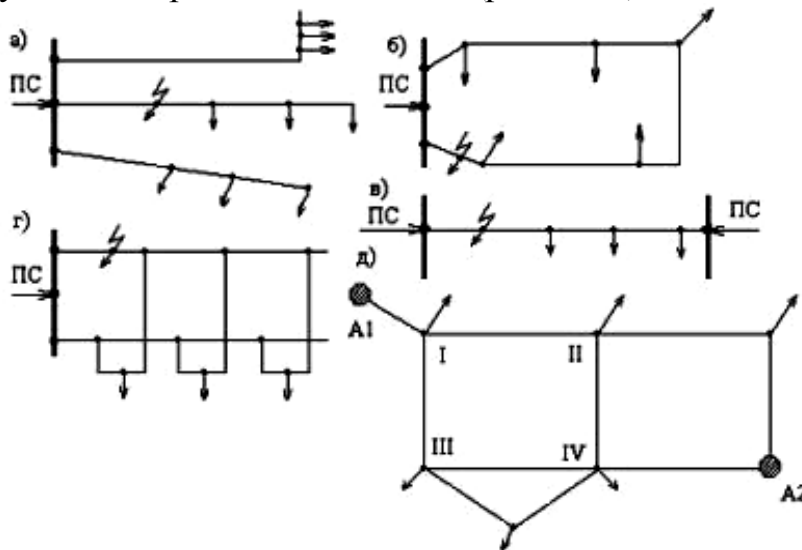


Рис. 12 - Конфігурації електроенергетичних мереж: ПС – підстанція; А1 і А2 – живлячі вузли (станції або підстанції)
 а) – радіальна кон-фігурація;
 б) – кільцева конфі-гурація;
 в) – одноланцюгова з дво-стороннім живленням;
 г) – двохланцюгова магістральна конфігурація;
 д) – складно замкнута конфігурація

У ряді випадків будівництво ліній в резервованих лініях проводиться в два етапи. Будується одна лінія і лише при зростанні навантаження до проектної споруджується друга. Можуть застосовуватися і змішані конфігурації ліній електропередач – резервовані спільно з не резервованими.

Графічно електричні мережі представляють у вигляді принципівих схем, на яких всі елементи зображають умовними знаками, сполученими між собою в тій же послідовності, як і насправді.

Принципові схеми електричних мереж звичайно складають в найнаочнішому вигляді, щоб легко можна було прослідити всі ланцюги живлення. При цьому взаємне розташування на схемі ТП і РП, форма і довжина ЛЕП можуть не відповідати масштабу і істинному розташуванню їх на місцевості, а комутаційні апарати, вимірювальні прилади і засоби захисту на цих схемах можуть бути відсутні.

На рис. 13 показана зразкова схема електричної мережі. В ній повітряні ЛЕП 1...3 напругою 110 кВ з ТП 1...4 пов'язують електростанції ЭС1 і ЭС2 між собою і з центрами живлення ЦП1 і ЦП2. Решта повітряних і кабельних ліній напругою 35 кВ і нижче, приєднані до центрів живлення, розподіляють електроенергію між об'єктами.

На принципівих схемах електричної мережі застосовують умовні позначення.

Окремі ділянки електричної мережі, в яких передача і розподіл електричної енергії проводяться на одній напрузі, зображають у вигляді спрощених схем. На них початок мережі з боку джерела живлення позначають кружком, електроприймачі – стрілками, що мають на увазі напрям передачі енергії, а розподільні пункти – вузловими крапками (рис. 14).

На планах окремі елементи електричної мережі позначають згідно ГОСТ 2. 754-72.

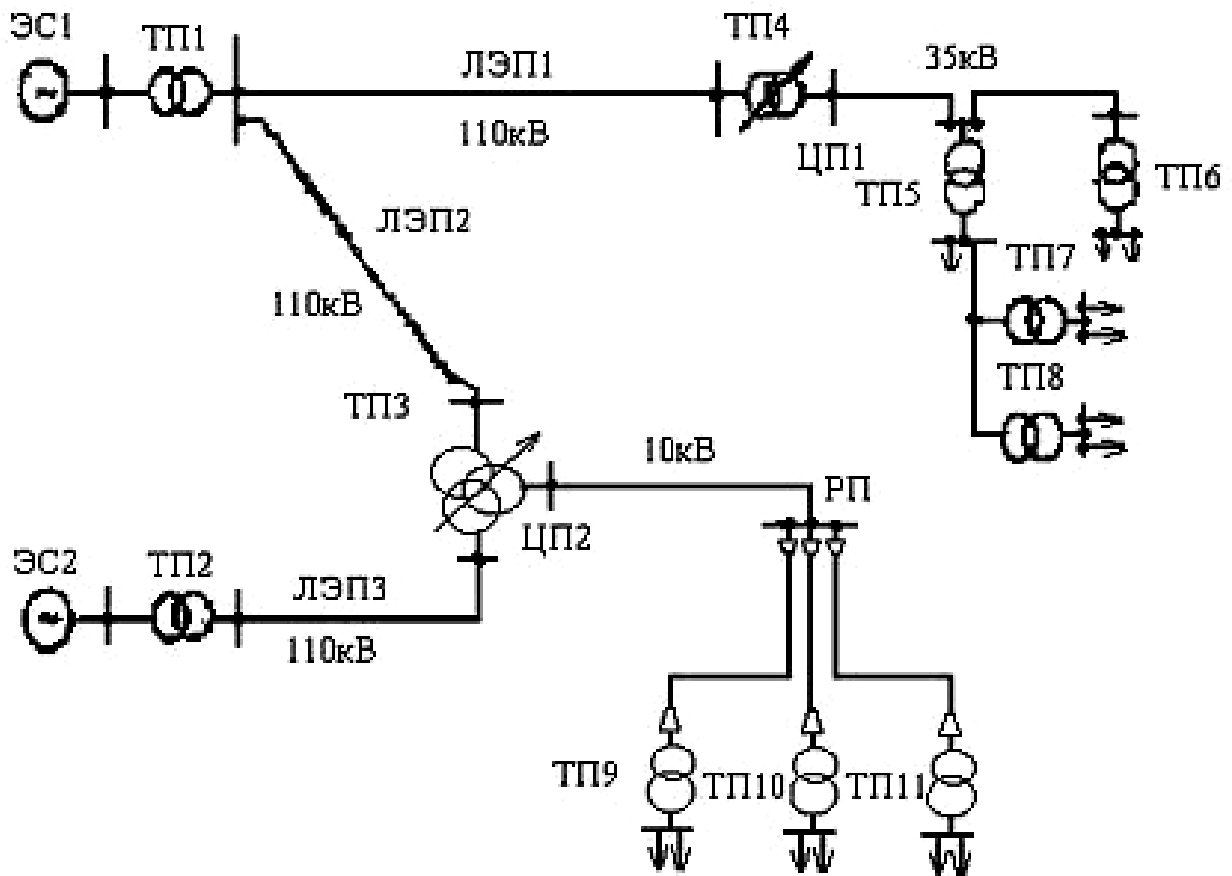


Рис. 13 - Схема електричної мережі

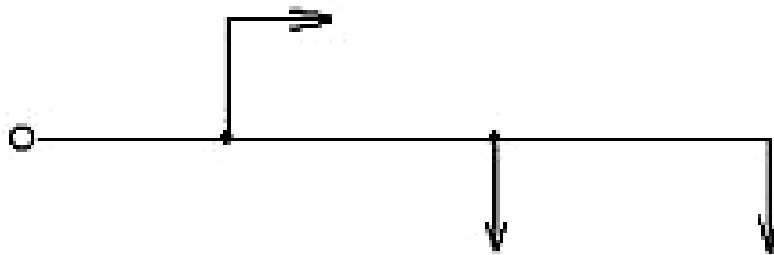


Рис. 14 - Розрахункова схема ділянки електричної енергії

Контрольні питання

1. З чого починаються електромонтажні роботи?
2. Які дроти і кабелі можна прокласти безпосередньо по поверхні стін, стель?
3. Як правильно прокладаються плоскі дроти?
4. Як регламентується виконання відкритої електропроводки?
5. Яким чином можна уберегти проводку від пошкоджень?
6. Як ізолюється проводка від конструкцій, виконаних з будматеріалів, що згорають?
7. Як визначити місце розміщення квартирної щитки з електролічильником?
8. Як виконуються з'єднання електричної проводки?

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Алексеев М.И., Дмитриев В.Д. Городские инженерные сети и коллекторы: Учебник для вузов. - Л.: Стройиздат, 1990 г.-384 с.
2. Бережнов И.А., Герасимова О.М. Методические указания по изучению курса – Харьков: ХИИГХ, 1990 г.- 40 с.
3. Белогуб В.А., Бережнов О.М. Методические указания по самостоятельному изучению курса „ГИС», ХИИКС, 2001 г., 44 с.
4. Бережнов І.О., Шульга Н.О. Улаштування і експлуатація теплових і газових мереж – К: НМКВ, 1992, 124 с.
5. Бережнов І.О. Теплогазопостачання, Навчальн. посібник, - Харків: ХІІМГ, 1994 г.- 140 с.
6. Деркач И.А. Методические указания к комплексному курсовому проекту по ГИС и инженерному оборудованию зданий, ХНАГХ, 2000, 38 с.
7. Лопухин А.А. Источники бесперебойного питания без секретов, - Москва, 2003.
8. Сідак В.С., Дудолад О.С. Новітні технології будівництва та реновації інженерних мереж: Навч.посібник. – Харків: ХНАМГ, 2005. – 356 с.
9. Справочник по эксплуатации систем водоснабжения, канализации и газоснабжения, под редакцией Шифрина С.М., Л. Стройиздат, 1981,174 с.
10. Тихомиров Н.В., Сергеенко Э.С., Теплотехника, тепло-газоснаб-жение и вентиляция, М.Стройиздат, 1991, 282 с.
11. Федоров Н.Ф., Веселов С.Ф. Городские подземные сети и коллекторы: Учебн. для вузов, - М.: Стройиздат, 1972 г.-304 с.

ДОДАТКОВІ ДЖЕРЕЛА

1. ДБН Д. 2.2-17-99 Водопровод и канализация – внутреннее устройство. Госстрой Украины.- К.,2000.
2. ДБН Д. 2.2-22-99 Водопровод – наружные сети.Госстрой Украины.- К., 2000.
3. СНиП 2.04.07-88 Тепловые сети. Госкомстрой.- М., 1989.
4. Государственные строительные нормы Украины ДБН В.2.5-20-2001. Газоснабжение. Инженерное оборудо-вание зданий и сооружений. Госстрой Украины.- К., 2001.
- 5.ДНАОП 0.00-1.20-98. Правила безпеки систем газопостачання України. (ПБСГУ). – К., 1998. - 368с.
6. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. Міністерство охорони здоров'я України: К-2002. 59 с.
7. (ГСНУ) ДБН 360-92** Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений.: К.-2002. 92с.
8. ДСТУ Б А.2.4-1-95 Умовні позначення трубопроводів, –К: Держбуд України 1995 г., - 10 с.
9. ДБН В.2.2-9-99 Громадські будинки та споруди. –К: Держбуд України 1999 г., - 47 с.
10. ДБН 360-92 ** Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений, -К: Госсторой Украины 2002 г., - 90 с.
11. ДБН 360-92* Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень, –К: Держбуд України 1999 г., - 20 с.

ЗМІСТ

	Стор.
Вступ	3
Тема 1. Класифікація міських інженерних мереж. Лекція 1.....	4
1.1. Предмет дисципліни "Міські інженерні мережі".....	4
1.2. Значення інженерних мереж.....	4
1.3. Класифікація міських інженерних мереж.....	5
Тема 2. Водопровідні та каналізаційні мережі. Лекція 2.....	9
2.1. Системи і схеми водопостачання.....	9
2.2. Норми і режим водоспоживання.....	11
2.3. Вимоги до якості води.....	11
2.4. Водозабірні споруди	11
2.5. Насосні станції	12
2.6. Очисні споруди. Лекція 3.....	13
2.7. Зовнішні водопровідні мережі.....	14
2.7.1. Трасування ліній зовнішніх водопровідних мереж.....	14
2.8. Улаштування водопровідних мереж.....	14
2.8.1. Труби і їх з'єднання.....	14
2.8.2. Споруди на водопровідній мережі	23
2.8.3. Ввід в будівлі і споруди.....	24
Тема 2. Каналізаційні мережі. Лекція 4.....	25
2.9. Стічні води і їх класифікація.....	25
2.10 Системи і схеми каналізації.....	25
2.10.1. Системи і схеми внутрішньої каналізації.....	25
2.10.2. Системи і схеми зовнішньої каналізації.....	26
2.11. Перекачування стічних вод.....	27
2.12. Трасування каналізаційних мереж.....	28
2.13. Очищення стічних вод.....	28
2.14. Улаштування каналізаційних мереж.....	30
2.14.1. Каналізаційні труби і колодязі.....	30
2.14.2. Каналізаційні мережеві споруди.....	31
Тема 3. Теплові мережі. Лекція 5.....	33
3.1. Системи і схеми теплопостачання.....	33
3.2. Класифікація систем ТП.....	34
3.3. Теплові пункти. Лекція 6.....	37
3.4. Трасування теплових мереж.....	37
3.5. Вимоги до якості води.....	38
3.6. Улаштування на теплових мережах. Лекція 7.....	40
3.6.1. Труби, їх з'єднання і види прокладки.....	40
3.6.2. Пристрої на теплових мережах.....	41
Тема 4. Газові мережі. Лекція 8.....	44
4.1. Газопостачання міст.....	44
4.2. Системи газопостачання міст.....	45
4.3. Улаштування газових мереж. Лекція 9..	51

4.4. Газова арматура, труби та матеріали газопроводу.....	54
4.5. Неметалеві труби.....	57
4.6. Сполучні деталі (фітинги) поліетиленових труб.....	60
Лекція 10. Тема 5. Електричні мережі.....	64
5.1. Передача і розподіл.....	64
5.2. Захист електромереж	65
5.3. Вузли мережі житлового будинку	66
5.4. Схеми мережі житлового будинку	68
5.5. Улаштування електромережі	69
5.6. Типи конфігурації електричних мереж.....	72
Список джерел.....	76

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

СЛАТОВА Ольга Миколаївна

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

з курсу

«МІСЬКІ ІНЖЕНЕРНІ МЕРЕЖІ»

(для студентів 3 курсу денної та заочної форм навчання
за напрямом підготовки 6.060101 «Будівництво»
спеціальності «Теплогазопостачання і вентиляція»)

Відповідальний за випуск *І. І. Катцов*

За авторською редакцією

Комп'ютерне верстання *Н. В. Зражевська*

План 2009, поз. 65 Л

Підп. до друку 21.03.2012 р.

Формат 60×84/16

Друк на ризографі.

Ум. друк. арк. 4,6

Тираж 50 пр.

Зам. №

Видавець і виготовлювач:

Харківська національна академія міського господарства,
вул. Революції, 12, м. Харків, 61002

Електронна адреса: rektorat@ksame.kharkov.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 4064 від 12.05.2011 р.