

ЛЕКЦІЯ 4

СИСТЕМИ ВОДОВІДВЕДЕННЯ СТІЧНИХ ВОД

План

1. Обладнання і споруди на мережах водовідведення
2. Влаштування мереж водовідведення з врахуванням заходів безпеки
3. Визначення розрахункових витрат стічних вод
4. Трасування та основи проектування каналізаційних мереж
5. Вибір матеріалу труб і спосіб їх з'єднання
6. Безпека праці при експлуатації систем каналізації зовнішньої мережі
7. Каналізаційні насосні станції

Обладнання і споруди на мережах водовідведення

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

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

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

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

Каналізаційна мережа складається з наступних основних елементів:

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

Для прийому та відведення дощових вод улаштовують систему внутрішніх

водостоків.

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

- *Загальносплавна* - це система, при якій всі категорії стічних вод надходять на очисні споруди по одній підземній мережі трубопроводів. Переваги цієї системи - повне знешкодження стічних вод, при цьому якість очищеної суміші стічних вод відповідає необхідним для водойми показникам.

Специфічною особливістю загальносплавної каналізації є наявність ливнеспусків, призначених для розвантаження мережі від великих витрат, що виникають при сильних дощах, безпосередньо у водойму (без очищення), що в санітарному відношенні є одним з недоліків такої системи.

- *Повна роздільна*, при якій прокладають дві самостійні підземні мережі трубопроводів: одна - для відведення побутових та виробничо- побутових стічних вод, а друга - для відведення дощових вод. Перевагами такої системи є рівномірна робота головних колекторів насосних станцій і очисних споруд, які розраховані тільки на витрати побутових і виробничо- побутових стічних вод. Недоліки - необхідність будівництва двох роздільних мереж, скидання дощових вод без очищення у водойми.

- *Напівроздільна*, при якій також, як і при повної роздільної, улаштовуються дві самостійні мережі: одна для побутових і виробничих стоків, інша - для дощових і талих вод. Головні колектори, що відводять стоки на очисні споруди, улаштовуються загальносплавними. Стоки дощової каналізації надходять у них через розподільні камери, які пропускають лише обмежену витрату дощових вод. При його перевищенні відбувається скидання дощових вод у водойму (тільки дощових). Таким чином при такій системі під час дощу у водойму надходить найменша кількість забруднень. У цьому велика перевага напівроздільної системи каналізації.

- *Неповна роздільна* система - має одну водовідвідну мережу для відводу побутових й виробничо-побутових стічних вод. Відвід дощових вод у водойми передбачається по відкритих лотках, кюветах, каналах.

Комбінована система каналізації, яка допускає будівництво в окремих районах міста різних систем каналізації.

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

Влаштування мереж водовідведення з врахуванням заходів безпеки

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

Схеми водовідвідних мереж бувають наступні:

1. *Перпендикулярна* - колектори басейнів каналізування трасують перпендикулярно напрямку руху води у водоймі. Таку схему застосовують при ухилі поверхні землі до водойми й при відводі стічних вод, які не вимагають очищення (дощові, умовно чисті).

2. *Пересічена* - колектори басейнів каналізування трасують перпендикулярно напрямку руху води у водоймі й перехоплюються головним колектором, трасування якого здійснюється паралельно річці. Таку схему застосовують при плавному падінні рельєфу місцевості й необхідності очищення стічних вод.

3. *Паралельна* - колектори басейнів каналізування трасують паралельно або під невеликим ухилом до напрямку руху води у водоймі й перехоплюються головним колектором, що транспортує стічні води до очисних споруд перпендикулярно до напрямку руху води у водоймі. Цю схему застосовують при різкому падінні рельєфу місцевості до водойми. Вона дозволяє уникнути в колекторах підвищення швидкостей руху води, яке сприяє руйнуванню трубопроводів.

4. *Зонна схема* - територія, що каналізується, розбивається на дві зони: з верхньої стічні води надходять до очисних споруд самопливом, а з нижньої вони перекачуються насосною станцією. Кожна зона має схему, аналогічну однієї з наведених вище.

5. *Радіальна* - очищення стічних вод здійснюється на двох або більше очисних станціях. Дану схему застосовують при складному рельєфі місцевості й каналізуванні великих міст.

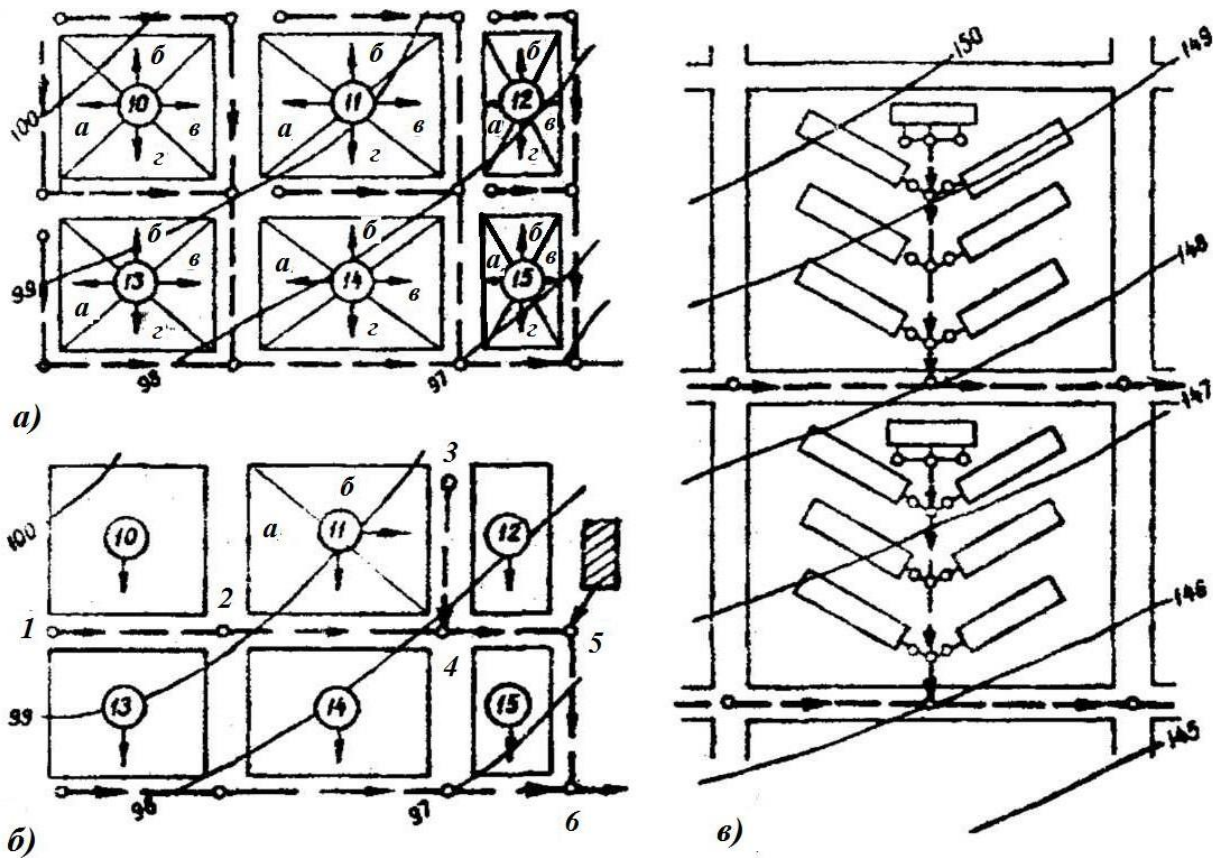
Трасування вуличних каналізаційних мереж може бути здійснене за трьома основними схемами (рис. 3.1):

- Охоплююча схема трасування - вуличні мережі прокладають по проїзній, частині, що охоплює кожний квартал з всіх чотирьох сторін (рис. 3.1, а). Цю схему застосовують при плоскому рельєфі місцевості (ухил до 0.005-0.007) та великих розмірах кварталів.

- Трасування по зниженій стороні кварталу - вуличні мережі прокладають лише зі знижених сторін кварталів, що обслуговуються. Цю схему використовують при значному падінні місцевості з падінням поверхні рівня землі до однієї або двох границь кварталу (ухил поверхні землі більше 0.008-0.01), (рис. 3.1, б).

- Через квартална схема трасування - вуличні мережі прокладають у

середині кварталів - від вище розташованих до нижче розташованих. Дана схема дозволяє значно скоротити довжину мереж і вартість їх будівництва, але створює труднощі в експлуатації (рис. 3.1, в).



а) за охоплюючою схемою; б) трасування по зниженій стороні кварталу;
 в) через квартальна;
 а, б, в, г - сектори кварталів; 1 - б - вузлові колодязі; 10 - 15 - номери кварталів

Рисунок 3.1 - Схеми трасування каналізаційних мере

Визначення розрахункових витрат стічних вод

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

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

При розрахунку водовідвідних споруд виходять з середніх і максимальних добових, годинних і секундних витрат. Величина цих витрат

являє собою суму розрахункових витрат від населення, побутових стічних вод від промислових підприємств, душових та виробничих стічних вод.

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

$$Q^{\text{поб.}}_{\text{сер.доб}} = n N/1000, \text{ м}^3 / \text{доб.}, \quad (3.1)$$

де n - питома середньодобова (за рік) водовідведення на одного мешканця, л/доб;

N – кількість мешканців, чол.

Розрахункові витрати стічних вод роздільної системи каналізації. При проектуванні господарсько-побутової системи каналізації населених пунктів середньодобове (за рік) водовідведення стічних вод від житлової забудови слід приймати таким, що дорівнює середньодобовому водоспоживанню (без урахування витрати води з системи водопостачання на миття-поливання міських територій) за реальними даними, а за відсутності цих даних допускається визначати за кількістю жителів з урахуванням ступеня благоустрою житлових будинків згідно з таблицею 3.1.

Таблиця 3.1 - Питома середньодобова (за рік) норма водовідведення

Ступінь благоустрою житлової забудови	Питома середньодобова (за рік) норма водовідведення, л/добу на одного жителя
Житлова забудова, обладнана внутрішнім водопроводом і каналізацією:	
- без ванн	100-135
- з ваннами та місцевими водонагрівачами	150 – 230
- з централізованим гарячим водопостачанням	230 - 285

Примітка 1. Середньодобову норму водовідведення в межах, зазначених в таблиці 1, визначають залежно від архітектурно-будівельного кліматичного району (згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27), поверховості будинків, прийнятого обладнання, місцевих умов тощо. Наведені в таблиці 1 середньодобові норми водовідведення можна зменшувати, а у містах - курортах і в містах з населенням понад 250 тис. жителів збільшувати, якщо це передбачено у чинному генеральному плані цього населеного пункту.

Примітка 2. Питоме водовідведення в неканалізованих районах населених пунктів можна приймати від 25 л/добу до 50 л/добу на одного жителя (з урахуванням роботи зливних станцій).

Примітка 3. Невраховані витрати приймаються у відсотках від всього об'єму стічних вод на першу чергу будівництва: в малих і середніх містах - 5 %; у великих і значних - 7 %, у найзначніших - 10 %; на розрахунковий строк: у малих і середніх містах - 10 %, у великих і значних - 15 %, у найзначніших - 20 %.

Примітка 4. Градація міст із визначенням кількості жителів в них прийнята згідно з ДБН 360: великі міста - понад 250 тис. жителів до 500 тис. жителів, значні - понад 500 тис. жителів до 1000 тис. жителів, найзначніші - понад 1000 тис. жителів. У групу малих міст включено селища міського типу з кількістю жителів від понад 5 тис. жителів до 10 тис. жителів, кількість населення у малих і середніх містах - від понад 10 тис. жителів до 250 тис. жителів.

Визначення розрахункової витрати стічних вод від окремих житлових і громадських будинків (у разі необхідності обліку зосереджених витрат) слід виконувати згідно з ДБН В.2.5-75:2013.

Розрахункові максимальні (мінімальні) добові витрати стічних вод, м³/добу, від житлової забудови потрібно визначати як суму середньодобових (за рік) витрат стічних вод з урахуванням коефіцієнтів добової нерівномірності, що приймаються відповідно до ДБН В.2.5-75:2013.

Середньодобові і максимальнодобові витрати, м³/добу, стічних вод промислових підприємств, підключених до господарсько-побутової системи каналізації населеного пункту, слід приймати за конкретними або проектними даними по кожному окремому підприємству, отриманими від його власника або генпроектувальника. Водовідведення з резервних територій за відсутності конкретних даних допускається враховувати за аналогами (з урахуванням галузі, для якої передбачено їх використання, та їх площі).

Розрахункову середньодобову витрату стічних вод, м³/добу, у населеному пункті потрібно розраховувати як суму витрат від житлової забудови і від підключених підприємств. Розрахункову максимальнодобову витрату стічних вод, м³/добу, у населеному пункті потрібно визначати як суму максимальних витрат від житлової забудови і від підключених підприємств.

Розрахункові максимальні та мінімальні витрати стічних вод, л/с, рекомендується визначати за коефіцієнтами добової та годинної нерівномірності, а за їх відсутності допускається орієнтовно розраховувати за середньодобовими (за рік) витратами стічних вод, переведеними в л/с, та загальними коефіцієнтами нерівномірності, наведеними у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 - Загальні коефіцієнти нерівномірності припливу стічних вод у населених пунктах

Загальний коефіцієнт нерівномірності припливу стічних вод	Середня витрата стічних вод, л/с								
	5	10	20	50	100	300	500	1000	5000 і більше
Максимальний $K_{gen,max}$	2,5	2,1	1,9	1,7	1,6	1,55	1,5	1,47	1,44
Мінімальний $K_{gen,min}$	0,38	0,45	0,5	0,55	0,59	0,62	0,66	0,69	0,71

Примітка 1. Загальні коефіцієнти нерівномірності припливу стічних вод, наведені в таблиці 1.3, приймаються при кількості виробничих стічних вод, що не перевищує 45 % загальної витрати. При кількості виробничих стічних вод понад 45 % загальні коефіцієнти нерівномірності визначаються з урахуванням нерівномірності відведення господарсько-побутових і виробничих стічних вод за годинами доби згідно з даними фактичного припливу стічних вод або даними експлуатації аналогічних об'єктів.

Примітка 2. При середніх витратах стічних вод від житлових будівель менше ніж 5 л/с розрахункові витрати визначаються згідно з ДБН В.2.5-75:2013.

Примітка 3. При проміжних значеннях середньої витрати стічних вод загальні коефіцієнти нерівномірності визначаються інтерполяцією.

Розрахункові витрати стічних вод промислових підприємств, л/с, слід визначати: - для зовнішніх колекторів підприємства, що приймають стічні води від цехів, - за максимальними годинними витратами; - для загальнозаводських і позамайданчикових колекторів підприємства - за суміщеним годинним графіком; - для позамайданчикового колектора групи підприємств - за суміщеним годинним графіком з урахуванням часу протікання стічних вод по колектору.

Канали, самопливні та напірні трубопроводи господарсько-побутових і виробничих стічних вод рекомендується перевіряти на пропуск сумарної розрахункової максимальної витрати та додаткового припливу поверхневих і ґрунтових вод у періоди дощів і сніготанення, що неорганізовано надходять у самопливні мережі каналізації через нещільності люків колодязів і за рахунок інфільтрації ґрунтових вод.

Величину додаткового припливу q_{ad} , л/с, слід визначати на основі спеціальних вишукувань або даних експлуатації аналогічних об'єктів, а за їх відсутності допускається визначати за формулою:

$$q_{ad} = 0,15L \sqrt{m_d} \quad (3.2)$$

де L - загальна розрахункова довжина трубопроводів, км;

m_d - величина максимальної добової кількості опадів, мм, визначена за даними обласних центрів чи інших установ з гідрометеорології (орієнтовні дані наведені у ДБН В.2.5-75:2013 додатку А).

Перевірочний розрахунок самопливних трубопроводів і каналів з поперечним перерізом будь-якої форми на пропуск збільшеної витрати повинен здійснюватися при наповненні з максимальною пропускною здатністю.

Розрахункові витрати для мереж і споруд при перекачуванні стічних вод насосами слід приймати такими, що дорівнюють розрахунковій продуктивності насосних установок (з урахуванням роботи регулюючих резервуарів, якщо вони передбачені).

Дані для розрахунку дощової каналізації наведено ДБН В.2.5-75:2013 (додаток А). Загальний об'єм, m^3 , дощових і талих вод, що стікають у дощову каналізацію з території водозбірних басейнів за теплий і холодний період року, можна визначати за ДСТУ 3013.

Трасування та основи проектування каналізаційних мереж

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

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

Основні правила проектування каналізаційних мереж:

1. Трубопроводи водовідведення потрібно укладати прямолінійно. У місцях приєднань, а також зміни напрямку, ухилів і діаметрів слід передбачати влаштування колодязів.

2. Кут повороту потоку стічних вод у плані повинен бути не більше 90°. При необхідності більшого кута повороту слід передбачати в поворотному колодязі перепад.

3. Розрахункова швидкість потоку за течією не повинна падати, а повинна зростати при збільшенні витрат.

4. Розрахункова швидкість у бічному приєднанні не повинна перевищувати швидкість в основному трубопроводі.

Відступ від правил 3 і 4 приводить до замулювання трубопроводу. При проектуванні каналізаційної мережі вирішують основне завдання гідравлічного розрахунку - визначення розрахункової витрати стічних вод q , л/с діаметра труби d , мм, швидкості V , м/с, наповнення h/d , ухилу колектора і з урахуванням ухилу місцевості уздовж траси колектора.

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

Самопливний режим течії з частковим наповненням перерізу трубопроводів дозволяє:

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

Для запобігання замулювання колекторів приймають мінімальні самоочищуючі швидкості руху стічних вод залежно від їх діаметра за таблицею 3.3. Максимально припустиме значення h/d для труб виробничо-побутової мережі різного діаметра також обмежено значеннями, які надані в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3-Допустимі параметри самопливного руху стічних вод

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

При проектуванні також необхідно дотримуватися так званого «правила швидкостей» - швидкість на наступній ділянці повинна бути більша, або в крайньому випадку, рівна попередній, тобто повинна постійно збільшуватися.

Вибір матеріалу труб і спосіб їх з'єднання

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

Викладеним вимогам задовольняють керамічні, азбестоцементні, бетонні, залізобетонні, чавунні та пластмасові труби. Вибір матеріалу труб для влаштування мереж водовідведення залежить від глибини їх закладання, самопливного або напірного руху стічних вод, складу стічних і ґрунтових вод, характеру ґрунтів.

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

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

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

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

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

Труби керамічні каналізаційні для влаштування безнапірних мереж випускають діаметром 150-300 мм, L= 900-1500мм, з'єднання розтрубне. Переваги: водонепроникність, гладкість стін (покриття глазур'ю), висока опірність агресивним впливам ґрунтових і стічних вод, надійність розтрубних

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

Азбестоцементні труби (безнапірні) виготовляються діаметром 100-400 мм, довжина до 4 м, з'єднання за допомогою муфт із ущільненням гумовими кільцями. Переваги: водонепроникність, гладка поверхня, висока опірність агресивному середовищу, більша довжина. Недолік - крихкість, що перешкоджає їхньому транспортуванню.

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

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

Пластмасові труби. Для виробництва пластмасових труб найбільше використовують полівінілхлорид, поліетилен й інші термопластики. Переваги: стійкість до агресивного середовища, до високих температур (до 45°C), стійкість до механічних ударів і довговічність - до 50 років. Діаметри труб до 2400 мм, довжина до 12,5 м. Але вартість дуже велика. Чавунні напірні й безнапірні труби - з'єднання розтрубне, діаметр 50-400 мм. Недоліки: недостатній опір динамічним навантаженням, піддаються корозії, тому на чавунні труби обов'язково наносять антикорозійне покриття.

Сталеві напірні трубопроводи діаметром 100-600 мм. З'єднання здійснюється зварюванням, довжина до 24 м. Використовують при значному внутрішньому тиску, укладанні труб у сейсмічних районах по мостах, естакадах, для прокладки дюкерів, переходів під залізницями і автодорогами, тобто там, де потрібний великий опір динамічним навантаженням і стискальним зусиллям. Недоліки - піддаються корозії, що зменшує термін служби трубопроводів.

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

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

Штучна основа під труби потрібна при прокладанні в слабких сухих ґрунтах, водоносних ґрунтах із дрібного піску, глинистих ґрунтах, що

володіють великою неоднорідністю, водо насичених суглинках, болотистих і торф'яних ґрунтах.

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

Залізобетонні труби більших діаметрів рекомендується укладати на основу, виконану зі збірного залізобетону. У скельних ґрунтах труби укладаються на піщану подушку товщиною не менше 10 см.

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

Захисна ізоляція внутрішніх і зовнішніх поверхонь труб може бути жорсткою або пластичною. Найбільш надійною та довговічною є бітумна-гумова й полімерна липка стрічка, що навивається на поверхню труби.

Залежно від складу ґрунтових і стічних вод, труби укладають без ізоляції або вибирають той або інший тип ізоляції. Глибина закладання каналізаційних мереж. Глибину закладання каналізаційної мережі розраховують від поверхні ґрунту до лотка трубопроводу. Мінімальну глибину закладення трубопроводу визначають, виходячи з необхідності:

- виключення промерзання труб;
- виключення руйнування труб під дією зовнішніх навантажень; забезпечення приєднання до трубопроводу внутрішньо квартальних мереж і бічних гілок;
- перетинання з водопроводом.

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

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

$$H^{\text{вод}} = H_{\text{пром}} + 0,5. \quad (3.3)$$

де $H_{\text{пром}}$ - глибина промерзання ґрунту, м.

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

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

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

Для внутрішньої квартальної мережі найменшу глибину закладання визначають за формулою

$$H = H_{\text{пром}} - (0,3-0,5) > (0,7 + d), \text{ м}, \quad (3.4)$$

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

Безпека праці при експлуатації систем каналізації зовнішньої мережі

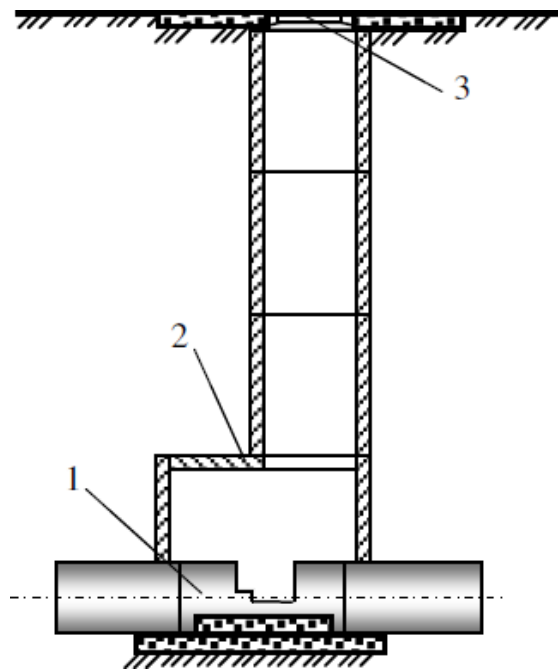
Для спостереження за станом і роботою мережі, а також для регулювання потоку стічної води влаштовують оглядові колодязі: лінійні, поворотні (рис.3.2), з'єднувальні, контрольні і промивні.

Під час виконання робіт на мережах слід враховувати можливі специфічні небезпечні і шкідливі виробничі чинники:

- загазованість колодязів, камер, колекторів отруйними і пожежо-вибухонебезпечними газами, що може призвести до отруєння, вибуху або опіків працівників;

- небезпеку падіння предметів у колодязі (камери) під час спуску до них працівників, ударів під час відкриття і закритті кришок люків;

- падіння різних предметів у відкриті люки на тих, хто працює в колодязях;



1 - труба колектора; 2 – плита; 3 – люк з кришкою

Рисунок 3.2 – Схема поворотного колодязя

- небезпека дії потоків води на тих, хто працює у колодязях, камерах і колекторах;
- небезпеку наїзду транспортних засобів під час роботи на проїжджій частині вулиць;
- небезпеку обвалів ґрунту під час виконання земляних робіт;
- біологічну небезпеку під час контакту з стічною водою;
- підвищену вологість повітряного середовища під час роботи у колодязях і колекторах.

Бригади, які виконують роботи у колодязях, камерах і колекторах, повинні мати такі допоміжні і захисні засоби:

- запобіжні пояси з мотузкою, довжина яких повинна бути не менше, як на 2м більше глибини колодязя (камери);
- мати спецодяг і спецвзуття;
- захисні каски та жилети оранжевого кольору при роботі на проїжджій частині вулиць;
- газоаналізатор;

- ізолюючі протигази зі шлангом довжиною на 2 м більше глибини колодязя (камери), але загальна довжина шлангу не повинна перевищувати 12м (для роботи у каналізаційних колекторах слід застосовувати кисневі ізолюючі протигази, заміна кисневих ізолюючих протигазів на фільтруючі забороняється);
- шлангові протигази з механічними чи ручними повітродувками або ізолюючі для глибоких (більше 10м) підземних споруд;
- акумуляторні ліхтарі напругою 12 В;
- вентилятори у вибухонебезпечному виконанні;
- огорожі та переносні знаки безпеки;
- гачки або ломы для відкриття люків колодязів і камер;
- штанги-виделки для відкриття засувки у колодязях;
- штанги для перевірки міцності ходових скоб;
- переносні драбини.

Для *зовнішнього огляду* каналізаційної мережі робоча бригада повинна складатися із двох чоловік - бригадира й підсобного робітника (без опускання в колодязі). Бригада проходить по трасі мережі і оглядає всі колодязі, відкриваючи кришки їх люків. При зовнішньому огляді фіксуються несправності на мережах, визначають наявність геодезичних знаків, відмічають випадки попадання в мережу стічних вод, які містять кислоти, бензин, нафтопродукти, які не підлягають впуску в систему побутової каналізації.

Для *технічного огляду* каналізаційної мережі, пов'язаного зі спуском у колодязі, бригада повинна складатися із трьох чоловік. Огляд камер і спеціальних колодязів (наприклад, на дюкерах та ін.) повинен виконуватися бригадою із чотирьох чоловік. Профілактичне прочищення каналізаційної мережі здійснюється бригадою з п'яти і більше людей. Склад бригади залежить від діаметра трубопроводів і інтенсивності вуличного руху.

Під час виконання робіт, пов'язаних із опусканням у колодязі, камери і резервуари, обов'язки членів бригади розподіляються таким чином: один із членів бригади виконує роботи у колодязі, камері, резервуарі; другий за допомогою мотузки підстраховує працюючого у колодязі; третій - спостерігає за працюючим у колодязі, та надає допомогу у передачі йому потрібних інструментів і матеріалів. Забороняється відволікати увагу спостерігача для виконання інших робіт, доки працюючий у колодязі (камері) не вийде на поверхню .

Тривалість роботи у підземній споруді з протигазом без перерви дозволяється не більше 10 хв. У разі необхідності проведення робіт у колодязях

(камерах) більше двох осіб перекриття підземних споруд повинні демонтуватись (тимчасово зніматися).

Перед початком виконання робіт у колодязях, камерах і колекторах бригада зобов'язана:

- під час проведення робіт на проїжджій частині вулиць огородити місце виконання робіт згідно схеми огороження місця виконання робіт; передбачити постійний приплив повітря у підземну споруду, а при виявленні газу у колодязі або камері слід вжити заходів для його видалення шляхом природного або примусового провітрювання;

- перевірити наявність і міцність скоб або драбин перед опусканням у колодязь(камеру).

Під час виявлення газу у колодязі або камері слід вжити заходів для його вилучення шляхом природного або примусового провітрювання (рис. 3.3). Водопровідний колодязь може бути звільнений від газу шляхом заповнення його водою із пожежного гідранта. Забороняється вилучення газу випалюванням.

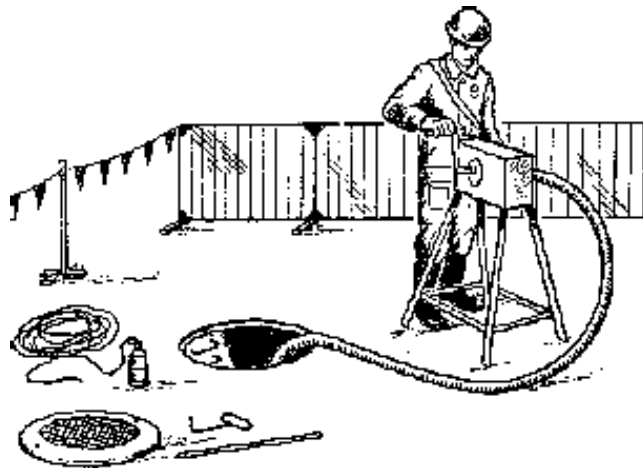


Рисунок 3.3 - Вентилювання колодязя

Перед спуском у колодязь (камеру) варто перевірити наявність та цілісність ходових скоб і надійність їхнього кріплення. При необхідності застосовують дерев'яні або алюмінієві драбини. Використовувати драбини та інструмент із чорного металу забороняється тому, що при роботі в загазованому середовищі при ударах об стінку колодязя або арматуру і труби можливе утворення іскри, що може призвести до вибуху навколишнього газоповітряного

середовища. При нагальній необхідності виконання аварійно-відновлюваних робіт у випадку відсутності інструмента, що не утворює іскор, дозволяється застосовувати звичайний інструмент, змащений солідолом.

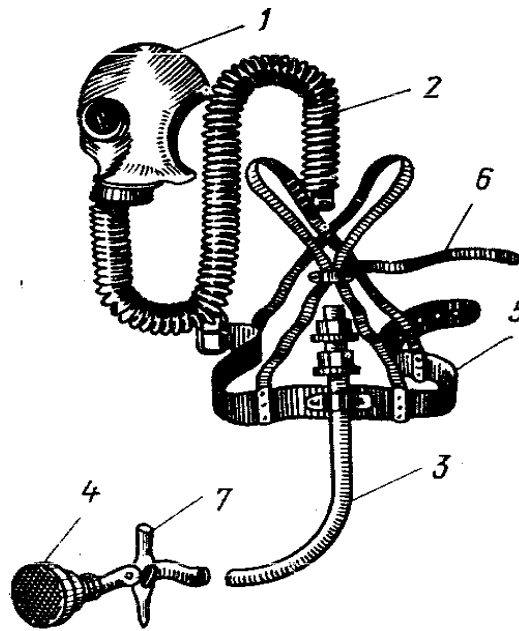
У загазованих колодязях забороняється працювати у взутті, підбитому сталевими цвяхами або підківками. На таке взуття треба взувати калоші. Опуститися в загазований колодезь можна, тільки одягнувши захисний пояс та ізолюючий протигаз із відкидним шлангом (ПТТТ-1), що виходить на поверхню землі вбік від люка з підвітряної сторони (рис. 3.4).



Рисунок 3.4 - Спуск у загазований колодезь

При веденні аварійно-відновлюваних робіт у колодязях забороняється використовувати фільтруючі протигази, тому що в повітрі може бути менше кисню, ніж потрібно для нормального дихання. На практиці використовуються шлангові протигази ПТТТ-1 (рис. 3.5), або протигази з механічним нагнітанням повітря ПШ-2. Забороняється також курити, запалювати сірники, проводити роботи, пов'язані з утворенням іскор, а також використовувати відкритий вогонь в робочій зоні над колодезем.

Роботи у прохідному каналізаційному колекторі можна проводити тільки після попередньої підготовки, що гарантує цілковиту безпеку робіт. Для цього за 6 - 8 год. до початку роботи канал звільняють від стічної води, відкривають люки оглядових колодязів для провітрювання каналу, встановлюють у колодязях решітки, організують пости чергування.



1 – шолом-маска; 2 - з'єднувальні м'які гофровані трубки; 3 - гофрований шланг; 4 – фільтруюча коробка; 5 – пояс із наплічними лямками; 6 – страхувальна (сигнальна) мотузка; 7 - кріпильний стержень

Рисунок 3.5 - Комплект шлангового протигаза ППШ-1

Роботи у прохідному каналізаційному колекторі здійснюються бригадою у кількості не менше 7-ми чоловік. Бригада ділиться на дві групи. Перша група у складі не менше 3 чоловік виконує роботи у колекторі, друга - перебуває на поверхні і забезпечує страхування та надання допомоги групі, яка перебуває у колекторі.

Роботи у камерах здійснюються бригадою у кількості не менше 4-х чоловік. Керівництво роботами груп повинне здійснюватись інженерно - технічними працівниками. Між групами має бути забезпечений постійний радіотелефонний зв'язок.

Профілактичне очищення каналізаційної мережі проводить бригада в складі бригадира та 3-5 робітників залежно від діаметру трубопроводів, інтенсивності руху транспорту і застосовуваних засобах безпеки і пристосувань. Періодичність, очищення мереж визначається річним планом, складеним із врахуванням розмірів, режиму роботи і технічного стану трубопроводів. Очищення мереж може здійснюватись саморухомих снарядами за рахунок підпору води (гідромеханічний спосіб), примусовим протягуванням снарядів (механічний спосіб) і струменями води, що подається

під високим тиском (гідродинамічний спосіб). При гідромеханічному й механічному способах прочищення мереж використовують лебідки.

При застосуванні гідродинамічного способу прочищення перевіряють стан шлангів високого тиску. Ділянки з механічними пошкодженнями видаляють, а з'єднання виконують за допомогою спеціальних штуцерів. Тиск води, що подається в шланги, підвищують плавно, при поступовому збільшенні частоти обертання двигуна. Працювати при тиску, що перевищує встановлені для даного типу обладнання норми, не дозволяється.

Закупорки забрудненнями в мережах усуває аварійна бригада, яка складається з 4 -х працівників. Бригада забезпечується сталістим дротом, гнучким валом огороженнями і попереджувальними знаками. При прочищенні закупорок, на ділянках мережі з більшим підпором для запобігання швидкого заповнення колодязя, у якому перебувають робітники, необхідно встановити корок у вище розміщеному колодязі.

Під час застосування спеціальних машин для прочищення каналізаційних мереж слід виконувати вимоги інструкції по експлуатації цих машин, а також «Правила охорони праці на автомобільному транспорті» (ДНАОП 0.00-1.28.97).

Виконання земляних робіт у котлованах і траншеях з ухилами, які піддавались зволоженню, дозволяється тільки після ретельного огляду керівником робіт стану ґрунту ухилів і завалів нестійкого ґрунту у місцях, де виявлені «козирки» або тріщини (відшарування). Глибина траншей і котлованів з вертикальними стінками без кріплень повинна відповідати вимогам «Техніка безпеки в будівництві».

Каналізаційні насосні станції

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

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

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

- районними, які перекачують стічні води від окремих районів території каналізування з нижче укладених колекторів у вище укладені;

- головними, які перекачують стічну рідину, яка відводиться із усієї території каналізування, на очисні споруди

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

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

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

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

Каналізаційні насосні станції класифікують:

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

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

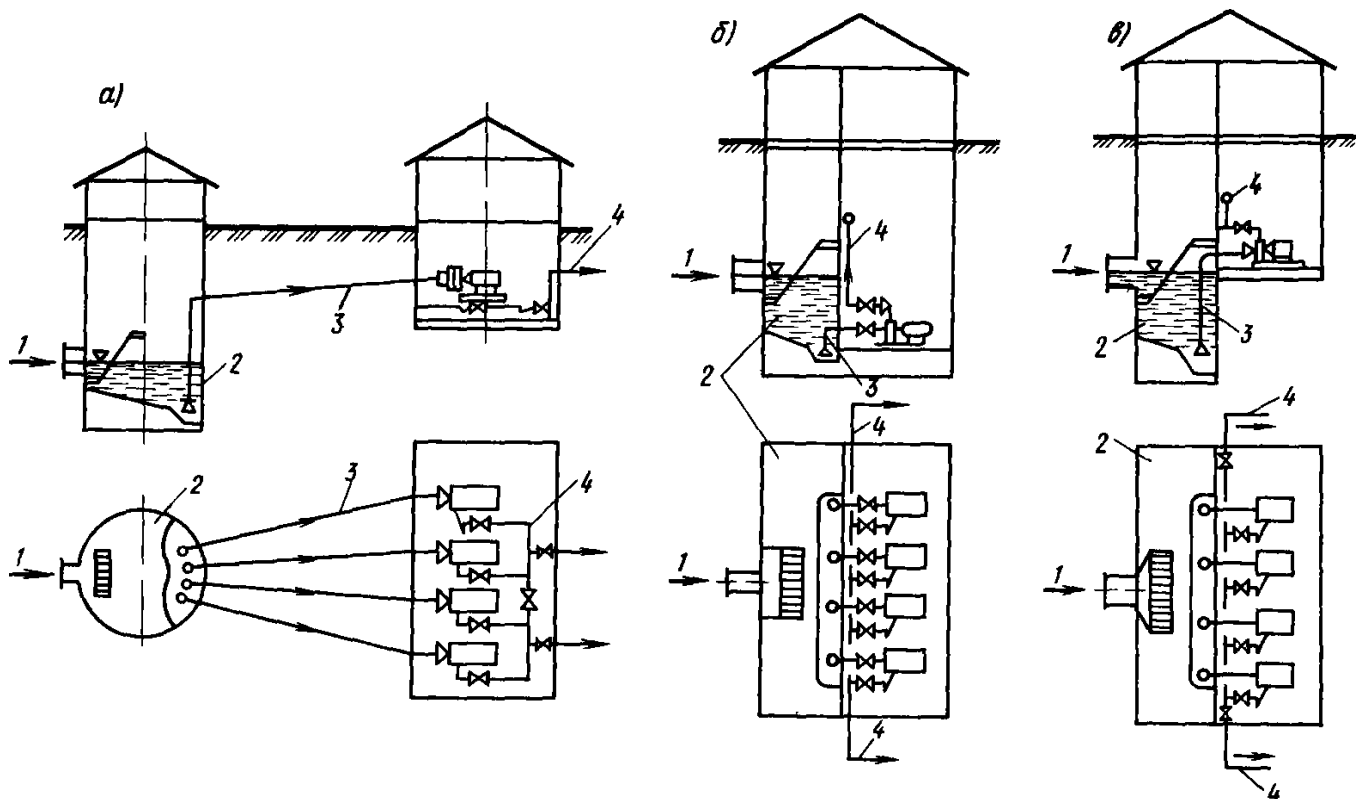
- залежно від типів встановлених насосних агрегатів - станція з горизонтальними, вертикальними або осьовими насосами;

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

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

За гідрогеологічними умовами місце розташування насосної станції повинно бути найбільш сприятливим для проведення будівельних робіт (щільні

грунти, низький рівень підземних вод тощо). Однак практично виконати цю вимогу важко.



а - роздільна; б - суміщеного типу; в - суміщеного типу на скельних ґрунтах; 1 - підвідний колектор; 2 - прийомний резервуар; 3 - всмоктувальні трубопроводи; 4 – напірні трубопроводи

Рисунок 3.9 - Схеми каналізаційних насосних станцій

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

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

щоб позначка порога входу була не менш чим на 0,5 м вище розрахункового максимального горизонту паводкових вод.

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

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

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

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

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

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

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

Схему насосної станції, наведену на рис. 3.9 в, рекомендується

застосовувати при будівництві в скельних ґрунтах. Для зменшення заглиблення резервуара решітки розташовують в окремому приміщенні. Прийомний резервуар виконують у вигляді каналу для розміщення всмоктувальних труб. У слабких ґрунтах цю схему застосувати не можна, тому що розташування плит підлоги машинного залу на порушеному ґрунті може привести до нерівномірного осідання, появи тріщин і порушення гідроізоляції.

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

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

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

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

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

В приміщеннях решіток і приймального резервуара насосних станцій водовідведення вентиляція повинна забезпечувати не менше ніж 12-кратний обмін повітря в 1 годину. Подачу свіжого повітря передбачають у верхню зону

приміщення. За наявності на підвідному колекторі приймальної камери повинна бути забезпечена її вентиляція з 5-кратним обміном повітря.

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

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

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

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

Перед входом в приміщення автоматизованих насосних станцій, приміщення решіток і приймальних резервуарів необхідно не менше ніж на 10 хвилин включити вентиляцію для провітрювання приміщень. Система вентиляції повинна працювати безперервно в період знаходження в приміщеннях обслуговуючого персоналу.

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

Підлоги приміщень решіток слід щодня мити чистою водою. При

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

При очищенні решіток вручну необхідно використовувати граблі. Знімати покидьки з грабелів руками забороняється. Механічні граблі можна очищати від ганчірок тільки після їх зупинки. Роботу слід проводити в захисних рукавичках. Обслуговування агрегатів і устаткування з елементами, що обертаються, повинне

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

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