

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

Факультет пожежної безпеки

Кафедра пожежної профілактики в населених пунктах

ІНЖЕНЕРНІ МЕРЕЖІ ТА КОМУНІКАЦІЇ

Частина II

ВОДОВІДВЕДЕННЯ

Текст лекцій

Харків 2019

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

Факультет пожежної безпеки

Кафедра пожежної профілактики в населених пунктах

**ІНЖЕНЕРНІ МЕРЕЖІ
ТА КОМУНІКАЦІЇ
Частина II
ВОДОВІДВЕДЕННЯ**

Текст лекцій

Харків 2019

Рекомендовано до друку вченою радою
факультету пожежної безпеки
(протокол від 18.11.2019 року № 3)

Укладачі: С. А. Горносталь, О. А. Петухова, І. Б. Федюк, О. Л. Олійник

Рецензенти: кандидат технічних наук, доцент **Рябова І.Б.**, професор кафедри інтегрованих технологій, процесів та апаратів Національного технічного університету «ХПІ»;
кандидат технічних наук, доцент **Уваров Ю.В.**, начальник науково-методичного центру навчальних закладів ДСНС України.

Інженерні мережі та комунікації. Частина II. Водовідведення:
текст лекцій / Укладачі: С. А. Горносталь, О. А. Петухова, І. Б. Федюк,
О. Л. Олійник. – Х.: НУЦЗУ, 2019. – 44 с.

Текст лекцій складається з теоретичних відомостей, необхідних довідникових даних та списку літератури. Текст лекцій призначений для здобувачів вищої освіти, що навчаються на першому (бакалаврському) рівні в галузі знань 263 «Цивільна безпека».

Зміст

Лекція 1. Основна характеристика стічних вод	4
1.1 Види стічних вод	4
1.2 Класифікація систем та схем водовідведення	6
1.3 Схеми водовідведення населених пунктів	10
1.4 Основи проектування водовідвідних систем	11
Контрольні питання	12
Лекція 2. Розрахунок витрат стічних вод водовідвідних мереж	12
2.1 Норми водовідведення. Визначення розрахункових витрат	12
2.2 Визначення витрат побутових стічних вод	14
2.3 Витрата стічних вод від промислових підприємств	15
Контрольні питання	17
Лекція 3. Основи розрахунку водовідвідних мереж	17
3.1 Режим роботи водовідвідних мереж	17
3.2 Гідравлічний розрахунок самопливних мереж	18
3.3 Розрахунок напірних трубопроводів	20
Контрольні питання	21
Лекція 4. Загальні методи та схеми очищення стічних вод	22
4.1 Склад стічних вод	22
4.2 Методи очищення стічних вод і обробки осаду	24
4.3 Біологічні методи очистки стічних вод	25
4.4 Схеми очисних станцій	28
Контрольні питання	28
Лекція 5. Попередження виникнення надзвичайних ситуацій при експлуатації системи водовідведення	29
5.1 Організація експлуатації мереж водовідведення	29
5.2 Умови безпечної експлуатації водовідвідних мереж	30
5.3 Стійкість систем водовідведення	33
Контрольні питання	35
Лекція 6. Особливості влаштування системи внутрішнього водовідведення	36
6.1 Класифікація систем внутрішнього водовідведення	36
6.2 Каналізаційні розтрубні трубопроводи. Матеріал труб	41
ЛІТЕРАТУРА	44

ЛЕКЦІЯ 1. ОСНОВНА ХАРАКТЕРИСТИКА СТІЧНИХ ВОД

План лекції:

- 1.1. Види стічних вод
- 1.2. Класифікація систем та схем водовідведення
- 1.3. Схеми водовідведення населених пунктів
- 1.4. Основи проектування і розрахунку водовідвідних систем

1.1 Види стічних вод

Водовідведення (каналізація) – комплекс обладнання, мереж і споруд, призначений для організованого прийому і видалення по трубопроводах за межі населених пунктів або промислових підприємств забруднених стічних вод, а також їхнього очищення, знешкодження перед утилізацією або скиданням у водойму.

Об'єктами водовідведення (каналізації) є будівлі житлового, суспільного, виробничого, службового і спеціального призначення, обладнані внутрішнім водопроводом і каналізацією, а також міста, що знов будуються, існуючі і такі, що реконструюються, селища міського типа, сільські і дачні селища, курорти, промислові підприємства, комбінати і промислові райони.

Внутрішня каналізація служить для прийому стічних вод в місцях їх виникнення і для відведення за межі будівлі в зовнішню каналізаційну мережу.

Зовнішня каналізація призначена для транспортування стічних вод за межі населених пунктів або промислових підприємств на очисні споруди, які служать для знешкодження стічних вод, випуску очищених вод у водоймище без порушення його природного стану і обробки осаду в цілях подальшої його утилізації.

Стічними водами називаються води, які були використані в побуті, на виробничі або інші потреби і забруднені при цьому додатковими домішками, що змінили їх первинний хімічний склад і фізичні властивості, а також води, що стікають з території населених пунктів і промислових підприємств в результаті випадіння атмосферних опадів або поливання вулиць.

Об'єм стічних вод, віднесений до одиниці часу, називають **витратою**, що виражається в $\text{м}^3/\text{доб}$, $\text{м}^3/\text{ч}$, $\text{м}^3/\text{с}$, л/с. Максимальна витрата побутових вод з 1 га житлової забудови міста залежно від щільності населення коливається від 0,5 до 2 л/с, або 10 000-25000 $\text{м}^3/\text{год}$.

Залежно від кількості домішок, що містяться, виробничі стічні води підрозділяють на забруднені (брудні) і незабруднені. Забруднені стічні води перед випуском у водоймище піддають очищенню (звільняють від домішок), незабруднені випускають у водоймище без обробки або повторно використовують у виробництві.

Залежно від походження, вигляду і якісної характеристики домішок стічні води підрозділяють на три основні категорії: побутові (господарсько-фекальні), виробничі (промислові) і дощові (атмосферні).

Стічні води забруднені всілякими домішками органічного і мінерального походження, які можуть знаходитися в них у вигляді розчину, колоїдів, суспензії і нерозчинних речовин. Ступінь забруднення стічних вод оцінюється **концентрацією**, тобто масою домішок в одиниці об'єму в мг/л або г/м³.

До побутових стічних вод відносяться води від кухонь, туалетних кімнат, душових, лазень, пралень, їдалень, лікарень, а також господарські води, що утворюються при митті приміщень. Вони поступають як від житлових і громадських будівель, так і від побутових приміщень промислових підприємств. За природою забруднень вони можуть бути фекальні, забруднені в основному фізіологічними відходами, і господарські, забруднені всякого роду господарськими відходами. Міські стічні води – це суміш побутових стічних вод житлових і громадських будівель і промислових підприємств, а також виробничих стічних вод комунально-побутового обслуговування, громадського харчування, місцевої і харчової промисловості. Побутові стічні води окрім органічних і мінеральних домішок містять біологічні домішки, що складаються з бактерій, у тому числі і хвороботворних, а тому вони потенційно небезпечні.

До виробничих стічних вод відносяться води, використані в технологічному процесі, та за ступенем своєї забрудненості вони не відповідають вимогам, які пред'являються до якості і підлягають видаленню з території підприємств. Сюди відносять також води, відкачувані на поверхню землі при видобутку корисних копалин (вугілля, нафти, руди і ін.). Кількісний і якісний склади мінеральних, органічних і біологічних домішок виробничих стічних вод різноманітні і залежать від галузі промисловості і технологічного процесу. У виробничих стічних водах деяких галузей промисловості можуть знаходитися отруйні речовини (синильна кислота, фенол, миш'як, анілін, сірковуглець, солі важких металів – міді, свинцю, ртуті, хрому), а також радіоактивні елементи.

Виробничі стічні води забруднені в основному відходами виробництва, що представляють певну цінність. В цілях зниження ступеня забрудненості виробничих стічних вод необхідно прагнути до поліпшення технологічних процесів на промислових підприємствах, направлених на зменшення кількості відходів, утилізацію їх в процесі виробництва.

Дощові води утворюються в результаті випадання атмосферних опадів. Їх підрозділяють на дощові і талі, такі, що надходять від танення льоду і снігу. Відмітною особливістю дощового стоку є його епізодичність і різка нерівномірність. Води від миття і поливання вулиць, а також

від фонтанів і дренажів по якісній характеристиці забруднюючих домішок близькі до дощових вод і віддаляються спільно з ними.

Дощові води при випаданні насичаються розчиненими газами, атмосферним пилом, аерозолями, а при стіканні змивають з поверхні дахів, внутрішньоквартальних територій і проїздів пил, сміття, бензин, масла і інші забруднення. Дощові води, що містять переважно мінеральні забруднення, менш небезпечні в санітарному відношенні, чим побутові і забруднені виробничі стічні води, і тому їх скидають у водоймища без очищення.

У атмосферні води, що стікають із забруднених територій промислових підприємств, іноді потрапляють домішки, специфічні для даного виробництва, наприклад хімічних і нафтопереробних заводів, шкіряних підприємств, м'ясокомбінатів, вугільних складів і ін. Такі води слід піддавати очищенню. Практично при влаштуванні каналізації в населених пунктах і на промислових підприємствах доводиться розраховувати на відведення суміші побутових і виробничих вод або суміші побутових, виробничих і дощових вод. Склад цієї суміші може бути вельми різноманітним і залежить від концентрації і характеру забруднень виробничих вод.

1.2 Класифікація систем та схем водовідведення

Під системою водовідведення розуміють сумісне або роздільне відведення стічних вод трьох категорій. Системи водовідведення класифікують за такими ознаками:

- за сферою обслуговування: загальносплавна, роздільна (повна, неповна), напівроздільна, комбінована;
- за призначенням: побутова, дощова, виробнича;
- за способом транспортування: трубопровідна, лоткова.

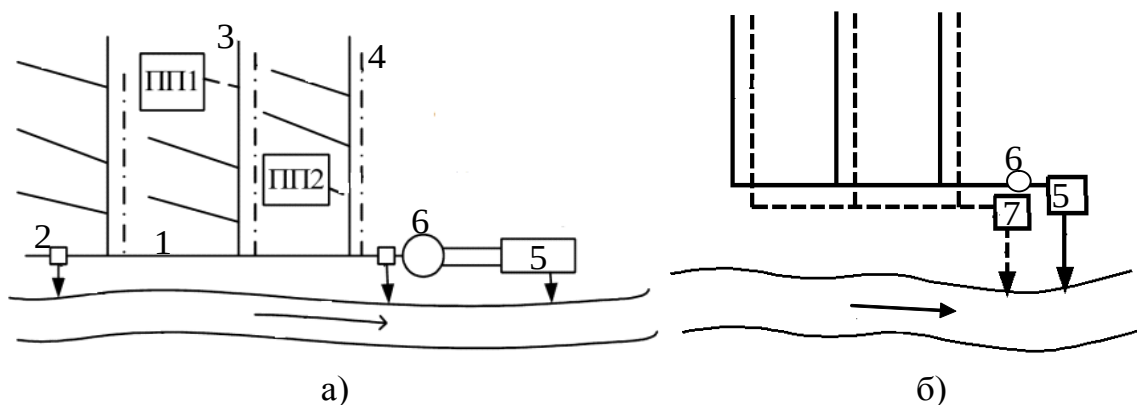


Рис. 2.1 - Системи водовідведення:

а) загальносплавна, б) повна роздільна; 1 - головний водовідвідний колектор; 2 - зливи випуски, 3 - виробничо-побутова мережа; 4 - дощова мережа, 5 - міські очисні споруди; 6 - головна насосна станція; 7 - локальні очисні споруди поверхневого стоку; ПП1, ПП2 - промислові підприємства

Залежно від вимог, які висуваються до очищення поверхневих стічних вод, складу забруднень виробничих стічних вод, кліматичних умов, рельєфу місцевості й інших факторів у населених пунктах вибирається одна з наступних систем каналізації: загальносплавна, роздільна (повна або неповна), напівроздільна або комбінована. Усі ці системи умовно називають сплавною системою каналізації і мають на увазі збір і транспортування стічної рідини по закритим (зазвичай, підземним) системам, що складаються з труб і каналів.

Для окремо розташованих будинків при невеликій витраті стічних вод (до 1 м³/доб) допускається влаштування вигребів з періодично діючою вивізною системою. При організації сплавної каналізації стічні води по трубах транспортують на очисні споруди, де вони піддаються відповідному очищенню, після чого скидаються в найближчі водойми або направляються на доочищення і повторне використання в промисловості.

Сплавна система каналізації складається з наступних основних елементів: внутрішньобудинкова (або внутрішньоцехова) каналізація, двірська (внутрішньоквартальна) мережа, вулична мережа, насосні станції, очисні споруди. Зовнішня (вулична) мережа являє собою систему підземних трубопроводів, що приймають стічні води від двірських (внутрішньозаводських, внутрішньоквартальних) мереж і транспортують їх до насосних станцій, очисних споруд і у водойми.

Загальносплавними називають системи каналізації, при яких всі стічні води - побутові, виробничі і дощові - сплавляються по одній загальній мережі труб і каналів за межі міської території на очисні споруди (рис.2.1-а).

Роздільними називають системи каналізації, при яких дощові і умовно чисті виробничі води відводять по одній мережі труб і каналів, а побутові і забруднені виробничі стічні води - по іншій, одній або декільком мережам. Каналізаційну мережу, призначену для прийому і відведення атмосферних вод, називають дощовою (зливовою) або водосток. Якщо в дощову каналізацію скидають практично чисті незабруднені виробничі стічні води, то її називають виробничо-дощовою (рис.2.1-б).

Різновидами загальносплавної і роздільної систем є напівроздільна і комбінована системи каналізації. **Напівроздільна** система каналізації складається з тих же самостійних каналізаційних мереж, що і повна роздільна система, і одного головного (що перехоплює) колектора, що відводить на очисні споруди побутові, виробничі, талі води, води від миття вулиць і частину найбільш забруднених дощових вод.

Комбіновані системи каналізації з'явилися в результаті розширення міст, що мають загальносплавну систему каналізації. Зважаючи на те що в суху погоду загальносплавні колектори завантажені не повністю, до них приєднували побутову і виробничу каналізаційні мережі від районів нової забудови, а для атмосферних вод, які вже не могли бути при-

йняті в існуючі загальносплавні колектори, прокладали самостійні дощові каналізації з випуском атмосферних вод в найближчі водоймища без очищення. Таким чином, з'явилася комбінована система каналізації, при якій в одних районах міста збереглася загальносплавна система, в інших повна роздільна, в третіх - неповна роздільна система.

Схемою водовідведення (каналізації) називають технічно і економічно обґрунтоване проектне рішення прийнятої системи каналізації з урахуванням місцевих умов і перспектив розвитку об'єкту каналізованого. Кожна система каналізації може бути здійснена різними технічними прийомами при трасуванні мереж і колекторів, визначенні глибини їх залягання, кількості насосних станцій, числа і розташування очисних споруд та інше.

Схеми каналізації міст і промислових комплексів можуть бути централізованими, децентралізованими і районними (регіональними). При **централізованій схемі** стічні води всіх басейнів каналізованого направляють поодиноці або декільком колекторам на єдину для всього міста очисну станцію, розташовану нижче міста, за течією річки (Київ, Париж, Харків).

Децентралізовані схеми каналізаційної мережі застосовують при каналізованні крупних міст в умовах як сильно пересіченого, так і дуже плоского рельєфу місцевості. В цьому випадку влаштовують районну каналізацію з самостійними очисними спорудами. По децентралізованій схемі побудовані каналізації Берліна, Лондона, Токіо, Нью-Йорка і інших міст.

Районні (регіональні) схеми водовідвідної мережі використовуються для декількох близько розташованих населених пунктів та підприємств в промислових та густонаселених районах. В цих схемах передбачається одна станція очистки великої потужності замість великої кількості маленьких очисних споруд, які обслуговують окремі об'єкти. Це дає можливість знизити капітальні та експлуатаційні затрати на очистку стічних вод, надійно захистити відкриті водойми від забруднення в межах густо населеної частини району та раціонально використовувати його водні ресурси. Такі схеми працюють в Донецькому, Криворізьському, Кузнецькому басейнах, а також на Кримському побереж'ї Чорного моря.

Вулична мережа міст сильно розгалужена і

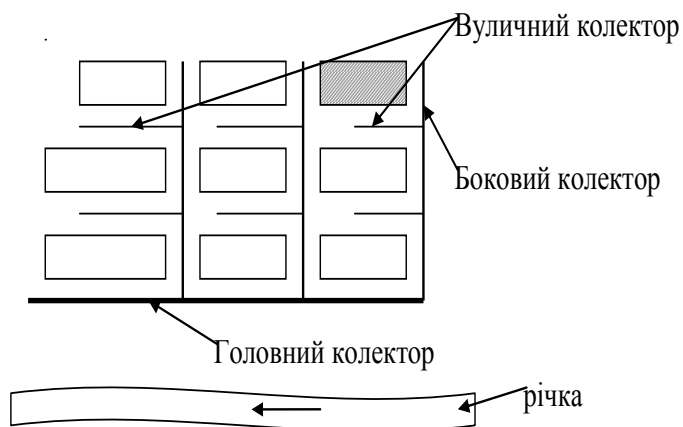


Рис. 2.2 – Схема каналізування населеного пункту

охоплює великі території (рис.2.2), з яких стічні води відводяться переважно самопливом. Для цього територію населеного місця поділяють на басейни каналізовання. Басейном каналізовання називають частину каналізуємої території, обмежену водорозділами.

Ділянку каналізаційної мережі, що збирає стічні води з одного або декількох басейнів каналізовання, називають **колектором**. Колектори підрозділяють на:

а) колектори басейну каналізовання, що збирають стічні води з каналізаційної мережі одного басейну;

б) головні колектори, що збирають стічні води від двох або декількох колекторів басейнів каналізовання;

у) замиські (або відвідні) колектори, по яким стічні води транзитом (без приєднань) відводяться за межі об'єкту каналізовання до насосних станцій, очисних споруд або до місця випуску у водоймище.

У великих містах з сильно розвинутою міською мережею колектори великих розмірів нерідко називають **каналами**. Каналізаційна мережа і колектори завжди повинні бути доступні для огляду, промивання і очищення від засмічень, для чого на них влаштовують оглядові колодязі. З річками, ярами і залізницями колектори перетинаються за допомогою дюкерів, переходів, естакад. Колектори прокладають з ухилом по зниженій місцевості, по тальвегам річок і ярів.

При необхідності підйому стічних вод на вищі відмітки влаштовують **каналізаційні насосні станції**, які перекачують воду по напірних водоводах. Залежно від призначення каналізаційні станції підрозділяють на:

а) місцеві - для перекачування стічних вод від одного або декількох окремих, несприятливо розташованих будівель або житлових кварталів;

б) районні - для перекачування стічних вод від окремих районів або басейнів каналізовання;

в) головні - перекачують основну частину або весь об'єм стічних вод каналізуємого населеного пункту або промислового підприємства.

Очисні станції призначені для очищення, знешкодження, знезараження стічних вод і для обробки осаду; вони компонуються з комплексів очисних і допоміжних споруд, зв'язаних між собою інженерними комунікаціями в єдину технологічну схему. Комплекси очисних споруд вибирають залежно від концентрації, якісної і кількісної характеристики забруднюючих домішок, а також від вимог, що пред'являються до очищених вод за місцевими умовами. Канал, по якому відводяться очищені стічні води від очисних станцій у водоймище і який забезпечений пристроєм для перемішування цих вод з водою водоймища, називають випуском. На колекторах перед насосною і очисною станціями також влаштовують випуски для скидання стічних вод у водоймище без очищення у разі аварії; ці випуски називають аварійними.

1.3 Схеми водовідведення населених пунктів

Схеми каналізаційної мережі міст, населених пунктів або промислових підприємств залежать від рельєфу місцевості, ґрунтових умов, місця розташування очисних станцій, концентрації і різновидів забруднень стічних вод, а також планувальних чинників і інших умов (наземних і підземних перешкод). Зважаючи на велику різноманітність місцевих умов можливі схеми каналізаційних мереж дуже різноманітні (рис.2.3).

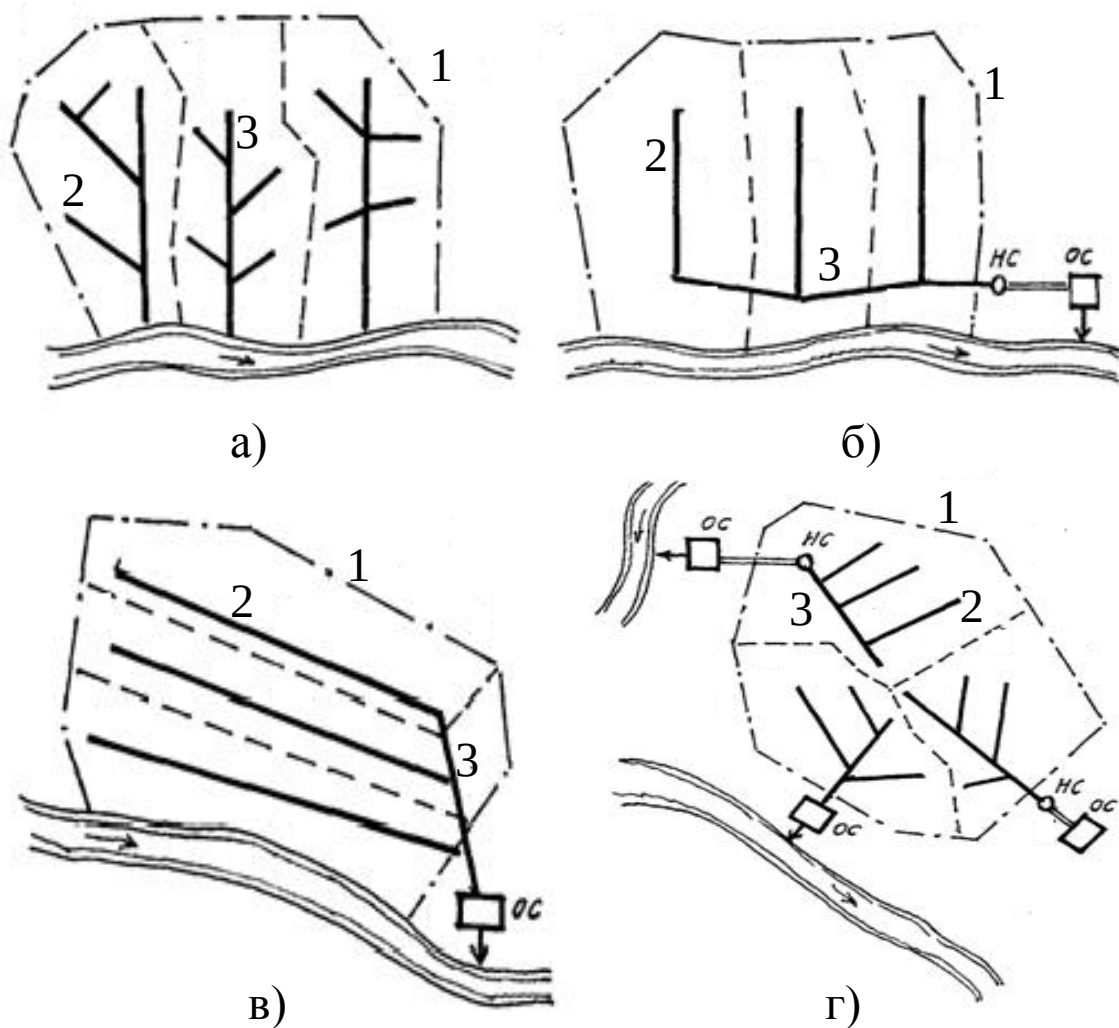


Рис.2.3 – Схеми водовідведення:

а)перпендикулярна, б)пересічена, в)поясна або зонна, г)радіальна або децентралізована; 1 – межі міста, 2 – вулична мережа, 3 – колектори

У первинний період будівництва каналізацій, коли стічних вод було мало і до їх очищення не пред'являлося строгих вимог, трасування колекторів басейнів каналізованого виконували по найкоротшому напрямку перпендикулярно водоймищу, якщо цьому не перешкоджав рельєф місцевості. Таку схему каналізаційної мережі називають **перпендикулярною** (рис. 2.3-а). В даний час таку схему застосовують в місцевостях з

добре вираженим ухилом до водоймища для відведення атмосферних і незабруднених виробничих стічних вод.

Якщо колектори окремих басейнів перпендикулярної схеми переходять головним колектором, що прокладається паралельно водоймищу, то таку схему каналізаційної мережі називають **пересіченою** (рис.2.3-б). Пересічену схему рекомендують для місцевостей з добре вираженим ухилом до річки для відведення всіх трьох категорій стічних вод.

Територію, що складається з декількох окремих терас із значною різницею відміток, можна розбити на зони (пояси), що каналізуються самостійно. Таку схему каналізаційної мережі називають **поясною або зонною** (рис.2.3-в). Стічні води верхньої зони можуть самотією постupati на очисні станції, і лише стічні води нижньої зони перекачують безпосередньо на очисні станції або в колектор верхньої зони, що зменшує експлуатаційні витрати. Схему каналізаційної мережі, показану на рис.2.3-г, називають **радіальною або децентралізованою**.

1.4 Основи проектування водовідвідних систем

Системи водоотведення підрозділяються на позаплощадкові, вуличні, внутрішньоквартальні і внутрішні (усередині будинку). Позаплощадкова водовідвідна система складається з колекторів зі спорудами на них, насосних станцій, очисних споруд і випусків стічних вод у водойми.

При проектуванні трубопроводів намагаються знижувати їхню металоємність за рахунок максимального скорочення застосування сталевих і чавунних труб, замінюючи на напірні залізобетонні, поліетиленові, азбестоцементні і застосовувати захист внутрішніх і зовнішніх поверхонь сталевих труб від корозії. Очисні споруди і насосні станції проектується по можливості з уніфікованих виробів. Застосовувати розміри споруд необхідно кратними 3 м, а по висоті 0,6 м. У практиці проектування ємнісних споруд передбачається збірно-монолітним: днище монолітне; стіни, колони – збірними. До початку проектування систем водовідведення проводяться інженерні вишукування, що підрозділяються на:

- Топографічні – зйомка ділянки, площадки споруд, колектора.
- Геологічні і гідрогеологічні вишукування визначають геологічна будова трас водоводів і колекторів, площадок споруд; фізико-механічні властивості ґрунтів; положення рівня ґрунтових вод; дають відомості про агресивність ґрунтів і ґрунтових вод стосовно металу і бетону; визначають сейсмічність району, зсувні явища.

Від якості і повноти вишукувань залежить і якість проектних робіт і подальша експлуатація споруд. Тому інженерним вишукуванням приділяється особлива увага. Вишукування складаються з польових, лабораторних і камеральних робіт. Для їхнього виконання створюються експедиції і партії.

Контрольні питання

- 1) Надайте характеристику стічних вод (умови виникнення, основні забруднення).
- 2) Надайте характеристику побутових стічних вод (умови виникнення, основні забруднення).
- 3) Надайте характеристику виробничих стічних вод (умови виникнення, основні забруднення).
- 4) Надайте характеристику дощових стічних вод (умови виникнення, основні забруднення).
- 5) Наведіть класифікацію систем водовідведення.
- 6) Наведіть класифікацію схем водовідведення.
- 7) Надайте характеристику основним елементам системи водовідведення.
- 8) Охарактеризуйте схеми водовідведення населених пунктів.
- 9) Охарактеризуйте схеми водовідведення промислових підприємств.
- 10) Охарактеризуйте особливості проектування та розрахунку систем водовідведення.

ЛЕКЦІЯ 2. РОЗРАХУНОК ВИТРАТ СТІЧНИХ ВОД ВОДОВІДВІДНИХ МЕРЕЖ

План лекції:

- 2.1. Норми водовідведення. Визначення розрахункових витрат
- 2.2. Визначення витрат побутових стічних вод
- 2.3. Витрата стічних вод від промислових підприємств

2.1 Норми водовідведення. Визначення розрахункових витрат

Нормою водовідведення Q_n називають середньодобову кількість стічних вод на одного мешканця, а на промислових підприємствах - кількість стічних вод на одиницю продукції, що випускається.

Норми середньодобового водовідведення побутових стічних вод у районах жилої забудови повинні прийматися відповідно до норм водоспоживання в залежності від ступеня благоустрою цих районів, а також від кліматичних, санітарно-гігієнічних і інших місцевих умов (табл. 2.1).

Зазвичай питоме водовідведення практично дорівнює питомому водоспоживанню відповідно до табл. 1 [1]. Питоме водовідведення приведено в табл. 2.1.

У неканалізованих районах норми водовідведення приймаються з розрахунку 25 л/доб на одного мешканця за рахунок скидання в каналі-

зацію стічних вод зливальними станціями і комунально-побутовими підприємствами (лазнями, пральнями й ін.).

Таблиця 2.1 – Питоме водовідведення побутових стічних вод від міста

Ступінь благоустрою районів житлової забудови	Питоме водовідведення на одного мешканця, л/доб
Забудова будинками, обладнаними внутрішнім водопроводом і каналізацією:	
без ванн	125-160
с ваннами і місцевими водонагрівачами	160-230
с центральним гарячим водопостачанням	230-350

Норми водовідведення побутових стічних вод від промислових підприємств, допоміжних будинків і обслуговуючих будинків суспільного призначення приймають рівними нормам водовідведення за [2] і розраховують на одного працюючого: у цехах з тепловиділенням більш 84 кДж/(год на 1 м³ об'єму приміщення) - 45 л/зміну з коефіцієнтом нерівномірності 2,5 і в інших цехах і допоміжних будинках - 25 л/зміну з коефіцієнтом нерівномірності 3,0. Тривалість дії душових приймають 45 хв. після кожної зміни. Витрату душових вод обчислюють: для групових душових - 500 л на одну душову сітку, а для індивідуальних душів у побутових приміщеннях - 40 і 60 л на одну процедуру в залежності від вимог санітарного режиму. Водовідведення з підприємств місцевої промисловості, а також невраховані витрати можуть прийматися в кількості 5—10% сумарної витрати стічних вод населеного пункту.

На перспективний розвиток каналізації (20—25 років) кількість стічних вод визначають по нормах водовідведення (за [1] табл. 2.1) з коефіцієнтом нерівномірності 1,15.

Норми водовідведення значно знижуються у випадку застосування повторного використання й обороту води у виробництві і можуть складати 2-10% вихідної води. Тому для зменшення кількості виробничих стічних вод доцільно там, де дозволяє технологічний процес, застосовувати оборот води у виробництві або повторне використання її в інших цехах і виробництвах.

При проектуванні водовідведення (каналізації) міст і промислових підприємств потрібно знати не тільки норми і загальну кількість стічних вод, але і режим їхнього водовідведення, тобто зміну витрат стічних вод по годинах доби, а також значення можливих максимальних витрат, що визначаються так званими коефіцієнтами добової і годинної нерівномірності водовідведення.

2.2 Визначення витрат побутових стічних вод

Розрахункова **витрата стічних вод** – це максимальна витрата, пропуск якої повинні забезпечити каналізаційні споруди на розрахунковий період і залежить вона від питомого водовідведення, коефіцієнта нерівномірності, щільності забудови і площі населеного пункту.

Для розрахунку споруд визначають середні і максимальні добові, годинні і секундні витрати.

Під розрахунковим населенням N розуміють число мешканців, які будуть проживати в місті або населеному пункті до кінця розрахункового періоду.

Розрахунковим періодом (терміном) дії водовідведення (каналізації) називають проміжок часу, у продовж якого каналізація буде мати необхідну потужність (пропускну здатність) і задовольняти своєму призначенню без реконструкції. Розрахунковий період дії каналізації визначається для міст і селищ проектом планування (20 — 25 років), а для промислових підприємств — розрахунковим терміном роботи підприємства на повну потужність.

Розрахункове населення встановлюють по проекту планування міста на кожен період розвитку каналізації (на розрахунковий період, на першу чергу) з урахуванням росту населення. При визначенні розрахункового населення кварталів і мікрорайонів міста виходять із щільності населення ρ , тобто числа мешканців на 1 га території, що каналізується. Щільність населення залежить від розмірів міста, поверховості будинків, середньої щільності житлового фонду, норми житлової площі на одного мешканця і приймається по проекту планування.

$$N = \rho \cdot F, \quad (2.1)$$

де N – розрахункова чисельність населення, мешканців; ρ – щільність населення, мешк./га; F – площа житлових кварталів, га.

Розрахункові витрати побутових стічних вод від населення міст визначають для окремих районів по прийнятим для них нормам водовідведення за формулами.

Середньодобова витрата, м³/доб:

$$Q_{\text{сер.доб.}} = \frac{N \cdot q_n}{1000}. \quad (2.2)$$

Середньогодинна витрата стічних вод, м³/год:

$$q_{\text{сер.год.}} = \frac{N \cdot q_n}{24 \cdot 1000}. \quad (2.3)$$

Середньосекундна витрата, л/с:

$$q_{\text{сер.сек.}} = \frac{N \cdot q_n}{86400} \quad (2.4)$$

Розрахункова витрата, л/с:

$$q_{\text{max.сек.}} = q_{\text{сер.сек.}} \cdot K_{\text{gen. max}} \quad (2.5)$$

де q_n – питоме водовідведення, л/(доб на одного мешканця); $K_{\text{gen. max}}$ – загальний максимальний коефіцієнт нерівномірності припливу стічних вод.

Для спрощення розрахунку припливів стічних вод у мережі водовідведення в інженерній практиці використовують поняття «модуль витрати» або модуль стоку.

Модуль стоку – витрата стічних вод з одиниці площі житлових кварталів, визначається за формулою:

$$q_0 = \frac{q_n \cdot \rho}{86400}, \text{ л/(с} \cdot \text{га)} \quad (2.6)$$

Якщо модуль стоку помножити на відповідну площу кварталу, то вийде середній приплив стічних вод з цього кварталу, л/с:

$$q_{\text{сер.сек.}} = q_0 \cdot F \quad (2.7)$$

Модуль стоку визначають для селитебних територій (для кожного району або кварталу з різною щільністю населення і питомих норм водовідведення).

2.3 Витрата стічних вод від промислових підприємств

На промислових підприємствах утворюються три групи стічних вод: виробничі, побутові, душові. У побутову мережу міста від промислового підприємства скидається розрахункова витрата стічних вод:

$$q^{\text{вир}} = q_{\text{техн}} + q_{\text{поб.}} + q_{\text{душ.}} \quad (2.8)$$

де $q^{\text{вир.}}$ – розрахункова витрата стічних вод промислового підприємства, л/с; $q_{\text{техн}}$ – витрата технологічних стічних вод, л/с; $q_{\text{поб.}}$ – витрата побутових стічних вод, л/с; $q_{\text{душ.}}$ – витрата душових стічних вод, л/с.

Розрахункові витрати технологічних стічних вод.

$$q_{техн} = \frac{Q_{зм} \cdot K_{год} \cdot 1000}{t \cdot 3600}, \text{ л/с} \quad (2.9)$$

$Q_{зм}$ – змінна витрата технологічних стічних вод, м³/зм;

$K_{год}$ – коефіцієнт годинної нерівномірності для технологічних стічних вод;

t – тривалість зміни, як правило, $t = 8$ годин.

Розрахункові витрати побутових стічних вод:

$$q_{поб.зм} = \frac{N_{г.ц.} \cdot q_{г.ц.} \cdot K_{г.ц.} + N_{х.ц.} \cdot q_{х.ц.} \cdot K_{х.ц.}}{1000}, \text{ м}^3/\text{зм}, \quad (2.10)$$

де $N_{г.ц.}$ - кількість робочих в зміну, що працюють в "гарячих" цехах;
 $N_{х.ц.}$ - кількість робочих в зміну, що працюють в "холодних" цехах;
 $q_{г.ц.} = 45 \text{ л}/(\text{зм} \cdot \text{робоч.})$ - норма водоспоживання на одного робочого, що працює в "гарячому" цеху, ([3], додаток 3); $q_{х.ц.} = 25 \text{ л}/(\text{зм} \cdot \text{робоч.})$ - норма водоспоживання на одного робочого, що працює в "холодному" цеху,
 $K_{г.ц.}$ - коефіцієнт годинної нерівномірності водовідведення для "гарячих" цехів, $K_{х.ц.}$ - коефіцієнт годинної нерівномірності водовідведення для "холодних" цехів

Розрахункові витрати душових стічних вод для кожної зміни визначають за формулою:

$$q_{душ.зм} = \frac{N_{душ.кабін} \cdot q_{душ} \cdot 45}{1000 \cdot 60}, \text{ м}^3/\text{зм}, \quad (2.11)$$

де $N_{душ.кабін}$ – кількість встановлених душових кабін,
 $N_{душ.кабін} = \frac{N_{душ}}{N_{душ.кабін}^{1душ}}$, $N_{душ}$ - кількість робочих, що приймають душ після

робочої зміни; $N_{душ}^{1душ.кабін}$ - кількість робочих, що одночасно обслуговуються однією душовою кабіною;

$q_{душ} = 500 \text{ л/год}$ – норма водовідведення душових стічних вод на одну душову кабінку протягом 45 хв. після закінчення зміни.

Контрольні питання

- 1) Якій нормативний документ регламентує норми водовідведення?
- 2) Порядок визначення розрахункових витрат стічних вод
- 3) Порядок та особливості визначення витрат побутових стічних вод
- 4) Порядок та особливості визначення витрат стічних вод від промислових підприємств.

ЛЕКЦІЯ 3. ОСНОВИ РОЗРАХУНКУ ВОДОВІДВІДНИХ МЕРЕЖ

План лекції:

- 3.1.Режими роботи водовідвідних мереж
- 3.2. Гідравлічний розрахунок самопливних мереж
- 3.3. Розрахунок напірних трубопроводів

3.1 Режими роботи водовідвідних мереж

Рух стічних вод у водовідвідних мережах може бути рівномірним і нерівномірним, напірним і безнапірним, сталим і несталим. Вода, що подається системами водопостачання до санітарних приладів, розташованих у будинках на різній висоті, володіє визначеною потенційною енергією. Використовуючи цю енергію, здійснюють самопливне відведення її з будинків, а потім за межі об'єктів, що обслуговуються. Лише наприкінці водовідвідних мереж виникає необхідність у перекачуванні стічних вод – підйомі і транспортуванні їх на очисні споруди або в інші басейни, розташовані ближче до очисних споруд. У ряді випадків при великих ухилах поверхні землі взагалі не потрібне перекачування стічних вод.

Трубопроводи водовідвідних мереж проектуються на вільний (безнапірний) режим плину рідини з частковим (не повним) наповненням перетину труб, завдяки чому забезпечується:

- резерв у перетині труб, необхідний для пропуску витрати, що перевищує розрахунковий;
- вентиляція водовідвідної мережі, при якій по вільному перетині труб видаляють шкідливі гази і пари;
- кращі умови транспортування нерозчинених домішок.

Стічні води утворюються і надходять у водовідвідну мережа нерівномірно – у нічний час побутових стічних вод утвориться менше, ніж у денний. Тому у водовідвідних мережах постійно змінюється витрата стічних вод і трубопроводи працюють в умовах несталого руху, при якому

всі параметри, що характеризують потік (наповнення, швидкість і ін.) безупинно змінюються.

Водовідвідні мережі мають складну конфігурацію в плані. У місцях поворотів і з'єднання трубопроводів влаштовуються оглядові колодязі, у межах яких трубопроводи переходять у відкриті напівкруглі лотки. Оглядові колодязі виконуються також і в місцях зміни ухилів трубопроводів і по довжині через визначені відстані для доступу до трубопроводів, спостереженням за ними, ремонту, очищення й ін. В оглядових колодязях виникають місцеві опори, що приводять до підпору, що є причиною зміни наповнення води в трубопроводах до і після оглядових колодязів.

У водовідвідних мережах спостерігається нерівномірний рух, при якому параметри, що характеризують потік, змінюються по довжині трубопроводів. У гідравліці докладно розглядаються розрахунки трубопроводів в умовах несталого і нерівномірного руху, але вони для інженерних розрахунків дуже складні. Крім того, у стічних водах містяться нерозчинені домішки, що повинні транспортуватися потоком води. Домішки органічного походження з невеликою щільністю добре транспортуються потоком. У той же час домішки мінерального походження з великою щільністю (пісок і ін.) транспортуються потоком лише за певних умов (швидкість V , наповнення h/d). Тільки в цьому випадку система водовідведення буде сплавною.

3.2 Гідравлічний розрахунок самопливних мереж

Метою гідравлічного розрахунку самопливних водовідвідних мереж є:

- визначення діаметрів трубопроводів;
- визначення ухилів і параметрів роботи трубопроводу: наповнення, швидкості в залежності від заданої розрахункової витрати.

При розрахунку каналізаційних мереж найменшою швидкістю при розрахунковому наповненні прийнято вважати **незамулюючу швидкість**, тобто швидкість, при якій не спостерігається відкладень (випадання) зважених речовин у трубопроводах. Розрахунок трубопроводів здійснюється за умови підтримки труб у чистому стані при максимальній розрахунковій витраті, а при мінімальних витратах у трубопроводах допускаються відкладення, але при збільшенні витрат до розрахункових трубопроводи повинні самоочищатися.

При розрахунках використовують поняття **швидкість самоочищення** $V_{\min}$ - мінімальна швидкість, що повинна забезпечуватися у водовідвідних мережах при розрахунковій витраті. Рекомендовано застосування $V_{\min}$ у залежності від діаметра трубопроводів від 0,7 до 1,5 м/с і при цьому повинне дотримуватися наповнення труб від 0,6 до 0,8. Для

цього необхідно застосовувати мінімальні ухили для укладання трубопроводів.

Стічні води вміщують в собі пісок та інші мінеральні домішки, які стирають трубопроводи, причому пропорційне швидкості потоку, що рухається в трубопроводах: чим вище швидкість, тим стирання більше. Тому виходячи з умов виключення стирання труб піском, норми не рекомендують приймати швидкість у неметалічних (керамічних, азбестоцементних, залізобетонних) трубах більш 4 м/с, а в металевих - більш 8 м/с. З метою виключення підтоплення трубопроводів при розрахункових витратах наповнення трубопроводів приймається неповним, але теж у залежності від D труб від 0,6 до 0,8 H/D .

Наповнення ($h/d, h/B$) – це відношення висоти шару рідини (h), що протікає по трубопроводу, до внутрішнього діаметру (d) колектору колової форми або висоти (B) колекторів інших форм перетину (рис.3.1).

Неповне заповнення трубопроводів має переваги перед напірним режимом (повне заповнення), тому що через вільну від води верхню частину перетину труби здійснюється вентиляція усієї водовідвідної мережі. З трубопроводів безупинно віддаляються гази, що виділяються з води, що викликають корозію трубопроводів і споруд на них.

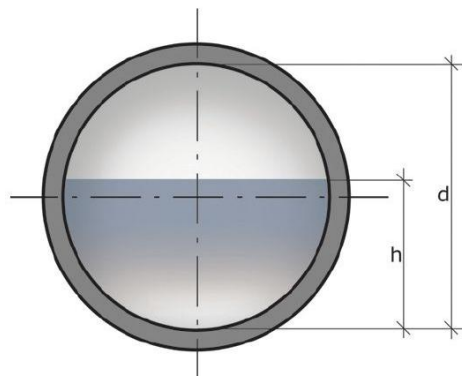


Рис. 3.1 – Наповнення каналізаційного трубопроводу

Мінімальні діаметри трубопроводів приймаються для внутрішньоквартальної мережі 150-200 мм, вуличних 200-250 мм. Найменші ухили трубопроводів приймають в залежності від припустимої мінімальної швидкості руху стічних вод, а мінімальну швидкість приймаємо в залежності від прийнятого діаметра від 0,7 до 1,5 м/с. Максимальне наповнення в трубопроводах приймається від 0,6 до 0,8 теж у залежності від діаметра труб. Мінімальна швидкість у трубопроводах забезпечується при максимальній розрахунковій витраті, при меншій витраті і швидкість буде менше, і буде спостерігатися відкладення (випадання) зважених речовин у трубопроводах, але при збільшенні витрати швидкості теж будуть рости, і осад буде змиватися, звідси і назву швидкостей при розрахункових максимальних витратах – швидкості, що самоочищають.

Гідравлічний розрахунок водовідвідних мереж починається з визначення розрахункових витрат. При цьому використовують поняття *транзитної, бічної, побіжної і зосередженої* витрат (рис. 3.2).

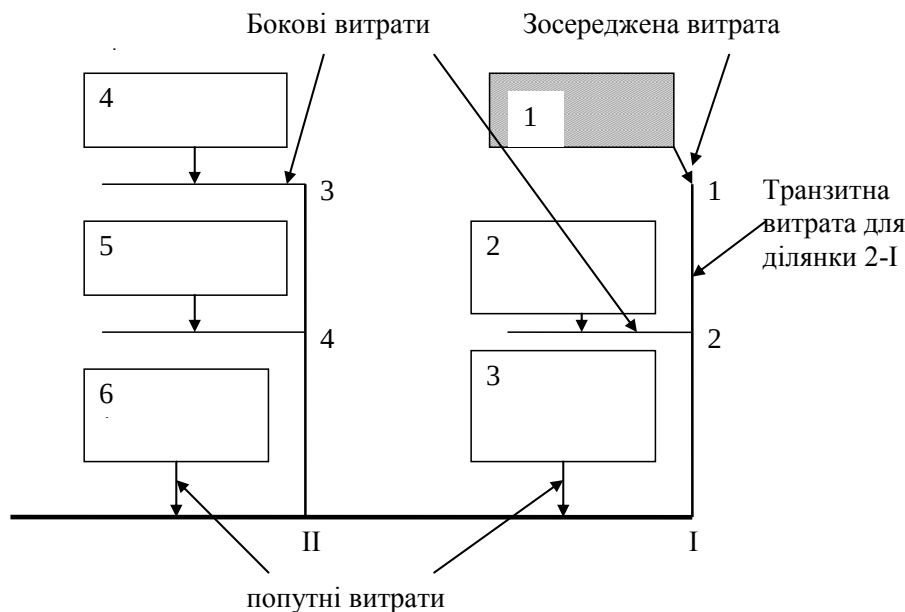


Рис.3.2. – Схема каналізування населеного пункту

Транзитна витрата – витрата на попередній розрахованій ділянці;

бічна – витрата, що надходить з бічної гілки;

побіжна – витрата, що надходить із прилягаючого кварталу;

зосереджена – витрата від підприємств.

Розрахункова витрата стічних вод на окремій ділянці мережі знаходиться як сума транзитної, бічної і побіжної витрат, помножена на коефіцієнт нерівномірності, плюс зосереджена витрата (сума розрахункових витрат побутових, душових і виробничих стічних вод від підприємств). З метою спрощення всі розрахунки виконуються в табличній формі.

3.3 Розрахунок напірних трубопроводів

До напірних трубопроводів відносяться трубопроводи, що йдуть від насосної станції і дюкеру. Особливість їхньої роботи полягає в тому, що вони працюють з повним заповненням перетину труб та тиском вище атмосферного. Рух води в напірних трубопроводах від насосної станції відбувається за рахунок тиску створюваного насосами, а в дюкерах – за рахунок перепаду рівнів води до і після них. Напірні трубопроводи мають велику довжину, тому основні втрати напору в них виникають по довжині трубопроводу, а місцеві втрати не перевищують 5%.

Розрахунок напірних трубопроводів полягає у визначенні діаметра труб і втрат напору. Діаметр можна розрахувати за формулою:

$$D = \sqrt{\frac{4q}{\pi \cdot v}} \quad (2.12)$$

Але для спрощення розрахунків є таблиці, по яких у залежності від швидкості в напірному трубопроводі підбирається діаметр. Швидкість руху води в трубопроводах приймаємо такою, щоб забезпечити оптимальний режим роботи системи насоси - трубопроводи. Ця швидкість повинна бути 1,5-2,5 м/с. Втрати довжини залежать від довжини ділянки, м:

$$h_l = i \cdot l \quad (2.13)$$

де i - гідравлічний ухил, l - довжина трубопроводу.
Місцеві втрати напору визначаються, м:

$$h_m = \sum \gamma \cdot \frac{v^2}{2q} \quad (2.14)$$

де γ - коефіцієнт опору, викликаний місцевим опором (засувка, коліно і т.д.).

Також існують таблиці, по яких визначається цей коефіцієнт.
Загальні втрати напору:

$$H = i \cdot l + \sum \gamma \cdot \frac{V^2}{2 \cdot q} \quad (2.15)$$

Різниця відміток лотка труб на початку і кінці трубопроводів приймається рівною цим втратам.

Контрольні питання

1. Норми водовідведення. Визначення розрахункових витрат
2. Коефіцієнти нерівномірності водовідведення
3. Визначення витрат побутових і виробничих стічних вод
4. Витрата стічних вод від населення
5. Витрата побутових стічних вод від промислових підприємств
6. Витрата виробничих стічних вод
7. Основи гідравлічного розрахунку водовідвідних мереж
8. Гідравлічний розрахунок самопливних водовідвідних мереж
9. Гідравлічний розрахунок напірних трубопроводів

ЛЕКЦІЯ 4. ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИ ТА СХЕМИ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД

План лекції:

- 4.1. Склад стічних вод
- 4.2. Методи очищення стічних вод і обробки осаду
- 4.3. Біологічні методи очистки стічних вод
- 4.4. Схеми очисних станцій

4.1 Склад стічних вод

За своєю природою забруднення поділяють на три групи:

Мінеральні забруднення - відносяться пісок, глинисті часточки руди, шлаку, розчини мінеральних солей, кислот і лугів, мінеральні, залізо, кальцій, магній, кремній, калій і інші неорганічні речовини.

Органічні забруднення бувають рослинного і тваринного походження. До рослинних відносяться: залишки рослин, плодоовочей і злаків, папір, олії (рослинні). Основним хімічним елементом цього роду забруднень є вуглець. До забруднень тваринного походження відносяться фізіологічні виділення людей і тварин, залишки мускульних і жирових тканин тварин, клейові речовини і ін. Вони характеризуються досить значним азоту. Крім того, в стічних водах міститься фосфор, сірка і водень. В відсотковому відношенні мінеральні речовини в забрудненнях стічних вод складають 42%, а органічні — 58%.

Бактеріальні і біологічні забруднення - різні мікроорганізми: дріжджові і цвілеві грибки, дрібні водорості і бактерії, зокрема хвороботворні — збудники черевного тифу, паратифу, дизентерії і ін. Цей вид забруднень властивий в основному побутовим водам і деяким видам виробничих стічних вод (стічним водам боєнь, шкіряних заводів, шерстомоек, біофабрик і т. п.). Стічні води містять велику кількість мікроорганізмів, у тому числі хвороботворних (патогенних) бактерій, що робить їх небезпечними в санітарному відношенні.

Для визначення зараженості води хвороботворними бактеріями проводять аналіз на наявність у ній особливого виду бактерій — групи кишкової палички (бактерії Coli), що є типовим представником кишкової мікрофлори. Кишкова паличка, не будучи сама по собі хвороботворною бактерією, служить показником того, що вода забруднена зазначеними виділеннями, а отже, у ній можуть бути і хвороботворні бактерії. Щоб оцінити ступінь бактеріального забруднення води, визначають колі-титр (титр кишкової палички) або той найменший обсяг води в мілілітрах, у якому утримується одна кишкова паличка.

Забруднення виробничих стічних вод - залишки оброблюваної сировини і реагентів, що використовуються в технологічному процесі. Надати яку-небудь типову характеристику цих вод не представляється можливим, тому у кожному окремому випадку вивчають їх склад і влас-

тивості. Найбільш характерними і небезпечними забрудненнями являються речовини (переважно нафтопродукти), що екстрагуються, феноли, синтетичні поверхнево-активні речовини, важкі метали (ртуть, цинк, залізо), органічні речовини. Різко збільшується забруднення водоймищ стічними водами з сільськогосподарських полів у зв'язку із застосуванням отрутохімікатів.

При розгляді складу стічних вод одним з основних понять є **концентрація забруднень**, тобто маса забруднень, що приходить на одиницю об'єму води, що обчислюється зазвичай в мг/л або в г/м³.

За **фізичним станом** забруднення стічних вод поділяються на:

а) **Нерозчинні домішки** - знаходяться у воді у вигляді крупних зважених часточок (діаметром більш десятих доль міліметра) і у вигляді суспензії, емульсії і піни (часточки діаметром від десятих доль міліметра до 0.1 мкм);

Нерозчинені речовини в стічних водах можуть бути в грубодисперсному (у вигляді крупних зважених часток) і тонкодисперсному (суспензії, емульсії і піна) стані.

При прийнятій методиці аналізів частина нерозчинених речовин в стічних водах, затриманих на паперовому фільтрі називають зваженими речовинами. Масу їх визначають після висушування при температурі 105°.

Залежно від розмірів окремих часточок (міри дисперсності) і їх щільності зважені речовини можуть випадати у вигляді осаду, спливати на поверхню води або залишатися в зваженому стані. Для більшості частинок, що знаходяться у воді в тонкодисперсному стані, внаслідок їх малого розміру сили опору середовища в порівнянні з силою тяжіння дуже великі, тому такі частинки практично не осідають і залишаються в зваженому стані.

Такими, що осідають, називають нерозчинені речовини, які випадають на дно посудини у вигляді осаду при 2-годинному відстоюванні в лабораторних умовах: вміст осідаючих речовин виражається за об'ємом в мл/л або по масі (після сушки випавшої суспензії при 105° і подальшого зважування) в мг/л.

б) **Колоїдні частинки** діаметром від 0,1 до 0,001 мкм;

На хімічний склад колоїдних і розчинених речовин побутових стічних вод впливають білки, жири, вуглеводи харчових продуктів, а також склад водопровідної води, що містить зазвичай ту або іншу концентрацію гідрокарбонатів, сульфатів, хлоридів і іноді залізо. Вміст колоїдів в побутових стічних водах складає 30—40% вмісту зважених речовин. Окрім азоту, органічні речовини, що входять до складу стічних вод, містять вуглець, сірку, фосфор, калій, натрій і хлор у вигляді солей, а також залізо.

Останнім часом виник новий вигляд стічних вод. Як відомо, для виробництва атомної енергії в мирних цілях широко використовується вода. Особливість стічних вод такого виробництва полягає в тому, що в них містяться різноманітні радіоактивні елементи. Ці елементи внаслідок випромінювання за відомих умов можуть представлять небезпеку для здоров'я людей і тварин. Великий або менший ступінь небезпеки цих вод визначається природою радіоактивних елементів, що знаходяться в них, і їх концентрацією, яка визначається аналізом води і виражається в одиницях радіоактивності.

в) **Розчинні частинки**, що знаходяться у воді у вигляді молекулярно-дисперсних часточок діаметром менше 0,001 мкм; вони вже не утворюють окремої фази, і система стає однофазною — істинним розчином.

4.2 Методи очищення стічних вод і обробки осаду

Методи, які застосовуються для очищення стічних вод, можуть бути розділені на три групи: 1) механічні; 2) фізико-хімічні і 3) біологічні. Для ліквідації бактеріального забруднення стічних вод застосовують їхнє знезаражування (дезінфекцію).

Механічне очищення стічних вод використовується для виділення зі стічної води нерозчинених грубодисперсних домішок, що знаходяться в ній, шляхом *проціджування, відстоювання і фільтрування*. Для затримання великих забруднень і частково зважених речовин застосовують проціджування води через різного роду ґрати і сита. Для виділення зі стічної води зважених речовин, частки яких мають велику або меншу щільність, чим щільність води, застосовують відстоювання. При цьому важкі частки осаджуються на дно під дією сили ваги, а більш легкі спливають на поверхню. Зважені частки мінерального походження, головним чином пісок, виділяють зі стічних вод шляхом осадження в спорудах - піскоуловлювачах.

Основну масу більш дрібної суспензії, переважно органічного характеру, виділяють зі стічних вод у відстійниках. Речовини, більш легкі, чим вода, — жири, олії, нафта, смоли й інші спливаючі на поверхню речовини — виділяються в спорудах, які називаються жируловлювачами, маслоуловлювачами, нафтоуловлювачами і смолоуловлювачами; ці споруди застосовуються для очищення виробничих стічних вод. Окремі жируловлювачі для виділення жирів з побутових стічних вод у даний час не застосовують, тому що цю задачу виконують відстійники, обладнані спеціальними пристроями.

Нарешті, для звільнення стічних вод від часток дуже дрібної суспензії, що знаходиться в зваженому стані, застосовують фільтрування стічних вод шляхом пропуску їх через тканину (сітку) або шар зернистого матеріалу, на поверхні й у товщі якого затримуються частки, які виді-

ляються зі стічних вод. Фільтрування знаходить застосування при механічному очищенні головним чином виробничих стічних вод.

Механічне очищення як самостійний метод застосовують у тих випадках, коли дозволяється (по місцевих умовах і відповідно до санітарних правил) використовувати освітлену воду для тих або інших виробничих цілей або спускати ці води у водойму. В всіх інших випадках механічне очищення служить попередньою стадією перед біологічним очищенням.

Як показали дані експлуатації відстійників на ряді очисних станцій, в осад випадає не більш 80% зважених речовин, що осаджуються, тобто не більш 60% загальної маси зважених речовин, що знаходяться в стічних водах. Більш високий ефект може бути отриманий шляхом застосування різних засобів інтенсифікації процесу освітлення. До числа їх відносяться біокоагуляція, освітлення зі зваженим фільтром і преаерація з надлишковим мулом або без нього.

Фізико-хімічні методи очищення полягають у тім, що у воду, що очищається, вводять яку-небудь речовину — реагент (коагулянт). Вступаючи в хімічну реакцію з домішками, що знаходяться у воді, ці речовини сприяють більш повному виділенню домішок, колоїдів і частини розчинених з'єднань і тим самим зменшують їхню концентрацію в стічній воді; переводять розчинні з'єднання в нерозчинні або в розчинні, але нешкідливі; змінюють реакцію стічних вод, зокрема нейтралізують них; знебарвлюють пофарбовану воду й ін.

Сучасні дослідження свідчать про можливість забезпечення глибокого очищення стічних вод фізико-хімічними методами. Освоєння такого очищення по стадіях дозволяє різко інтенсифікувати механічне очищення стічних вод або замінити біологічне очищення.

Фізико-хімічні методи найчастіше застосовують при очищенні виробничих стічних вод. При цьому в залежності від місцевих умов той або інший метод може з'явитися остаточною стадією (якщо ступінь очищення, що досягається, достатня для використання стічних вод повторно) або попередньою стадією (наприклад, при видаленні отруйних з'єднань або яких-небудь інших речовин, що перешкоджають нормальній роботі наступних очисних споруджень).

4.3 Біологічні методи очистки стічних вод

Біологічні методи очищення засновані на життєдіяльності мікроорганізмів, що сприяють окислюванню або відновленню органічних речовин, що знаходяться в стічних водах у виді тонких суспензій, колоїдів і в розчині. Ті речовини є для мікроорганізмів джерелом харчування, в результаті чого і відбувається очищення стічних вод від органічних забруднень. Існуючі в даний час споруди для біологічного очищення стічних вод можуть бути розділені на два основних типи:

очищення відбувається в умовах, близьких до природних;
очищення відбувається в штучно створених умовах.

Споруди для біологічного очищення в природних умовах, у свою чергу, можуть бути розділені на споруди, у яких відбувається фільтрування стічних вод, що очищаються, через ґрунт (поля зрошення і поля фільтрації), і на споруди, що представляють собою водойми (біоставки), заповнені стічною водою, що очищається. У спорудах першого типу поглинання кисню йде за рахунок безпосереднього поглинання його мікроорганізмами з повітря. У спорудах другого типу поглинання кисню йде головним чином за рахунок дифундирування його через поверхню води (реаерація) або за рахунок механічної аерації. Кліматичні умови і велика площа, яку займають ті ставки, обмежують розвиток природних прийомів біологічного очищення стічних вод (біоставки, поля зрошення, поля фільтрації).

Для біологічного очищення стічних вод у штучних умовах застосовують аеротенки, біофільтри й аерофільтри. У цих спорудах очищення протікає більш інтенсивно, ніж на полях зрошення, полях фільтрації і ставках, тому що штучним шляхом створюються кращі умови для розвитку активної життєдіяльності мікроорганізмів.

Інтенсивність процесу очищення стічних вод у тій або іншій споруді визначається окисною потужністю споруд, під якою розуміється число грамів кисню, одержуване з 1 м³ споруди за добу і використовуване для зниження біологічної потреби в кисні стічних вод, окислювання амонійних солей до нітритів і нітратів, а також для підвищення змісту в стічних водах розчиненого кисню.

Окисна потужність для різних споруд коливається в широких межах. При підвищених вимогах до ступеня очищення біологічно очищена вода піддається доочищенню. Найбільш широке поширення як споруд для доочищення одержали піщані фільтри, головним чином двох- і багат шарові, а також контактні освітлювачі; мікрофільтри застосовуються рідше. Зниження концентрації трудноокислюємих речовин, фіксуємого значенням ХПК очищених вод, можливо методом сорбції, наприклад активованим вугіллям, і хімічним окислюванням, наприклад шляхом озонування. Зниження концентрації солей можливо методами знесолення, застосовуваними в практиці водопідготовки.

Очищення від біогенних елементів. Біологічно очищена вода містить амонійний азот і фосфор у значній концентрації. Азот і фосфор сприяють посиленому розвитку водної рослинності, наступне невідмінне відмирання якої приводить до вторинного забруднення водойми.

Фосфор видаляють хімічним осадженням солями заліза, алюмінію, вапном. Реагенти подають або в стічну воду перед первинними відстійниками, або в очищений стік перед вторинними відстійниками, або в ае-

ротенк. Найбільш ефективним є останній варіант. Ефект видалення фосфору досягає 80%.

При очищенні стічних вод **дезінфекцію** здійснюють тими ж прийомами і засобами, що і при очищенні природних вод. Найбільш часто застосовують хлорування газоподібним хлором, а на станціях пропускною здатністю до 1000 м³/добу використовують хлорне вапно. При відповідному техніко-економічному обґрунтуванні допускається знезаражування біологічно очищених вод гіпохлоритом натрію, а також шляхом електролізу розчину NaCl.

Методи обробки осаду. При очищенні стічних вод кожним з описаних вище методів утворюються осад внаслідок випадання розчинених речовин у первинних відстійниках. Крім того, у результаті біологічного очищення утворюється велика кількість осаду, що виділяється у вторинних відстійниках. Осад складається з твердих речовин, сильно розведених водою. У сирому стані при очищенні побутових і деяких виробничих вод цей осад має неприємний запах і є небезпечним у санітарному відношенні, тому що містить величезну кількість бактерій (у тому числі можуть бути і хвороботворні) і яєць гельмінтів.

Для зменшення кількості органічних речовин в осаді і додання йому кращих санітарних показників осад піддають впливові анаеробних мікроорганізмів (зброженню) і аеробної стабілізації мулу у відповідних спорудах. До анаеробних споруд відносяться септики, двох'ярусні відстійники, метантенки.

Перші два типи споруд виконують одночасно дві задачі:

виділення зі стічних вод нерозчинених речовин шляхом відстоювання;

зброження осаду, що утворюється.

Метантенки призначаються переважно для зброження осаду; рідше вони застосовуються для попереднього анаеробного очищення висококонцентрованих стічних вод.

Для зменшення вологості осаду стічних вод і його об'єму служать ставки (для невеликих станцій) мула, і майданчики мула. Для обезводнення осаду застосовуються різні механічні прийоми — вакуум-фільтрація, фільтрпресування, центрифугування. Створюються ефективні апарати по термічній сушці і спалюванню опадів. Важливого значення набуває утилізація осадів як органо-мінеральне добриво і білково - вітамінних добавок до раціонів харчування сільськогосподарських тварин.

При виборі методу очищення і обробки осаду стічних вод населених пунктів і промислових підприємств, а також місця розташування і типів очисних споруд необхідно в першу чергу виявляти і доцільність промислового використання очищених стічних вод і осаду. При визначенні необхідного ступеня очищення стічних вод, що скидаються у во-

доймища, слід керуватися «Правилами охорони поверхневих вод від забруднення стічними водами».

4.4 Схеми очисних станцій

Споруди для очищення стічних вод розташовують таким чином, що вода проходить їх послідовно, одне за іншим. У спорудах для механічного очищення спочатку виділяються найбільш важкі і найбільш крупні суспензії, а потім основні маси нерозчинених забруднень; у наступних спорудах для біологічного очищення віддаляються тонкі суспензії, що залишилися, і колоїдні і розчинені органічні забруднення, після чого проводиться знезараження стічних вод (дезинфекція).

Споруди для обробки осаду розташовуються також в певній послідовності. За наявності метантенків сирий осад із первинних відстійників спочатку прямує в них для зброджування, а потім надходить для обезводнення на майданчики, мула, або на установку для механічного обезводнення. Зневоднений осад використовується як добриво. При застосуванні двоярусних відстійників осад із них направляють безпосередньо на майданчики, мула, для підсушування. Осад із вторинних відстійників використовується для активізації процесу біологічного очищення стічних вод (циркулюючий активний мул), надлишок же його (надлишковий активний мул) спочатку ущільнюють, а потім направляють на установку, утилізації, або в метантенки; нерідко надлишковий мул прямує в первинні відстійники.

Контрольні питання

1. Назвіть основні складові стічних вод.
2. Як визначається ступінь забруднення стічних вод?
3. Що таке біохімічна потреба в кисні?
4. Основні методи очищення стічних вод.
5. Назвіть основні методи обробки осаду.

ЛЕКЦІЯ 5. ПОПЕРЕДЖЕННЯ ВИНИКНЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СИСТЕМИ ВОДОВІДВЕДЕННЯ

План лекції:

- 5.1. Організація експлуатації мереж водовідведення
- 5.2. Умови безпечної експлуатації водовідвідних мереж
- 5.3. Стійкість систем водовідведення

5.1 Організація експлуатації мереж водовідведення

Основне завдання служби експлуатації - використання каналізаційних споруд і елементів з забезпеченням їх нормальної безаварійної роботи при високих економічних, технічних і санітарних показниках відповідно до вимог відповідних нормативних документів.

Експлуатацію каналізаційних споруд здійснюють управління, або відділи. Залежно від розмірів каналізаційного господарства створюються служби мережі, насосних станцій (за наявності декількох) і очисних споруд. При управліннях організують центральний диспетчерський пункт, а при службах мережі - місцевий диспетчерський пункт з цілодобовим чергуванням.

Експлуатація зовнішньої каналізаційної мережі в містах і селищах здійснюється спеціальними службами районів або ділянок, що входять до складу управлінь водопровідно-каналізаційного господарства або відповідних відділів при міських і селищних комунальних органах. На промислових підприємствах експлуатацію каналізаційної мережі здійснюють спеціальні служби, що входять зазвичай до складу відділу головного енергетика або головного механіка. Експлуатаційні служби кожного району можуть обслуговувати мережу протяжністю до 1000 км. До складу служб району можуть входити служби виробничих ділянок, обслуговуючі мережу протяжністю до 100-150 км.

Для експлуатації зовнішньої каналізаційної мережі організовуються районні експлуатаційні ділянки. У великих містах ділянка обслуговує мережу протяжністю 100-150 км, в середніх містах - до 50 км, а в невеликих містах, селищах і на промислових підприємствах - до 20 км. Внутрішні каналізації житлових будівель і дворів мережі обслуговують домоуправління, а заводські - промислові підприємства. Число робітників і службовців обчислюють в середньому по одній людині: на 1,5-2 км мережі для великих і на 1,2-1,5 км для дрібних каналізаційних ділянок.

У обов'язки експлуатаційної ділянки каналізаційної мережі входять:

- а) приймання каналізаційної мережі в експлуатацію і технічний контроль за будівництвом каналізаційної мережі і споруд на ній;
- б) спостереження за роботою і станом каналізаційної мережі і мережових споруд (сполучних камер, дюкерів, естакад,

- в) профілактична промивка і очищення мережі;
- г) усунення аварійних засмічень;
- д) поточний і капітальний ремонт мережі;
- е) ліквідація аварій;
- ж) проведення заходів щодо обертання каналізаційної мережі і підвалів будівель від затоплень і забезпечення її роботи в період весняних паводків;
- з) розгляд і затвердження проектів внутрішньої каналізації будівель;
- і) контроль за монтажем, введенням в дію, технічним станом і правильною експлуатацією внутрішньої каналізації будівель;
- к) вивчення роботи мережі, складання планів розвитку і реконструкції мережі;
- л) розробка і проведення заходів щодо охорони праці робітників, зайнятих на експлуатації мережі;
- м) ведення технічної документації (виконавчих креслень, документів приймальних комісій, планшетів мережі, технічних паспортів) і звітності.

Технічний паспорт є основним документом для глибокого вивчення і характеристики роботи окремих ділянок каналізаційної мережі. У паспорті нанесена схема мережі з вказаними довжиною, діаметрами, ухилами і бічними приєднаннями, встановлена категорія мережі по трудності експлуатації; у ньому указують наповнення в трубах по роках і записують дати технічних оглядів, профілактичних очищень і усунення засмічень.

Каналізаційну мережу розбивають по категоріях відповідно до її технічного стану і режиму роботи, що дає можливість виділити із загальної схеми найбільш несприятливі за гідравлічними умовами ділянки і організувати особливо ретельний догляд за ними. Категорії окремих ділянок мережі із зміною режиму роботи періодично переглядають.

5.2 Умови безпечної експлуатації водовідвідних мереж

Зі стічних вод, що рухаються по трубопроводах, виділяються пари води і газу – сірководень, аміак, двоокис вуглецю, метан, а також пари бензину, гасу, що утрудняє експлуатацію водовідвідної мережі. Суміші паливних газів з повітрям можуть вибухати, а сірководень, двоокис вуглецю викликають корозію бетону. Усе це обумовлює необхідність вентиляції водовідвідної мережі. Витяжна вентиляція мережі здійснюється через стояки в будинках. Верхній стояк виводиться через горищенне приміщення за межі будинків. Крім того, повітря надходить у мережу через нещільності прилягання кришок до люків оглядових колодязів по всій мережі. Для захисту бетону від дії агресивних стічних вод застосо-

вують цемент, що не піддається корозії, покривають бетонні поверхні ізоляцією.

Мережі водовідведення залягають в різних ґрунтах: просадних, обвальних, водонасичених нестійких, сухих, стійких і ін. При аналізі аварій на каналізаційних мережах встановлено, що однією з причин руйнування труб є деформації підстав під трубами, викликані нерівномірним просіданням ґрунтів. Ґрунти в природному стані можуть служити надійною підставою для труб, заповнених водою, оскільки їх маса не перевищує маси витисненої ними землі. Проте ґрунти по своїй будові неоднорідні, вони можуть бути сухими або насиченими водою. У разі порушення природної рівноваги ґрунтів глибокими виїмками, а також відкачуванням води або періодичними коливаннями напірного горизонту вони втрачають стійкість, набувають рухливості і можуть змінити щільність середовища, що оточує трубу.

Водовідвідні мережі сприймають зусилля від підземних вод, горизонт яких може бути розташований над діючим трубопроводом, а також від тимчасових і постійних статичних і динамічних навантажень. Вони проявляють чутливість при надзвичайних ситуаціях (вибухах, стихійних бідах, землетрусах, розкопках поблизу трас), що приводить до їх деформацій (розтягуванню, стисненню), появи тріщин і переломів, перш за все у верхній і нижній частинах труби.

Просадні ґрунти підрозділяють на два типи:

I - просідість ґрунту від власної ваги при замочуванні практично відсутня або не перевищує 5 см;

II - можлива просідість ґрунту від власної ваги при замочуванні на величину більше 5 см.

При влаштуванні каналізаційної мережі в просадних ґрунтах ретельно виконують всі роботи, пов'язані з усуненням витоку води з мереж і споруд, і відводять поверхневі води, щоб не допустити замочування ґрунтів в котлованах і траншеях зливовими водами. Трасують каналізаційну мережу по нижній стороні схилів і по тальвегам. Розробка ґрунту і укладання труб в літній час, як правило, ведеться прискореними темпами, щоб уникнути попадання в траншею атмосферних вод.

Самотічні і напірні трубопроводи в умовах I типу просадності прокладають, як в звичайних непросадних ґрунтах. Мінімальна відстань в плані від зовнішньої поверхні труб до грані фундаменту або стін підземної частини споруд не менше 5 м.

У ґрунтах II типу просадності мінімальна відстань в плані фундаментів споруд до безнапірних і напірних трубопроводів приймається залежно від діаметру труб і товщини шару.

Проектування комплексу протизсувних заходів базується на точному аналізі причин, що викликають обвали, і з'ясуванні ступеня актив-

ності останніх на основі ретельного геологічного дослідження. Найбільш ефективними заходами є:

- перехоплення і відведення поверхневих і ґрунтових вод шляхом влаштування відкритого і закритого дренажу дрібного або глибокого залягання;
- усунення фільтрації в ґрунт води з поверхневих водоймищ і покриття поверхні водонепроникним одягом;
- влаштування підпірних стінок.

Забруднення навколишнього середовища внаслідок несприятливого впливу на природу виробничої діяльності людини, приводить, зокрема, до попадання в ґрунти шкідливих речовин. В результаті їх концентрація в порівнянні з вже наявною природною значно підвищується.

Внаслідок того, що трубопроводи прокладаються під землею, на них можуть безпосередньо впливати агресивні ґрунти, мінералізовані підземні води, які здатні не тільки розмивати ґрунтове зведення і негативно впливати на матеріал труб, але і приводити до забруднення вод, що транспортуються.

Розрізняють забруднення великих площ, наприклад із-за викиду відходів промислових підприємств, обмежених ділянок і окремих місць.

Неправильне поводження з шкідливими для ґрунту речовинами, повсюдне застосування мінеральних добрив і інсектицидів, перевезення хімікатів транспортом на великі відстані, скидання промислових стоків - всі ці обставини висунули проблеми екології в число першочергових. Існуюча до останнього часу точка зору, що ґрунтова вода, що оберігається верхніми шарами ґрунту як фільтром, є найбільш захищеним водним ресурсом і може застосовуватися як питна, з перерахованих вище причин стає вельми сумнівною. Все частіше в промислових містах можна зустріти в ґрунтових водах так званий «хімічний зоопарк», який представляє серйозну небезпеку для здоров'я людей.

Тому необхідно передбачати заходи для запобігання попаданню хімічних речовин в ґрунтові води. В зв'язку з цим особливої значущості набуває проблема забруднення ґрунтових вод унаслідок пошкодження каналізаційних трубопроводів. **Методи захисту ґрунту** від забруднених вод включають:

- пасивні гідравлічні і пневматичні заходи;
- замикання (блокаду), тобто створення технічних бар'єрів при роз'єднанні нитки трубопроводу між джерелом надходження шкідливих речовин і захисними матеріалами;
- імобілізацію (фіксацію) зменшення виділення шкідливих речовин шляхом уповільнення їх переміщення.

Виходячи з умови максимального самотічного каналування об'єктів (найбільш дешевий спосіб), більшість каналізаційних мереж, особливо колекторів, прокладають на незначній глибині, по «знижених гранях»

уздовж річок, ярів і т.п. Найбільш ефективними способами влаштування каналізаційних мереж у водонасичених ґрунтах є прокладання каналізаційних труб усередині захисної труби (у кожусі), так званих «подвійних труб», і прокладка каналів, трубопроводів з проведенням додаткових захисних заходів. Проте дорожнеча вказаних робіт (особливо першого варіанту) не дозволяє застосовувати їх повсюдно, тому ці способи переважні при прокладці каналізаційних мереж в санітарних зонах, при перетині із залізничними коліями, автомобільними дорогами загальнодержавного і обласного значення, при перетині з лініями метрополітену, водоводів, газопроводів високого і середнього тиску і т.д.

Проведення ремонтно-відновних робіт або капітального ремонту каналізаційних мереж у водонасичених обвальних ґрунтах вимагає використання таких технологій, механізмів, пристосувань і матеріалів, які дозволять звести до мінімуму час їх виробництва. Це стало особливо актуально останніми роками, коли в результаті старіння і зносу основних фондів водовідвідних мереж збільшилася кількість техногенних аварій, що нерідко приводять до людських жертв, до великих матеріальних втрат, погіршенню екологічної ситуації і т.д. Але навіть при правильній експлуатації мереж каналізації не виключені аварійні ситуації, а значить, потрібно проводити капітальний ремонт і вести аварійно-відновні роботи. От чому так необхідно розробити організаційно-технічні заходи, у тому числі і водопонижувальні, дозволяючі в мінімальний термін визначити і використати технологічні схеми і карти при ліквідації аварій на мережах каналізації, особливо у водонасичених ґрунтах.

5.3 Стійкість систем водовідведення

У результаті руйнування системи каналізації міста чи її елементів може відбутися затоплення окремих територій міста, ділянок вулиць, підвальних приміщень стічними водами, що істотно ускладнить і порушить роботу та побут установ і людей. Крім того, при тривалому затопленні стічними водами територій міста, особливо в жаркий час року, можуть створитися умови для виникнення осередків хвороб і епідемій.

Затоплення найбільш ймовірно на тих ділянках мережі, де видалення стічних вод проводиться насосними станціями, а станції ушкоджені чи позбавлені енергоживлення. У ряді випадків масовий вилив стічних вод можливий з міських колекторів, прокладених з великим ухилом, при ушкодженні окремих ділянок, приведених до закупорки колектора.

Роздільна система каналізації за умови, що колектори обох частин системи з'єднані між собою перепусками, дає можливість для відключення ушкоджених ділянок трубопроводів і тому є більш надійною в експлуатації. Для систем водовідведення міст і промислових підприємств, що знов проектуються, такі перепуски бажано передбачати в про-

ектах і здійснювати в процесі будівництва, а для діючих систем споруджувати перепуски при реконструкції та ремонті мереж. Якщо перепуски заздалегідь не зроблені, повинні бути визначені місця, де при необхідності в аварійному порядку їх потрібно спорудити.

На великих каналізаційних колекторах перед важливими спорудами (переходами через ріки, очисними спорудами й ін.), при руйнуванні яких унаслідок підпору, що утворився, у мережі стічні води можуть вийти на поверхню, повинні передбачатися аварійні випуски. Місця скидання стічних вод в аварійних випадках повинні бути завчасно погоджені з органами санітарного нагляду і рибоохорони.

Станції перекачування стічних вод є найбільш важливою ланкою в системах каналізації. На головних напрямках станції перекачування повинні забезпечуватися надійним енергопостачанням.

Для оцінки систем каналізації необхідно знати найбільш уразливі місця і заздалегідь визначити можливі обсяги аварійних робіт і міри попередження можливих несправностей. Необхідно також враховувати специфіку систем каналізації. У самотливних системах відключення окремих ділянок неможливо, тому тут при відновленні зруйнованої чи ушкодженої ділянки каналізаційних мереж буде потрібно спеціальна обвідна лінія чи обладнання аварійного випуску стічних вод.

Руйнування й ушкодження підземних каналізаційних комунікацій будуть носити такий же характер, як і руйнування водопровідних мереж. Найбільш характерні порушення, це порушення стиків труб і колекторів з утворенням подовжніх і поперечних тріщин. У більшому ступені в порівнянні з чавунними і сталевими трубами піддаються руйнуванням і ушкодженням керамічні і бетонні труби.

При руйнуванні каналізаційних труб і колекторів відбувається їхня закупорка, і каналізаційні води виливаються на поверхню через прилеглі оглядові колодязі чи просочуються через ґрунт у місцях ушкодження трубопроводів.

Дуже небезпечний контакт, який виникає у результаті ушкоджень, це контакт водопровідної води і стічних рідин. Аварійно-відновлювальні роботи на системах каналізації будуть полягати в усуненні чи обмеженні затоплень, що перешкоджають чи затрудняють проведення цих робіт.

Для цього, насамперед відкривають аварійні скиди на каналізаційних колекторах перед ушкодженими спорудами. При ушкодженні станції перекачування чи виходу з ладу системи енергопостачання міста, коли насосна станція знеструмлена, приплив стічних вод повинен бути припинений і спрямований по аварійному варіанту скидання. У випадку ушкодження аварійного випуску повинен бути споруджений тимчасовий спрощений випуск у вигляді відкритої каналі.

Найбільш простим способом перепуску стічних вод є влаштування тимчасових самотливих лотків, відвідних каналів і траншей в обхід

ушкоджених ділянок. При неможливості влаштування самопливних перепусків перекачування стічних вод здійснюється за допомогою пересувних насосів. У ряді випадків може виявитися доцільним перепуск стічних вод по траншеї, прокладеної між двома каналізаційними колодзями чи колекторами.

Після спорудження перепуску чи відвідної лінії ушкоджену ділянку відключають шляхом установки заглушок і пробок у каналізаційних трубах, що примикають до оглядових колодязів. Такими заглушками можуть служити дерев'яні щити, установлені на розпірках, круглі дерев'яні пробки (для труб невеликого діаметра), мішки з піском і інші приладдя.

Аварійно-відновлювальні роботи на мережах і спорудах водовідведення мало чим відрізняються від робіт на системах водопостачання. Тому правила техніки безпеки при аварійно-відновлювальних роботах на мережах і спорудах систем водопостачання повною мірою повинні бути застосовані при аналогічних роботах на мережах і спорудах систем водовідведення, є щоправда, деякі відмінності. Найбільш істотні з них наступні:

- у результаті аварії чи руйнувань, що особливо ймовірно в умовах надзвичайної ситуації, у каналізаційну мережу можуть потрапити шкідливі і горючі рідини (нафта, бензин, гас і ін.);
- при розкладанні фекальних мас утворюються шкідливі і вибухонебезпечні гази: метан, вуглекислота, сірководень.

Тому на насосних каналізаційних станціях на цей випадок варто передбачати спеціальні міри:

- не використовувати відкритий вогонь;
- постійно контролювати якість повітря за допомогою газоаналізаторів чи шахтарської лампи;
- у прийомному резервуарі і грабельному приміщенні зварювання допускати після ретельного провітрювання. Бажано також на час зварювальних робіт припинити подачу стічних вод. Роботи в камерах і спеціальних колодязях (наприклад, на дюкерах) варто виконувати бригадою в складі не менш чотирьох чоловік, а в прохідних каналах і колекторах - п'яти чоловік: один працює в колекторі, і по двоє котрі спостерігають, знаходяться в кожному колодязі.

Контрольні питання

1. Організація експлуатації мереж водовідведення
2. Приймання водовідвідної мережі в експлуатацію
3. Умови експлуатації водовідвідних мереж
4. Спостереження за каналізаційною мережею
5. Прочищення каналізаційної мережі
6. Стійкість систем водовідведення
7. Характер руйнувань й ушкоджень систем каналізації.

8. Аварійно-відновлювальні роботи на системах каналізації
9. Ремонт водовідвідної мережі
10. Техніка безпеки при експлуатації водовідвідних мереж

ЛЕКЦІЯ 6. ОСОБЛИВОСТІ ВЛАШТУВАННЯ СИСТЕМИ ВНУТРІШНЬОГО ВОДОВІДВЕДЕННЯ

План лекції:

- 6.1. Класифікація систем внутрішнього водовідведення
- 6.2. Каналізаційні розтрубні трубопроводи. Матеріал труб

6.1 Класифікація систем внутрішнього водовідведення

Рівень благоустрою населених пунктів і промислових підприємств визначається наявністю інженерних систем, які забезпечують їх життєдіяльність. Системи водопостачання і водовідведення, які будуються в містах, де живуть і працюють люди, функціонують промислові підприємства відносять до систем життєзабезпечення.

Внутрішнє водовідведення (каналізація) - система інженерних пристроїв і споруд, що забезпечують прийом, локальне очищення і транспортування забруднених стоків всередині і за межі будівель або групи будівель в мережу водовідведення (каналізації) відповідного населеного пункту або промислового підприємства.

Системи внутрішнього водовідведення за способом збору та видалення забруднень буває спальною та вивізною. **Спальна** система може бути централізованою, якщо її влаштовують в районах, що каналізовані при наявності в будівлях внутрішнього водопроводу, самотічною або напірною. **Вивізна** система передбачає децентралізований збір забруднень та їх відвіз транспортними засобами на очисні споруди.

За призначенням та характеристикою стічних вод системи водовідведення поділяють на побутові, виробничі, дощові.

Побутові – системи, що призначені для відведення господарсько-побутових стічних вод.

Виробничі – системи, які призначені для відведення виробничих стічних вод.

Дощові (внутрішні водостоки) – системи, які призначені для відведення дощових та талих вод з покрівель будівель.

За сферою обслуговування системи водовідведення бувають об'єднаними та роздільними.

Об'єднані системи водовідведення призначені для збору та відведення за межі будівлі усіх господарсько-побутових, виробничих, а в окремих випадках і дощових стічних вод. Така система влаштовується,

якщо можлива сумісна очистка цих стоків та є можливість для їх безперешкодного транспортування в зовнішню мережу.

Роздільні системи використовують в тих випадках коли стічні води за своїм складом забруднень не допускаються до скиду в зовнішню каналізаційну мережу. В цьому випадку використовують роздільну мережу та відповідні споруди для попередньої очистки, нейтралізації стічних вод (сепарація, усереднення, знезараження).

За способом транспортування забруднень виділяють трубопровідну та лоткову системи.

Трубопровідна система буває з однотрубними та двотрубними стояками (окремо відвідний та вентиляційний стояки, які об'єднуються перемичками), останні використовують в багатоповерхових будівлях.

Лоткова система призначена для транспортування стічних вод по відкритих лотках та каналах, які перекрити щитами, що знімаються. Її використовують на підприємствах, якщо забруднення в стічних водах, якщо їх транспортувати по трубопроводах, можуть викликати затори.

За влаштуванням вентиляції системи можуть бути зі стояками, що вентиліюються або не вентиліюються, останні використовуються при влаштуванні внутрішнього водовідведення в одно та двоповерхових будівлях. При влаштуванні декількох стояків, що вентиліюються, їх об'єднують в одну вентиляційну шахту або в один витяжний вентиляційний трубопровід.

За наявністю спеціального обладнання системи бувають прості, без спеціального обладнання та зі спеціальним обладнанням – з місцевими установками для перекачки стічних вод або для попередньої очистки стічних вод перед їх відведенням в зовнішню водовідвідну мережу.

При проектуванні та виборі системи внутрішнього водовідведення особливу увагу приділяють її призначенню, тобто які стічні води будуть транспортуватись за межі будівлі, для того щоб не викликати пошкоджень водовідвідної мережі населеного пункту, та для яких за якістю стоків призначена система, що проектується. Внутрішні каналізаційні прилади в житлових і громадських будівлях складаються з приймачів (санітарних приладів) - унітазів, пісуарів, раковин, умивальників, миття, трапів, ванн і ін., і з мережі - відвідних труб, стояків, випусків і дворової мережі (рис. 5.1).

Санітарні прилади встановлюють в кухнях, туалетних і ванних кімнатах житлових, суспільних і виробничих будівель. Стічні води з приймачів поступають у відвідні труби, а потім в стояки внутрішньої каналізаційної мережі. Стояки прокладають по стінах усередині опалювальних приміщень або в монтажних шахтах, блоках і санітарно-технічних кабінах. Їх виводять через горищне приміщення вище за дах. Унаслідок обігріву стояків в опалювальних приміщеннях в них створюється тяга повітря, що забезпечує вентиляцію внутрішньої і зовнішньої каналізаційної

мережі. Верхню частину стояка називають витяжною трубою, на кінці її встановлюють дефлектор.

Щоб повітря і гази не проникали в приміщення, між мережею і санітарними приладами передбачають водяні затвори. У унітазах і трапах водяні затвори є конструктивним елементом приладу, а під умивальниками, ваннами, миттям і раковинами встановлюють спеціальні фасонні частини - сифони. Одним сифоном можна обслужити декілька приладів. Вода в ньому автоматично замінюється на свіжішу після кожного скидання нової порції води в санітарний прилад. Для огляду і прочищення труб встановлюють ревізії і прочищення.

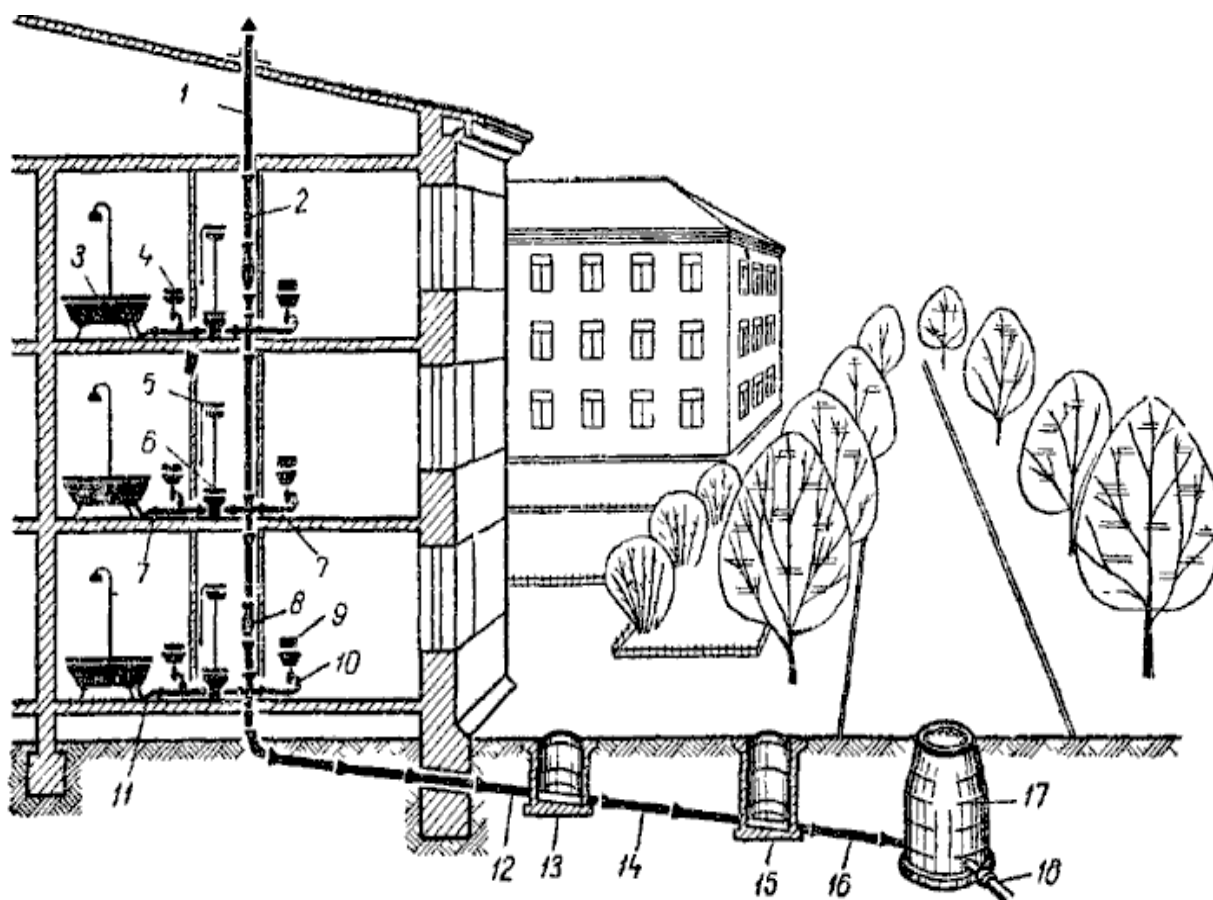


Рис. 6.1 - Схема внутрішньої каналізації:

1 - витяжна вентиляційна труба; 2 - вертикальний трубопровід; 3 - ванна; 4 - умивальник; 5 - зливний бачок; 6 - унітаз; 7 - відвідна труба; 8 - ревізія; 9 - мийка або раковина на кухні; 10 - гідравлічний затвор; 11 - підлоговий сифон; 12 - випуск; 13 - оглядовий колодязь на двірській мережі; 14 - двірська мережа; 15 - контрольний колодязь; 16 - сполучна гілка; 17 - оглядовий колодязь на вуличній мережі; 18 - вулична мережа

Стічні води поступають по вертикальному трубопроводу через випуск в дворову або внутрішньоквартальну каналізаційну мережу. У місці приєднання кожного випуску до дворової або внутрішньоквартальної каналізаційної мережі влаштовують оглядовий колодязь, який призна-

чається для спостереження за роботою внутрішньої мережі і для її про-
чищення при засміченні.

У виробничих приміщеннях приймачами стічних вод служать ворон-
ки, трапи, відкриті і закриті лотки, що розташовуються у виробничих апа-
ратів і машин. Внутрішньоцехову каналізаційну мережу у виробничих при-
міщеннях влаштовують аналогічно внутрішній будинковій мережі з чавун-
них або пластмасових труб у вигляді стояків, відвідних труб і випусків.

Для контролю за роботою дворової і внутрішньоквартальної мереж
в кінці їх влаштовують оглядовий колодязь, який називають контроль-
ним. Ділянку мережі, що з'єднує контрольний колодязь з вуличною ме-
режею, називають з'єднувальною гілкою.

До складу внутрішньої мережі водовідведення входять:

- 1) санітарно-технічні прилади і приймачі стічних вод;
- 2) розтрубні трубопроводи;
- 3) з'єднувальні фасонні деталі;
- 4) пристрої для прочищення мережі.

Побутова каналізація (К1) призначена для відведення стічних вод
від санвузлів, ванн, кухонь, душових, суспільних вбиралень, сміттекамер і
т.п. Це основна каналізація будівель.

Елементи побутової каналізації К1 розглянемо на прикладі двопо-
верхової будівлі з підвалом по ходу руху стічних вод (рис. 6.2).

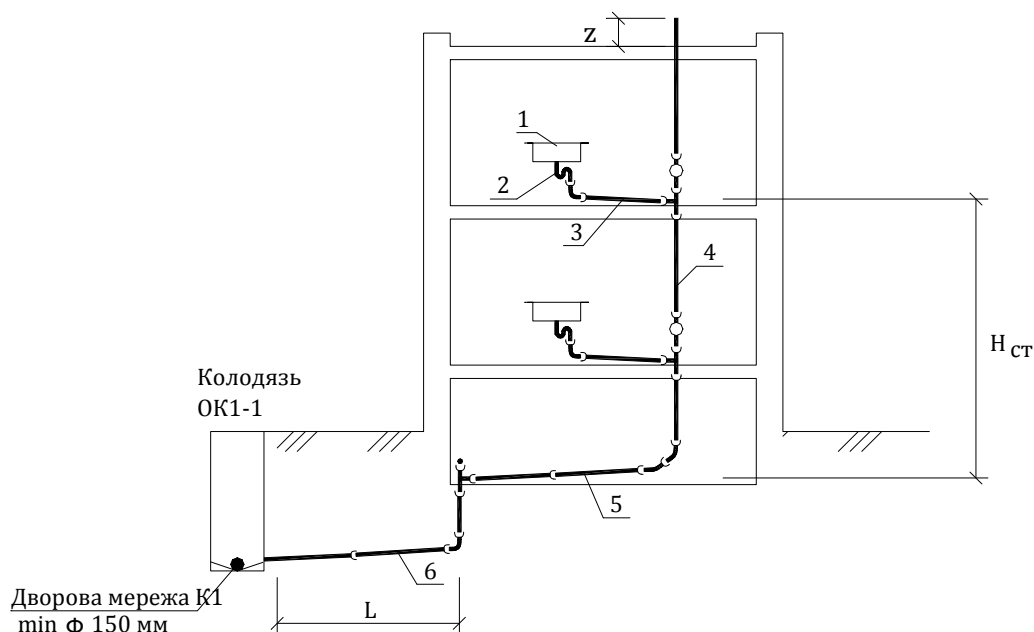


Рис. 6.2. - Елементи побутової каналізації:

1 - санітарно-технічний прилад; 2 - сифон (гідравлічний затвор); 3 - відвідний трубо-
провід на поверсі; 4 - каналізаційний трубопровід; 5 - відвідна мережа в підвалі;
6 - випуск каналізації

Забруднена вода поступає в санітарно-технічний прилад. На відводі від санітарно-технічного приладу встановлено сифон. Відвідний трубопровід на поверсі (3) прокладено з ухилом і приєднано за допомогою прямого трійника до трубопроводу (4). На трубопроводі встановлені ревізії.

Верх трубопроводу виведений вище за покрівлю в атмосферу на висоту z - це вентиляція каналізаційного стояка. Вона необхідна для провітрювання внутрішності каналізації, а також захищає від появи надмірного тиску або, навпаки, вакууму в каналізації. Вакуум може з'явитися при несправній вентиляції стояка під час зливу води з верхнього поверху, що приведе до зриву сифона, тобто вода з сифона нижнього поверху піде і з'явиться запах в приміщенні.

Каналізаційний трубопровід можна влаштовувати без вентиляції, тобто не виводити над покрівлю, якщо його висота $H_{\text{ст}}$ не перевищує 90 внутрішніх діаметрів труби стояка.

Глибина залягання випуску каналізації від поверхні землі до лотка (низу труби) біля зовнішньої стіни приймається рівній глибині промерзання в даній місцевості, зменшеній на величину 0,3 метра (враховується вплив будівлі на не замерзання ґрунту поряд з домом).

Дощова каналізація (К2), або водостік, призначена для відведення атмосферних (дощових і талих) вод з покрівель будівель по внутрішніх водостоках. внутрішні водостоки. Спосібів відведення атмосферних (дощових і талих) вод з покрівель будівель три:

1) Неорганізований спосіб. Застосовується для одно- і двоповерхових будівель. Вода просто стікає з карниза будівлі, для чого винесення карниза від вертикальної поверхні зовнішньої стіни повинне бути не менше 0,6 метра.

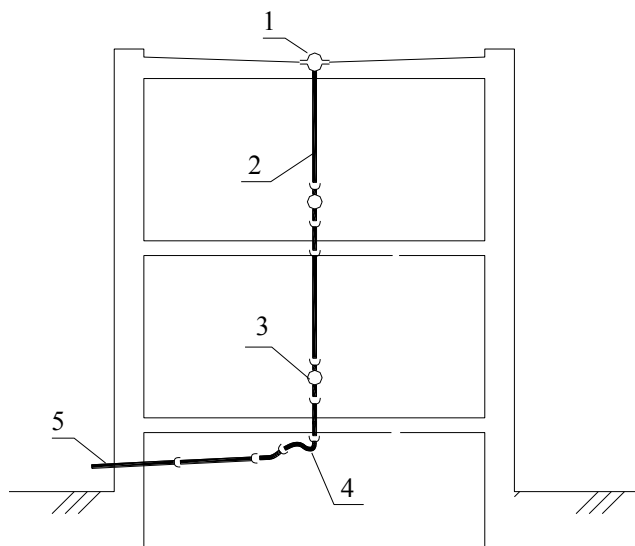


Рис.6.3. – Елементи дощової каналізації:
1 - водостічна воронка типу ковпак, 2- водостічний стояк, 3 – ревізія, 4 - сифон (гідравлічний затвор), 5 - відкритий випуск

2) Організований спосіб по зовнішніх водостоках (це не К2). Застосовується для 3-5 поверхових будівель. Уздовж карниза будівлі влаштовується жолоб, який направляє стікаючі атмосферні води по водостічним воронкам. Далі вода стікає вниз по зовнішніх водостічних стояках і виходить через випуски по відмостві будівлі, яку зазвичай укріплюють бетонуванням від розмивання.

3) Організований спосіб по внутрішніх водостоках - це дощова каналізація (К2). Застосовується для житлових будівель більше 5 поверхів, а також для будівель

будь-якої поверховості з широкою кривою (більше 48 метрів) або багатопролітних будівель (зазвичай це виробничі будівлі).

Елементи дощової каналізації (К2) наведено на рис. 6.3.

Виробнича каналізація (К3) призначена для відведення технологічних стічних вод з виробничих будівель. Її особливістю є наявність додаткових споруд (місцевих очисних споруд, насосних станцій перекачування, тощо).

6.2 Каналізаційні розтрубні трубопроводи. Матеріал труб

Труби для каналізації застосовують розтрубні. Розтруб - розширення на одному кінці труби, що служить для з'єднання з іншими трубами або з фасонними деталями (рис. 6.4). Розтруби повинні бути направлені проти руху стічних вод.

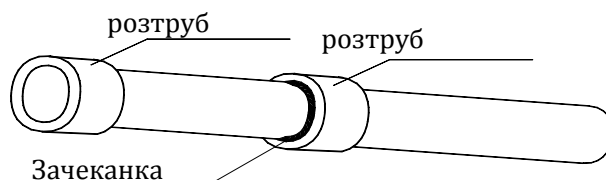


Рис.6.4 – З'єднання труб за допомогою розтрубів

Діаметри труб внутрішньої каналізації найчастіше застосовують 50 мм і 100 мм. У побутовій каналізації труби 50 мм використовують для відведення стічних вод від умивальників, миття і ванн. Труби 100 мм служать для приєднання унітазів.

За матеріалом найбільшого поширення набули чавунні і пластмасові трубопроводи. Чавунні каналізаційні труби 50 мм і 100 мм. Вони можуть бути завдовжки 750 мм, 1000 мм, 1250 мм, 2000 мм, 2100 мм, 2200 мм. Позначення марки труби: наприклад, труба чавунна каналізаційна 100 мм завдовжки 2000 мм позначається в специфікаціях так: ТЧК-100-2000. Розтрубний стик чавунних труб закарбовують смоляною або бітумізованим прядивним пасмом (каболкой) і замазують цементним розчином, що розширюється.

Пластмасові каналізаційні труби діаметрами 40, 50, 90 і 110 мм виготовляють з поліетилену низького (ПНД) і високого (ПВД) тиску. Вони призначені для систем внутрішньої каналізації будівель з максимальною температурою стічної рідини +60°C і короткочасної (до 1 хвилини) +95°C. Це є недоліком поліетиленових труб. Розтрубний стик пластмасових трубопроводів ущільнюють гумовим кільцем, яке вставлене в паз розтруба. З силою всуваючи трубу в розтруб, одержують необхідне ущільнення стику за рахунок обтискання гумового кільця.

Ухили внутрішньої каналізації звичайно не розраховують, а призначають конструктивно: для 50 мм ухил 0,035; для 100 мм - ухил 0,02.

Гідравлічний затвор є обов'язковим та відповідальним елементом, яким повинні бути обладнані всі без винятку приймачі стічних вод, які встановлені на водовідвідній мережі. Гази, що виникають в водовідвідній мережі, можуть бути токсичними, мати дуже неприємний запах, та

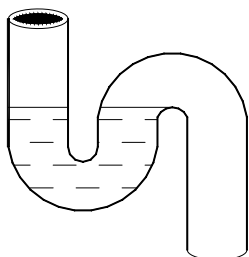


Рис. 6.5. – Сифон колінчастого типу

навіть бути вибухонебезпечними. При відсутності гідро затвору відкривається безперешкодний доступ газам в приміщення, де знаходяться люди. Сифони і гідравлічні затвори розташовують відразу під санітарно-технічними приладами і приймачами стічних вод. Принцип їх дії можна розглянути на прикладі сифона колінчастого типу, що встановлюється під умивальником або кухонним миттям (рис. 6.5).

За рахунок вигнутості труби сифона у вигляді петлі в ньому завжди залишається вода, що створює гідравлічний затвор, тобто водяну пробку, перешкоджаючи проникненню запахів з системи каналізації в приміщення будівель.

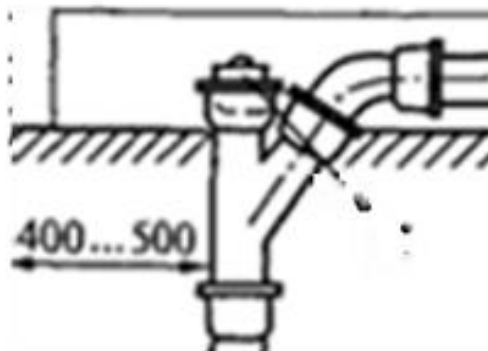
Для очищення каналізаційних мереж від засмічення застосовують наступні фасонні деталі:

- ревізії (рис.6.6-а);
- прочищення (рис.6.6-б).

Ревізія - це розтрубна труба, на бічній поверхні якої є знімний фланець з гумовою прокладкою, прикріплений до труби чотирма або двома болтами. Ревізії встановлюються відповідно: на верхньому і нижньому поверхах; у житлових будівлях заввишки 5 поверхів і більше, не рідше ніж через три поверхи.



а)



б)

Рис. 6.6. – а) ревізія; б) прочищення

Прочищення (рис.6.6-б) встановлюють на горизонтальних ділянках (вірніше, майже горизонтальних, оскільки вони прокладаються з ухилом) з кроком не більше 8-10 метрів між прочищеннями.

Контрольні питання

1. Класифікація систем внутрішнього водовідведення.
2. Санітарно-технічні прилади та приймачі стічних вод.
3. Матеріал труб, які використовуються в мережах внутрішньої каналізації.
4. Охарактеризуйте основні вимоги та особливості при проектуванні системи водовідведення будівлі.
5. Надайте задачі та принципи гідравлічного розрахунку внутрішньої водовідвідної мережі.
6. Наведіть порядок визначення розрахункових параметрів внутрішньої водовідвідної мережі.
7. Охарактеризуйте мету, та наведіть порядок виконання гідравлічного розрахунку випуску.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН В.2.5-64:2012 Внутрішній водопровід та каналізація будівель
2. ДБН В.2.5-75:2013 Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування
3. Правила охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами. Електронний ресурс: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/465-99-%D0%BF>
4. Правила технічної експлуатації систем водопостачання та водовідведення населених пунктів України. Електронний ресурс: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0231-95>
5. НПАОП 41.0-1.01-79. Правила техніки безпеки при експлуатації систем водопостачання та водовідведення населених місць. Електронний ресурс: <http://www.ohrantruda.com/arkhiv-dokumentov/file/1771>
6. Кравчук А.М. Навчальний посібник: Водопостачання і водовідведення. К: КНУБА, 2012. - 180 с.
7. Кравченко В.В. Санітарно-технічне обладнання будинків. – Рівне: НУВПГ, 2010. - 120 с.

Навчальне видання

**ІНЖЕНЕРНІ МЕРЕЖІ ТА КОМУНІКАЦІЇ
Частина II
ВОДОВІДВЕДЕННЯ**

Текст лекцій

Підписано до друку 23.11.19. Формат 60x84 1/16.
Умовн.-друк. арк. 2,8.
Вид. № 69/19.

Сектор редакційно-видавничої діяльності
Національного університету цивільного захисту України
61023 м. Харків, вул. Чернишевська, 94.
www.nuczu.edu.ua