

**КАФЕДРА ПОЖЕЖНОЇ ПРОФІЛАКТИКИ В НАСЕЛЕНИХ ПУНКТАХ
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ**

О.А. Петухова, С.А. Горносталь

**ІНЖЕНЕРНІ МЕРЕЖІ ТА КОМУНІКАЦІЇ
ЧАСТИНА ІІІ ВОДОВІДВЕДЕННЯ**

Конспект лекцій

Харків 2010

Підготовлено до друку за рішенням
засідання кафедри пожежної профілактики
в населених пунктах.
Протокол № 2 від 25.10.10 р.

Укладачі: О.А.Петухова, С.А.Горносталь

Рецензенти:

Чиковані О.Ю. – начальник санітарно-технічного відділу Українського державного інституту з проектування учбових закладів;

Білим П.А. – доцент кафедри пожежної та техногенної безпеки об'єктів та технологій Національного університету цивільного захисту України, кандидат хімічних наук, доцент

Інженерні мережі та комунікації. Частина III. Водовідведення. Конспект лекцій/
Укладачі: О.А. Петухова, С.А. Горносталь. – Х.: НУЦЗУ, 2010. – 66 с.

Відповідальний за випуск Горносталь С.А.

ЗМІСТ

ЛЕКЦІЯ 1 СИСТЕМИ ТА СХЕМИ ВОДОВІДВЕДЕННЯ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ	5
1.1 Основна характеристика стічних вод	5
1.1.1 Побутові стічні води.....	5
1.1.2 Виробничі стічні води	6
1.1.3 Дощові води	6
1.2 Класифікація систем водовідведення	7
1.3 Класифікація схем водовідведення.....	9
1.3.1 Основні елементи водовідведення.....	9
1.3.2 Схеми водовідведення населених пунктів	12
1.3.3 Схеми водовідведення промислових підприємств	13
1.4 Основи проектування і розрахунку водовідвідних систем	14
ЛЕКЦІЯ 2 РОЗРАХУНОК СИСТЕМ ВОДОВІДВЕДЕННЯ	16
2.1 Розрахунок витрат стічних вод водовідвідних мереж	16
2.1.1 Норми водовідведення. Визначення розрахункових витрат	16
2.1.2 Коефіцієнти нерівномірності водовідведення.....	17
2.2 Визначення витрат побутових і виробничих стічних вод.....	19
2.2.1 Витрата стічних вод від населення	19
2.2 Витрата стічних вод від промислових підприємств	20
2.3 Основи гідравлічного розрахунку водовідвідних мереж	22
2.3.1 Гідравлічний розрахунок самопливних мереж.....	23
2.3.2 Розрахунок напірних трубопроводів	26
ЛЕКЦІЯ 3 ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИ ТА СХЕМИ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД	28
3.1 Склад стічних вод.....	28
3.2 Визначення забрудненості стічних вод.....	29
3.3 Методи очищення стічних вод і обробки осаду	30
3.3.1 Механічна очистка стічних вод.....	31
3.3.2 Фізико-хімічні методи очищення стічних вод.....	31
3.3.3 Біологічні методи очистки стічних вод.....	32
3.4 Схеми очисних станцій	34
ЛЕКЦІЯ 4 ПОПЕРЕДЖЕННЯ ВИНИКНЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СИСТЕМИ ВОДОВІДВЕДЕННЯ	38
4.1 Організація експлуатації мереж водовідведення	38
4.1.2 Приймання водовідвідної мережі в експлуатацію	39
4.2 Умови експлуатації водовідвідних мереж	39
4.3 Стійкість систем водовідведення.....	42
4.4 Попередження виникнення надзвичайних ситуацій.....	44
4.4.1 Спостереження за водовідвідною мережею	44
4.4.2 Ремонт водовідвідної мережі.....	44
ЛЕКЦІЯ 5 ВЛАШТУВАННЯ ТА ОБЛАДНАННЯ СИСТЕМИ ВНУТРІШНЬОГО ВОДОВІДВЕДЕННЯ	47
5.1 Класифікація систем внутрішнього водовідведення	47
5.1.1 Побутова каналізація.....	49
5.1.2 Дощова каналізація.....	51

5.1.3 Виробнича каналізація	52
5.2 Санітарно-технічні прилади і приймачі стічних вод	52
5.2.1 Сифони і гідравлічні затвори	53
5.3 Каналізаційні розтрубні трубопроводи. Матеріал труб	53
5.4 Пристрої для очищення мережі	54
5.5 Монтаж внутрішньої каналізації.....	55
ЛЕКЦІЯ 6 ПРОЕКТУВАННЯ ТА РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ВНУТРІШНЬОГО	
ВОДОВІДВЕДЕННЯ.....	57
6.1 Основи проектування системи водовідведення будівлі	57
6.2 Гідравлічний розрахунок внутрішньої водовідвідної мережі	60
6.2.1 Визначення розрахункових параметрів мережі.....	60
6.2.2 Гідравлічний розрахунок випусків	62
6.3 Безпечна експлуатація систем внутрішнього водовідведення	63
ЛІТЕРАТУРА	66

ЛЕКЦІЯ 1 СИСТЕМИ ТА СХЕМИ ВОДОВІДВЕДЕННЯ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ

1.1 Основна характеристика 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/м^3 .

1.1.1 Побутові стічні води

До побутових 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.

1.1.2 Виробничі стічні води

До виробничих стічних вод відносяться води, використані в технологічному процесі, та за ступенем своєї забрудненості вони не відповідають більш вимогам, які пред'являються до їх якості і підлягають видаленню з території підприємств. Сюди відносяться також води, відкачані 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.

1.1.3 Дощові води

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 водовідведення

Під **системою водовідведення** розуміють сумісне або роздільне відведення стічних вод трьох категорій.

Системи водовідведення класифікують за такими ознаками:

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

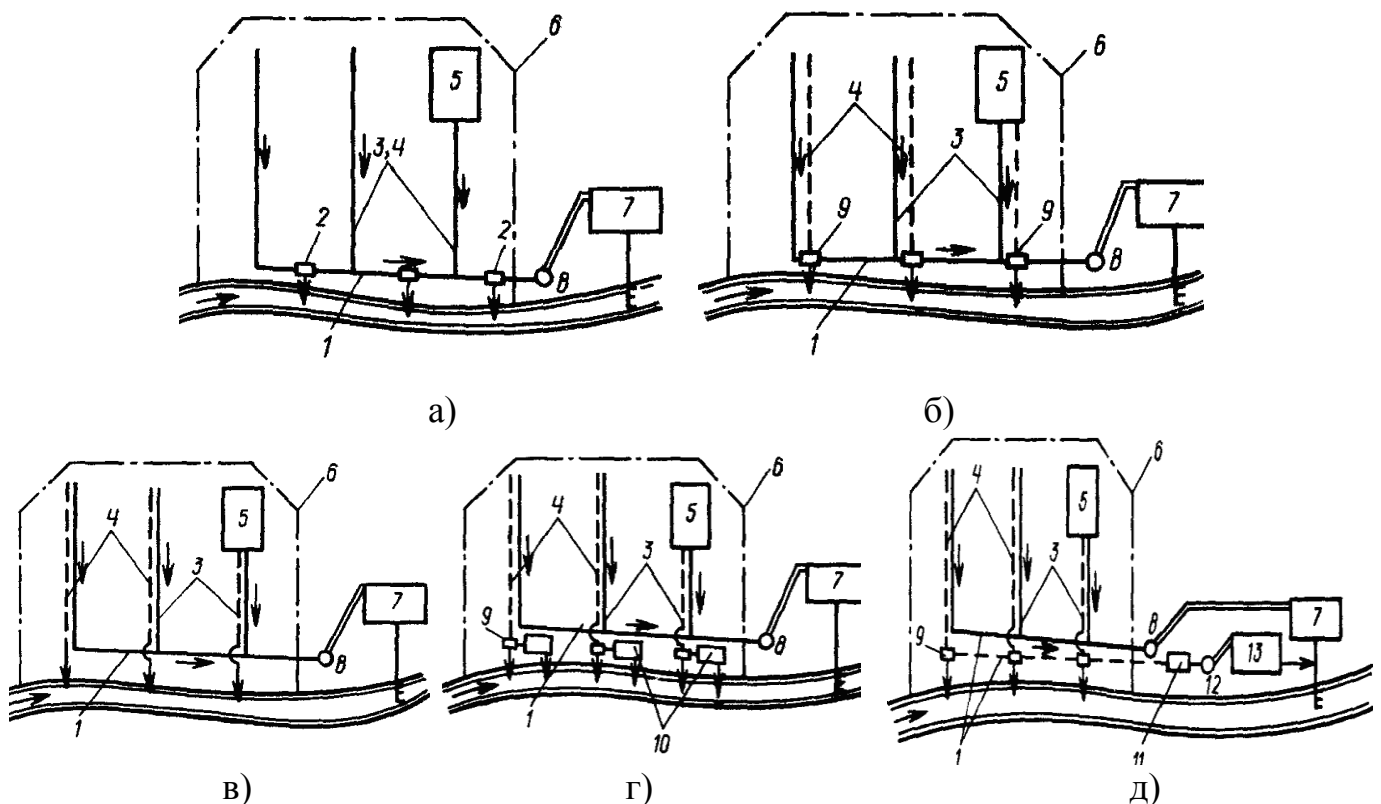


Рис. 1.1 Системи водовідведення:

а) загальносплавна, б) напівроздільна, в), г), д) повна роздільна;

1 — головний водовідвідний колектор; 2 — зливні випуски, 3 — виробничо-побутова мережа; 4 — дощова мережа, 5 — промислові підприємства, 6 — межа міста; 7 — міські очисні споруди; 8 — головна насосна станція; 9 — розділові камери; 10 — локальні очисні споруди поверхневого стоку; 11 — регулюючий басейн; 12 — насосна станція стічних вод; 13 — центральні очисні споруди поверхневого стоку

В залежності 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/сут) 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.1.1а).

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 водостоком. Якщо в дощову каналізацію скидають практично чисті незабруднені виробничі стічні води, то її називають виробничо-дощовою (рис.1.1б, в, г, д).

Повною роздільною називають систему, що включає дві або декілька абсолютно самостійних каналізаційних мереж, по яких відводять тільки дощові або дощові і умовно виробничі води; мережа для відведення побутових і частини забруднених виробничих вод, що допускаються до спуску в побутову каналізацію; мережа, по якій відводять забруднені виробничі води, що не допускаються до сумісного відведення з побутовими (рис.1.1в, г, д).

Неповною роздільною називають систему каналізаційних мереж, що передбачається для відведення тільки найбільш забруднених виробничих і побутових стічних вод; атмосферні води при цій системі стікають у водні протоки по кюветах проїздів, відкритих лотках, канавах і тальвегам.

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 (рис.1.1.б).

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 прийняті 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.

1.3 Класифікація схем водовідведення

1.3.1 Основні елементи водовідведення

Схемою водовідведення (каналізації) називають технічно і економічно обґрунтоване проектне рішення прийнятої системи каналізації з урахуванням місцевих умов і перспектив розвитку об'єкту каналізування. 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 і т.д.

Схеми каналізації міст і промислових комплексів можуть бути централізованими, децентралізованими і районними (регіональними).

При **централізованій** схемі стічні води всіх басейнів каналізування 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 каналізуванні 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 Москви, Ленінграда, Новосибірська, Берліна, Лондона, Токіо, Нью-Йорка і інших міст.

Районні (регіональні) схеми водовідвідної мережі використовується 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 побережжє Чорного моря.

Вулична мережа міст сильно розгалужена і охоплює великі території, з яких стічні води відводяться переважно самопливом. Для цього всю каналізуємую територію населеного місця поділяють на басейни каналізування (рис. 1.2).

Басейном каналізування називають частину каналізуємой території, обмежену водорозділами.

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

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

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

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

У крупних містах з сильно розвинутою міською мережею колектори великих розмірів нерідко називають каналами. Каналізаційна мережа і колектори завжди повинні бути доступні для огляду, промивки і прочищення 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.

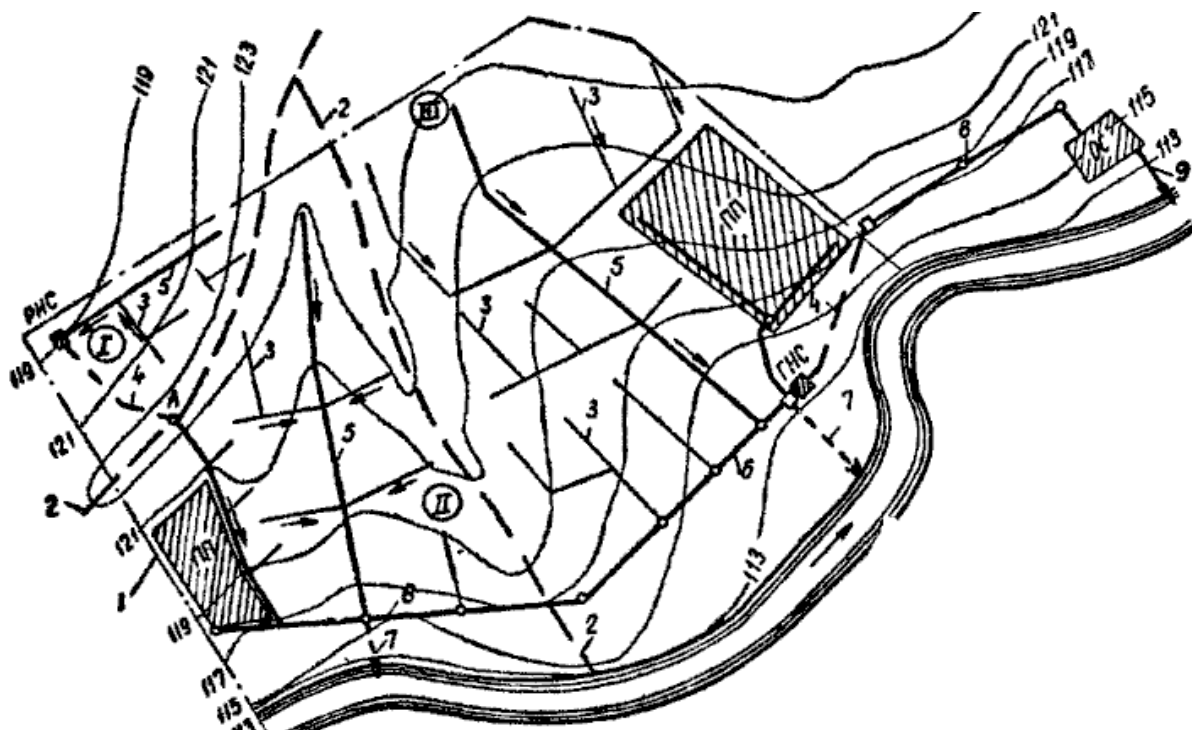


Рис. 1.2 – Загальна схема та основні споруди каналізації населеного пункту:

I-III – басейни каналізування; 1 – межі міста; 2 – границі басейнів каналізування; 3 - вулична мережа; 4 – напірні водогони; 5 – колектори; 6 – головний колектор; 7 – аварійні випуски; 8 – замиський або відвідної колектор; 9 – випуск у водойму

Приклад схеми каналізування населеного пункту наведений на рис. 1.3.

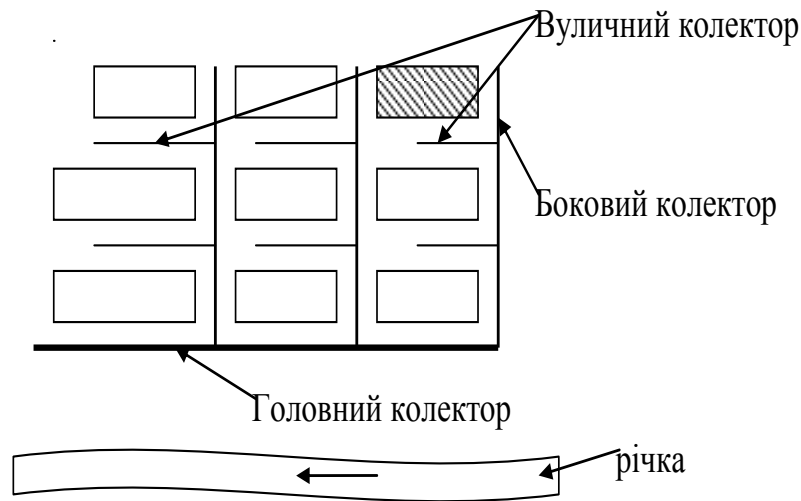


Рис. 1.3 – Схема каналізування населеного пункту

Залежно від призначення каналізаційні станції підрозділяють на:

- а) місцеві, призначені для перекачування стічних вод від одного або декількох окремих, несприятливо розташованих будівель або житлових кварталів;
- б) районні, призначені для перекачування стічних вод від окремих районів або басейнів каналізування;
- в) головні, такі, що перекачують основну частину або весь об'єм стічних вод каналізуемого населеного пункту або промислового підприємства.

Всі каналізаційні споруди будь-якої системи і схеми каналізації по своєму призначенню діляться на дві основні групи.

До першої групи відносять обладнання і споруди, призначені для прийому і транспортування стічних вод:

- а) внутрішня каналізаційна мережа;
- б) зовнішня каналізаційна мережа;
- в) насосні станції і напірні каналізаційні водоводи.

До другої групи відносять обладнання та споруди призначені для очистки СВ:

- а) очисні станції;
- б) випуски очищених вод у водоймище.

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.

При складанні схеми загальносплавної системи каналізації на головному колекторі передбачають влаштування зливоспусків для часткового скидання у

водоймище під час великих злив сильно розбавленої суміші побутових і дощових вод. Це дозволяє зменшити розміри головного колектора і очисних споруд, а, отже, і вартість будівництва загальносправної каналізації.

1.3.2 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 і ін.). Зважаючи на велику різноманітність місцевих умов можливі схеми каналізаційних мереж дуже різноманітні (рис.1.4).

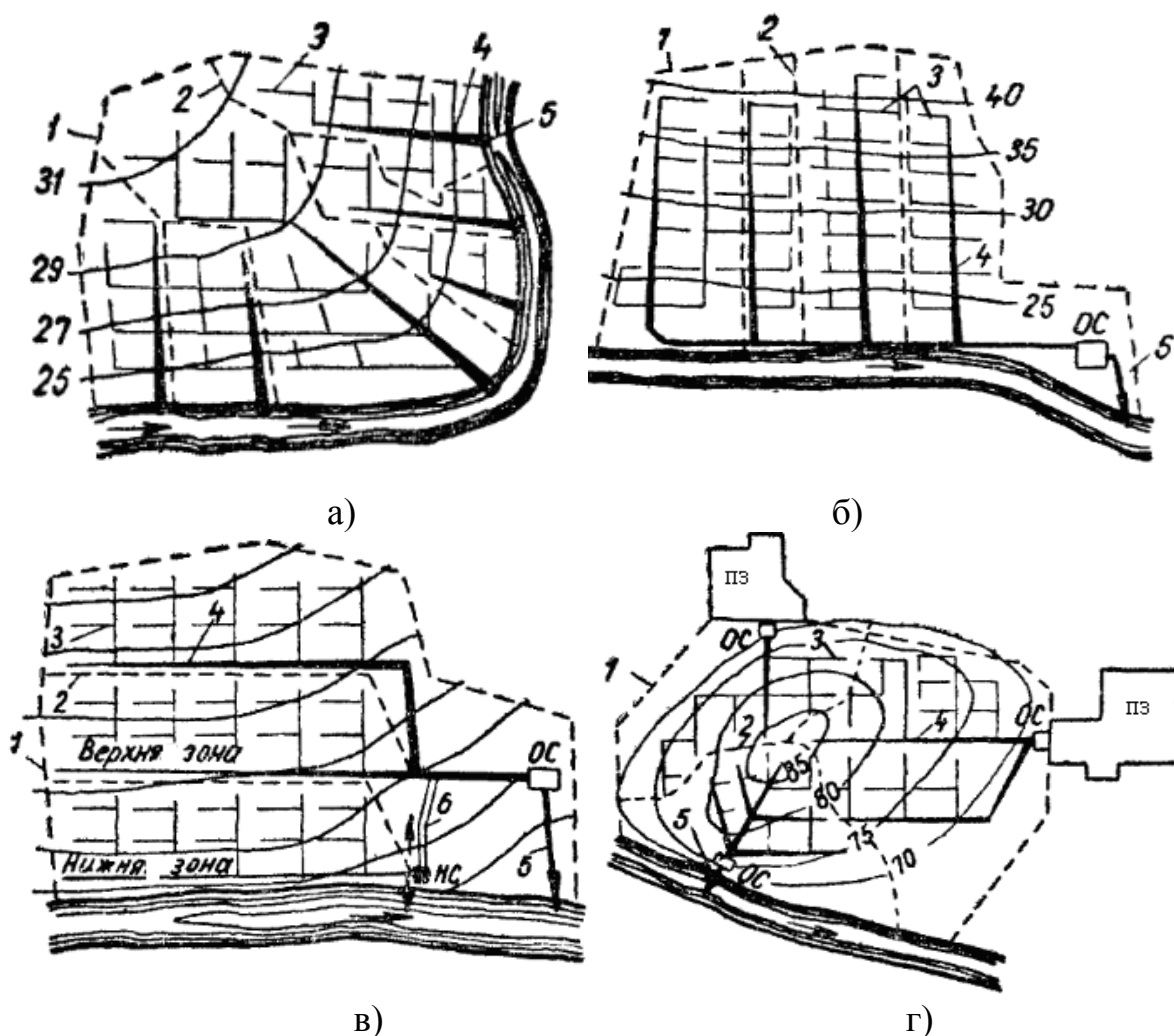


Рис.1.4 – Схеми водовідведення:

а) перпендикулярна, б)пересічена, в)поясна або зонна, г)радіальна або децентралізована; 1 – межі міста, 2 – межі басейнів каналізованя, 3 – вулична мережа, 4 – колектори, 5 – випуски, 6 – напірний водовід, ОС – очисні споруди, НС – насосні станції, ПЗ - поля зрошення

У первинний період будівництва каналізацій, коли стічних вод було мало і до їх очищення не пред'являлося строгих вимог, трасування колекторів басейнів

каналізованню виконувалась по найкоротшому напрямку перпендикулярно водоймищу, якщо цьому не перешкоджав рельєф місцевості. Таку схему каналізаційної мережі називають **перпендикулярною** (рис. 1.4, а). В даний час цю схему застосовують в місцевостях з добре вираженим ухилом до водоймища для відведення атмосферних і незабруднених виробничих стічних вод.

Якщо колектори окремих басейнів перпендикулярної схеми перехоплюються головним колектором, що прокладається паралельно водоймищу, то таку схему каналізаційної мережі називають **пересіченою** (рис.1.4, б). Пересічену схему рекомендується застосовувати в місцевостях 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.1.4, в). Стічні води верхньої зони можуть самопливом поступати 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.1.4, г, називають **радіальною або децентралізованою**.

1.3.3 Схеми водовідведення промислових підприємств

Схеми водовідвідної (каналізаційної) мережі промислових підприємств аналогічні схемам каналізаційної мережі населених пунктів. Проте при різноманітному складі виробничих стічних вод і різного ступеня їх забрудненості може виявитися доцільним влаштування на території промислового підприємства декількох самостійних водовідвідних мереж (рис. 1.5).

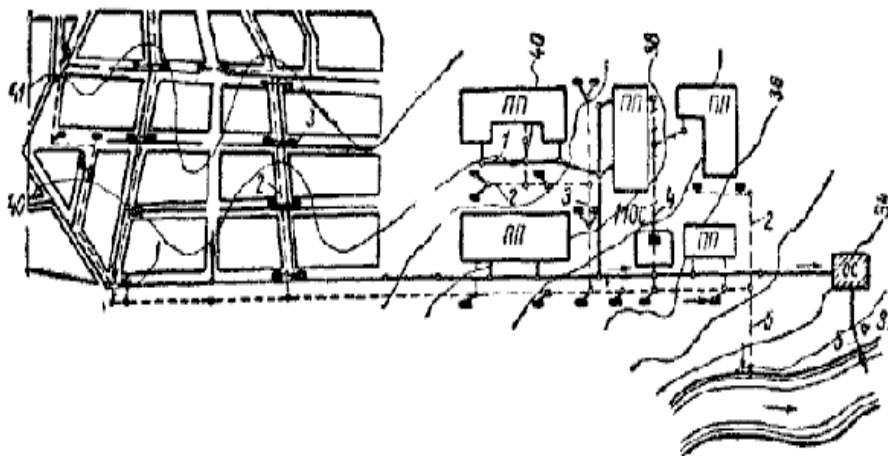


Рис.1.5 – Повна роздільна система водовідведення промислового підприємства з селищем: 1 – виробничо-побутова мережа, 2 – виробничо-дощова мережа, 3 – дощоприймач, 4 – мережа забруднених стічних вод, 5 – випуски

На рис.1.5 приведена одна з можливих схем водовідвідної мережі промислового підприємства з житловим селищем. Тут представлена повна роздільна система каналізації з трьома абсолютно самостійними каналізаційними мережами і двома очисними станціями.

Виробничо-побутова мережа приймає всі побутові і забруднені виробничі стічні води від селища і підприємства. Води цієї мережі перед випуском у водоймище піддають очищенню на загальній очисній станції. Виробничо-дощова мережа приймає атмосферні води з території підприємства і селища через дощоприймачі, а також незабруднені води з цехів і скидає їх безпосередньо у водоймище без очищення. Для забруднених виробничих стічних вод влаштована самостійна місцева очисна станція. Очищені води можна повторно використовувати у виробництві або скинути у виробничо-дощову мережу, а якщо очищення на місцевих очисних спорудах недостатнє, то передати в виробничо-побутову мережу для доочищення спільно з побутовими водами. Очищені води скидаються у водоймище через випуск.

1.4 Основи проектування і розрахунку 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 необхідно 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 проектуються 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. Маються "Уніфіковані збірні залізобетонні конструкції водопровідних і каналізаційних споруджень".

До початку проектування систем водовідведення проводяться інженерні вишукування, що підрозділяються на топографічні, гідрологічні, геологічні і гідрогеологічні.

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.

При проектуванні водовідвідних мереж потрібно виконувати розрахунки великої кількості окремих ділянок трубопроводів з різними умовами роботи. Тому для розрахунку самопливних трубопроводів використовують різні таблиці: таблиці для гідравлічного розрахунку каналізаційних мереж і дюкерів по формулі академіка Н.Н.Павловського, Лукіних А.А. і Лукіних Н.А. і таблиці Федорова Н.Ф. і Волкова Л.Е. – Гідравлічний розрахунок каналізаційних мереж. Таблиці Лукіних складені з використанням формул Шези і Павловського, а таблиці Федорова – по формулах

Дарси і сталості витрати. У цих таблицях приведені витрати стічних вод, швидкості при різних наповненнях трубопроводів для всіх можливих в інженерній практиці діаметрів і ухилів труб.

Питання для самоконтролю

- 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 СИСТЕМ ВОДОВІДВЕДЕННЯ

2.1 Розрахунок витрат стічних вод водовідвідних мереж

2.1.1 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.

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

У неканалізованих районах норми водовідведення приймаються з розрахунку 25 л/доб на одного мешканця за рахунок скидання в каналізацію стічних вод зливальними станціями і комунально-побутовими підприємствами (лазнями, пральнями й ін.).

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.

2.1.2 Коефіцієнти нерівномірності водовідведення

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**.

Надходження стічних вод у водовідвідну мережу коливається протягом доби і по годинам доби, тому важливою характеристикою цього коливання є **коефіцієнт нерівномірності**, за допомогою якого визначаються розрахункові витрати.

Для населених міст:

1. Коефіцієнт добової нерівномірності:

$$K_{\text{доб}} = \frac{Q_{\text{max.доб}}}{Q_{\text{сер.доб}}}, \quad (2.1)$$

де $Q_{\text{max.доб}}$, $Q_{\text{сер.доб}}$ - максимальна і середня добова витрата за рік, м³/доб.

Коефіцієнт добової нерівномірності застосовується для оцінки коливань припливу тільки побутових стічних вод від міста. У залежності від місцевих та кліматичних умов він дорівнює 1,1 ÷ 1,3.

2. Коефіцієнт годинної нерівномірності:

$$K_{\text{год}} = \frac{q_{\text{max.год}}}{q_{\text{сер.доб}}}, \quad (2.2)$$

де $q_{\text{max.год}}$, $q_{\text{сер.год}}$ – максимальні і середні годинні витрати за добу з максимальним водовідведенням, м³/год.

3. Загальний максимальний коефіцієнт нерівномірності:

$$K_{\text{gen. max}} = K_{\text{доб}} \cdot K_{\text{год}} \quad (2.3)$$

З урахуванням залежностей (1) і (2) загальний коефіцієнт нерівномірності буде:

$$K_{gen. max} = \frac{24q_{сер.год.}}{24q_{сер.}} \cdot \frac{q_{max.год.}}{q_{сер.год.}} = \frac{q_{max.год.}}{q_{сер.}}, \quad (2.4)$$

де $q_{сер.}$ – середньогодинна витрата за добу із середнім водовідведенням.

Отже, загальний коефіцієнт нерівномірності являє собою відношення максимального годинного припливу в добу з максимальним водовідведенням до середньогодинного припливу в добу із середнім водовідведенням. Причому, зі збільшенням середньої витрати максимальний коефіцієнт нерівномірності зменшується, а мінімальний збільшується.

4. Загальний мінімальний коефіцієнт нерівномірності:

$$K_{gen. min} = \frac{q_{min.год.}}{q_{сер.}}, \quad (2.5)$$

де $q_{min.год.}$ – мінімальна годинна витрата в добу з мінімальним водовідведенням, м³/год.

Таблиця 2.2 Загальні коефіцієнти нерівномірності припливу побутових стічних вод міста

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

Примітка. При проміжних значеннях середньої витрати стічних вод загальні коефіцієнти нерівномірності слід визначати інтерполяцією.

Для промислових підприємств:

Нерівномірність надходження стічних вод з території промислових підприємств протягом доби враховується за допомогою коефіцієнта годинної нерівномірності – $K_{год}$; поняття про добовий коефіцієнт нерівномірності в цьому випадку відсутнє (вважається, що підприємство протягом доби на протязі року повинне працювати рівномірно). Значення коефіцієнта годинної нерівномірності надходження виробничих стічних вод $K_{год}$ одержують від технологів виробництва. Значення коефіцієнта годинної нерівномірності надходження побутових стічних вод з території промислових підприємств залежить від питомого водовідведення n (л/зм на 1 робітника), виду цеху і складає:

- при $q_{г.ц.} = 45$ л/см на 1 робітника (гарячий цех) – $K_{год} = 2,5$;

- при $q_{х.ц.} = 25$ л/см на 1 робітника (холодний цех) – $K_{год} = 3,0$.

2.2 Визначення витрат побутових і виробничих стічних вод

2.2.1 Витрата стічних вод від населення

Першочерговою задачею при проектуванні нових і реконструкції існуючих систем водовідведення (каналізації) є правильне визначення розрахункових витрат 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.

$$N = \rho \cdot F \quad (2.6)$$

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:

$$Q_{сер.доб.} = \frac{N \cdot q_n}{1000} \quad (2.7)$$

Середньогодинна витрата стічних вод, м³/год:

$$q_{сер.год.} = \frac{N \cdot q_n}{24 \cdot 1000} \quad (2.8)$$

Середньосекундна витрата, л/с:

$$q_{сер.сек.} = \frac{N \cdot q_n}{86400} \quad (2.9)$$

Розрахункова витрата, л/с:

$$q_{max.сек.} = q_{сер.сек.} \cdot K_{gen.max} \quad (2.10)$$

q_n – питома водовідведення, л/(доб на одного мешканця); $K_{gen.max}$ – 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 визначається для селитебних територій (для кожного району або кварталу з різною щільністю населення і питомих норм водовідведення).

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

$$q_0 = \frac{q_n \cdot \rho}{86400}, \text{ л/(с} \cdot \text{га)} \quad (2.11)$$

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

$$q_{сер.сек.} = q_0 \cdot F \quad (2.12)$$

2.2 Витрата стічних вод від промислових підприємств

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

$$q^{вир} = q_{техн} + q_{ноб.} + q_{душ.} \quad (2.13)$$

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

Розрахункові витрати технологічних стічних вод.

$$q_{техн} = \frac{Q_{зм} \cdot K_{год} \cdot 1000}{t \cdot 3600}, \text{ л/с} \quad (2.14)$$

$Q_{зм.}$ – 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.

$$q_{поб.зм} = \frac{N_{г.ц.} \cdot q_{г.ц.} \cdot K_{г.ц.} + N_{х.ц.} \cdot q_{х.ц.} \cdot K_{х.ц.}}{1000}, \text{ м}^3/\text{зм}, \quad (2.15)$$

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; $q_{г.ц.} = 45$ л/(зм.·робоч.) - норма водоспоживання на одного робочого, що працює в "гарячому" цеху, ([3], додаток 3); $q_{х.ц.} = 25$ л/(зм.·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

Для "гарячих" цехів $K_{год.} = 2,5$; для "холодних" - $K_{год.} = 3$.

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

$$q_{душзм} = \frac{N_{душ.кабін} \cdot q_{душ} \cdot 45}{1000 \cdot 60}, \text{ м}^3/\text{зм}, \quad (2.16)$$

де $N_{душ.кабін}$ – кількість встановлених душових кабін, $N_{душ} = \frac{N_{душ}}{N_{душ.кабін}^1}$,

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

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

Розрахункова витрата води на прийняття душу за добу

2.3 Основи гідравлічного розрахунку водовідвідних мереж

Рух стічних вод у водовідвідних мережах може бути рівномірним і нерівномірним, напірним і безнапірним, сталим і несталим.

Вода, подана системами водопостачання до санітарних приладів, розташованих у будинках на різній висоті, володіє визначеною потенційною енергією. Тому виявляється можливим, використовуючи цю енергію, здійснювати наступний самопливний відвід її з будинків і 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:

1. резерв у перетині труб, необхідний для пропуску витрати, що перевищує розрахунковий;
2. вентиляція водовідвідної мережі, при якій по вільному перетині труб видаляють шкідливі гази і пари;
3. 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. Вільна поверхня води по трасі трубопроводу являє собою ряд послідовно розташованих кривих підпору і спаду, з'єднаних між собою ділянками з постійною глибиною.

Таким чином, 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 утримуються нерозчинені домішки, що повинні транспортуватися

потокот 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). Тому водовідвідні мережі повинні розраховуватися так, щоб ці умови в них забезпечувалися. Тільки в цьому випадку система водовідведення буде спальною.

2.3.1 Гідралічний розрахунок самопливних мереж

Метою гідралічного розрахунку самопливних водовідвідних мереж є:

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

З метою спрощення гідралічних розрахунків водовідвідних мереж рух води в них умовно приймаємо сталим і рівномірним і тоді розрахунок можна робити по двох основних формулах:

1) сталості витрати:

$$q = \omega \cdot V \quad (2.17)$$

2) формулі Шезі:

$$V = C\sqrt{Ri} \quad (2.18)$$

де q – розрахункова витрата стічних вод, м³/с; ω – площа перетину, заповненого рідиною (живого перетину), м²; V – швидкість потоку, м/с; C – коефіцієнт Шезі;

$R = \frac{\omega}{\chi}$ – гідралічний радіус, м; χ – змочений периметр; $i = \frac{h_1}{l}$ – гідралічний ухил, де

h_1 – втрати напору по довжині, м; l – довжина труби, м. Коефіцієнт Шезі

визначається за формулою академіка Н.Н. Павловського – $C = \frac{R^y}{n}$, де n –

коефіцієнт шорсткості, що залежить від стану стінок труби; а показник ступеня y визначається за формулою:

$$y = 2,5\sqrt{n} - 0,13 - 0,75\sqrt{R}(\sqrt{n} - 0,1) \quad (2.19)$$

Для спрощення розрахунків на основі формули Н.Н. Павловського складені таблиці Лукиних [3], по яких і ведеться гідралічний розрахунок водовідвідних мереж.

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. Тому в даний час 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**, тобто це мінімальна швидкість, що повинна забезпечуватися у водовідвідних мережах при розрахунковій витраті. СНіП [1] рекомендує 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 і мінімальні ухили для укладання трубопроводів, що визначаються за формулою:

$$i_{\min} = \frac{\alpha_i}{D}, \quad (2.20)$$

де α_i - коефіцієнт залежності від діаметра (табл.2.4).

Таблиця 2.4

D , мм	500	600-800	1000-1200	1400	1600	2000
α_i	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	2,0

Стічні води вміщують в собі пісок та інші мінеральні домішки, які стирають трубопроводи, причому пропорційно 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.

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.

Мінімальні діаметри трубопроводів згідно СНіП [1] приймаються для внутрішньоквартальної мережі 150-200 мм, вуличних 200-250 мм. Найменші ухили трубопроводів варто приймати 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 (табл. 16 [1]). 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 самоочищують.

Вихідними даними для гідравлічного розрахунку водовідвідної мережі є розрахункові витрати у вузлах мережі та ухили місцевості по трасі колектора. Необхідно також враховувати і технологічні вимоги, тобто враховувати регламентовані СНіП [1] швидкості руху стічної води в трубопроводі і його наповнення.

Розрахунок геометричних і гідравлічних параметрів безнапірних трубопроводів на практиці ведеться по таблицях [5], що складені по формулах академіка Павловського. Розрахунок трубопроводів по цих таблицях зводиться до підбора по заданих параметрах (q ; i) величин, які шукають, з урахуванням нормативних вимог, тобто D ; H/D ; V . Отже, гідравлічний розрахунок водовідвідних мереж починається з визначення розрахункових витрат.

При визначенні розрахункової витрати стічних вод використовують поняття *транзитної, бічної, побіжної і зосередженої* витрат (рис. 2.1).

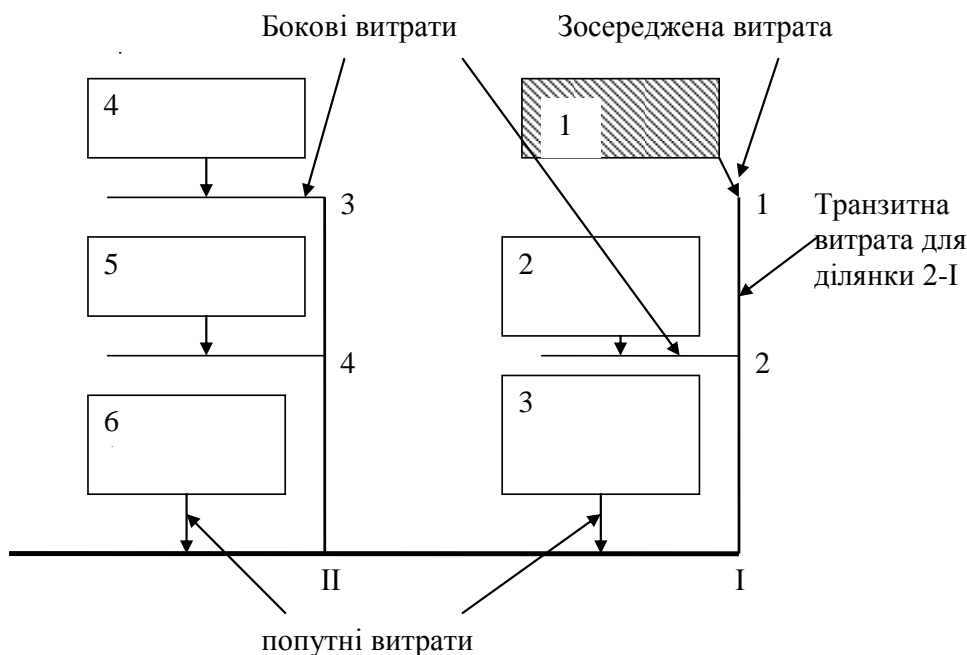


Рис.2.1 – Схема каналізування населеного пункту

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.

Отже, 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.

Таблиця 2.5 - Гідравлічний розрахунок головного колектора

Номери ділянок	Довжина ділянки, м	Витрата, л/с	діаметр, мм	швидкість, м/с	наповнення	нахил	падіння, м
1	2	3	4	5	6	7	8

Продовження таблиці 2.5

позначка землі		позначка лотка		глибина закладання, м	
на початку	в кінці	на початку	в кінці	на початку	в кінці
9	10	11	12	13	14

Таблиця 2.5 заповнюється до графі 8. Потім будується подовжній профіль – це вертикальний розріз – розгорнення верхнього шару землі з запроєктованим трубопроводом у напрямку руху води. І після цього робиться гідравлічний розрахунок трубопроводу з використанням таблиць. Вихідними даними для розрахунку є розрахункова витрата стічних вод (графі 3), ухил поверхні землі. Власне кажучи гідравлічний розрахунок зводиться до вибору D і ухилу трубопроводу, що забезпечує пропуск розрахункової витрати при самоочищаючій або більшій швидкості руху води і наповнення не більш регламентованого нормами. Розрахунок ведеться методом підбора. Спочатку задаємося діаметром і потім визначаємо, чи пропустить трубопровід при ухилі, рівному ухилу поверхні землі, розрахункову витрату при регламентованому наповненні і швидкості. Якщо не пропускає, то задаємося більшим діаметром або змінюємо ухил.

2.3.2 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, а тиск у них 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:

$$D = \sqrt{\frac{4q}{\pi V}} \quad (2.21)$$

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. У таблицях приводяться втрати напору на одиницю довжини, м:

$$h_l = i \cdot l \quad (2.22)$$

де i - гідравлічний ухил, l - довжина трубопроводу.

Місцеві втрати напору визначаються, м:

$$h_i = \sum \gamma \frac{V^2}{2q} \quad (2.23)$$

де γ – коефіцієнт опору, викликаний місцевим опором (засувка, коліно і т.д.). Також існують таблиці, по яких визначається цей коефіцієнт.

Загальні втрати напору:

$$H = il + \sum \gamma \frac{V^2}{2q} \quad (2.24)$$

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

Питання для самоконтролю

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 3 ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИ ТА СХЕМИ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД

3.1 Склад стічних вод

За своєю природою забруднення поділяються на:

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, плодоовожею і злаків, папір, олії (рослинні) і ін. 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 - це є 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, шерстоек, 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. Так, якщо колі-титр кишкової палички дорівнює 100, це значить, що на 100 мл води приходиться одна кишкова паличка. При колі-титрі, рівному 0,1, число бактерій у 1 мл дорівнює 10. Для побутових стічних вод колі-титр звичайно складає 0,000001 і нижче, тобто одна бактерія *Coli* утримується в обсязі стічної води 0,000001 мл і менше. Іноді визначають колі-індекс, тобто число кишкових паличок у 1 л води.

Забруднення виробничих стічних вод складають залишки оброблюваної сировини і реагентів, що використовуються в технологічному процесі, надзвичайно різноманітні; дати яку-небудь типову характеристику цих вод не представляється можливим, тому у кожному окремому випадку необхідне вивчення їх складу і властивостей. 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 приходиться 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**, що 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 іодидів залізо. Вміст колоїдів в побутових стічних водах складає 30—40% вмістузважених 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 представляють 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.

3.2 Визначення забрудненості стічних вод

Ступінь забрудненості як стічних вод, так і вод водоймищ органічними речовинами, що містяться в розчиненому вигляді і у вигляді неосідаючих зважених і колоїдних часточок, може бути визначена за змістом кисню, споживаного на

біохімічне окислення цих речовин в процесі життєдіяльності аеробних бактерій. Величина ця носить назву **біохімічної потреби в кисні**, позначається БПК і чисельно виражається концентрацією кисню в мг/л або г/м³. В деяких випадках доводиться обчислювати сумарну біохімічну потребу в кисні для всієї маси органічних забруднень, що скидаються у водоймище стічними водами.

БПК визначають залежно від призначення аналізу як в заздалегідь відстояній, так і в не відстояній стічній воді при температурі 20 °С. Таким чином, БПК показує концентрацію кисню, потрібного на окислення колоїдних і розчинених забруднень, а також тієї частини нерозчинних речовин, які не затримані у відстійниках. Такий метод заснований на тому, що в очисних спорудах, як видно буде нижче, окислювальному процесу піддаються лише ці речовини; нерозчинні ж осідаючі речовини виділяються у відстійниках. У побутових водах ці речовини складають приблизно 1/3 всіх органічних забруднень.

Біохімічна потреба в кисні визначається за 20 діб і позначається БПК₂₀; для багатьох видів стічних вод БПК₂₀ рівна БПК_{полн} і приймається для розрахунку очисних споруд. Біохімічне споживання кисню часто визначають за 5 днів (так звана п'ятидобова проба БПК₅).

У побутових і близьких ним по складу виробничих стічних водах за першу добу споживається близько 21% кисню, за 5 діб — близько 87,5%, за 20 діб (БПК_{полн}) — почти 100% кисню, необхідного для окислення.

При проектуванні очисних споруд визначення БПК_{полн} стічних вод слід вважати обов'язковим. Для відстояних стічних вод за відсутності експериментальних даних достатньою точністю можна приймати коефіцієнт перерахунку з БПК₅ на БПК_{полн} рівним 1,5.

Концентрація всіх забруднень, у тому числі і органічних із збільшенням норми водовідведення зменшується. Отже, БПК (L_a) побутових стічних вод може бути визначена залежно від норми водовідведення q , л/(добу·на одну людину) за формулою:

$$L_a = \frac{a \cdot 1000}{q} \quad (3.1)$$

де a — БПК₂₀, що приходить на одну людину, г/добу.

Для повнішої оцінки органічних речовин в стічній воді, особливо якщо вона є суміш побутових і виробничих вод, останнім часом визначають (крім БПК) хімічне споживання кисню (ХПК). Значення ХПК визначають при нагріванні органічних сполук хімічно чистою концентрованою сірчаною кислотою, до якої додають йодат калію або солі хромової кислоти, що віддають свій кисень на окислення. Для побутових стічних вод БПК₂₀ складає 86% ХПК; однак багато виробничих води мають ХПК, що перевищує БПК₂₀ на 50% і більш.

3.3 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).

3.3.1 Механічна очистка стічних вод

Механічне очищення стічних вод використовується для виділення зі стічної води нерозчинених грубодисперсних домішок, що знаходяться в ній, шляхом *проціджування, відстоювання і фільтрування*. Для затримки 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, називаємих пісколовками.

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 жироловушками, маслоуловлювачами, нафтоловушками і смолоуловителями; ці споруди застосовуються для очищення виробничих стічних вод. Окремі жироловушки 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 виділяються 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.

3.3.2 Фізико-хімічні методи очищення стічних вод

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 можливості 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).

3.3.3 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:

- 1) споруди, в яких очищення відбувається в умовах, близьких до природних;
- 2) споруди, в яких 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 багатошарові, 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 розвиткові водної рослинності, наступне неодмінне відмирання якої приводить до вторинного забруднення водойми.

Підраховано, що 1 мг азоту продуцирует 10 мг водної рослинності, а 1 мг фосфору — 115 мг. Азот видаляють фізико-хімічними і біологічними методами. Перший метод полягає в підвищенні рН води до 10—11 шляхом вапнування (у результаті одержання NH_4OH) з наступної отдувкою аміаку повітрям у градирнях. Біологічний метод здійснюється на двох ступенях. На першому ступені в аеротенці тривалої аерації при відсутності забруднень, що вміщують в собі вуглець (вилучений у звичайному аеротенці), інтенсивно проходять процеси нітрифікації. На другій ступені застосовується денітрифікатор — споруда, ізольована від доступу повітря. В анаеробних умовах бактерії - денітрифікатори використовують для своєї життєдіяльності хімічно зв'язаний кисень нітритів і нітратів і руйнують, таким чином, ці з'єднання, у результаті чого виділяється молекулярний азот.

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

Дезінфекція очищених стічних вод. У практиці очищення 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 і 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:

- 1) виділення зі стічних вод нерозчинених речовин шляхом відстоювання;
- 2) 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.

В окремих випадках за сприятливих місцевих умов влаштовують накопичувачі осаду, що виділяється з виробничих стічних вод.

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

3.4 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 зброжування, 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.

На рис. 3.1 показана схема механічного очищення побутових стічних вод з наступним розташуванням споруд:

- грати для затримання крупних речовин органічного і мінерального походження;
- пісколовки для виділення важких мінеральних забруднень (головним чином піску);
- відстійники для виділення осідаючих речовин (головним чином органічних);
- хлораторна установка контактними резервуарами, в яких відбувається контакт

освітленої води з хлором з метою знищення хвороботворних бактерій. Після дезинфекції вода може бути спущена у водоймище.

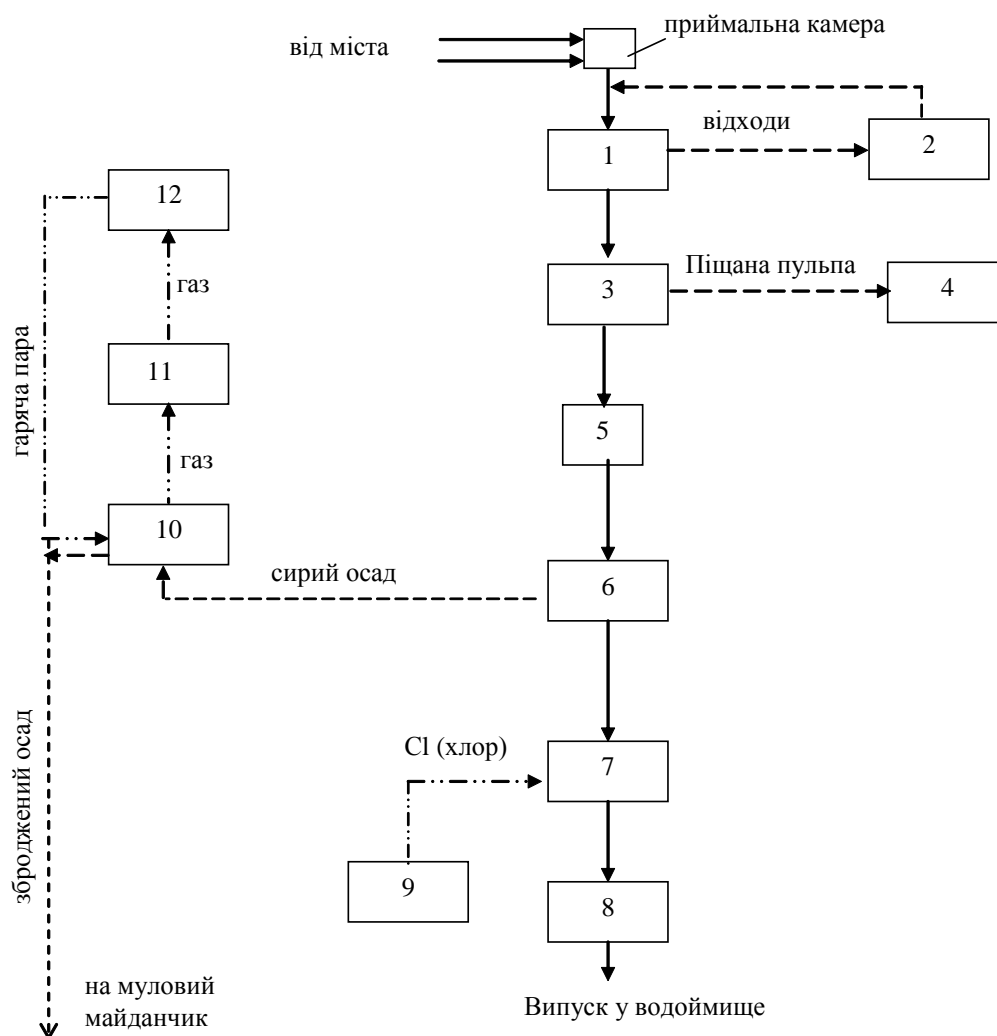


Рис. 3.1 – Схема механічної очистки стічних вод

1 – ґрати; 2 – дробарка; 3 – пісколовка; 4 – піскові бункери; 5 – вимірювач витрат; 6 – первинні відстійники; 7 – змішувач; 8 – контактні резервуари; 9 – хлораторна; 10 – метантенки; 11 – газгольдери; 12 – котельня

Осад із відстійників прямує безпосередньо на майданчики, для підсушування або спочатку в метантенки для зброджування; газ, що утворюється при цьому, використовується для потреб очисної станції. Зброджений осад із метантенків прямує для зневоднення на мулові майданчики, або в ставки (на невеликих і середніх станціях), або на вакуум-фільтри (на крупних станціях). Зневоднений осад складається в штабелю, звідки вивозиться на поля для добрива, а дренажна вода приєднується до загального потоку стічної води і піддається дезинфекції. Залежно від місцевих умов і об'єму вод, що очищаються, замість відстійників і метантенків можуть застосовуватися двоярусні відстійники, в яких операції освітлення води і зброджування осаду поєднані в одній споруді.

Схема хімічного очищення стічних вод аналогічна схемі на рис.3.1 для

механічного очищення і відрізняється від неї лише введенням перед відстійником змішувача і реагентного господарства. Грати і пісколовки розташовані в тій же послідовності, що і на рис. 3.1.

На рис. 3.2 показана схема очищення стічних вод в тих випадках, коли за місцевими умовами потрібне біологічне очищення. Попереднє очищення стічної води проводиться на гратах, в пісколовках, преаераторах і відстійниках. Подальше її очищення проводиться в аеротенках із пневматичною або механічною аерацією, потім у вторинних відстійниках і закінчується дезінфекцією, після чого вода спускається у водоймище.

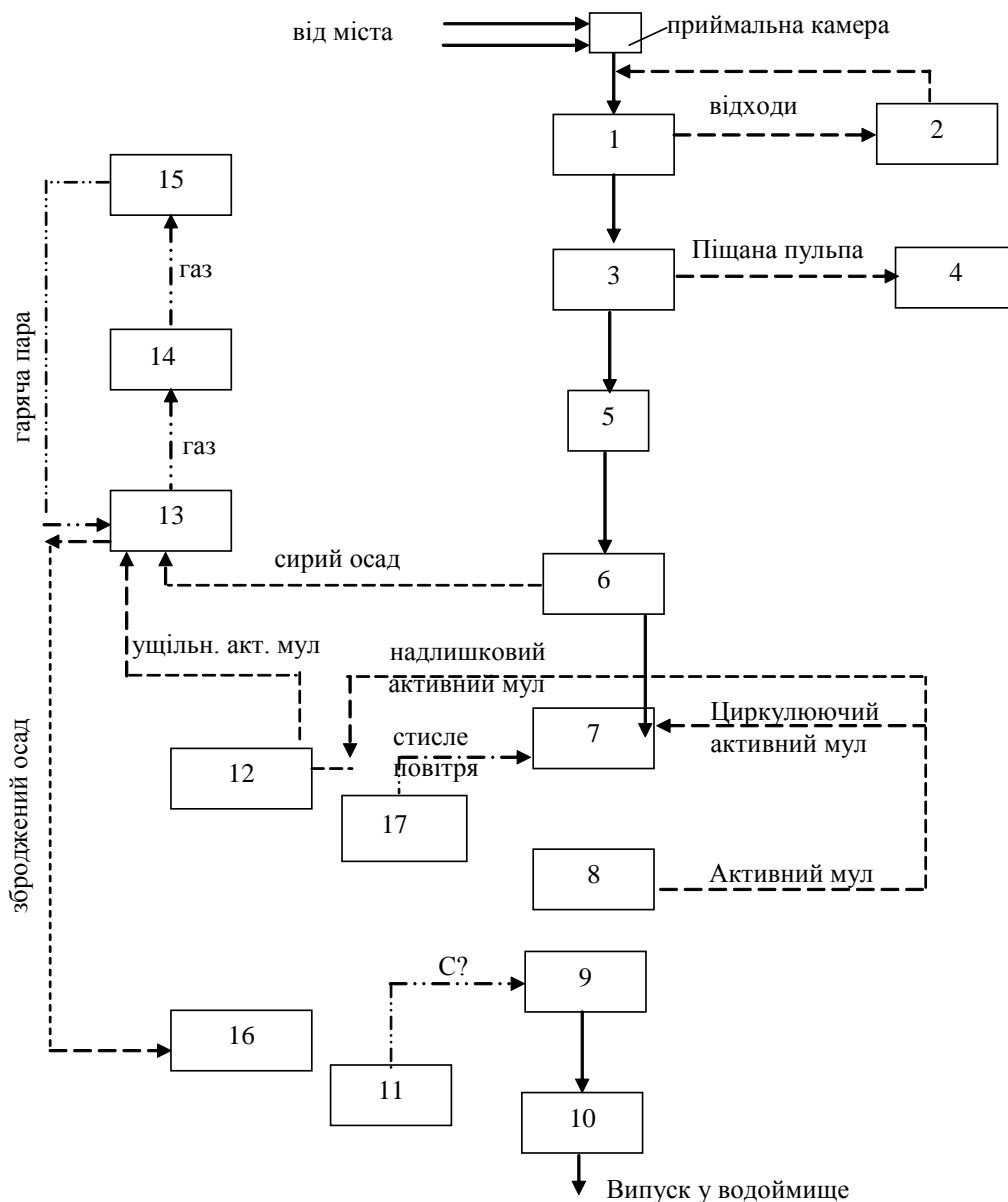


Рис. 3.2 – Схема розташування споруд станції повного біологічного очищення стічних вод

1 – грати; 2 – дробарка; 3 – пісколовка; 4 – піскові бункери; 5 – вимірювач витрат; 6 – первинні відстійники; 7 – аеротенки; 8 – вторинні відстійники; 9 – змішувач; 10 – контактні резервуари; 11 – хлораторна; 12 – мулоуцільнювачі; 13 – метантенки; 14 –

газгольдери; 15 – котельня; 16 – мулові майданчики; 17 – компресорна.

Осад із первинних відстійників обробляється в метантенках і далі зневоднюється на мулових майданчиках, або у вакуум-фільтрах. Активний мул із вторинних відстійників перекачується в аеротенки (циркуляційний активний мул), а решта його частини надлишковий активний мул) передається в преаератори і мулоущільнювачі. Після мулоущільнювачей мул надходить на установку, утилізації, або в метантенки, де обробляється разом з осадом первинних відстійників.

Біологічне очищення стічних вод залежно від вимог до спуску стічних вод у водоймище може бути повне і неповне. Осад може оброблятися, як було вказано раніше, і в анаеробних, і в аеробних умовах (у мінералізаторах) на станціях малої і середньої пропускної спроможності.

Вибір типу споруд для біологічного очищення стічних вод залежить від цілого ряду чинників. До основних з них відносяться: необхідний ступінь очищення стічних вод, розмір площі для очисних споруд (найбільша площа потрібна для влаштування полів зрошування, найменша — для аеротенків), характер ґрунтів, рельєф майданчика і т.п.

При виборі схеми очисних споруд необхідно враховувати економічні показники — будівельну і експлуатаційну вартість споруд.

Питання для самоконтролю

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.
6. Якими засобами виконується знезараження стічних вод та осаду?
7. Охарактеризуйте схему механічного очищення стічних вод.
8. Охарактеризуйте схему біологічного очищення стічних вод.

ЛЕКЦІЯ 4 ПОПЕРЕДЖЕННЯ ВИНИКНЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СИСТЕМИ ВОДОВІДВЕДЕННЯ

4.1 Організація експлуатації мереж водовідведення

Основне завдання служби експлуатації - правильне використання всіх каналізаційних споруд і забезпечення їх нормальної безаварійної роботи при високих економічних, технічних і санітарних показниках відповідно до «Правил технічної експлуатації систем водопостачання та каналізації населених пунктів України».

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.

В Україні 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 міст з мережею каналізації протяжністю 200 км і більше загальне число робітників і службовців, зайнятих на експлуатації каналізаційних мереж, можна визначати з розрахунку одна людина на 3-4 км мережі залежно від характеру мережі, складності її експлуатації

Для експлуатації зовнішньої каналізаційної мережі організуються районні експлуатаційні ділянки. У крупних 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 дворові мережі обслуговують домоуправління, а заводські - промислові підприємства. Число робітників і службовців обчислюють в середньому по одній людині: на 1,5-2 км мережі для крупних і на 1,2-1,5 км для дрібних каналізаційних ділянок.

У обов'язки експлуатаційної ділянки каналізаційної мережі входить:

- 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 мережевих споруд (сполучних камер, дюкерів, естакад,
- в) профілактична промивка і прочищення 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, ухілами і бічними приєднаннями, встановлена категорія мережі по трудності експлуатації; у ньому указують наповнення в трубах по роках і записують дати технічних оглядів, профілактичних прочищень 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.

4.1.2 Приймання водовідвідної мережі в експлуатацію

У всіх випадках служба експлуатації здійснює технічний контроль за виробництвом будівельних робіт відповідно до діючих правил на будівництво і приймання загальнобудівельних і спеціальних робіт, а також приймає споруди в експлуатацію.

Контроль здійснюється:

- а) за точним виконанням будівельних робіт по проекту і правильній трасі;
- б) за якістю використаних матеріалів і якістю будівельних і монтажних робіт;
- в) за якісним виконанням прихованих робіт — підготовки під труби й колодязі, укладання труб, стиків, випробування на герметичність, засипки траншей, за дотриманням ухилів з періодичною перевіркою нівелірних відміток.

Всі знов побудовані водовідвідні мережі приймаються в експлуатацію приймальною комісією, яка звіряє виконавчу і технічну документацію з проектною, виявляє допущені в процесі будівництва відступи від затвердженого проекту, перевіряє наявність на них документів, оглядає споруди в натурі і виносить свою ухвалу. За наявності дефектів або недоробок комісія встановлює терміни їх усунення. Після усунення дефектів комісія підписує акт, і споруди вводять в експлуатацію. Виконавчі креслення по мережі представляються у вигляді плану з прив'язками колодязів і профілю колектора, виконаного на підставі геодезичної зйомки, в масштабі горизонтальному 1:500 і вертикальному 1:50.

4.2 Умови 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 горищене 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 застосовують цемент, що не піддається корозії, покривають бетонні поверхні ізоляцією.

На території України 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 на території України підрозділяють на два типи:

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

II - можлива просілість 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 активності останніх на основі

ретельного геологічного дослідження.

Найбільш ефективними заходами є:

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

Для правильної будівельної оцінки ґрунтів в процесі проектування на профілі колектора наносять гидрогеологічеській розріз і по ньому вибирають конструкцію підстав залежно від природного стану ґрунтів, способів виробництва робіт, глибини заставляння і розміру труб.

Забруднення навколишнього середовища унаслідок 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.

Не можна забувати, що трубопроводи прокладаються під землею, а значить, можуть експлуатуватися при безпосередньому контакті з агресивними ґрунтами, мінералізованими підземними водами, 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 найзахищенішим на землі 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.

Все вищесказане приводить до необхідності запобігати всякому попаданню хімічних речовин в ґрунтові води. В зв'язку з цим особливої значущості набуває проблема забруднення ґрунтових вод унаслідок пошкодження каналізаційних трубопроводів.

До теперішнього часу вважалось, що стічні води не можуть просочуватися в ґрунти при невеликих руйнуваннях труб, оскільки останні зроблені з міцних матеріалів, завдяки яким відбувається самозакупорювання пошкоджених місць. Відповідно до іншої теорії, наявність в ґрунтах стічних вод із-за негерметичності каналів не приводить до порушення екології. Подібні точки зору справедливі, якщо мати на увазі звичайне просочування в ґрунти частини комунальних стічних вод і необмеженої кількості дощової води. Проте вони не враховують змін, що відбулися в останні десятиліття, в змісті стічних вод. Проте проблемі забрудненні ґрунтових вод із-за негерметичності каналізаційних труб як і раніше приділяється недостатньо уваги.

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;
- іммобілізацію (фіксацію) зменшення виділення шкідливих речовин шляхом уповільнення їх переміщення.

Комунальні служби міст приділяють особливу увагу будівництву трубопроводів і виробництву аварійно-відновних робіт на каналізаційних мережах, розташованих у водонасичених ґрунтах. Виходячи з умови максимального самотічного каналування об'єктів (найбільш дешевий спосіб), більшість каналізаційних мереж, особливо колекторів, прокладають на незначній глибині, по «знизених гранях» уздовж річок, ярів і т.п.

Найбільш ефективними способами влаштування каналізаційних мереж у водонасичених ґрунтах є прокладка 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.

4.3 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 проектах 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 самопливних 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 канами.

Найбільш простим способом перепуску стічних вод є влаштування тимчасових самопливних 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.

4.4 Попередження виникнення надзвичайних ситуацій

4.4.1 Спостереження за водовідвідною мережею

При дотриманні правил користування каналізацією виключається виникнення аварій на мережі і порушення нормального режиму експлуатації. Для забезпечення нормальної експлуатації каналізаційної мережі систематично оглядають: **зовнішній і технічний огляди**.

Зовнішній огляд полягає в перевірці стану колодязів, цілості кришок, рівня стічних вод в лотках, наявності в колодязях гязі і сміття, пошкоджень на мережі і просіли ґрунту на трасі, розриття на трасі, незаконних приєднань, завалу колодязів ґрунтом або снігом, спуску в колодязі поверхневих вод. Бригада по огляду мережі складається з двох робітників 6-го і 4-го розряду; у колодязі вони не спускаються.

Технічний огляд проводять для виявлення технічного стану мережі і гідравлічних умов її роботи. При технічному огляді робітники спускаються в колодязі, ретельно обстежують мережу і прохідні канали, перевіряють дію обладнання і ліквідовують дрібні несправності. Вони виявляють пошкодження на мережі і в колодязях, ступінь наповнення труб, необхідність профілактичного прочищення мережі, надходження в мережу поверхневих або ґрунтових вод, а також вод, спуск яких заборонений (гарячі води з температурою вище за 40°C і води, що містять бензин, нафту, масла, жир). Дані огляду заносять в журнал і складають дефектну відомість на виробництво поточного і капітального ремонтів. Огляд прохідних колекторів проводить бригада у складі п'яти—семи чоловік.

4.4.2 Ремонт водовідвідної мережі.

Всі пошкодження, виявлені на водовідвідній мережі при оглядах, планово-профілактичному і аварійному прочищеннях, негайно виправляються для попередження крупніших пошкоджень. Ремонт мережі може бути поточним і капітальним.

До **поточного ремонту** відноситься ліквідація дрібних пошкоджень, що викликають порушення нормальної роботи мережі (заміна скоб і люків, закладення свищів в колодязях, заміна других кришок, перекладання горловини колодязів, ремонт рухомих частин шиберів, засувок і т. п.).

До **капітального ремонту** відноситься усунення руйнувань мережі, що викликають необхідність розкриття мостової (просідання колодязів неминуче пов'язане з руйнуванням приєднаних до них труб; аварійних засмічень,

непіддатливих прочищенню і потребує перекладання труб; просіла і руйнувань труб на ділянці між колодязями; руйнувань лотків в колодязях крупних колекторів), а також розбирання і перекладання труб, установка додаткових оглядових колодязів і т.п.

Всі ці роботи пов'язані з тимчасовим припиненням експлуатації мережі на ремонтній ділянці. Тому в першу чергу забезпечують безперебійну дію каналізації на лежачій вище ділянці, вживають заходи проти затоплення підвальних приміщень, організовують тимчасове перекачування стічної рідини з верхнього колодязя в нижній або перепускання її самоплив по обвідному лотку. Для перекачування води на каналізаційних мережах застосовують відцентрові або діафрагмові насоси.

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.

Наявність в водовідвідній мережі газів представляє велику небезпеку для експлуатаційного персоналу. Тому експлуатаційний персонал повинен строго виконувати "Правила безпеки при експлуатації водопровідно-каналізаційних споруд".

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 5 ВЛАШТУВАННЯ ТА ОБЛАДНАННЯ СИСТЕМИ ВНУТРІШНЬОГО ВОДОВІДВЕДЕННЯ

5.1 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.

Забезпечення мешканців водою в достатній кількості, відведення стічних вод від житлових будівель, забезпечення водою протипожежних систем є одним з найважливіших завдань при проектуванні і будівництві громадянських і промислових об'єктів.

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.

Внутрішнє водовідведення (каналізація) будівель - це система трубопроводів і пристроїв, які відводять стічні води з будівель, включаючи зовнішні випуски до оглядових колодязів (рис. 5.1).

Системи внутрішнього водовідведення класифікують:

За способом збору та видалення забруднень: сплавна та вивізна.

Сплавна система може бути централізованою, якщо її влаштовують в районах, що каналізовані при наявності в будівлях внутрішнього водопроводу.

Сплавна система може бути самотічною або напірною.

Вивізна система передбачає децентралізований збір забруднень та їх відвіз транспортними засобами на очисні споруди.

За призначенням та характеристикою стічних вод: побутові, виробничі, дощові.

Побутові – для відведення господарчо-побутових стічних вод.

Виробничі – для відведення виробничих стічних вод.

Дощові (внутрішні водостоки)- для відведення дощових та талих вод з покрівель будівель.

За сферою обслуговування: об'єднані та роздільні.

Об'єднані системи водовідведення призначені для збору та відведення за межі будівлі усіх господарчо-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 розподіляють 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 перекриті 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 вентилюються або не вентилюються, останні використовуються при влаштуванні внутрішнього водовідведення в одно та двоповерхових будівлях. При влаштуванні декількох стояків, що вентилюються, 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).

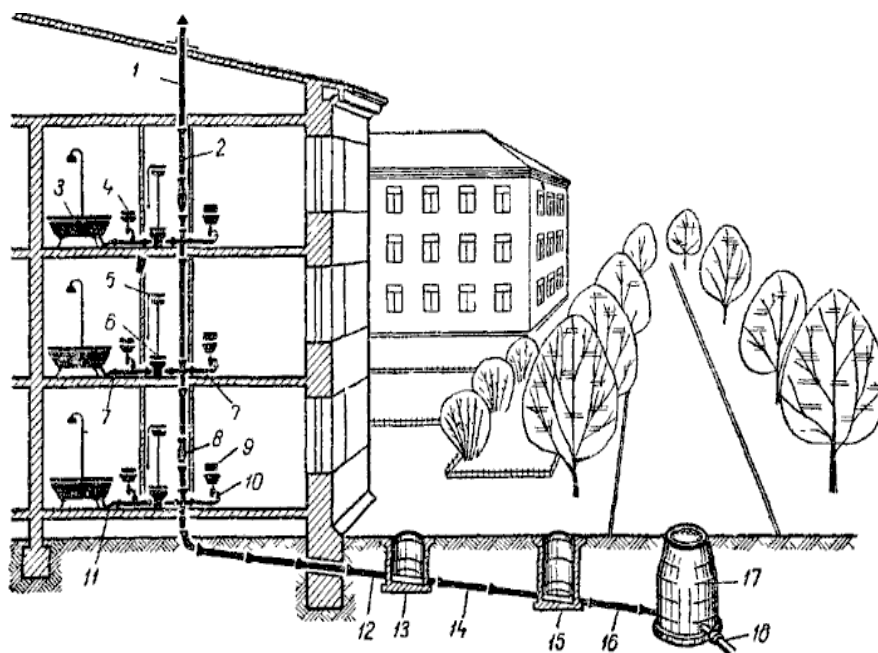


Рис. 5.1 Схема внутрішньої каналізації:

1 - витяжна вентиляційна труба; 2 – стояк; 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

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.

Стічні води поступають по стояку через випуск в дворову або внутрішньоквартальну каналізаційну мережу. У місці приєднання кожного випуску до дворової або внутрішньоквартальної каналізаційної мережі влаштовують оглядовий колодязь, який призначається для спостереження за роботою внутрішньої мережі і для її прочищення при засміченні.

У виробничих приміщеннях приймачами стічних вод служать воронки, трапи, відкриті і закриті лотки, що розташовуються у виробничих апаратів і машин. Внутрішньоцехову каналізаційну мережу у виробничих приміщеннях влаштовують аналогічно внутрішній будинковій мережі з чавунних 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 контрольним. Ділянку мережі, що з'єднує контрольний колодязь з вуличною мережею, 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.

5.1.1 Побутова каналізація

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 двоповерхової будівлі з підвалом по ходу руху стічних вод (рис. 5.2).

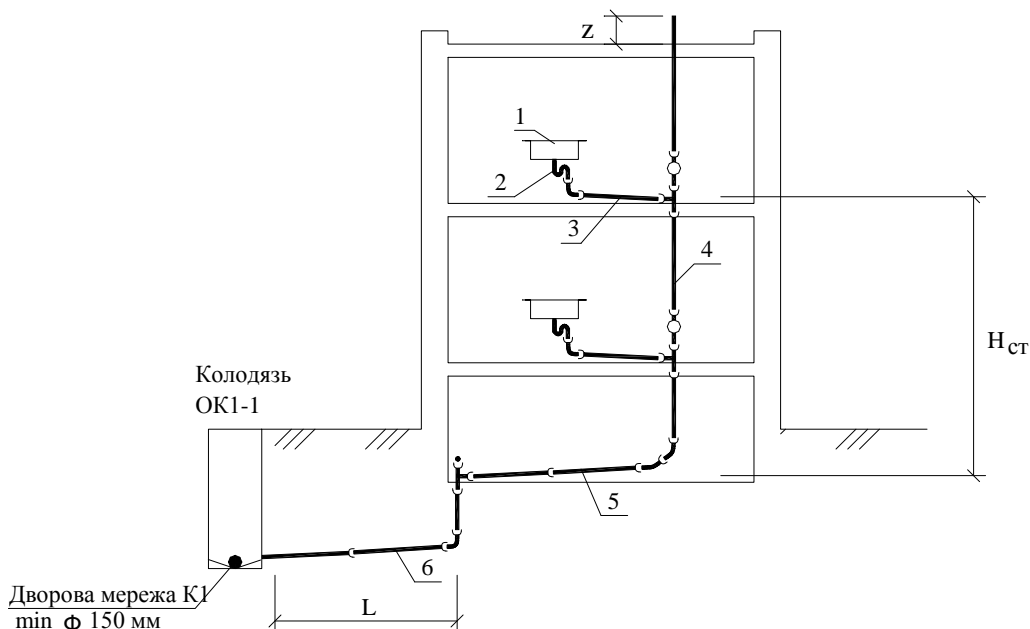


Рис. 5.2- Елементи побутової каналізації:

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

Забруднена вода поступає в санітарно-технічний прилад. На відводі від санітарно-технічного приладу встановлено сифон. Під сифоном показано коліно, яке застосовується на невисоких стояках (не більше 1 поверху). Відвідний трубопровід на поверсі (3) прокладено з ухилом і приєднано за допомогою прямого трійника до стояка (4). На стояку встановлені ревізії.

Верх стояка 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.

Висоту стояка над крівлею приймають по СНіП 2.04.01-85* не менше величин:

$z = 0,3$ м для пласких покрівель, що не експлуатуються;

$z = 0,5$ м для скатних покрівель;

$z = 3$ м для експлуатуємих покрівель.

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

Останнім часом у продажу з'явилися вакуумні клапани для каналізаційних стояків, встановлення яких на рівні верхнього поверху позбавляє від влаштування вентиляційного виведення стояка над покрівлю будівлі.

У підставі стояка встановлені два відведення, оскільки стояк крайній на мережі в підвалі. Якщо стояк зверху потрапляє на трубу мережі, то застосовують косий трійник і відведення. Застосовувати прямий трійник в підвалі не можна, оскільки

погіршується гідравліка стоку і виникають засмічення.

В кінці відвідної мережі (5) перед зовнішньою стіною влаштоване прочищення з прямого трійника з пробкою-заглушкою. Враховуючи від цього прочищення, довжина випуску каналізації L не повинна бути більше 12 метрів при діаметрі труби 100 мм, згідно СНіП 2.04.01-85*. З іншого боку, відстань від оглядового колодязя дворової каналізації до стіни будівлі не повинна бути менше 3 метрів. Тому відстань від дому до колодязя зазвичай приймають 3-5 метрів.

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).

5.1.2 Дощова каналізація

Дощова каналізація (K2), або водостік, призначена для відведення атмосферних (дощових і талих) вод з покрівель будівель по внутрішніх водостоках. внутрішні водостоки.

Способів 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.

2) Організований спосіб по зовнішніх водостоках (це не K2). 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 відмостці будівлі, яку зазвичай укріплюють бетонуванням від розмивання.

3) Організований спосіб по внутрішніх водостоках - це дощова каналізація (K2). Застосовується для житлових будівель більше 5 поверхів, а також для будівель будь-якої поверховості з широкою крівлею (більше 48 метрів) або багатопролітних будівель (зазвичай це виробничі будівлі).

Елементи дощової каналізації (K2) розглянемо на прикладі двоповерхової будівлі з підвалом (рис. 5.3).

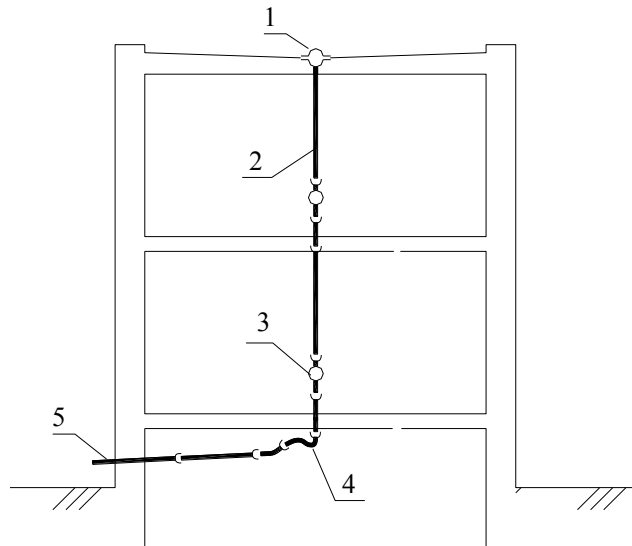


Рис.5.3 – Елементи дощової каналізації:

1 - водостічна воронка типу ковпак, 2 - водостічний стояк, 3 – ревізія, 4 - сифон (гідравлічний затвор), 5 - відкритий випуск.

Марка воронки підбирається по її пропускній спроможності, яка розраховується по методиці СНіП 2.04.01-85*.

5.1.3 Виробнича каналізація

Виробнича каналізація (К3) призначена для відведення технологічних стічних вод з виробничих будівель (рис. 5.4). Особливістю К3 від К1 і К2 є наявність додаткових споруд (місцевих очисних споруд, насосних станцій перекачування і т.п.).

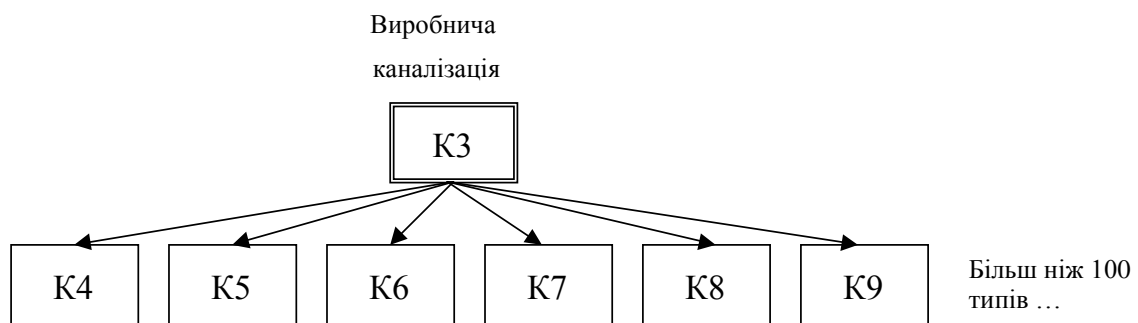


Рис. 5.4 – Класифікація виробничої каналізації за складом стічних вод:

К3 - це загальне позначення будь-якої виробничої каналізації; К4 - системи з механічно забрудненими стічними водами; К5 - системи зі стічними водами, які вміщують в собі мул; К6 - системи зі стічними водами, які вміщують в собі шлам; К7 - системи зі стоками, що містять хімічні забруднення; К8 - системи з кислими стічними водами; К9 - системи з лужними стічними водами.

5.2 Санітарно-технічні прилади і приймачі стічних вод

Санітарно-технічні прилади і приймачі стічних вод першими в каналізації приймають стоки. Найбільш застосовні в побутовій каналізації санітарно – технічні прилади: мийки кухонні; умивальники; ванни; унітази; пісуари застосовують для суспільних туалетів, а душі-біде для кімнат гігієни жінок.

За призначенням – санітарні прибори; спеціальні; для відведення виробничих стічних вод; для збору та відведення дощових вод

За режимом роботи - періодичної дії; неперервної дії

За конструктивним рішенням та технічним характеристикам:

Матеріал: чавун, фаянс, фарфор, сталь, пластмаса

Технічні характеристики: об'єм, розмір, положення при монтажу

У підлозі суспільних туалетів і сміттекамер будівель в побутовій каналізації встановлюють підлогові трапи (різновид воронок) з чавуну або пластмаси по ГОСТ 1811-97 відповідно діаметром 50 мм і 100 мм, згідно СНиП 2.04.01-85*.

У дощовій каналізації на покрівлях будівель встановлюють водостічні воронки: ковпакові (для покрівель, що не експлуатуються) або плоскі (для експлуатованих покрівель).

У виробничій каналізації застосовують наступні приймачі стічних вод: трапи, ванни, підлогові ґрати з гідрозасувів і без гідрозасувів, лотки.

5.2.1 Сифони і гідравлічні затвори

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 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. 5.5).

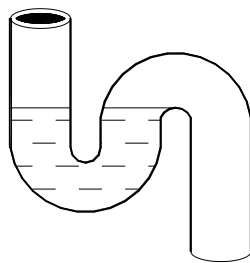


Рис. 5.5 – Сифон колінчастого типу

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.

5.3 Каналізаційні розтрубні трубопроводи. Матеріал труб

Труби для каналізації застосовують розтрубні. Розтруб - це розширення на одному кінці труби, що служить для з'єднання з іншими трубами або з фасонними деталями (рис. 5.6). Розтруби повинні бути направлені проти руху стічних вод.

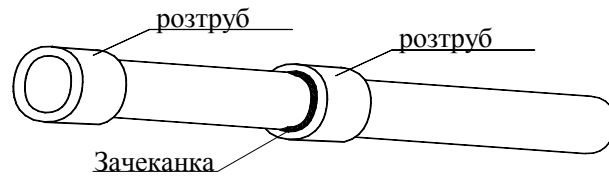


Рис.5.6 – З'єднання труб за допомогою розтрубів

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 бітумізірованим прядивним пасмом (каболкой) і замазують цементним розчином, що розширюється (рис. 5.6).

Пластмасові каналізаційні труби діаметрами 40, 50, 90 і 110 мм застосовують по ГОСТ 22689-89* "Труби поліетиленові каналізаційні і фасонні частини до них". Їх виготовляють з поліетилену низького (ПНД) і високого (ПВД) тиску. Вони призначені для систем внутрішньої каналізації будівель з максимальною температурою стічної рідини $+60^{\circ}\text{C}$ і короткочасної (до 1 хвилини) $+95^{\circ}\text{C}$. 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.

5.4 Пристрої для очищення мережі

Для очищення каналізаційних мереж від засмічення застосовують наступні фасонні деталі:

- ревізії (на стояках);
- очищення з косих трійників або відведень з пробками-заглушками (на горизонтальних ділянках) або прямих трійників з пробками-заглушками (на вертикальних ділянках).

Ревізія - це розтрубна труба, на бічній поверхні якої є знімний фланець з гумовою прокладкою, прикріплений до труби чотирма або двома болтами (рис. 5.7).

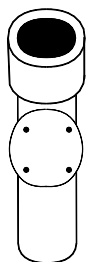


Рис. 5.7 – Ревізія

Ревізії встановлюються на стояках відповідно до вимог СНіП 2.04.01-85*: на верхньому і нижньому поверхах; у житлових будівлях заввишки 5 поверхів і більше, не рідше ніж через три поверхи.

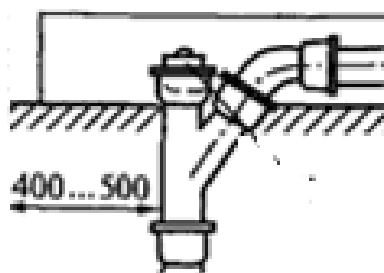


Рис. 5.8. – Прочищення

Прочищення встановлюють на горизонтальних ділянках (вірніше, майже горизонтальних, оскільки вони прокладаються з ухилом) з кроком за СНіП 2.04.01-85* не більше 8-10 метрів між прочищеннями.

5.5 Монтаж внутрішньої каналізації

Роботи по монтажу внутрішньої каналізації будівель звичайно виконуються спеціалізованими монтажними організаціями, які є субпідрядними організаціями по відношенню до чисто будівельних організацій (генпідрядникам), наприклад, яка-небудь монтажна фірма по відношенню до будівельного тресту.

Монтаж проводять керуючись положеннями СНіП 3.05.01-85* Внутрішні санітарно-технічні системи. Перед початком монтажу, до того як монтажники прийдуть на будівельний об'єкт, будівники повинні зробити:

- 1) виконати основні будівельні роботи, тобто звести фундаменти, стіни, перекриття, покриття, перегородки і т.д., але до обробних робіт;
- 2) пробити всі монтажні отвори в стінах, перекриттях і перегородках для пропуску трубопроводів і устаткування;
- 3) встановити монтажні застави деталі в стінах, перекриттях і перегородках для кріплення трубопроводів і устаткування;
- 4) прокопувати траншеї випусків каналізації;
- 5) прокреслити по стінах відмітки 0,5 метра вище за рівень підлоги, оскільки самого рівня підлоги поки немає.

Методи монтажу:

1. Розсипом. Тобто збірка каналізації по місцю. Такий метод застосовується при будівництві будівлі за індивідуальним проектом.

2. Блоками. Виконується для будівель за типовими проектами.

3. Санітарно-технічними кабінами. Застосовується в крупно-панельному житловому будівництві. Основні трубопроводи і фасонні деталі встановлені в кабіні на заводі, а в умовах будівництва кабіни потрібно лише ретельно стикувати по осях.

Після закінчення монтажу системи водовідведення (каналізації) проводяться випробування.

Випробування внутрішньої каналізації. Випробування змонтованої системи внутрішньої каналізації проводиться у присутності комісії.

Перевіряються наступні показники системи:

1) Стік від приладів.

2) Система повинна відповідати проекту за розмірами, висотними відмітками, діаметрами труб, їх матеріалом.

4) Не повинно бути яких-небудь витоків і підтікань на трубопроводах.

Випробування побутової каналізації (К1) проводиться способом потоку води з 75% водорозбірних приладів в будівлі. Система повинна забезпечувати нормальний стік. Якщо система успішно витримала випробування, то остаточно складається акт випробування внутрішньої каналізації за формою додатку 4 СНіП 3.05.01-85*, який підписується представниками вищезазначеної комісії.

Випробування дощової каналізації (К2) проводиться способом заповнення водостічного стояка водою до відмітки крівлі. Протягом 10 хвилин стояк не повинен протекти в місцях його установки (сходові клітки, коридори).

Випробування виробничої каналізації (К3) проводиться способом потоки води з 75% водорозбірних приладів в виробничій будівлі. Крім того перевіряють ефективність роботи очисних споруд і насосів станцій перекачування.

Після випробування система внутрішньої каналізації готова до передачі її до експлуатації.

Експлуатація внутрішній каналізації знаходиться у веденні ВЖРЕД (виробнича житлово-ремонтно-експлуатаційна ділянка) або у веденні відділу головного енергетика або механіка підприємств - це залежить від приналежності будівлі (муніципальне або відомче) і від типу системи (К1, К2, К3).

Вони повинні виконувати наступні роботи:

- поточні ремонти по заявках мешканців (найчастіше прочищення труб, що засмітілися, за допомогою гнучких сталевих тросів завдовжки 3-10 метрів);

- капітальні ремонти із заміною трубопроводів.

Питання для самоконтролю

1. Класифікація систем внутрішнього водовідведення.
2. Санітарно-технічні прилади та приймачі стічних вод.
3. Матеріал труб, які використовуються в мережах внутрішньої каналізації.

ЛЕКЦІЯ 6 ПРОЕКТУВАННЯ ТА РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ВНУТРІШНЬОГО ВОДОВІДВЕДЕННЯ

6.1 Основи проектування системи водовідведення будівлі

Для рішення питання о виборі єдиної або роздільної системи водовідведення орієнтовно визначають кількість та якість стічних вод за Сніп, за технологічними проектами та за результатами лабораторних аналізів.

Водовідвідні трубопроводи бувають: прямоточні, пересічені, роздільні та об'єднані.

Прямоточні мережі складаються з відвідних трубопроводів та каналізаційних стояків, кожен з яких має власний випуск в дворову мережу водовідведення.

Пересічні – це мережі, в яких декілька стояків об'єднані в один загальний випуск.

Роздільні – це мережі, в яких відвід господарчо-побутових та виробничих вод відокремлений.

Якщо якість стічних вод (господарчо-побутових та виробничих) допускає їх сумісну очистку, то використовують *об'єднані* водовідвідні мережі.

Внутрішня каналізаційна мережа складається з відвідних труб, стояків, випусків, вентиляційної частини стояка.

Відповідно до розташування санітарно-технічних приладів на планах поверху будівлі наносять розташування каналізаційних стояків обов'язковою їх нумерацією: Ст. К 1-1, Ст. К 1-2 і т.д. При цьому довжина відвідних труб від приладу до стояка повинна бути якомога коротше.

На планах підвалу позначають каналізаційні стояки і наносять випуски до оглядових колодязів.

Стояки - це вертикальні колони з пластмасових або чавунних труб. Вони розміщуються в туалетних кімнатах за унітазом або якомога ближче до нього. П стояків здійснюють відкрито (біля стіни будівлі) або приховано (у каналах). При прихованій прокладці проти ревізії слід залишати отвір дверцями розміром 30–40 см. Діаметр стояка по всій висоті будівлі повинен бути не менше найбільшого діаметру відвідної труби, яка приєднується до стояка. При приєднанні унітазу діаметр стояка повинен бути не менше 100 мм.

Санітарні прилади приєднують до стояків відвідними трубами (їх наносять на плані поверху).

Відвідні труби від приладів до стояків слід прокладати над підлогою. Їх прокладають ухилами: при діаметрі труб 50 мм – 0,035; при діаметрі 100 мм – 0,025. Діаметри відвідних труб повинні бути не менше, ніж діаметри випусків приладів (додаток 1).

внутрішніх каналізаційних мереж під стелею, в стінах, в полі житлових кімнат, під стелею кухонь (відкрито або приховано) не допускається.

Мережі побутової каналізації, відвідні стічні води в зовнішню мережу, вентилуються через стояки. Для здійснення вентиляції кожен каналізаційний стояк повинен бути виведений вище за рівень на висоту:

- 0,3 м - при пласкій не експлуатується;
- 0,5 м - при скатній ;

- 3,0 м - при експлуатованих .

Вентиляційні частини каналізаційних стояків виводяться вище і повинні знаходитися на відстані не менше 4 м (по горизонталі) від балконів і вікон. Діаметр витяжної частини каналізаційного стояка дорівнює діаметру стояка і закінчується обрізом труби без установки флюгарки. Дозволяється об'єднувати зверху однією вентиляційною частиною декілька каналізаційних стояків.

Випуски влаштовують для відведення стічної рідини від стояка за межі будівлі. Їх трасують так, щоб відведення стічних вод відбувалося за межі стін дворового фасаду. Діаметр випуску від одного стояка приймають рівним діаметру стояка, при об'єднанні декількох стояків в один випуск, діаметр останнього перевіряють розрахунком.

Зміна напряму каналізаційного стояка (діаметром 50–100 мм) на горизонтальний напрям (випуск), слід виконувати з використанням косою трійника.

У місцях приєднання випуску до внутрішньоквартальної мережі встановлюють оглядовий колодезь. Відстань від зовнішньої стіни будівлі до осі оглядового колодезя приймають не менше 3 м.

Максимальна довжина випуску від стояка або прочищення до осі оглядового колодезя вказана в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 - Визначення довжини випусків

Діаметри трубопроводу, мм	50	100	150 і більш
Довжина випуску, м	8	12	15

Примітка. Якщо довжина випуску перевищує довжину вказану в таблиці 3, необхідно влаштовувати додатковий оглядовий колодезь.

Якщо випуск перетинає фундамент будівлі, в ньому необхідно передбачити отвір розміром 400*400 мм. Відстань від труби до будівельних конструкцій повинна бути не менше 200 мм. Після укладання труб отвір у фундаменті закладають еластичними матеріалами в сухих ґрунтах, в водних ґрунтах передбачаються сальники.

Між санітарними приладами і відвідними трубами встановлюють сифони (гідравлічні затвори) для запобігання проникненню шкідливих газів каналізаційної мережі в приміщення.

При установці раковин і слід застосовувати сифони-ревізії, темно-зелені сифони; для ванн – підлогові сифони, під умивальниками рекомендується влаштовувати розбірні сифони темно-зеленого типу.

У разі затору каналізаційної мережі очищають через ревізії, які закриваються кришками на болтах на чавунних трубопроводах і пластмасовими кришками на різьбленні на пластмасових трубах або через прочищення.

Ревізії встановлюють на каналізаційних стояках на нижньому і верхньому поверхах на висоті 1,0 м від підлоги до центру ревізії, але не менше, чим на 0,15 м вище за борт приладу, а також не рідше ніж через кожні три поверхи по висоті.

Прочищення встановлюють на початку ділянок відвідних труб (по руху стоків) при трьох і більш приєднаних приладах.

Ревізії і прочищення влаштовують на поворотах горизонтальних ділянок

мережі при кутах повороту більше 300 і на довгих горизонтальних ділянках (табл.6.2).

Діаметр каналізаційного стояка приймають залежно від величини розрахункової витрати стічних вод, діаметру відповідних труб і кута приєднання відведення до стояка (додаток 2). Для розрахунку слід вибрати найбільш навантажені стояки.

Мережу для відведення господарсько-побутових стічних вод слід прокладати з каналізаційних пластмасових або чавунних труб.










Таблиця 6.2 - Визначення відстані між ревізіями

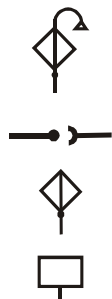
Діаметр трубопроводів мм	Відстань між ревізіями і прочищеннями в залежності від виду стічних вод			Вид прочищення, пристрою
	Виробничі незабруднені і водостоки	Побутові і виробничі, близькі ним	Виробничі, такі, що містять велику кількість зважених речовин	
50	15	12	10	Ревізія
50	10	8	6	Прочищення
100-150	20	15	12	Ревізія
100-150	15	10	8	Прочищення
200	25	20	15	Ревізія

Примітка. Ревізії і прочищення необхідно встановлювати в місцях, зручних для їх обслуговування.

Аксонетрична схема внутрішньої каналізації виконується без масштабу. Повну схему стояка креслять від витяжної частини до оглядового колодязя на випуску зі всіма санітарними приладами; відповідними трубопроводами; фасонними частинами, які використовуються для з'єднання труб; ревізіями; сифонами у вигляді встановлених умовних позначень (табл. 6.3).

Таблиця 6.3 - Умовні позначення матеріалів, арматури та обладнання

	– вентиль запірний
	– засувка
	– кран поливальний
	– зворотній клапан
	– кран (клапан) протипожежний
	– кран водорозбірний
	– раковина
	– унітаз
	– ванна звичайна



– змішувач з душовою сіткою

– ревізія

– змішувач

– бачок змивний

Стояк викреслюють так, щоб були видимі головні відмітки і розміри (висота будівлі, перекриття і т.д.).

Висота установки від підлоги до борту санітарних приладів: – 850 мм, умивальника – 800 мм, ванни – 600–650 мм, унітазу – 400–450 мм.

Під кожним приладом встановлюють сифон або сифон-ревізію (якщо їх немає в конструкції приладу). Якщо на аксонометрії неможливо показати приєднання ряду приладів, то на стояку позначають фасонні частини, до яких ці прилади приєднуються. Точки приєднання позначають цифрами або і дають окрему виноску з цими приладами.

На аксонометрії стояка показують всі фасонні частини, які застосовують для монтажу вузлів з'єднання.

6.2 Гідравлічний розрахунок внутрішньої водовідвідної мережі

6.2.1 Визначення розрахункових параметрів мережі

Норми водовідведення, які наведені в СНиП 2.01.01-85*, встановлюють в залежності від призначення та ступеня благоустрою будівлі, кліматичних та місцевих умов в відповідності з нормами водоспоживання.

Нормативні витрати стічних вод, які скидаються приймачами в водовідвідну мережу, діаметри відвідних труб та ухили, що рекомендуються для відвідних труб наведені в [2].

Добову витрату стічних вод приймають рівною водоспоживанню без врахування витрат на поливку.

Добові та годинні норми водовідведення близькі до норм водоспоживання без врахування води, що втрачена. Режим водовідведення залежить від режиму водоспоживання, характеризується теж нерівномірністю та повинен оцінюватися імовірнісними характеристиками, які пов'язують кількість одночасно діючих приймачів стічних вод та кількість споживачів, які користуються приймачами стічних вод.

Добові та годинні витрати стічних вод можливо розраховувати за методикою визначення витрат в системі водопостачання будівлі. При малих витратах води в системі водопостачання спостерігаються залпові скиди стічних вод, розрахункова витрата яких відрізняється від витрати з водопроводу. Гідравлічний розрахунок внутрішньої каналізаційної мережі виконують на максимальні секундні витрати стічних вод. При великих витратах води, тобто коли скидають стічні води великою кількістю приймачів, розрахункова витрата стоків наближається до розрахункової

витрати водопровідної води:

при $q^{tot} < 8 \text{ л/с}$ (включаючи холодну та гарячу воду)

$$q^S = q^{tot} + q_0^S \quad (6.1)$$

При $q^{tot} > 8 \text{ л/с}$

$$q^S = q_0^S \quad (6.2)$$

де q^{tot} - загальна витрата холодної та гарячої води на розрахунковій ділянці водовідведення, л/с;

$$q^{tot} = 5q_0^S \alpha \quad (6.3)$$

q_0^S - загальні витрати води (холодної та гарячої) одним приладом;

q^S - розрахункова витрата стічних вод, л/с;

q_0^S - питома нормативна витрата стоків, л/с, від приймача з найбільшим водовідведенням;

α - коефіцієнт, який залежить від загальної кількості приладів ΣN на розрахунковій ділянці та імовірності їхньої дії P ;

$N_{\bar{n}\delta}$ - кількість приймачів стічних вод, приєднаних до одного стояка, шт.

При установці на розрахунковій ділянці мережі приладів різних типів значення приймається по приладу, витрата якого найбільша. Розрахунок витрат води треба починати з визначення імовірності дії приладів. Для цього визначають кількість приймачів стічних вод $N_{\bar{n}\delta}$, які приєднані до кожного стояка и по ділянках до випуску. На основі п.3.4 СНИП 2.04.01-85* визначають імовірність дії встановлених приймачів стічних вод за формулою:

$$P^{tot} = \frac{q_{hr,u}^{tot} \cdot U}{3600 \cdot q_0^S \cdot N^{tot}} \quad (6.4)$$

де $q_{hr,u}^{tot}$ - загальна норма витрати води споживачем у годину найбільшого водоспоживання, л/год;

U - кількість споживачів (кількість квартир помножена на середню заселеність однієї квартири, що приймають за завданням);

q_0^S - питома нормативна витрата стоків одним приладом приймається для приладу з найбільшою витратою стоків, л/с;

N^{tot} - загальна кількість приладів в будівлі, яка дорівнює добутку кількості квартир на кількість приймачів стічних вод в одній квартирі, од.

За рекомендаціями СНиП 2.04.01-85* визначають максимальні витрати на розрахункових ділянках випуску за формулами:

Каналізаційні стояки перевіряють на пропуск максимальної витрати стічних вод, яку приймають залежно від діаметра відвідних труб, діаметра стояків і кута приєднання відводу до стояка (таблиця 6.4). Для перевірки слід обрати найбільш навантажені стояки.

Таблиця 6.4 - Максимальна пропускна спроможність вентиляваного каналізаційного стояка

Діаметр поверхового відводу, мм	Кут приєднання поверхового відводу к стояку, град	Максимальна пропускна спроможність водовідвідного стояка, що вентиляється, л/с, при його діаметрі, мм			
		50	85	100	150
50	90	0,8	2,8	4,3	11,4
	60	1,2	4,3	6,4	17,0
	45	1,4	4,9	7,4	19,6
85	90	—	2,1	—	—
	60	—	3,2	—	—
	45	—	3,6	—	—
100	90	—	—	3,2	8,5
	60	—	—	4,9	12,8
	45	—	—	5,5	14,5
150	90	—	—	—	7,2
	60	—	—	—	11,0
	45	—	—	—	12,6

6.2.2 Гідравлічний розрахунок випусків

При розрахунку випусків дотримуються відношення швидкості руху рідини v м/с, наповнення h/d , щоб виконувалася умова [2]

$$v\sqrt{\frac{h}{d}} \geq K \quad (6.5)$$

де $K = 0,5$ – для трубопроводів пластмасових і скляних труб; $K = 0,6$ – для трубопроводів інших матеріалів.

При цьому швидкість руху повинна бути не менше 0,7 м/с, а наповнення трубопроводів – не менше 0,3 м/с (додаток 4).

У тих випадках, коли із-за недостатньої величини витрат побутових стічних вод виконати умову не можливо, ділянки трубопроводів, що не розраховуються, діаметром 40–50 мм прокладають ухилом 0,03, а діаметром 100 мм – ухилом 0,02. Найбільший ухил трубопроводів не повинен перевищувати 0,15.

6.3 Безпечна експлуатація систем внутрішнього водовідведення

При експлуатації систем внутрішнього водовідведення можливо виникнення наступних порушень в роботі: засмічення трубопроводів та попадання неприємних запахів з каналізаційної мережі в приміщення.

Засмічення

При експлуатації внутрішньої каналізації споживач часто зустрічається з таким явищем, як «засмічення». Основна його причина полягає в свідомому відношенні користувача до каналізаційної мережі, як до різновиду сміттєпроводу. І якщо в міському домі ситуацію частково рятує великий об'єм стоків, що одночасно зливаються з багатьох квартир, то в котеджі скидання сміття в унітаз неминуче веде до закупорки труб.

Слід помітити, що і при нормальному використанні каналізації, можливість засмічення також не виключена. Для роботи системи в режимі самоочищення необхідно, щоб крупні частинки знаходилися в зваженому стані в потоці рідини, а швидкість потоку не була нижче критичною. Для каналізації така швидкість потоку в горизонтальній трубі повинна бути не менше 0,7 м/с, а заповнення перетину труби водою - не менше, ніж на третину діаметру, інакше частинки осядуть на дно трубопроводу. При недотриманні даних умов можливість засмічення очевидна.

Імовірність засмічення труби тим більше, чим більш шорстка її внутрішня поверхня, зокрема із-за корозії і різних відкладень, чим більше на шляху потоку різких перепадів, поворотів, уступів. Тобто, чим складніше мережа трубопроводів і нижче якість використовуваних матеріалів, тим очевидніше можливість виникнення неприємностей.

При монтажі системи, необґрунтоване збільшенні ухилу труб приведе до збільшення швидкості потоку, але товщина шару рідини стане менша, і при малому об'ємі стоків крупні предмети осядуть на стінки. Те ж відбудеться і при необґрунтованому збільшенні діаметру труб, коли об'єм стоків залишається незмінним. Як же бути, якщо умова самоочищення труб не виконується у випуску з дому? Тут можна запропонувати декілька виходів. Перший, найпростіший, але при цьому найекономічніший - частіше зливати якомога більше води з приладів. Другий - зробити ухил довільним, виходячи з діапазону 2-10% (чим коротше випуск - тим більше ухил). При цьому встановити на випуску "прочищення" і періодично прочищати його механічними засобами, що досить складно.

При влаштуванні системи каналізації необхідно застосовувати різні технічні пристрої, що запобігають повністю або частково порушенню прохідності системи і що дозволяють оперативно провести контроль стану фільтруючого елементу сантехнічного приладу. І звичайно, систему внутрішньої каналізації необхідно періодично чистити. Для цього в трубопроводах передбачені "ревізії" та "прочищення" (отвори в стінці труби, закриті пробкою). Їх ставлять там, де потік води різко міняє характер руху, наприклад, перед місцем приєднання декількох труб, різким поворотом, відступом (невеликий злам на стояку), а також на випуску.

Запахи з каналізації

Основних причин проникнення газів з каналізації в приміщення три:

- 1) нещільність в місцях з'єднань трубопровідної мережі;
- 2) тріщини в гумовій манжеті на сливі унітазу;
- 3) зрив гідравлічного затвора якого-небудь приладу.

Перші дві неприємності досить просто усунути дрібним ремонтом: підтягти гайки, залити герметиком, змінити ущільнення. Усунення зриву затвора - справа серйозніша, оскільки вимагає повного обстеження системи, а іноді і її переробки. Річ у тому, що стоки, вливаючись з відведення в стояк, перекривають частину його перетину і далі, стікаючи вниз, захоплюють за собою повітря. Якщо зверху в стояк поступить достатній об'єм повітря, то нижче за рівень входу в нього рідини дефіциту повітря не буде і тиск буде рівний атмосферному. Інакше виникне розрідження. Якщо воно велике, то вода з гідравлічного затвора буде втягнута у відведення, і тоді шлях газам в приміщення - відкритий. В цьому випадку говорять, що "відбувся зрив затвора". Чим більше об'єм стоків в стояку і діаметр відведення, чим ближче до 90° кут приєднання відведення до стояка і чим менша висота затвора, тим більше вірогідність подібної аварії. Випускають гідрозатвори заввишки 50, 60 і 70 мм.

На проблема зриву затворів впливає конструкція стояка, конструкція витяжної частини стояку. Стояк на рівні верхніх приладів закінчують прочищенням, а підводи до нього роблять з труб збільшеного діаметру. Можливість застосування подібної конструкції обов'язково перевіряють розрахунком. Якщо в домі декілька стояків, то стояки на горищі можна об'єднати однією трубою і зробити одну витяжку. У будь-якому випадку хоч би один стояк в домі повинен бути вентиляваним. Витяжку влаштовують на відстані не ближче, ніж в 4 м від вікон і балконів і виводять на 0,3-0,4 м вище за крівлю. Вища труба взимку швидше забивається льодом унаслідок конденсації вологи з каналізаційних газів. А це означає неминучий зрив затворів. Дефлектор на витяжці кращий не ставити - він сприяє її перемерзанню.

Випробування змонтованої системи внутрішньої каналізації проводиться у присутності комісії.

Перевіряються наступні показники системи:

- 1) Стік від приладів.
- 2) Система повинна відповідати проекту за розмірами, висотними відмітками, діаметрами труб, їх матеріалом.
- 4) Не повинно бути яких-небудь витоків і підтікань на трубопроводах.

Випробування побутової каналізації (К1) проводиться способом протоку води з 75% водорозбірних приладів в будівлі. Система повинна забезпечувати нормальний стік. Якщо система успішно витримала випробування, то остаточно складається акт випробування внутрішньої каналізації за формою додатку 4 СНіП 3.05.01-85*, який підписується представниками вищезазначеної комісії.

Випробування дощової каналізації (К2) проводиться способом заповнення водостічного стояка водою до відмітки крівлі. Протягом 10 хвилин стояк не повинен протекти в місцях його установки (сходові клітки, коридори).

Випробування виробничої каналізації (К3) проводиться способом протоки води з 75% водорозбірних приладів в виробничій будівлі. Крім того перевіряють ефективність роботи очисних споруд і насосів станцій перекачування.

Після випробування система внутрішньої каналізації готова до передачі її до експлуатації.

Питання для самоконтролю

- 1) Охарактеризуйте основні вимоги та особливості при проектуванні системи водовідведення будівлі.
- 2) Надайте задачі та принципи гідравлічного розрахунку внутрішньої водовідвідної мережі.
- 3) Наведіть порядок визначення розрахункових параметрів внутрішньої водовідвідної мережі.
- 4) Охарактеризуйте мету, та наведіть порядок виконання гідравлічного розрахунку випуска.

ЛІТЕРАТУРА

1. СНиП 2.04.03-85. Строительные нормы и правила. Канализация. Наружные сети и сооружения. – М.: Стройиздат, 1986. – 72 с.
2. СНиП 2.04.01-85* Строительные нормы и правила. Внутренний водопровод и канализация зданий. – М.: Стройиздат, 1986. – 56 с.
3. Яковлев С.В., Карелин Я.А., Ласков Ю.М., Калицун В.И. Водоотведение и очистка сточных вод. Учебник для ВУЗов. – М.: Стройиздат, 1996. – 392 с.
4. Калицун В.М. Водоотводящие системы и сооружения. – М., 1987. – 335 с.
5. Лукиных А.А., Лукиных Н.А. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле акад. Н.Н. Павловского. Справочное пособие. – 5-е изд. – М.: Стройиздат, 1987. – 152 с. Література
6. «Правила охорони поверхневих вод від забруднення стічними водами».
7. Абрамович И.А. Сети и сооружения водоотведения. Расчет, проектирование, эксплуатация. – Харьков, 2005. – 288 с.