

Лекція 4 Принципи проектування водовідвідної мережі. Умови приймання стічних вод у водовідвідну мережу

4.1 Умови приймання стічних вод у водовідвідну мережу

Можливість прийому різних категорій стічних вод у каналізаційні мережі роздільної та загальносплавної систем каналізації визначається, виходячи зі складу забруднень цих вод і доцільності спільного їх очищення з урахуванням санітарно-гігієнічних і техніко-економічних показників (табл. 3.1).

Побутові та забруднені виробничі стічні води не повинні надходити в дощову мережу, призначену для відведення тільки атмосферних вод, а води від фонтанів, дренажів і від поливання вулиць – в мережу побутових або виробничо-побутових вод.

Спільні відведення та очищення побутових і виробничих стічних вод, як правило, є найбільш доцільними за техніко-економічними показниками, проте в ряді випадків виявляються неприпустимими через наявність у виробничих стічних водах шкідливих і отруйних речовин. Тому при проектуванні спільного відведення побутових і виробничих стічних вод слід в кожному випадку виходити з якісного складу забруднень виробничих стічних вод і можливості утворення в суміші стічних вод концентрацій шкідливих речовин, небезпечних для обслуговуючого персоналу та порушують біологічні процеси очищення. Гранично допустимі концентрації (ГДК) різних отруйних речовин наводяться в СНіП, в правилах технічної експлуатації каналізації та правилах прийому виробничих стічних вод в загальноміській каналізації, що видаються міністерством комунального господарства. Вміст радіоактивних елементів у стічних водах регламентується санітарними правилами роботи з радіоактивними речовинами та джерелами іонізуючих випромінювань.

Таблиця 4.1 – Умови приймання стічних вод у водовідвідні мережі

| Категорія стічних вод | Система каналізації | | | | |
|--|---------------------|--------------------|---------|----------|-------------------------|
| | Роздільна мережа | | | | Загально-сплавна мережа |
| | побутова | виробничо-побутова | дощова | | |
| | | | закрита | відкрита | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| <i>Побутові</i> | | | | | |
| Від житлових, громадських, комунальних і виробничих будівель..... | + | + | — | — | + |
| Від інфекційних відділень лікарень, карантинів, ветеринарних лікарень після хлорування..... | + | + | — | — | + |
| Від зливних станцій і зливних пунктів, обладнаних ґратами та пісковловлювачами, після розрідження водою..... | + | + | — | — | + |

Продовження таблиці 4.1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|
| Від сміттєдобрильних установок з подрібнення кухонних і господарських відходів..... | + | + | — | — | + |
| Від мийок автомашин (після пропуску через брудовловлювач і маслобензовловлювач)..... | — | — | + | + | + |
| Від поливання і миття вулиць..... | — | — | + | + | + |
| Від дренажних і осушувальних мереж..... | — | — | + | + | + |
| Від фонтанів, холодильників і установок кондиціонування повітря..... | — | — | + | + | + |
| <i>Атмосферні</i> | | | | | |
| Дощові і талі..... | — | — | + | + | + |
| Те ж, з територій, сильно забруднених продуктами виробництва..... | + | + | — | — | + |
| Те ж, після попереднього очищення на місцевих очисних спорудах..... | — | — | + | + | + |
| Талі води від стаціонарних та пересувних сніготаялок..... | + | + | + | + | + |
| Чистий сніг, сплавляється по колекторах (відповідно до вимог спеціальних інструкцій)..... | + | + | + | + | + |
| <i>Виробничі</i> | | | | | |
| Незабруднені води від промислових холодильників, від охолодження виробничої апаратури і устаткування з температурою не вище 40°C..... | — | — | + | + | + |
| Забруднені води з температурою не вище 40°C..... | + | + | — | — | + |
| Води, очищені на локальних очисних спорудах..... | + | + | По узгодженню з органами Державного санітарного нагляду | — | + |
| Забруднені води після карантинів при м'ясокомбінатах, води шкіряних заводів і біофабрик, що мають інфекційні забруднення, після очищення та хлорування..... | + | + | | — | + |

П р и м і т к а. Стічні води, що допускаються до прийому в каналізацію, відмічені знаком «+», а не допускаються — знаком «—».

Виробничі стічні води можуть бути прийняті в роздільну або загальносплавну мережу, якщо вони не містять токсичних органічних забруднень. У тих випадках коли спільне відведення побутових і виробничих вод не задовольняє зазначеним умовам, вони відводяться і очищаються окремо і

можуть бути прийняті в каналізаційні мережі тільки після попереднього очищення.

Стічні води дрібних підприємств, а також місцевої та харчової промисловості з переробки сільськогосподарських продуктів (наприклад, картофелекромальної, молочної, пивоварної тощо) можуть прийматися в міські каналізації без обмеження та в ряді випадків без попередньої обробки.

Стічні води деяких підприємств, наприклад м'ясокомбінатів і шкіряних заводів, можуть бути прийняті в міські каналізації тільки після їх попередньої обробки та знезараження в цілях оберігання від попадання патогенних бактерій.

У міські каналізації не приймають без попереднього очищення виробничі стічні води, що містять жири, масла, смоли, бензин, нафтопродукти, отруйні речовини в концентраціях, що перешкоджають біологічному очищенню та скиданню у водойми, нерозчинні домішки з великою питомою вагою, а також води з волокнистими та об'ємними домішками, які засмічують і закупорюють мережі, ускладнюють роботу насосних станцій, порушують процеси біологічного очищення стічних вод і обробку осаду, а також надають руйнівну (кородуючу) дію на матеріал труб і елементи споруд каналізації. Температура виробничих стічних вод не повинна бути вище 40°C. Не допускається також скидання води, яка може виділяти отруйні або вибухонебезпечні гази, а також стоків підприємств важкої промисловості, заводів чорної металургії, рудозбагачувальних фабрик, машинобудівних і хімічних комбінатів.

Виробничі стічні води в суміші з побутовими при надходженні до біологічних очисних споруд не повинні мати активну реакцію рН нижче 6,5 і вище 8,5 і не повинні мати концентрацію завислих речовин і спливаючих домішок більше 500 мг/л.

На мережах виробничої каналізації зі стоками кислими, радіоактивними чи тих, що виділяють вибухонебезпечні гази, необхідно встановлювати відповідні аналізатори, дані яких можуть передаватися на відстань. При порушенні абонентами правил спуску стічних вод у загальноміській мережі контрольні прилади повинні дати відповідний сигнал і імпульс на закриття засувки на випуск стічних вод.

Стічні води, що не задовольняють зазначеним вимогам, повинні бути попередньо підготовлені до спуску в міські водовідвідні мережі. Для стоків промислових підприємств в цих випадках можуть влаштовуватися роздільні мережі різних категорій стічних вод, що регулюють резервуари та місцеві очисні споруди.

4.1.1 Вимоги до складу та властивостей стічних вод, що скидаються у міську каналізаційну мережу (на прикладі м. Запоріжжя [9])

До системи каналізації міста приймаються стічні води споживачів, що не порушують роботу каналізаційної мережі та споруд, забезпечують безпеку їх експлуатації та можуть бути очищені на очисних спорудах разом із стічними водами від населення згідно з вимогами «Дозволів на спеціальне водокористування» щодо скиду зворотних вод у водойми, які затверджені Державним Управлінням охорони навколишнього природного середовища у

Запорізькій області (№ 4785 від 09.04.2010 для Міських очисних споруд № 1 та № 4786 від 09.04.2010 для Міських очисних споруд № 2).

Стічні води, що підлягають прийманню до міської каналізаційної мережі не повинні мати:

- температуру вище 40 °С;
 - рН нижче 6,5 або вище 9,0;
 - ХСК вище БСК₅ більш ніж у 2,5 рази.
- не повинні містити:
- забруднюючі речовини з перевищенням допустимих концентрацій, установлених для споживача Договором з КП «Харківводоканал»;
 - речовини, що спроможні засмічувати труби, колодязі, ґрати або відкладатися на стінках труб, колодязів, поверхні ґрат (будівельне сміття, мочало, соломучка, харчові і тверді виробничі відходи, абразивні порошки та інші абразивні грубодисперсні зависі, окалина, вапно, пісок, гіпс, смола, мазут, канига тощо);
 - речовини, що чинять руйнуючу дію на матеріал труб, елементи споруд каналізації та отруйний вплив на працюючий персонал, а саме:
 - горючі домішки і розчинені газоподібні речовини, здатні утворювати вибухонебезпечні суміші;
 - агресивні гази з руйнуючим корозійним впливом на каналізаційні мережі і споруди та небезпечні для життя людини;
 - речовини, для яких не встановлені гранично допустимі концентрації (ГДК) у воді водойм рибогосподарського та інших видів водокористування, а також речовини, для визначення яких не розроблено методів аналітичного контролю;
 - токсичні речовини, що перешкоджають біологічному очищенню стічних вод;
 - небезпечні бактеріальні, вірусні, токсичні та радіоактивні забруднення;
 - нерозчинні олії;
 - біологічно жорсткі синтетичні поверхнево-активні речовини, які важко руйнуються;
 - тільки неорганічні речовини або речовини, що не піддаються біологічному розкладу.

Категорично забороняється скидати у міську каналізаційну мережу:

- кислоти, розчинники, розчини, речовини, які містять або утворюють при змішуванні зі стічними водами сірководень, сірковуглець, оксид вуглецю, ціаністи сполуки, легколеткі вуглеводні та інші токсичні, горючі та вибухонебезпечні речовини (бензин, діетиловий ефір, дихлоретан, бензол та їхні похідні тощо);
- концентровані маточні та кубові розчини;
- дренажні води, конденсати і нормативно-чисті виробничі стічні води;
- організований скид поверхневих (злизових) вод з територій промислових підприємств;
- осади після локальних очисних споруд;

- ґрунт, будівельне і побутове сміття, відходи виробництва;
- понадлімітні (перевищуючі договірні) об'єми стічних вод;
- стічні води, у яких містяться радіоактивні, токсичні речовини, солі важких металів і бактеріальні забруднення, у тому числі стічні води інфекційних лікувальних закладів і відділень;
- промислові стічні води, взаємодія з якими може привести до утворення емульсій, токсичних або вибухонебезпечних газів, а також великої кількості нерозчинних речовин.

Стічні води, в яких містяться радіоактивні, токсичні речовини, солі важких металів і бактеріальні забруднення, у тому числі стічні води інфекційних лікувальних закладів і відділень та виробничі стічні води, взаємодія з якими може привести до утворення емульсій, токсичних або вибухонебезпечних газів, а також великої кількості нерозчинних у воді речовин перед випуском у каналізаційну мережу м. Харкова повинні бути знешкоджені та знезаражені на локальних очисних спорудах Споживача з обов'язковою утилізацією або похованням утворених осадів.

Для стічних вод споживачів, що приймаються в міську каналізаційну мережу, встановлюються загальні допустимі величини показників (ДВП) якості стічної води з допустимими концентраціями (далі ДК) забруднюючих речовин, що наведені у таблиці 3.2. ДК розраховані згідно положень розділу 5 «Правил приймання стічних вод підприємств у комунальні та відомчі системи каналізації населених пунктів України», виходячи з технічних можливостей міської каналізаційної мережі і комплексів очисних споруд, з урахуванням затверджених для Міських очисних споруд № 1 і Міських очисних споруд № 2 граничнодопустимих скидів (ГДС) речовин, що надходять з очищеними стічними водами у водойму та якості стічної води від населення.

Таблиця 4.2 – Допустимі величини показників якості для стічних вод споживачів, що надходять для очищення на Міських очисних спорудах № 1 та Міських очисних спорудах № 2

| № з/п | Найменування показників | Одиниці виміру | Величина показників, мг/л | |
|-------|-------------------------|---------------------|---------------------------|------------------------|
| | | | для МОС № 1 | для МОС № 2 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | рН | од. рН | 6,5-9,0 | 6.5- 9 |
| 2 | ХСК | мгО ₂ /л | < 2,5 БСК ₅ | < 2,5 БСК ₅ |
| 3 | БСК 5 | мгО ₂ /л | 300 | 300 |
| 4 | Завислі речовини | мг/л | 300 | 300 |
| 5 | Нафта і нафтопродукти | мг/л | 5,0 | 5,0 |
| 6 | Жири | мг/л | 6,0 | 6,0 |
| 7 | Азот амонійний | мг/л | 18,0 | 18,0 |
| 8 | Нітрити | мг/л | 3,3 | 3,3 |
| 9 | Нітрати | мг/л | 45,0 | 45,0 |
| 10 | Сульфати | мг/л | 400* | 400* |
| 11 | Хлориди | мг/л | 350 | 350 |

Продовження таблиці 3.2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----|---|------|-------|------|
| 12 | Фосфати | мг/л | 6,0 | 6,0 |
| 13 | Сульфід | мг/л | 1,0 | 1,0 |
| 14 | Синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР) | мг/л | 0,5 | 0,5 |
| 15 | Фенол | мг/л | 0,039 | 0,13 |
| 16 | Залізо (загальне) | мг/л | 2,0 | 2,0 |
| 17 | Мідь | мг/л | 1,0 | 1,0 |
| 18 | Хром ³⁺ | мг/л | 0,13 | 0,13 |
| 19 | Хром ⁶⁺ | мг/л | 0,13 | 0,13 |
| 20 | Цинк | мг/л | 0,5 | 0,5 |
| 21 | Нікель | мг/л | 0,2 | 0,2 |

Примітка: * – Норматив змінюється відповідно до вмісту сульфатів у воді з міського водопроводу

4.2 Основні принципи проектування водовідвідної мережі

У практиці проектування вирішуються два завдання: проектування нових або розширення існуючих систем водовідведення. Основним матеріалом для розробки проекту водовідвідної мережі є проект районного планування або проект планування і забудови міста. Для проектування мережі промислового підприємства необхідний генеральний план. Межі каналізуємої території в населеному пункті визначаються зазвичай в межах розміщення забудови.

Проектування починається з розбиття території міста на басейни водовідведення та вибору системи та схеми водовідведення. Потім визначається місце розташування каналізаційних очисних споруд та місце випуску очищених стоків. Наступний етап – трасування мережі по басейнах водовідведення.

Водовідвідні мережі населених місць і промислових підприємств проектуються самотливими. Тільки при великому заглибленні мережі влаштовують насосні станції, які перекачують стічні води з глибоких колекторів або на очисні споруди або в колектори, що мають найменше заглиблення. Число насосних станцій залежить від рельєфу місцевості, гідрогеологічних умов та інших особливостей. У деяких випадках при пересіченому рельєфі місцевості виявляється доцільним замість влаштування станцій перекачування прокласти тунель невеликого протягу, що перетинає місцеву височину.

У великих містах значну складність являє собою реконструкція вже існуючих систем водовідведення. По ряду технічних, екологічних та економічних причин у великих містах часто буває нераціональним проектувати самотливо-напірні схеми водовідведення з невеликим заглибленням. Тому в цих випадках укладають так звані колектори глибокого закладення, які знаходяться на глибині декількох десятків метрів в стійких і щільних ґрунтах. Такі колектори споруджують методом щитової проходки, застосовуваної, наприклад, для будівництва метрополітену.

Як ми вже говорили, для розробки проекту водовідвідної мережі населеного пункту основним і вихідним матеріалом служить проект планування, для промислового підприємства – генплан. Крім цього, для проектування необхідні дані топографічних, геологічних та гідрогеологічних вишукувань. Топографічні – зйомка ділянки майданчика споруд, колектора. Геологічні та гідрогеологічні вишукування визначають геологічну будова трас водоводів і колекторів, майданчиків споруд; фізико-механічні властивості ґрунтів; положення рівня ґрунтових вод; дають відомості про агресивність ґрунтів і ґрунтових вод по відношенню до металу і бетону; визначають сейсмічність району, зсувні явища. Від якості та повноти вишукувань залежить і якість проектних робіт і подальша експлуатація споруд.

Нормативні допущення для проектування водовідвідних мереж знаходяться в ДБН В.2.5–75:2013 [1] і різних інструкціях. Передпроектні розробки включають:

- техніко-економічне обґрунтування будівництва й проектування об'єктів, тобто: загальні дані, основні рішення тощо;
- схеми комплексного використання і охорони водних ресурсів;
- схеми і проекти районного планування.

Крім цього, повинні бути зібрані такі вихідні дані:

- відомості про існуючі схеми водопостачання та водовідведення об'єкту;
- дані по об'єкту:

а) число жителів;

б) щільність населення і системи благоустрою;

в) пропускна здатність громадських будівель і комунальних підприємств;

г) види промислових підприємств, характеристики виробництва, кількісний і якісний склад стоків;

д) гідрологічні, геологічні та метеорологічні дані;

е) гідрологія по водоймах;

ж) топографічні матеріали по об'єкту.

При проектуванні водовідвідних мереж потрібно виконувати розрахунки великої кількості окремих ділянок трубопроводів з різними умовами роботи. Тому для розрахунку соматичних трубопроводів використовують різні таблиці: таблиці для гідравлічного розрахунку каналізаційних мереж та дюкерів за формулою академіка Н. Н. Павловського, А. А. Лукиних і Н. А. Лукиних і таблиці Н. Ф. Федорова і Л. Є. Волкова – Гідравлічний розрахунок каналізаційних мереж. Таблиці Лукиних [7] складені з використанням формул Шезі та Павловського, а таблиці Федорова – за формулами Дарсі та постійності витрати. У цих таблицях наведені витрати стічних вод, швидкості при різному наповненні трубопроводів для всіх можливих в інженерній практиці діаметрів і ухилів труб.

Отже, при проектуванні водовідвідних мереж в першу чергу необхідно визначити витрати стічних вод.

4.3 Трасування водовідвідних мереж

Проектування мереж водовідведення починається з трасування. Під *трасуванням* мережі в період її проектування розуміють нанесення осей трубопроводів на план населеного пункту або промислового підприємства. Це один з відповідальних етапів при складанні схеми каналізації. Від прийнятих принципів трасування залежить вартість каналізації. На вибір траси мережі впливають рельєф місцевості та вертикальне планування; прийнята система каналізації та число каналізаційних мереж; перспективи розвитку й черговість будівництва; ґрунтові умови; характер забудови кварталів; ширина вулиць; напруженість руху за ними; насиченість підземними спорудами; місця розташування промислових підприємств. Трасування каналізаційної мережі роблять у такий спосіб: спочатку трасують головний і відвідний колектори, що подають воду на очисні станції; потім – колектори басейнів каналізування; в останню чергу – вуличну мережу.

В основу проектування мереж водовідведення покладено по можливості принцип самопливного водовідведення стічної води з даного об'єкту з найменшими заглибленнями трубопроводів або днища каналів і кюветів.

При необхідності очищення води спочатку вибирають майданчик для розташування очисних споруд і місце випуску стічних вод у водний об'єкт або точку приєднання мережі водовідведення до міської каналізації.

Якщо воду передбачається відводити від населеного пункту, то його розділяють на басейни водовідведення, як показано на рисунку 3.1. Ці басейни обмежені вододілами, тальвегами, берегами водойм і водотоків, тобто фактично збігаються з межами поверхневого стоку.

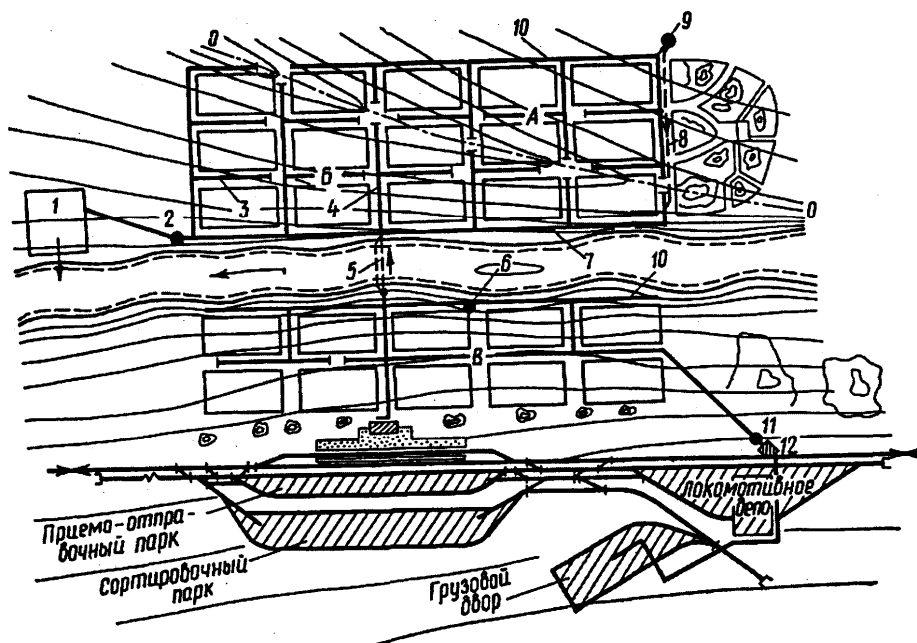


Рисунок 4.1 – План населеного пункту та залізничної станції з нанесенням виробничо-побутових мереж водовідведення:

1 – очисна станція; 2 – головна насосна станція; 3 – вуличні магістралі; 4 – вуличні колектори; 5 – дюкер (перехід через річку); 6 і 9 – районні станції перекачки; 7 – головний колектор; 8 – напірний трубопровід; 10 – колектори басейнів каналізування; 11 – місцеві насосні станції; 12 – місцеві очисні споруди

Трасування починається з нанесення на генплан головного колектору – 7, який розташовується в найнижчих точках місцевості, зазвичай вздовж берега водойми або водоструму. Далі на план наносяться колектори басейнів водовідведення – 10, вуличні колектори – 4 і вуличні магістралі – 3. При трасуванні для зменшення глибини закладення труб, всі колектори прагнуть розміщувати, по можливості, перпендикулярно до горизонталей або під кутом найбільш близьким до прямого. У ряді випадків доводиться передбачати влаштування насосних станцій перекачування. Такі станції зазвичай розташовуються в місцях великого заглиблення колекторів – 6, перед подачею на очисні споруди – 2 (головна насосна станція) або при перекиданні стічних вод з одного колектора водовідведення в іншій – районні станції перекачки – 9. Після насосних станцій вода часто подається далі по напірних трубопроводах – 8.

Трасування мереж слід супроводжувати порівнянням варіантів з метою вибору найбільш економічних напрямків розташування трубопроводів або способів подальшого транспортування води (під напором насосів або самопливом).

Вуличну мережу водовідведення в населеному пункті прийнято наносити на план трьома способами (рис. 4.2):

- за охоплюючими квартал лініями;
- за пониженою гранню кварталу;
- черезквартальний спосіб.

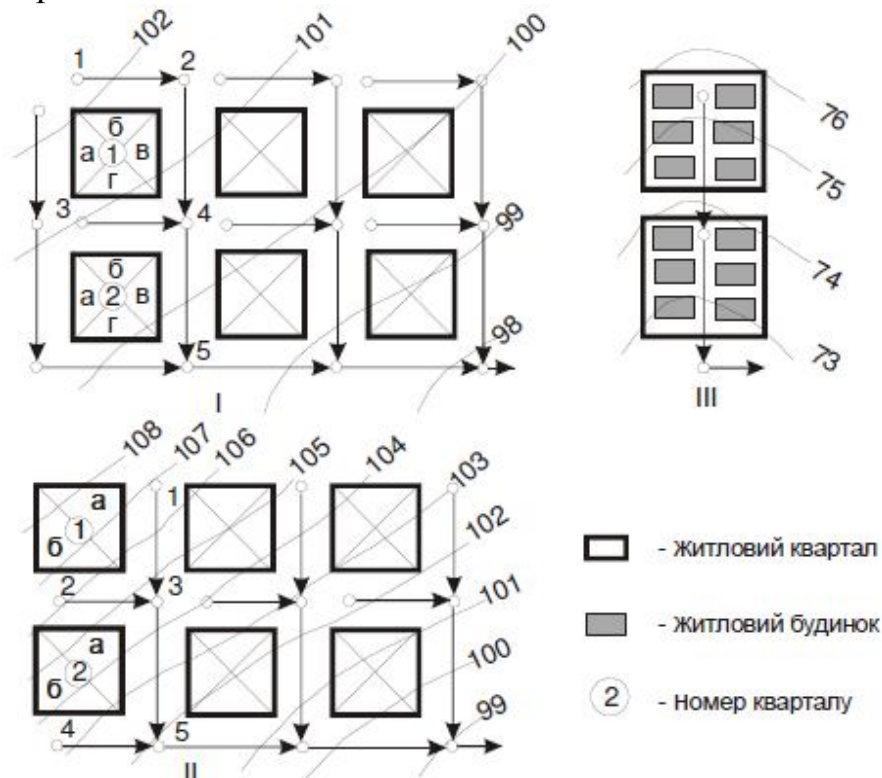


Рисунок 4.2 – Схеми трасування мережі водовідведення:

I – за пониженою гранню кварталу; II – за охоплюючою схемою; III – через квартальна

У першому випадку вуличні колектори та магістралі передбачається вкладати по всіх вулицях і тому випуски з внутрішньоквартальних мереж розташовуються з усіх боків кварталу, а стічні води, що утворюються в

будинках, та атмосферні опади з прилеглих площ направляються по найкоротшій відстані в найближчий підземний трубопровід. Схема застосовується при порівняно плоскому рельєфі місцевості з середнім ухилом поверхні землі не більше 0,007–0,01.

При трасуванні мереж за пониженою гранню кварталу вуличні магістралі вкладені в основному тільки з одного (пониженого) боку кварталу, куди і направляється вода з випусків всіх будівель і атмосферні стоки, що протікають усередині кварталу по трубах або лотках.

При черезквартальному трасуванні вуличні магістралі найчастіше взагалі не передбачені, вони замінюються трубопроводами, прокладеними всередині кварталів і приєднаними до вуличних колекторів. Цей спосіб трасування має економічні переваги, але застосовується в основному на стадії технічного проекту, коли забудова всередині кварталів цілком визначена.

При невеликих витратах і малих діаметрах мережу необхідно трасувати невеликими ділянками. Колектори великого перерізу прокладають з малими ухилами й великої протяжності.

При *повній роздільній системі водовідведення* передбачають прокладку по проїздам двох мереж – дощової та побутової. Дощову мережу трасують так, щоб відстань від місця випуску стічних вод у найближче водоймище або тальвег було найменшою. При *загальносплавній системі* головний колектор трасується уздовж берега водойми або глибокого тальвегу, в який може бути скинута через ливнескиди частина дощового стоку. При *напівроздільній системі* трасування побутової мережі потрібно передбачати таким чином, щоб колектори басейну водовідведення та головний колектор мали заглиблення більше, ніж дощова мережа.

Контрольні питання

1. Визначте умови приймання стічних вод різних категорій у водовідвідну мережу.
2. Особливості приймання стічних вод від населення м. Харкова у міську водовідвідну мережу.
3. Розкрийте основні принципи проектування водовідвідних мереж.
4. Які вихідні дані потрібні для проектування водовідвідних систем?
5. Розкрийте поняття трасування водовідвідних мереж. Основні принципи трасування.