

ТЕМА 7 Загальні відомості, основи проєктування та розрахунку дощової каналізації

7.1 Формування стоку на міській території

У процесі глобального кругообігу речовин, який визначає умови існування та еволюції біосфери, атмосферні опади, що випадають над земною поверхнею, збираються та відводяться через розгалужену мережу в моря й океани, де, шляхом постійного випаровування води, відбувається формування дощових хмар з їх подальшим розподілом над земною поверхнею та випаданням у вигляді опадів.

Розподіл опадів над поверхнею планети вкрай нерівномірний як у просторі, так і в часі, та є предметом вивчення гідрометеорології.

Об'єми опадів вимірюють висотою шару води h , мм, що випав за певний інтервал часу, по площі водозбору. (У середній смузі європейської частини цей показник сягає 600-800 мм).

Площа водозбору – це частина земної поверхні та підстилаючих її ґрунтів і гірських порід, звідки вода надходить до водних об'єктів, які поділяють на водотоки і водойми.

Водотік – водний об'єкт, що характеризується стійким рухом води в напрямку ухилу водної поверхні. Водотоки бувають природного (струмки, річки, протоки) і штучного (лотки, канави, колектори, канали) походження.

Водоймище – водний об'єкт у поглибленні земної поверхні, що характеризується практичною відсутністю постійного істотного ухилу водної поверхні й наявністю, в основному, хвильового руху під дією вітру і конвективних струмів води. Водойми бувають природного (болота, ставки, озера) і штучного (резервуари, земляні та бетонні ємності, водосховища) походження.

Стік – рух води по поверхні землі та в ґрунті в напрямку водного об'єкту.

Поверхневий стік – стік дощових, талих або поливних вод, що відбувається по земній поверхні.

Ґрунтовий стік – стік вод, що потрапляють в ґрунт з земної поверхні та переміщуються у вигляді фільтраційного потоку в напрямку нижчезташованих водних об'єктів.

Обсяг стоку – об'єм води, що стікає з водозбору за рік (W , м³/рік).

Модуль стоку – об'єм води, що стікає з одиниці площі водозбору в одиницю часу (м/с з 1 га).

7.2 Системи та схеми дощової мережі. Вимір об'єму атмосферних опадів

6.2.1 Системи та схеми дощової мережі

Дощова водовідвідна мережа служить для організованого і швидкого відведення дощових і талих вод з території населених місць і промислових підприємств. Іноді в дощову мережу скидаються умовно-чисті виробничі води.

Дощова мережа ділиться на *внутрішню* та *зовнішню*.

Для відведення атмосферних вод з дахів житлових будинків, що мають особливі конфігурації, а також іноді з дахів цехів промислових підприємств влаштовують так звані *внутрішні водостоки*, розміщені в межах будівель. З внутрішньої мережі дощові води відводяться в зовнішню дощову каналізацію.

Зовнішня дощова каналізація (водостоки) призначена для організованого та досить швидкого відведення атмосферних опадів або талих вод, що випали на території міста або промислового підприємства. Швидке відведення цих вод особливо необхідне, якщо вулиці мають вдосконалені водонепроникні покриття, тому що в протилежному випадку під час сильних злив можливе затоплення вулиць і підвалів будівель, розташованих в низьких місцях. Влаштування водостічної мережі запобігає підйому рівня ґрунтових вод у населених пунктах, що має важливе значення для їх благоустрою.

У дощову каналізацію крім дощових і талих вод іноді скидають також так звані умовно чисті води, що утворюються при технологічних процесах на підприємствах; скидання їх у дощову каналізацію допускається тільки з дозволу органів Державного санітарного нагляду. В окремих випадках в замські ділянки дощової мережі направляють побутові стічні води після відповідного їх очищення та знешкодження.

Зовнішню дощову (водостічну) мережу влаштовують *відкритого, закритого (підземна) і змішаного* типу:

- в першому випадку дощові води відводять за допомогою відкритих каналів і лотків;
- у другому випадку дощова вода, що стікає по поверхні, збирається водовідвідними лотками, що входять в конструкцію міських доріг і тротуарів, і через особливі колодязі, звані дощоприймачами, надходить в мережу підземних трубопроводів, по якій вона сплавляється по найліпшим відстаням в найближчі тальвеги або безпосередньо в природні водойми (рис. 6.1). Водостічні мережі другого типу одержали в сучасних містах найбільше поширення, оскільки є більш досконалішими;
- в третьому випадку частина елементів відкритої мережі, там де неможливо влаштування каналів (наприклад, при великій глибині), замінюється закритими підземними трубопроводами.

У всіх зазначених вище типах мережі відведення дощових вод у водойми, як правило, проводиться самопливом. До перекачування дощових вод вдаються лише в дуже рідкісних випадках, при особливо несприятливих умовах рельєфу місцевості.

При розрахунку водостоків основне значення мають рідкі опади, що випадають у вигляді дощів і потребують негайного відведення. Тверді опади (сніг) дають менший об'єм води при таненні, та їх відведення не пов'язане з часом випадання цих опадів.

Залежно від ступеня благоустрою об'єкту водовідведення, рельєфу місцевості, витрат стічних вод за категоріями, їх забрудненості, кліматичних умов, виду й потужності водних об'єктів, в які скидаються дощові стічні води, застосовують *роздільну* (повну і неповну), *напівроздільну*, *комбіновану* та *загальносплавну* системи водовідведення.

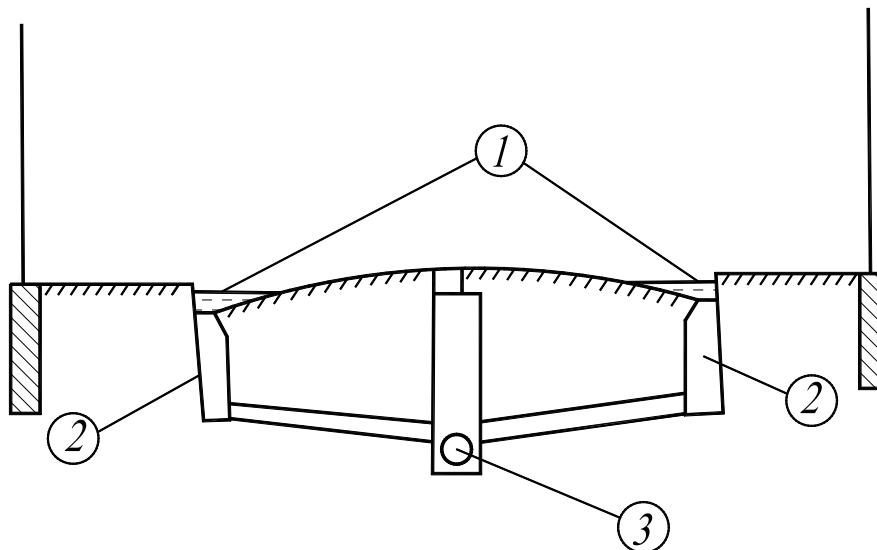


Рисунок 7.1 – Схема відведення дощової води, що стікає з вуличного проїзду в підземну вуличну дощову мережу:

1 – відкритий вуличний лоток; 2 – дощоприймач; 3 – підземна вулична дощова мережа

При *повній роздільній системі* укладаються дві мережі труб – одна для побутових і виробничих стічних вод, інша – для відведення поверхневого стоку, тобто дощових, талих і поливочних вод. При *неповній роздільній системі* поверхневий стік відводиться по відкритих лотках та каналах. *Напівроздільна система* відрізняється від повної роздільної тим, що в її складі передбачено влаштування загальносплавного головного колектора, який зазвичай розташовується вздовж річки. По цьому колектору стічні води всіх категорій – побутові, виробничі та поверхневі стоки – надходять на очисні споруди. Для зменшення діаметру труб головного колектору та зниження необхідної потужності очисних споруд в точках примикання до нього вуличних колекторів, призначених для відведення поверхневого стоку, влаштовують *розділові камери*. При сильних зливах вода з вуличних дощових колекторів через розділові камери повністю або частково скидається в річку без очищення. Вода, що збирається вуличними дощовими колекторами при невеликих дощах і перші порції найбільш забруднених дощових вод при будь-яких дощах, через розділові камери потрапляють в головний загальносплавний колектор і відводяться на очисні споруди. При *загальносплавній системі* всі види стічних вод відводяться по одній мережі трубопроводів. Спеціальних колекторів для видалення поверхневого стоку при цій системі не влаштовують.

Залежно від рельєфу місцевості, розташування об'єкту водовідведення та водойми, вимог до очищення поверхневого стоку застосовують різні схеми розміщення дощових колекторів. Так само як і при відведенні побутових стічних вод застосовують *перпендикулярну* схему, *зонну* або *пересічену*. При трасуванні вуличних колекторів для зменшення глибини закладення їх прокладають перпендикулярно до горизонталей. Прокладаються вуличні дощові колектори в залежності від рельєфу місцевості *за охоплюючими квартал лініями* (рис. 6.2) або *за пониженою гранню кварталу*.

Для захисту населених місць і промпідприємств від дощових і талих вод, що стікають з вищерозташованих територій, влаштовують *перехоплюючі водовідвідні канали*.

У сучасних упорядкованих житлових кварталах на вулицях і всередині кварталів на внутрішньоквартальних проїздах розташовують *дощоприймачі*. Довжина приєднань від дощоприймачів до колодязів на внутрішньоквартальній мережі або до колодязів на вуличних магістралях не повинна перевищувати 40 м. Діаметр труби приєднання приймається не менше 200 мм, а її ухил 0,02.

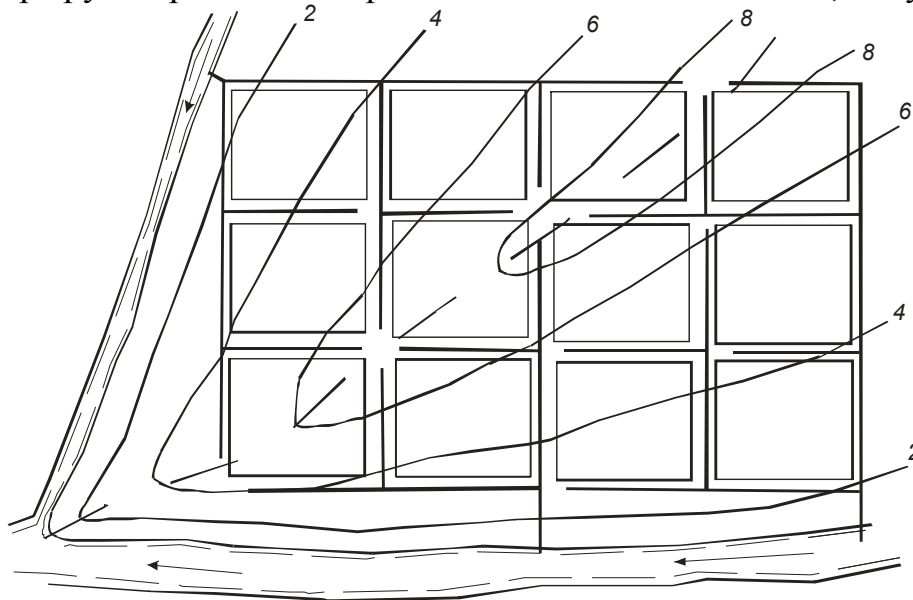


Рисунок 7.2 – Схема влаштування підземної дощової мережі населеного пункту

При невисокій ступені благоустрою кварталу (одно-двоповерхова забудова), а також на території садів і парків за умови крутого ухилу поверхні землі ($\geq 0,01$) дощоприймачі всередині кварталів не передбачають – *відкритий тип водовідведення*.

Усередині кварталу вода збирається в відкриті внутрішньоквартальні лотки, звідки потрапляє у вуличні лотки і по них стікає в дощоприймачі. Глибина води в цих лотках при розрахунковому дощі повинна бути не більше 6 см. Вуличні магістралі в цьому випадку трасуються за пониженою гранню.

Схеми дощових мереж та розміщення дощоприймачів на майданчиках промпідприємств залежать від розташування будівель, проїздів і споруд, рельєфу місцевості.

7.2.2 Вимір об'єму атмосферних опадів

Для вимірювання об'єму атмосферних опадів, що випали у вигляді дощу, застосовують прилади, звані дощомірами. Прилади ці бувають *звичайні* (прості) і *самописні* (автоматичні).

Прилад першого виду – металева відкрита посудина циліндричної форми у вигляді відра площею 500 см² (діаметр 25,2 см). Ці дощоміри встановлюють на стовпі заввишки 2 м від поверхні землі. Для запобігання видування опадів вітром прилад укладають в конічний кожух. Для вимірювання рідких опадів, що надійшли в дощомір, їх зливають у вимірювальну градуйовану посудину зі

шкалою. Дощомірами цього типу вимірюють загальний об'єм опадів, що випали за добу; обсяг опадів, що випали за будь-який проміжок часу отримують підсумовуванням добових об'ємів. Такі дощоміри вельми прості по своїй конструкції, тому вони одержали повсюдне поширення. Проте дані про середні об'єми опадів за добу для розрахунку дощової каналізації недостатні. Для цього необхідно знати тривалість окремих дощів, об'єм опадів та їх розподіл за період кожного дощу. Такі дані можуть бути отримані тільки за допомогою особливих приладів, автоматично реєструючих весь хід випадання дощів. Найбільшого поширення у нас набув самописний дощомір (плювіограф) поплавкового типу.

Для збору випадających опадів служить приймальна посудина, звідки по трубці опади надходять у вимірювальний циліндр з поплавком. Останній пов'язаний з пером, яке, торкаючись паперової стрічки, одягненої на барабан, креслить на ній лінію. Усередині барабана поміщений годинниковий механізм з добовим заводом, який за добу повертає барабан на один оборот. Для забезпечення безперервної роботи приладу при будь-якій кількості опадів у вимірювальний циліндр збоку вставлений скляний сифон. Вигин сифона відповідає верхньому положенню пера на стрічці приладу. При наповненні посудини стовп води досягає рівня сифону, вода з циліндру автоматично переливається в посудину, і перо опускається вертикально вниз до свого нульового положення, після чого запис випадання опадів триває тим же порядком. На розграфленій стрічці барабана по горизонталі фіксується час, а по вертикалі – висота шару дощу, що випав, H . Тривалість дощу оцінюється з точністю до 2 хвилин, а висота шару опадів, що випали – з точністю до 0,05 мм. При відсутності опадів перо викреслює пряму лінію. Висота шару снігу визначається простим дощоміром. Для цього посудина дощоміру з твердими опадами вноситься до приміщення, сніг тане, а висота шару води, отриманої в результаті танення, вимірюється.

7.3 Тривалість, інтенсивність і повторюваність дощів. Період одноразового переповнення мережі

Для повної характеристики дощу або зливи необхідно знати його тривалість, інтенсивність і повторюваність.

Тривалість дощу вимірюють в годинах або хвилинах за стрічками самописних дощомірів.

Під *інтенсивністю* дощу розуміють кількість опадів, що випали на одиницю поверхні в одиницю часу. Розрізняють інтенсивність випадання дощів за шаром i за об'ємом q .

Інтенсивністю за шаром i , мм/хв, називають відношення висоти шару h , мм, опадів, що випали, до тривалості t , хв, їх випадання:

$$i = \frac{h}{t} \text{ мм/хв.} \quad (7.1)$$

Інтенсивністю за об'ємом q , л/(с·га), називають об'єм опадів, що випали, л/с, на 1 га площі. При інтенсивності дощу по шару i інтенсивність дощу за об'ємом:

$$q = \frac{i \cdot 1000 \cdot 1000}{1000 \cdot 60} = 166,7i \text{ л/(с·га)}. \quad (7.2)$$

де 166,7 – перевідний модуль від інтенсивності дощу по шару до інтенсивності дощу за об'ємом.

Повторюваність дощу називають період часу в роках, протягом якого дощ певної тривалості та інтенсивності випадає один раз. Дощі великої інтенсивності повторюються рідше, дощі малої інтенсивності, але більшої тривалості – частіше.

Для відводу великих витрат, що утворюються в результаті короточасних, але сильних дощів (злив), знадобилися б водостоки досить значних розмірів і вартості. Проте зважаючи на рідку повторюваність таких дощів водостік велику частину часу не буде завантажений. Тому його розраховують на відведення дощу певної інтенсивності й тривалості, а також з певною повторюваністю, але з урахуванням можливості переповнення при дуже сильних дощах.

Період (в роках), в який можуть випасти дощі більшої інтенсивності, тобто період, в який відбудеться один раз переповнення мережі, називається *періодом одноразового переповнення мережі P* чи *періодом одноразового перевищення розрахункової інтенсивності дощу*.

Правильний вибір значення P при проектуванні відсотків має істотне значення. Чим більше буде прийнято значення P , тим більших розмірів вийдуть водостоки, але тим рідше можливі випадки затоплення території. Для економічного обґрунтування значення P потрібно чітко уявлення про наслідки, які можуть бути викликані переповненням мережі, та про пов'язані з цим збитки. Виходячи з цього для населених пунктів, а також для промислових майданчиків, де часте переповнення мережі не викликає серйозних наслідків, період однократного переповнення призначається від 0,3 до 1 року (при плоскому рельєфі). При великих ухилах місцевості та в котловинах період одноразового переповнення для населених пунктів і для промислових підприємств, що мають підвальні приміщення з цінним обладнанням, затоплення якого може спричинити за собою великі збитки, слід призначати рівним 5–10 років і більше. Період одноразового переповнення мережі приймають за [1], в яких залежно від характеру каналізуемого об'єкту (магістральні вулиці, центральні площі), топографічних особливостей місцевості, площею басейну і величини інтенсивності дощу підраховані значення P для населених пунктів.

Контрольні питання

1. Дайте основні характеристики випадання опадів: *об'єми опадів, площа водозбору, водотік та водоймище, поверхневий стік, обсяг стоку, модуль стоку.*
2. Дайте характеристику зовнішнім та внутрішнім водостокам.
3. Дайте класифікацію зовнішньої дощової мережі.
4. Охарактеризуйте системи та схеми дощової водовідвідної мережі.
5. Охарактеризуйте прилади для вимірювання об'єму атмосферних опадів.
6. Дайте характеристики тривалості, інтенсивності та повторюваності дощів.
7. Дайте визначення періоду однократного переповнення мережі.
8. Охарактеризуйте метод гідравлічного розрахунку дощової мережі.
9. Принципи визначення розрахункової витрати дощових вод.
10. Визначення розрахункової тривалості дощу та модуля стоку.
11. Охарактеризуйте послідовність гідравлічного розрахунку