



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування
Науково-навчальний інститут будівництва та архітектури
Кафедра водопостачання, водовідведення
та бурової справи

03-06-87

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання курсового проекту «Мережі водовідведення міста»
з навчальної дисципліни «Водовідведення (мережі)»
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
спеціалізацією «Водопостачання та водовідведення»
усіх форм навчання

Рекомендовано
науково-методичною комісією
за спеціальністю
192 «Будівництво та цивільна
інженерія»
Протокол № 6 від 25.06.2019 р.

Рівне – 2019

Методичні вказівки до виконання курсового проекту «Мережі водовідведення міста» з навчальної дисципліни «Водовідведення (мережі)» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» спеціалізацією «Водопостачання та водовідведення» усіх форм навчання / Вижевська Т. В. – Рівне : НУВГП, 2019. – 37 с.

Укладач: Вижевська Т. В., к.т.н., доцент кафедри водопостачання, водовідведення та бурової справи.

Відповідальний за випуск: Мартинов С. Ю., д.т.н., завідувач кафедри водопостачання, водовідведення та бурової справи.



ВСТУП

Курсове проектування сприяє систематизації, розширенню і поглибленню теоретичних знань здобувачів вищої освіти, знайомить їх з новими досягненнями у галузі проектування мереж водовідведення, дозволяє студентам самостійно вирішувати задачі збору і відведення стічних вод за межі об'єктів водовідведення, навчитись використовувати нормативну, проектну, довідкову та навчальну літературу. У методичних вказівках наведені найбільш уживані способи та прийоми розрахунків, враховані сучасні положення та нормативи, що застосовуються в практиці проектування. Наведені приклади виконання розрахунків, форми розрахункових таблиць і схем, оформлення графічних і текстових матеріалів відповідно до сучасних вимог.

1. ПРОЕКТУВАННЯ ВИРОБНИЧО-ПОБУТОВОЇ МЕРЕЖІ

1.1. Розрахунок кількості стічних вод від міста

Об'єкти водовідведення міста - це комунальні підприємства (лазні, пральні тощо), громадські заклади (готелі, гуртожитки, лікарні, школи тощо), житлові будинки та промислові підприємства.

1.1.1. Визначення середніх витрат стічних вод від комунальних підприємств і громадських закладів

Зазначені об'єкти можуть працювати цілодобово з нерівномірним водовідведенням (готелі, лікарні, гуртожитки, школи-інтернати) або протягом певної частини доби із сталою витратою стічних вод (лазні, школи, пральні, поліклініки тощо). Відповідно, кількість споживачів (одиниць вимірювання) наводиться добова $n_{\text{доб}}$ або годинна $n_{\text{год}}$. Норма водовідведення на одиницю виміру, q_o , л/од. приймається за [1, табл. А-2]. Для об'єктів, які працюють неповну добу, вказана тривалість нормативного водовідведення t .

Для об'єктів, які працюють неповну добу, витрати стічних вод обчислюють в такій послідовності:

$$\text{середні годинні витрати, м}^3/\text{год: } q_{\text{год}} = q_o \cdot n_{\text{год}} \cdot t \cdot 10^{-3}; \quad (1)$$

$$\text{середні добові витрати, м}^3/\text{добу: } q_{\text{доб}} = q_{\text{год}} \cdot T \cdot 10^{-3}; \quad (2)$$

де T - тривалість роботи (годин) протягом доби (із завдання).

Для об'єктів з цілодобовим водоспоживанням:

$$\text{середні добові витрати, м}^3/\text{добу: } q_{\text{доб}} = q_o \cdot n_{\text{доб}} \cdot 10^{-3}; \quad (3)$$



середні годинні витрати, м³/год: $q_{\text{Год}} = q_{\text{Доб}} \cdot 24;$ (4)

середні секундні витрати, л/с, для усіх об'єктів:
 $q = q_{\text{Год}} \cdot 3,6;$ (5)

Для зручності обчислення наводять у формі таблиці 1.

Таблиця 1

Середні витрати стічних вод від комунальних підприємств і громадських закладів

№ № зп	Об'єкт водовідведення	Одиниці виміру	Кількість одиниць виміру $n_{\text{Год}}$ ($n_{\text{Доб}}$)	Норма водовідведення на одиницю виміру, q_0 , л/од.	Середня секундна витрата, q , л/с	Середня годинна витрата, $q_{\text{Год}}$, м ³ /год	Добова тривалість роботи T , год	Середня добова витрата, $q_{\text{Доб}}$, м ³ /добу
1	2	3	4	5	6	7	8	9

1. Багатоповерхова зона забудови міста

Всього:								Σ

2. Малоповерхова зона забудови міста

Всього:								Σ
Всього у місті								Σ

1.1.2. Визначення середніх витрат стічних вод від промислових підприємств

На промислових підприємствах утворюються такі види стічних вод: виробничі, побутові і душові.

Середні за зміну витрати виробничих стічних вод, м³/зм, визначають за формулою $Q_v = q_v \cdot n_v,$ (6)

де q_v – норма відведення забруднених виробничих стічних вод, м³ на одиницю продукції, яку випускає підприємство [2]; n_v – кількість одиниць продукції, що виробляється за зміну (із завдання).

Середні за зміну витрати побутових стічних вод, що утворюються на підприємстві, м³/зм, обчислюють за формулою

$$Q_n = q_n \cdot N, \quad (7)$$

де q_n – норма відведення побутових стічних вод в м³/зм на одного

працівника, яку приймають для цехів з підвищеним тепловиділенням (понад 23 ГВт/м²) 0,045 м³/(зм·люд), для цехів з нормальним тепловим режимом – 0,025 м³/(зм·люд) ([1], табл.А-2); N – кількість працівників, що працюють у зміну (із завдання).

Середні за зміну витрати душових вод, м³/зм, промислового підприємства обчислюють позмінно за формулою

$$Q_d = q_{дс} \cdot N_{дс}, \quad (8)$$

де $q_{дс}$ – норма витрати води на 1 душову сітку, яку приймають 500 л/год, ([1], табл. А-2), а з урахуванням того, що тривалість користування душем становить 45 хв після закінчення зміни, дорівнює 375 л/год або 0,375 м³/год; $N_{дс}$ – кількість працюючих за зміну душових сіток:

$$N_{дс} = N_d \cdot n_{дс} = N \cdot P_d \cdot n_{дс}, \quad (9)$$

де N_d – кількість робітників за зміну, що користуються душем, P_d – відсоток працівників, які користуються душем (завдання); $n_{дс}$ – кількість робітників, що обслуговуються 1 душовою сіткою, приймають згідно санітарних норм (завдання).

Обчислення витрат стічних вод промислових підприємств зручно навести в табличній формі (табл. 2).

Таблиця 2

Середні витрати стічних вод від промислових підприємств

№ зміни	Виробничі стічні води			Побутові стічні води			Душові стічні води			Сумарна витрата стічних вод Q_{Σ} , м ³ за зміну
	Кількість продукції за зміну, од.	Норма водовідведення на 1 од. продукції, м ³	Середня витрата виробничих стічних вод, м ³ /зм	Кількість робітників, чол.	Норма відведення побутових стічних вод, м ³ /чол.зм.	Середня витрата побутових стічних вод, м ³ /зм.	Кількість робітників, що користуються душем, чол.	Кількість працюючих душових сіток, шт	Середня витрата душових стічних вод, м ³ /зм	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Підприємство (назва)

1										
2										
3										
	Σ		Σ	Σ		Σ	Σ		Σ	Σ



1.1.3. Визначення середніх витрат стічних вод від житлових кварталів

Для визначення витрат стічних вод від житлових кварталів потрібно виконати попередньо такі операції:

- пронумерувати квартали окремо багатоповерхової та малоповерхової зон забудови;
- за генпланом відповідно до масштабу визначити площі окремих кварталів F (га) і занести їх у гр.2 табл.3;
- визначити загальну кількість жителів по зонах забудови:

$$N_n = P_n \cdot F, \quad (10)$$

де P_n – густина населення (задається у вихідних даних, чол/га); F – сумарна для кожної зони забудови площа кварталів у межах заселення, за винятком площ, які займають зелені насадження та промислові підприємства, га;

Таблиця 3

Середні витрати побутових стічних вод від житлових кварталів

№№ кварталів	Кількість населення			Витрата стічних вод	
	Густина населення, P_n , чол/га	Площа кварталу, F , га	Кількість мешканців, N_n , чол.	Модуль стоку, $M_{зал}$, л/с-га	Середня витрата стічних вод, Q л/с
1	2	3	4	5	6
Багатоповерхова зона забудови					
1					
2					
Всього по зоні		Σ	Σ		Σ
Малоповерхова зона забудови					
Всього по зоні		Σ	Σ		Σ
Всього по місту:		Σ	Σ		ΣQ л/с
				$Q_{год}$	м ³ /год
				$Q_{доб}$	м ³ /добу

- прийняти норму водовідведення q_n для населення ([1], табл.А-1) відповідно до ступеня благоустрою кожної зони забудови, кліматичних та інших умов, л/добу·чол, та визначити залишкову $q_{зал}$ норму водовідведення від житлових кварталів, л/добу·чол, за вирахуванням сумарної добової витрати стічних вод від комунальних



підприємств та громадських закладів (табл.1), яка врахована в нормі водовідведення для населення:

$$q_{\text{зал}} = q_n - Q_{\text{доб}} \cdot 10^3 N_n; \quad (11)$$

- виконуючи розрахунки для великої кількості кварталів забудови, доцільно визначити залишковий модуль стоку (гр. 5 табл.3) окремо для кожної зони забудови:

$$M_{\text{зал}} = q_{\text{зал}} P_n 86400. \quad (12)$$

Середні витрати стічних вод від житлових кварталів зон забудови, л/с, визначають за формулою

$$Q = M_{\text{зал}} \cdot F. \quad (13)$$

Всі обчислення зводять у таблицю 3.

Підсумком результатів графі 6 є середня секундна витрата стічних вод ΣQ від населення міста.

Середня годинна витрата, м³/год: $Q_{\text{год}} = \Sigma Q \cdot 3,6;$

середня добова витрата, м³/добу: $Q_{\text{доб}} = Q_{\text{год}} \cdot 24.$

1.1.4. Сумарний графік погодинного надходження стічних вод від міста протягом доби

Графік погодинного надходження стічних вод виконують в табличній формі (табл. 4) з використанням електронних таблиць.

За середньою секундною витратою стічних вод, що надходять від житлових кварталів (табл. 3, гр. 6 – ΣQ), визначають загальний коефіцієнт нерівномірності припливу стічних вод $k_{\text{ген}}^{\text{max}}$ з табл. 2 [3] або з додатку 1.

Таблиця 4

Сумарний графік надходження стічних вод від міста

Години доби	Житлові квартали		Школа-інтернат		Лаз	Пральня	Підприємство А			Підприємство Б			Всього по місту	
	%	м ³ /год	%	м ³ /год	м ³ /год	м ³ /год	Q _в	Q _п	Q _д	Q _в	Q _п	Q _д	м ³ /год	%
							м ³ /год	м ³ /год	м ³ /год	м ³ /год	м ³ /год	м ³ /год		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0-1														
1-2														
...														
Σ		Σ		Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	



Розподіл надходження стічних вод від населення міста по годинах доби у процентах від добової витрати (гр. 2), визначають відповідно до коефіцієнта загальної нерівномірності k_{gen}^{max} за (табл. 3.6 [4], табл. 2.5 [5], табл. 3.5 [6]) або додатком 2. Погодинні витрати у м³/год обчислюють за процентами (гр. 3). Погодинний розподіл надходження стічних вод від *громадських закладів і комунальних підприємств*, які працюють цілодобово, у процентах від їх добової витрати наведений у додатку 2. Обчислюють погодинні витрати у м³/год (гр. 5-7).

Для розподілу *виробничих стічних вод* промислових підприємств (табл. 2, гр. 4) приймають таке умовне припущення: у якусь одну годину зміни (I, III, V, VI або VII) надходить максимальна витрата стічних вод, а у решту годин зміни – надходження стічних вод рівномірне. Максимальну годинну витрату виробничих стічних вод, м³/год, визначають за формулою

$$Q_n^{max} = k_B \cdot Q_B \cdot t, \quad (14)$$

де Q_B – середня змінна витрата виробничих стічних вод (табл.2, гр.4); t – тривалість зміни, год; k_B – коефіцієнт годинної нерівномірності надходження виробничих стічних вод (за завданням).

Для решти годин зміни витрата постійна:

$$Q_n^{max} = \frac{Q_n - Q_n^{max}}{t-1}. \quad (15)$$

Розподіл надходження побутових стічних вод від промислових підприємств протягом зміни виконують позмінно за режимами надходження залежно від тепловиділень в цехах (додаток 2).

Душові стічні води зміни надходять протягом першої години наступної зміни.

За даними гр. 14 або 15 будують графік припливу стічних вод.

1.2. Вибір та обґрунтування системи водовідведення

Система водовідведення – система технічних засобів, призначених для збору, відведення, очищення та скиду стічних вод, склад яких залежить від способу відведення різних категорій стічних вод. У курсовому проекті необхідно розробити повну роздільну систему водовідведення міста, яка передбачає окреме відведення однією мережею труб на відповідні очисні споруди господарсько-побутових і виробничих стічних вод, та іншою - дощових (поверхневих) вод.



1.3. Розробка та опис схеми виробничо-побутової мережі міста

Розробку схеми виробничо-побутової мережі виконують на генплані міста в такій послідовності:

- Визначають розміри майданчика очисних споруд: залежно від середньої добової витрати стічних вод (табл. 4, підсумок гр. 14) за ([4], табл. 63.1) визначають площу майданчика, га. Довжину майданчика приймають приблизно на 25...30% більшою за ширину.

- На генплані міста вибирають місце для розташування майданчика очисних споруд: нижче за течією річки відносно міста, на певній відстані від території забудови. Мінімальну відстань між забудовою і майданчиком (санітарно-захисна зона) належить приймати за ([3], табл. 30) з урахуванням примітки 2 про вплив пануючого напрямку вітрів. При розташуванні житлової забудови з підвітряного боку відносно очисних споруд допускається збільшувати відстань до 2 разів, а між містом і майданчиком належить проектувати лісозахисну смугу. Відстань від майданчика до річки приймають з урахуванням санітарно-захисної зони 300 м, щоб забезпечити захист від затоплення території очисних споруд повинню (низ майданчика розташують вище максимального горизонту води в річці на 2...3 м). Довгу сторону майданчика проектують перпендикулярно горизонталям.

- Вивчають рельєф міста, наносять границі басейнів водовідведення. *Басейн водовідведення* – частина території міста, обмежена лініями вододілів, річкою та межами забудови.

- Виявляють головний напрям руху стічних вод, намічають трасу *головного колектору* і траси колекторів басейнів водовідведення (*басейнових колекторів*), виявляють райони, для яких потрібне перекачування стічних вод, і вибирають місця для розташування *басейнових і головної насосних станцій*, а також для *гасильних колодязів* на напірних водогонах.

- Виконують трасування *вуличної мережі трубопроводів*, в основу якого кладуть по можливості самопливний режим руху побутових і виробничих стічних вод. На трасування мережі впливають система водовідведення, рельєф місцевості, характер забудови міста і планування кварталів, місце розташування промислових підприємств із зосередженою витратою стічних вод тощо. При трасуванні слід прагнути використовувати мінімальну кількість насосних станцій, перевірити можливість самопливного надходження всіх або частини



стічних вод на очисні споруди (у цьому випадку схема мережі – зонна).

Якщо в місті є промислові підприємства з великими витратами стічних вод, то варто розглянути варіант подачі їх стічних вод на очисні споруди окремими трубопроводами.

Вуличну мережу водовідведення проектують за такими схемами: охоплюючою; за пониженою стороною кварталу; черезквартальною.

При використанні *охоплюючої* схеми (рис. 1, I) вуличні трубопроводи проектують біля всіх сторін кварталу. Ця схема можлива при невеликому похилі поверхні землі ($i < 0,005$) або плоскому рельєфі місцевості для кварталів великих розмірів і при відсутності всередині них забудови (для малоповерхової зони забудови).

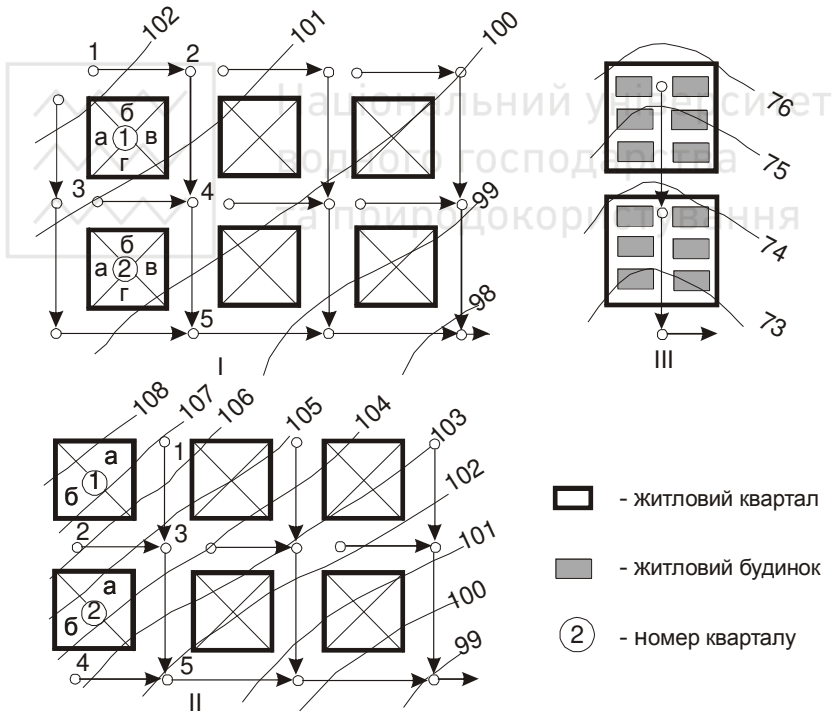


Рис. 1. Схеми трасування мережі водовідведення: I - за пониженою гранню кварталу; II - за охоплюючою схемою; III - за черезквартальною схемою.



При трасуванні за пониженою стороною кварталу (рис. 1, II) вуличні трубопроводи укладають лише з понижених сторін кварталів. Цю схему використовують при значному похилі землі ($i > 0,005$) для багатоповерхової зони забудови.

Черезквартильне трасування (рис. 1, III) використовується для багатоповерхової зони забудови для кварталів, що розташовані у тальвегах балок, при наявності проекту детального планування забудови кварталів.

Після закінчення проектування мережі водовідведення потрібно уточнити кількість і межі басейнів водовідведення з урахуванням схеми трасування мережі трубопроводів.

1.4. Визначення розрахункових і контрольних витрат стічних вод на ділянках трубопроводів вуличної мережі

При визначенні розрахункової (максимальної) витрати стічних вод використовують поняття про шляхову і зосереджену, а також місцеву і транзитну витрати.

Шляхова витрата $q_{\text{шл}}$ – середня витрата, л/с, яка надходить із суміжної площі кварталу. Наприклад, з площі "в" кв. № 2 (рис. 1, I) $q_{\text{шл}}$ надходить на ділянку 4-5, з площі "а" кв. № 2 (рис. 1, II) $q_{\text{шл}}$ надходить на ділянку 3-5. Шляхова витрата насправді надходить по всій довжині ділянки, але при розрахунках її умовно спрямовують в початковий вузол ділянки (вузли 4 і 3 в наведених прикладах).

Зосереджена витрата q_3 – розрахункова (максимальна) витрата стічних вод, які надходять від комунальних і промислових підприємств, громадських закладів і спрямовуються в початковий вузол ділянки.

Місцева витрата q_m надходить на розрахункову ділянку безпосередньо від кварталів (місцева шляхова) або підприємств (місцева зосереджена).

Транзитна витрата $q_{\text{тр}}$ надходить на розрахункову ділянку від попередніх ділянок мережі. Це може бути і шляхова (середня), і зосереджена (розрахункова) витрата. Прикладом транзитної витрати може бути витрата від ділянок 1-3 та 2-3 для ділянки 3-5 (рис. 1, II), 2-4 та 3-4 для ділянки 4-5 (рис. 1, I).

Розрахункові витрати стічних вод, л/с, на ділянках побутової мережі визначаються за формулою

$$q_r = q_{\text{шл}}^m + q_{\text{шл}}^{\text{тр}} k_{\text{ген}}^{\text{max}} + q_3^m + q_3^{\text{тр}}, \quad (16)$$

де k_{gen}^{max} – коефіцієнт загальної нерівномірності надходження побутових стічних вод від житлових кварталів, який визначають з ([3], табл. 2) або з додатку 1 залежно від $q_{шл}^M + q_{шл}^{TP}$, л/с, - сумарної середньої витрати стічних вод житлових кварталів, які надходять на розрахункову ділянку, включаючи транзитну; $q_3^M + q_3^{TP}$ – сума зосереджених витрат, що надходять у дану ділянку від громадських закладів, комунальних і промислових підприємств, як безпосередньо, так і транзитом.

Зосереджена витрата стічних вод від промислового підприємства визначається як сумарна витрата всіх категорій стічних вод у годину максимального водовідведення, л/с:

$$q_3^{III} = (Q_V + Q_{II} + Q_D)_{год}^{max} \cdot 3,6, \quad (17)$$

де $(Q_V + Q_{II} + Q_D)_{год}^{max}$ – сума витрат виробничих, побутових, душових стічних вод, м³/год, у годину їх максимального сумарного водовідведення (табл. 4, гр. 8 і 11, 9 і 12, 10 і 13 відповідно).

Розрахункові витрати стічних вод, л/с, від громадських закладів і комунальних підприємств обчислюють за формулою

$$q_3^{кп} = Q_{год}^{max} \cdot 3,6, \quad (18)$$

де $Q_{год}^{max}$ – максимальна годинна витрата стічних вод комунального підприємства чи громадського закладу (табл. 4, гр. 5-7).

Визначення розрахункових витрат на ділянках мережі виконують у такій послідовності:

- Викреслюють безмасштабну схему міста і побутової мережі трубопроводів (квартали розміром 5х6 см, вулиці шириною 1 см).

- На схему виписують номери початкових, поворотних і вузлових точок мережі, номери кварталів, середні витрати побутових стічних вод від кварталів (табл. 3), розрахункові витрати від промислових і комунальних підприємств.

- Якщо квартал обслуговують кілька ділянок трубопроводів, то для визначення шляхових місцевих витрат на кожній ділянці середню витрату стічних вод від кварталу (з табл. 3) ділять пропорційно площам кварталу, які є суміжними до ділянок. Визначені попутні витрати спрямовують у початкові вузли відповідних ділянок.

- Зосереджені витрати від комунальних підприємств і громадських закладів спрямовують у найближчий розрахунковий вузол мережі. Зосереджені витрати від промислових підприємств спрямовують у найближчий нижчий за рельєфом вузол мережі.

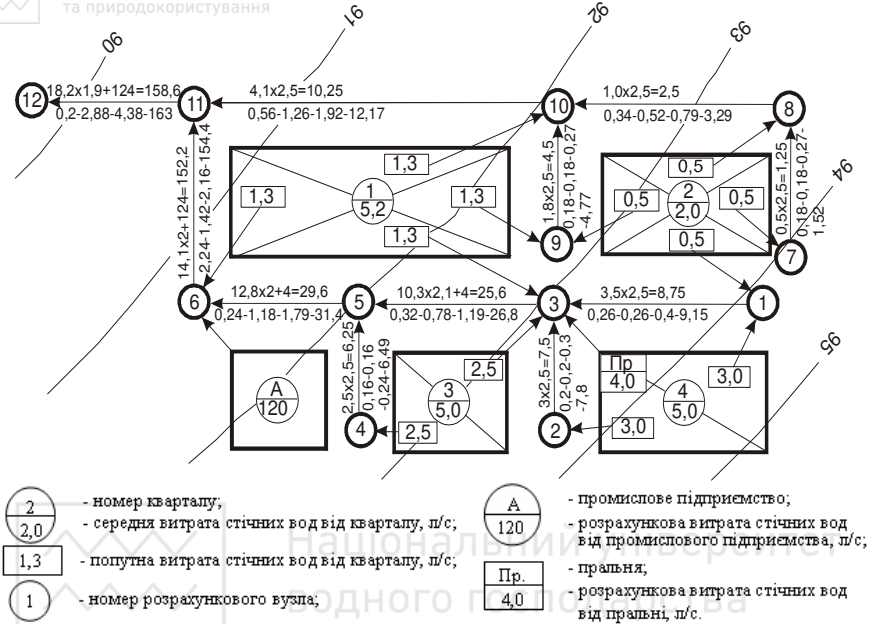


Рис. 2. Схема для визначення розрахункових і контрольних витрат на ділянках мережі

На лініях ділянок мережі показані чисельні значення величин (на прикладі діл. 3-5):

10,3 – сумарна середня шляхова витрата побутових стічних вод з кварталів, л/с (транзитна шляхова витрата $q_{шл}^{ТР} = 3,5 \text{ л/с} + 3,0 \text{ л/с}$ від ділянок 1-3 та 2-3; місцева шляхова витрата від суміжної площі кварталу № 1 $q_{шл}^M = 1,3 \text{ л/с}$, кварталу № 3 $q_{шл}^M = 2,5 \text{ л/с}$;

2,1 – коефіцієнт загальної нерівномірності водовідведення. Визначений за витратою 10,3 л/с (із додатку 1);

4,0 – сума зосереджених витрат стічних вод від комунально-побутових і промислових підприємств (в даному випадку – від пральні), л/с;

25,6 – розрахункова витрата стічних вод на ділянці 3-5, л/с;

0,32 – довжина ділянки 3-5, км;

0,78 – загальна довжина мережі від її початку (вузли 1 і 2) до розрахункового вузла 5, км;

1,19 – додаткова витрата стічних вод, л/с;

26,8 – контрольна витрата стічних вод, л/с.



- Визначають розрахункові витрати стічних вод для кожної ділянки трубопроводу за формулою (16).

Згідно з ([3], п.7.1.8), самопливні трубопроводи належить перевіряти на пропуск *контрольних витрат*, які враховують додатковий приплив поверхневих і ґрунтових вод у періоди дощів і танення снігу через нещільності люків колодязів та за рахунок інфільтрації ґрунтових вод.

Додаткова витрата стічних вод, л/с, обчислюється за формулою

$$q_{ad} = 0,15L_{\Sigma} \overline{m_d}, \quad (19)$$

де L_{Σ} – загальна довжина трубопроводів мережі від її початку до кінцевої точки розрахункової ділянки, км; m_d – величина максимальної добової кількості атмосферних опадів, мм, яку приймають з ([3], табл.А.9, [7], дод. 3) або дод.4.

Контрольна витрата стічних вод на ділянці трубопроводу, л/с, визначається за формулою

$$q_{contr} = q_r + q_{ad}. \quad (20)$$

Приклад визначення розрахункових і контрольних витрат наведений на рис. 2.

Визначення розрахункових витрат стічних вод можна виконувати у табличній формі ([5], табл. 5.2).

Визначення розрахункової витрати стічних вод за методом розрахунку питомої витрати на одиницю довжини трубопроводу розглянуто у [8], с. 96-98.

1.5. Визначення початкового заглиблення самопливної вуличної мережі

Мінімальне заглиблення трубопроводів призначається з таких умов:

- виключення промерзання труб: $h_{min} = h_{пр} - a, \quad (21)$

де $h_{пр}$ – глибина промерзання ґрунту [7]; a – товщина шару мерзлого ґрунту, яка залежить від діаметра трубопроводу і дорівнює 0,3 м при діаметрах до 500 мм і 0,5 м при більших діаметрах.

- виключення руйнування труб під дією зовнішніх навантажень для труб діаметром d , м: $h_{min} = 0,7 + d; , \quad (22)$

- забезпечення приєднання до вуличних трубопроводів внутрішніх квартальних мереж. Мінімальне заглиблення лотка труби у точці приєднання повинне бути не меншим за обчислене за формулою:

$$H_{min} = h_{min} + i_{min} \cdot l - Z_{II} - Z_K + \Delta, \quad (23)$$

де h_{min} – мінімальна глибина закладання трубопроводу на початку

внутрішньої квартальної мережі; визначається з умов (21), (22) за найбільшим значенням; i_{min} – мінімальний похил трубопроводу внутрішньої квартальної мережі (прийняти діаметр внутрішньої квартальної мережі 150 мм, тоді $i_{min} = 0,008$ ([3], п. 8.3.1); l – довжина квартальної мережі від першого дворового колодязя до точки приєднання до вуличної мережі (рис.3); $Z_{п}, Z_{к}$ – позначки поверхні землі відповідно на початку і в кінці квартальної мережі (рис.3); Δ – розрахункова глибина води у вуличному трубопроводі.

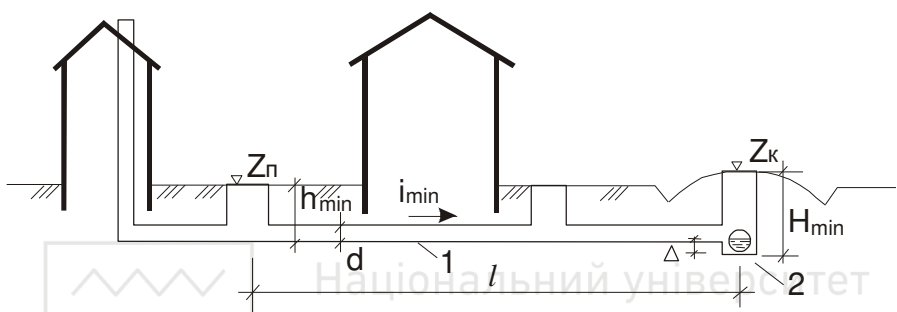


Рис. 3. Схема для визначення H_{min} :

1 – трубопровід внутрішньої квартальної мережі; 2 – вуличний трубопровід

Розрахунок мінімального заглиблення допускається виконувати лише для одного кварталу кожного варіанту схеми трасування труб і у найбільш віддалених і понижених місцях басейну. Для цього потрібно виконати забудову кварталу житловими будинками та запроектувати мережу, яка буде відводити стічні води від кожного будинку до розташованого поруч з кварталом трубопроводу вуличної мережі.

Розрахунковим є найгірший випадок: відведення стічних вод від найбільш віддаленого від вуличної мережі будинку при найгіршому похилі землі, коли заглиблення внутрішнього квартального трубопроводу буде найбільшим. Орієнтовно при вдало запроектваній квартальній і вуличній мережах $H_{min} = 1,7...2,5$ м, однак воно має бути не меншим за 1,5 м до шелиги труби, що попередить її руйнування вуличним транспортом.

Максимальне заглиблення трубопроводів при відкритому способі виконання робіт визначається економічними і технічними умовами. Рекомендується приймати для скельних ґрунтів – 4...5 м, для



мокрих пливунів – 5...6 м; для сухих нескельних – 7...8 м.

Залежно від матеріалу труб максимально можливі заглиблення приймають: для керамічних і азбестоцементних – 4...5 м, для залізобетонних – 4...6 м. Вибір великої глибини закладання належить обґрунтувати техніко-економічними розрахунками.

1.6. Гідравлічний розрахунок і висотна ув'язка труб у колодязях виробничо-побутової мережі

Метою гідравлічного розрахунку є вибір діаметра і похилу трубопроводу, які забезпечують пропуск розрахункової витрати стічних вод при швидкості, яка не менша за самоочисну для трубопроводу, та наповненні, яке не перевищує регламентованого нормами ([3], табл.6), дод. 3.

Вихідними даними для гідравлічного розрахунку є розрахункові та контрольні витрати стічних вод на ділянках мережі (рис.2), а також визначені за генпланом довжини ділянок, відмітки і похили поверхні землі.

Виконують гідравлічний розрахунок з допомогою таблиць [12, 13]. При цьому потрібно пам'ятати, що для кожного діаметра труб встановлені ([3], п.8.4.1) **обмеження швидкості** (мінімальні значення) та **наповнення** (максимальні значення).

Найбільші швидкості руху при транспортуванні господарсько-побутової води слід приймати ([3], п. 2.36) 8 м/с для металевих, 4 м/с для неметалевих труб, 5 м/с для полімерних труб.

Мінімальний діаметр труб вуличної мережі встановлений ([3], п. 8.3.1) 200 мм. Для таких трубопроводів найменший похил приймають ([3], п. 8.5.1) 0,007 (для полімерних труб 0,006), а при обґрунтуванні – до 0,005. Обґрунтуванням застосування зменшеного похилу труб може бути, зокрема, забезпечення швидкості самоочищення.

На початкових ділянках мережі при малих витратах (менших за 6...7 л/с), коли у трубопроводах мінімального діаметра неможливо забезпечити встановлену найменшу самоочисну швидкість при мінімальному похилі, допускається приймати діаметр 200 мм і похил $i=0,007$, вважаючи таку ділянку **безрозрахунковою**. На такій ділянці наповнення та швидкість руху води не визначають.

Після вибору діаметра та похилу трубопроводу виконують його **перевірку** на можливість пропускання контрольної витрати при

наповненні, яке не перевищує 0,95. Якщо ця умова не виконується, потрібно збільшити діаметр і (або) похил трубопроводу, щоб забезпечити умову перевірки, уточнивши при цьому наповнення та швидкість при розрахунковій витраті.

Оформлення гідравлічного розрахунку зручно виконувати на розрахунковій схемі (див. приклад на рис. 4) або в табличній формі (див. [5], табл.5.3).

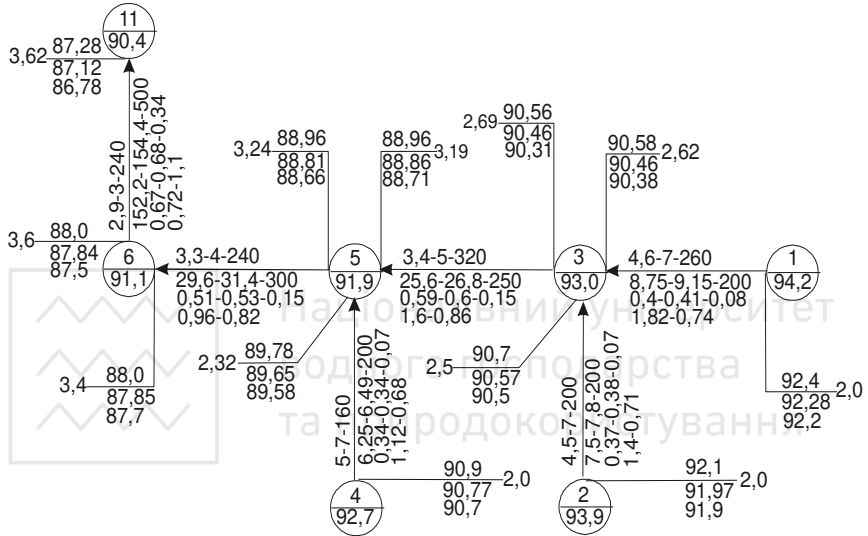


Рис. 4. Схема гідравлічного розрахунку і висотної ув'язки труб.

	- номер розрахункового вузла;	<u>92,1</u> 2,0	- відмітка шелиги труби, м;
	- відмітка поверхні землі, м;	91,97	- глибина колодязя, м;
		91,9	- відмітка горизонту води, м;
			- відмітка лотка труби, м.

На лініях розрахункових ділянок мережі показані чисельні значення величин (на прикладі ділянки 1-3):

4,6 – похил поверхні землі, %;	0,4 – наповнення у долях діаметра при розрахунковій витраті;
7 – похил трубопроводу, %;	0,41 – те ж, при контрольній витраті;
260 – довжина ділянки 1-3, м;	0,08 – глибина води при розрахунковій витраті, м;
8,75 – розрахункова витрата стічних вод, л/с;	1,82 – перевищення лотка труби у точці 1 над лотком у точці 3, м;
9,15 – контрольна витрата стічних вод, л/с;	
200 – діаметр трубопроводу, мм;	
0,74 – швидкість руху води у трубі, м/с.	



використовується два способи з'єднання трубопроводів: “*шелига з шелигою*” та “*за рівнями води*”. Перший метод переважно використовується при з'єднанні труб різного діаметра, другий – при з'єднанні труб однакового діаметра. У нечастих випадках, коли діаметр наступного трубопроводу менший за діаметр попереднього, доводиться прирівнювати лотки труб. Для безрозрахункових ділянок, коли невідомий рівень води в трубопроводі, прирівнюють *рівень лотка безрозрахункової ділянки до рівня води розрахункової*.

При виконанні висотної ув'язки потрібно контролювати відсутність *підпору* води, коли горизонт води у відповідному трубопроводі вищий за рівень води у підвідному. В цьому випадку переходять до вирівнювання “за рівнями води”. Слід також уникати “*порогів*”, коли лоток наступної ділянки вищий за лоток попередньої і можливе відкладання осаду на цій перешкоді. В цьому випадку урівнюють лотки труб.

В процесі розрахунків для кожної ділянки визначають відмітки лотків, горизонту води, шелиг труб для початкового та кінцевого вузлів, а також глибину відповідних колодязів. Послідовність розрахунків різна для початкових та середніх ділянок.

Так, для початкової ділянки мережі відома глибина колодязя, яка визначена за формулою (23), тому спочатку визначають відмітку лотка, а далі – горизонт води та відмітку шелиги.

Для *середніх ділянок*, залежно від способу ув'язки, спочатку визначають відмітку рівня води або шелиги, далі відмітку лотка і глибину колодязя. Зв'язок між однойменними відмітками у початковому та кінцевому вузлах ділянки здійснюють через перевищення:

$$\Delta H = i_{\text{тр}} \cdot l_{\text{тр}}, \quad (24)$$

де $i_{\text{тр}}$ – похил трубопроводу, $l_{\text{тр}}$ – довжина ділянки, м.

Глибину колодязя визначають як різницю між відмітками поверхні землі та лотка труби. Відмітки горизонту води та лотка труби відрізняються на величину глибини шару води, яку визначають через наповнення h d трубопроводу діаметру d .

Приклад гідравлічного розрахунку і висотної ув'язки мережі наведено на рис. 4.

За результатами гідравлічного розрахунку будують поздовжній профіль визначеного завданням колектору мережі



2. ПРОЕКТУВАННЯ ДОЩОВОЇ МЕРЕЖІ

2.1. Розробка і описання схеми дощової мережі

Схему дощової мережі розробляють на генплані міста для виділеного відповідно до завдання району.

При проектуванні повної роздільної системи каналізації потрібно враховувати, що не менше 70...90% загальнорічного обсягу дощових стічних вод повинні бути очищені на окремих очисних спорудах поверхневих стоків. На дощових колекторах влаштовують розподільні камери, з яких дощові води від малих та середніх за інтенсивністю дощів, а також певну частину стоку від дощів великої інтенсивності спрямовують на очисні споруди, а частину дощових вод від великих дощів, які, як правило, мають незначне забруднення, скидають до водойми без очищення.

Для заданого району визначають границі водозбору, обмежені лініями водорозділу та границями каналізування міста (району).

Трасу дощового *колектору* прокладають по лінії найбільшого похилу місцевості у напрямі до річки, на березі якої на головному колекторі розташовують розподільну камеру.

Вуличні мережі дощової каналізації прокладають з урахуванням необхідності забезпечення самопливного режиму руху дощових вод. Можливі такі варіанти **схем трасування**: охоплююча, з пониженої грані кварталу, черезквартальна. Умови їх застосування для дощової мережі аналогічні господарсько-побутовій мережі (див. п.1.3).

Внутрішньоквартальна мережа може бути закритою при наявності дощоприймальних колодязів та дворових трубопроводів, або відкритою - каналами вздовж проїздів без дощоприймальників у кварталах.

2.2. Вихідні дані для проектування дощової мережі

Вихідними даними для розрахунку дощової мережі *за методом граничних інтенсивностей*, окрім плану міста з нанесеними на ньому мережами, є метеорологічні характеристики регіону будівництва, які визначаються за нормативними даними ([3], дод. А, додаток 4):



- q_{20} – інтенсивність дощу тривалістю 20 хвилин, який випадає в регіоні будівництва один раз на рік, тобто період одноразового перевищення розрахункової інтенсивності $P = 1$ рік, ([3], табл.А.1, дод. 4);

- P – період одноразового перевищення розрахункової інтенсивності дощу, в роках, який приймається відповідно до рекомендацій п. А.3 [3] з урахуванням умов прокладання дощових колекторів (примітки 1...4 до табл. А.2 [3]), інтенсивності q_{20} дощів у місцевості будівництва, а також можливих наслідків затоплення дощовими водами під час дощів, інтенсивність яких перевищує розрахункову;

- m_r – середня за рік кількість дощових днів у регіоні будівництва (табл.А.1 [3], дод. 4);

- n, γ – показники ступеня, характерні для регіону будівництва (табл.А.1 [3], дод. 4).

Для різних типів поверхонь стоку за табл. А.6, А.7 [3] визначають коефіцієнти z_i, z_i відповідні типам покриття поверхонь водозбору.

За планом дощової мережі визначають :

- довжини ділянок вуличної мережі, м;
- відмітки поверхні землі в точках початку та кінця кожної ділянки;
- похил землі на ділянці мережі, ‰;
- розрахункові площі водозбору кварталів, які, на відміну від виробничо-побутової мережі, вимірюються не в межах забудови, а між осями вулиць або між границями каналізування.

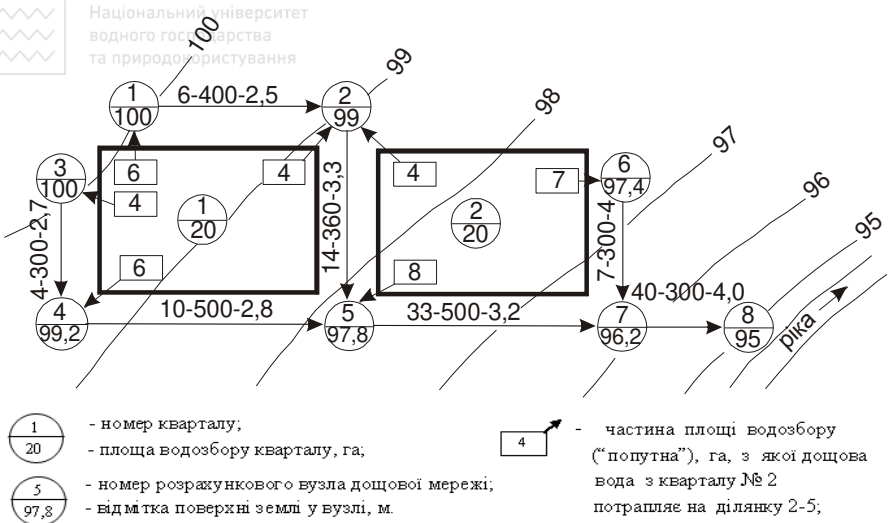
2.3. Визначення розрахункових площ водозбору

Приступаючи до проектування дощової мережі, визначають розрахункові **площі водозбору** для ділянок мережі.

Розрахункова площа F_r , га, для окремої ділянки дощової мережі складається із суми “шляхових” площ $f_{шл}$ кварталів, з яких дощові води безпосередньо потрапляють на дану ділянку мережі, і “транзитних” площ $f_{тр}$, тобто розрахункових площ водозбору тих ділянок мережі, з яких дощові води надходять безпосередньо на дану ділянку, га:

$$F_r = f_{шл} + f_{тр}. \quad (24)$$

При визначенні розрахункових площ водозбору зручно користуватись схемою, наведеною на рис. 5.



- $\frac{1}{20}$ - номер квартири;
- $\frac{5}{97,8}$ - площа водозбору квартири, га;
- $\frac{5}{97,8}$ - номер розрахункового вузла дощової мережі;
- $\frac{5}{97,8}$ - відмітка поверхні землі у вузлі, м.
- $\boxed{4}$ - частина площі водозбору ("попутна"), га, з якої дощова вода з квартири № 2 потрапляє на ділянку 2-5;

Рис. 5. Схема визначення розрахункових площ водозбору.

Цифри на лінії ділянки мережі 2-5:

- 14 – розрахункова площа водозбору ділянки, га, яка складається з “шляхових” площ кварталів 1 (4,0 га) і 2 (4,0 га), та “транзитної” площі попередньої ділянки 1-2 (6,0 га);
- 360 – довжина ділянки 2-5, м;
- 3,3 – похил поверхні землі по трасі ділянки, ‰.

2.4. Гідравлічний розрахунок та висотна ув’язка дощової мережі

Особливістю гідравлічного розрахунку дощової мережі є його ітераційний характер, який пов’язаний з залежністю розрахункової витрати дощових вод від результатів гідравлічного розрахунку.

Відповідно до методу граничних інтенсивностей, витрата дощових вод, яка надходить до мережі під час дощу граничної інтенсивності, залежить від тривалості дощу. Під тривалістю дощу розуміємо час, за який перші порції дощу, які випали у верхній початковій точці басейну, досягнуть розрахункової ділянки.

Розрахункова витрата дощових вод, л/с, визначається за формулою([3], п.А.1)

$$q_r = \frac{A^{1,2} \cdot z_{mid}}{t_r^{1,2n-0,1}} \cdot F_r \cdot \beta; \quad (25)$$

де A – параметр, який визначає характеристику інтенсивності дощу при проектному значенні періоду P одноразового перевищення розрахункової інтенсивності дощу:

$$A = q_{20} \cdot 20^n \cdot (1 + \lg P \lg m_r)^{\gamma}; \quad (26)$$

- z_{mid} – середній коефіцієнт, який характеризує поверхню стоку і визначається як середньозважене за часткою f_i площ з певним характером поверхні, якому відповідає коефіцієнт z_i :

$$z_{mid} = (z_i f_i) / f_i; \quad (27)$$

- F_r – площа водозбору ділянки мережі, га; β – коефіцієнт, який враховує заповнення вільної місткості мережі в момент виникнення напірного режиму (табл. А.8 [5]);

- t_r – розрахункова тривалість дощу, яку визначають [5, п.А.5] як сутмарний час добігання дощової краплі від місця її випадання на землю до розрахункової ділянки по поверхні землі, внутрішньої квартальних трубах або каналах та вуличною мережею, хв.:

$$t_r = t_{con} + t_{can} + t_{tr}, \quad (28)$$

або

$$t_r = t_{до} + t_{по}, \quad (29)$$

де t_{con} – час поверхневої концентрації дощової води, який приймають у відповідності з рекомендаціями п. А.6 [5]: 3...5 хв. – за наявності внутрішньої квартальної дощової мережі, 5...10 хв. – за відсутності такої мережі; t_{can} – час, хв, добігання дощових вод внутрішніми квартальними каналами [5, п.А.6]:

$$t_{can} = 1,25 l_{can} (60v_{can}); \quad (30)$$

де l_{can}, v_{can} – відповідно, довжина каналів, м, і швидкість руху в них дощової води, м/с, які визначають гідравлічним розрахунком; t_{tr} – розрахунковий час добігання дощових вод вуличними трубопроводами до розрахункового перерізу, який для ділянки мережі довжиною l_{tr} , м, при швидкості руху v_{tr} м/с, визначають за формулою

$$t_{tr} = [l_{tr} / (60v_{tr})]; \quad (31)$$

$t_{до}$ – час, хв., протікання води від місця випадання дощу до початку розрахункової ділянки: для початкових ділянок

$$t_{до} = t_{con} + t_{can}, \quad (32)$$

для середніх ділянок $t_{до} = \max(t_r); \quad (33)$

тобто дорівнює для розрахункової ділянки максимальному розрахунковому часові добігання дощових вод, визначеному серед попередніх ділянок, вода з яких безпосередньо надходить на



розрахункову ділянку;

$t_{\text{по}}$ – час, хв., протікання дощової води трубопроводом розрахункової ділянки:
$$t_{\text{по}} = l_{tr} (60v_{tr}), \quad (34)$$

де l_{tr} , v_{tr} – відповідно, довжина каналів, м, і швидкість руху в них дощової води, м/с, яка визначається гідравлічним розрахунком;

Очевидно, що при користуванні формулою (25) зручно ввести поняття модуля стоку M , л/с з 1 га:
$$M = \frac{A^{1,2} \cdot z_{mid}}{t_r^{1,2n-0,1}} \quad (35)$$

Тоді формула (25) матиме вигляд

$$q_r = M \cdot F_r \cdot \beta. \quad (36)$$

Може видатися зручним побудувати графік залежності модуля стоку від тривалості дощу в інтервалі t_r від 5 до 60 хв.

Приступаючи до розрахунку дощової мережі, потрібно чітко уявляти, що цей розрахунок ітераційний, тому що для визначення розрахункової витрати дощових вод ділянки мережі необхідно знати, зокрема, швидкість руху води по ділянці, яка залежить від цієї витрати. Тому при першому наближенні приймають значення швидкості в трубопроводі розрахункової ділянки v_{tr}^1 в межах 1,0 ... 2,0 м/с, причому більше значення – при більших похилах поверхні землі. По закінченні розрахунку ділянки фактичну швидкість руху v_{tr}^{ϕ} води порівнюють з прийнятою v_{tr}^1 . Розрахунок вважається закінченим, якщо похибка не перевищує 1...3%. Інакше розрахунок поновлюється, починаючи з визначення тривалості дощу при новому значення швидкості.

Перед початком гідравлічного розрахунку визначають рахункові площі F_r , га, водозбору ділянок.

Послідовність гідравлічного розрахунку ділянки дощової мережі :

- визначення **часу добігання** $t_{\text{до}}$ дощової краплі до початкового вузла розрахункової ділянки за формулою 32 для початкових ділянок мережі, або за формулою 33 для середніх ділянок;

- визначення часу **протікання води** $t_{\text{по}}$ по розрахунковій ділянці за формулою (34) при швидкості v_{tr}^1 ;

- обчислення модуля стоку M за формулою (35);

- обчислення **розрахункової витрати** q_r дощової води, л/с, за формулою (36);

- **гідравлічний розрахунок**: визначення похили труби, діаметра



та наповнення, фактичної швидкості v_{tr}^{ϕ} води порівнюють з прийнятою v_{tr}^1 . Розрахунок вважається закінченим, якщо похибка не перевищує 1...3%. Інакше розрахунок поновлюється, починаючи з визначення тривалості дощу при новому значення швидкості.

Особливістю гідравлічного розрахунку дощової мережі є те, що допускається збільшення наповнення трубопроводу аж до повного з огляду на періодичність роботи дощової мережі. Бажано, щоб з економічних міркувань мінімальне наповнення не було меншим за 0,7. Фактична швидкість повинна забезпечувати режим самоочищення і бути не меншою за нормовану (табл. 6 [3]) для різних діаметрів труб. Максимальна швидкість приймається 10 м/с для металевих, 7 м/с для неметалевих труб (п.8.4.3 [3]). Мінімальний діаметр вуличних трубопроводів дощової каналізації 250 мм.

Потрібно слідкувати також за величиною розрахункової витрати: на наступній ділянці вона повинна бути не меншою, ніж на попередній, в іншому ж випадку потрібно розраховувати ділянку на витрату попередньої.

Розрахунок дощової мережі можна виконувати у формі табл. 5.

Висотну ув'язку труб дощової мережі потрібно проводити паралельно з гідравлічним розрахунком. Форма запису може бути табличною (табл. 5) або на схемі, аналогічній рис. 4 для господарсько-побутової мережі.

Висотна ув'язка трубопроводів дощової мережі здійснюється за схемою **“шелига з шелигою”**. У випадках, коли горизонт води у відвідному колекторі виявиться вищим, ніж у підвідному, наприклад, у випадку з'єднання труб однакового діаметра, ув'язку можна виконати **за рівнями води**. Слід переконатись також у відсутності порогів, тобто перевищення лотка відвідного трубопроводу над лотком підвідного, коли можлива ув'язка **“лоток з лотком”**.

Початкове заглиблення дощової мережі розраховується аналогічно до заглиблення виробничо-побутової мережі (див. розділ 1.5), тільки у цьому випадку довжина дворової мережі визначається від найбільш віддаленого дощоприймачника кварталу до вуличного колектора. Мінімальне заглиблення повинне забезпечити незамерзання води в трубах, збереження їх міцності під дією зовнішніх динамічних навантажень, а також можливість приймання дощових вод від найбільш заглибленого дворового випуску.

Відомість гідравлічного розрахунку та висотної ув'язки трубопроводів дощової мережі

Таблиця 5

Вихідні дані: $q_{20} = 104$ мм/с га; $n = 0,69$; $m_T = 143$; $P = 1$ рік; $\beta = 0,55$; $\gamma = 1,82$; $z_{mid} = 0,17$; $A = 821,6$

№№ ділянки	Довжина ділянки, м	Площа водозбору, га	Швидкість на ділянці (задана) м/с	Час добігання, хв.			Модуль стоку л/с га	Витрата л/с	Похил землі/ похил труби	Діаметр трубопроводу, мм	Наповнення	Глибина шару води, м	Швидкість дійсна, м/с
				до ділянки.	по ділянці	розрахункова							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1-2	400	6,0	1,15	4,00	5,80	9,80	55,36	332,2	2,5 /2,9	600	0,95	0,57	1,20
2-5	360	14,0	1,60	9,80	3,80	13,60	43,74	612,4	3,3 /3,3	800	0,71	0,568	1,61
3-4	300	4,0	1,50	4,00	3,30	7,30	68,99	275,6	2,7 /2,7	600	0,76		1,22
			1,20		4,20	8,20	63,29	253,2	/2,7	600	0,71	0,426	1,20
4-5	500	10,0	1,6	8,20	5,20	13,40	44,22	442,2	2,8 /2,8	800	0,60		1,40
			1,40		5,90	14,10	42,61	426,1	/2,8	800	0,59	0,472	1,39
5-7	500	33,0	1,60	14,10	5,20	19,30	33,88	1118,0	3,2 /3,2	1000	0,72		1,85
			1,85		4,50	18,60	34,81	1148,7	/3,2	1000	0,74	0,740	1,85
6-7	300	7,0	1,50	8,0	3,30	11,30	50,08	350,6	4,0 /4,0	600	0,79	0,474	1,47
7-8	300	40,0	2,00	18,60	2,50	21,10	31,75	1269,8	4,0 /4,0	1000	0,74	0,740	2,04

Продовження табл. 5

№№ ділянки	Перевищення ΔH , м	Відмітка землі		Шелига труби		Горизонт води		Лоток труби		Глибина колодезя	
		початок ділянки	кінець ділянки	початок ділянки	кінець ділянки	початок ділянки	кінець ділянки	початок ділянки	кінець ділянки	початок ділянки	кінець ділянки
1	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1-2	1,16	100,000	99,000	98,500	97,340	98,480	97,310	97,900	96,470	2,10	2,26
2-5	1,20	99,000	97,800	97,340	96,140	97,108	95,908	96,540	95,340	2,46	2,46
3-4	0,80	100,000	99,200	98,500	97,700	98,326	97,526	97,900	97,100	2,10	2,10
4-5	1,40	99,200	97,800	97,700	96,300	97,372	95,972	96,900	95,500	2,30	2,30
5-7	1,60	97,800	96,200	96,140	94,540	95,880	94,280	95,140	93,540	2,66	2,66
6-7	1,20	97,400	96,200	95,900	94,700	95,774	94,574	95,300	94,100	2,10	2,10
7-8	1,20	96,200	95,000	94,540	93,340	94,280	93,080	93,540	92,340	2,66	2,66



3. ПРОЕКТУВАННЯ НАПІРНИХ ВОДОГОНІВ

Напірні водогони від насосних станцій прокладаються з двох ниток, кожна з яких розраховується на пропускання половини максимальної секундної витрати q_{nc} стічних вод, які надходять до насосної станції. Розрахунок діаметра d (мм) напірного водогону виконується з урахуванням економічно вигідних швидкостей $v_e = 1,5 \dots 2,5$ м/с:

$$d = \sqrt[4]{q_1 (\pi v_e)}, \quad (37)$$

де $q_1 = q_{nc}/2$ – розрахункова витрата одного водогону, м³/с.

Можна для визначення діаметра, швидкості і втрат напору напірних водогонів використовувати таблиці для розрахунку напірних трубопроводів [16]. Матеріал водогонів – неметалеві напірні труби відповідно до сортаменту ДСТУ.

Прокладається напірний водогін з мінімальним заглибленням, як правило, паралельно поверхні землі. Закінчується напірний трубопровід гасильною або приймальною камерою. В підвищених переломних точках профілю водогонів, де накопичується повітря, встановлюють колодязі з вантузами. При значній довжині напірних водогонів (понад 1,5 км), на них встановлюють камери переключення, які дозволяють у разі аварії на певній ділянці водогону виключити з роботи лише цю ділянку, а не весь трубопровід, та зменшити таким чином втрати напору, а отже, витрати електроенергії на перекачку води.

4. МЕТОДИЧНІ ПОРАДИ ДО РОБОТИ НАД ГРАФІЧНОЮ ЧАСТИНОЮ ПРОЕКТУ

На аркуші ватману формату А1 потрібно розташувати:

- план виробничо-побутової мережі міста М 1:10000 – у лівій верхній частині аркуша;
- фрагмент дощової мережі М 1:10000 – у лівій нижній частині аркуша;
- проект споруди мережі водовідведення М 1:20, 1:25 з розрахунковою схемою - у правій верхній частині аркуша;
- специфікацію до проекту споруди у формі табл. 6 – у нижній правій частині над штампом;
- специфікацію трубопроводів виробничо-побутової та дощової мережі, напірних водогонів у формі табл. 7, умовні позначення у формі табл. 8, основні показники



Таблиця 6

*Специфікація виробів і матеріалів
на будівництво перепадного колодязя №*

Позиція	Позначення	Назва, марка	Кількість	Маса одиниці, кг	Примітка
1	2	3	4	5	6
Будівельні вироби					
1	ДСТУ Б В.2.6-106:2010	Кільце стінове КС-15-9	2	1000	
Будівельні матеріали					
1		Бетон М 100	0,3	2000	

Таблиця 7

Специфікація трубопроводів виробничо-побутової мережі

Позиція	Позначення	Назва, марка	Кількість м	Маса одиниці, кг	Примітка
1	2	3	4	5	6
1.	ДСТУ Б В.2.5-57:2011	Труби керамічні $d_y = 200$ мм	1200	37,4	

Таблиця 8

Умовні позначення

Назва зображення	Умовне зображення
1. Побутова каналізація самопливна	— K1 —
2. Насосна станція	НС-1

Лінії самопливних та напірних трубопроводів викреслюють чорним кольором, товщина ліній збільшується від 0,5 до 2 мм при збільшенні діаметра від 200 до 1000 мм. Позначення на лініях:

K1 – побутова мережа

K3 – виробнича мережа

K2 – дощова мережа

K13 – виробничо-побутова мережа

При оформленні генплану зліва зверху розташовують розу вітрів.

Границі кварталів викреслюють тонкими лініями, горизонталі – волосяними лініями коричневого кольору. Квартали, підприємства,



Основні показники генплану

Назва показників	Одиниці вимірювання	Кількість одиниць
1. Загальна площа каналізованих кварталів	га	
2. Кількість населення у місті	чол.	
3. Добова витрата стічних вод	м ³ /доб	
4. Довжина виробничо-побутової мережі	км	
5. Довжина дощової мережі	км	
6. Довжина напірних водогонів	км	
7. Кількість насосних станцій	шт.	
8. Площа очисних споруд	га	

Напірні водогони відмічаються буквою н, наприклад, К1н.

На розрахункових ділянках мережі потрібно позначити їх довжину, м, діаметр, мм. Всі квартали та розрахункові вузли мережі нумеруються.

Креслення споруди на мережі виконується на стадії технічного проекту. Воно складається з двох вертикальних розрізів і двох планів: на рівні горловини та робочої камери колодязя. При розробці проекту споруди слід керуватись рекомендаціями методичних вказівок 056-146. При оформленні креслень слід дотримуватись вимог ДБН А.2.2-3-2012.

4.1. Побудова поздовжнього профілю.

Профілі самопливних та напірних мереж викреслюють на аркуші А2 міліметрового паперу. Масштаби: вертикальний 1:100, горизонтальний 1:5000. Форму таблиці профілю виконують відповідно до ДБН А.2.2-3-2012. На профілі вказують глибину колодязя, бокові підключення з діаметром та відміткою лотка, а також характеристики трубопроводу: витрату стічних вод, діаметр, швидкість, наповнення розрахункової ділянки (рис. 10).

В таблиці профілю, яка має розміри шапки: 60 мм по ширині, 5 рядків висотою 15 мм, у яких вказують:

- відмітку лотка або низу труби;
- проектну відмітку землі;
- натурну відмітку землі;
- відмітку рівня води;



- позначення труби, тип ізоляції;
та 4 рядки висотою 10 мм, у яких вказують:

- основу;
- похил / довжину;
- відстань;
- план траси.

Відмітки вказують для вузлів початку і кінця кожної ділянки. Позначення труби включає матеріал, ДСТУ, марку, діаметр та довжину труби. При виборі матеріалу труб, типу основи можна користуватись методичними вказівками [9].

Для самопливних трубопроводів ДБН В.2.5.75:2013 рекомендує використання таких безнапірних труб:

- керамічні за ДСТУ Б В.2.5-57:2011,
- з поліетилену, поліпропілену, полівінілхлориду непластифікованого за ДСТУ Б В.2.5-32:2005,
- бетонні і залізобетонні за ДСТУ Б В.2.5-50:2010,
- залізобетонні безнапірні за ДСТУ Б В.2.5-46:2010,
- чавунні за ДСТУ Б В.2.5-57:2012 (при окремому обґрунтуванні).

Для напірних трубопроводів водовідведення рекомендовані труби:

- залізобетонні напірні віброгідропресовані за ДСТУ Б В.2.5-47:2010, ДСТУ Б В.2.5-48:2010,
- залізобетонні напірні зі сталевим сердечником за ДСТУ Б В.2.5-55:2010.

При обґрунтуванні можливе застосування сталевих труб.

Основу під трубопроводи вибирають, керуючись рекомендаціями [5, п.8.7.2]. Для трубопроводів, які прокладають у сухих ґрунтах достатньої міцності (понад 1,5 Па) застосовують ґрунтову основу, у глинистих ґрунтах – з піщаною підготовкою 0,1 м. При цьому для труб великих діаметрів (понад 400 мм – залежно від матеріалу) основа має бути спрофільована, для трубопроводів менших діаметрів – плоска. У ґрунтах скельних потрібно влаштовувати підготовку з піщаного або дрібного місцевого ґрунту.

У випадку прокладання трубопроводу у слабких ґрунтах потрібно влаштовувати бетонну основу у вигляді плити або монолітну. У ґрунтах, які здатні просідати, крім плити бетонують трубу з охопленням 90-135 °.

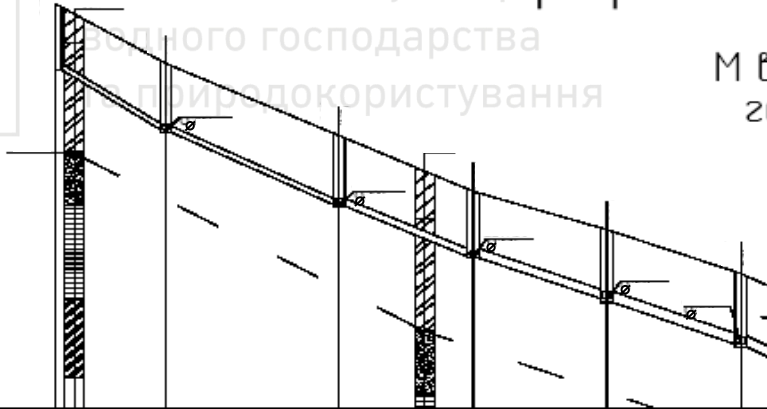
Рис.10. Поздовжній профіль побутово-виробничої мережі








Національний університет
водного господарства
та природокористування

Профіль мережі К1

М верт. 1:100
гориз. 1:5000



Умовні позначення

-  Грунтово-рослинний шар
-  Суглинок твердий
-  Супісок пластичний
-  Глина щільна
-  Суглинок лесовидний

Відмітка низу або					
І проєктн а відмітка					
Натурна відмітка					
Від мітка рівня					
І позначе ння труби та тип		Труба керамічна 20 - 12	Тру ба керамічна 25-	Тру ба керамічна 30-	Труба керамічна 35-12
Основа	Природна плоска,				
Відстань номер колодязя, точки, кути					170



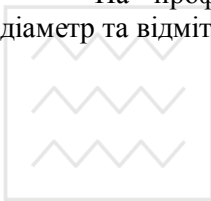
У мокрих ґрунтах основа – бетонна плита, у пливунах – бетонна охоплююча, окрім того, влаштовують дренаж із щебеню та водовідвідні лотки.

Похил труби вказують над діагональною рисою, яка має напрямок похилу трубопроводу, під рисою вказують довжину ділянки. Для послідовних ділянок, які мають однаковий діаметр та похил, під діагональною рисою записують сумарну довжину, м.

Відстань, м, є віддаллю між вузлами початку та кінця розрахункової ділянки.

На плані траси вказують вузли розрахункових ділянок, кути повороту траси (стрілками, які виходять з вузла у відповідному напрямку), бокові підключення (стрілками, які входять до вузла з відповідного боку).

На профілі на бокових підключеннях вказують їх діаметр та відмітки лотка.





Література

1. ДБН В.2.5-64:2012. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина 1. Проектування. Частина П. Будівництво: Київ, Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2012.
2. Охримюк Б. Ф. Водовідведення та очищення стічних вод. Ч. 1. Водовідвідні мережі і споруди. Рівне : РДТУ, 1999. 245с.
3. ДБН В.2.5-75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. Київ, Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. 128 с.
4. Канализация населенных мест и промышленных предприятий. Справочник проектировщика / Под общ. ред. В. Н. Самохина. М. : Стройиздат, 1981. 639 с.
5. М. Гіроль, Б. Охримюк, Г. Собчук, Г. Лагуд. Системи водовідведення : навч. пос. Рівне : НУВГП, 2011. 444 с.
6. Федоров Н. Ф. и др. Канализационные сети. Примеры расчета. - М.: Стройиздат, 1985. – 223 с.
7. ДСТУ–Н Б В.1.1-27-2010. Будівельна кліматологія. Київ, Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2010. 136 с.
8. Калищун В. И. Водоотводящие сети и сооружения. М. : Стройиздат, 1987. 136 с.
9. Методичні вказівки до вибору матеріалу труб та конструкцій основ під трубопроводи при виконанні курсового проекту «Мережі водовідведення міста» для студентів спец. 7.092602 «Водопостачання, каналізація, раціональне використання та охорона водних ресурсів» усіх форм навчання /шифр 056-121 / Охримюк Б. Ф., Саблій Л. А., Рівне : УДАВГ, 1997. 22 с.
10. Методичні вказівки до виконання розділу «Проект каналізаційного колодязя» курсового проекту «Мережі водовідведення міста» для студентів спец. 6.092600, 7.092600 «Водопостачання та водовідведення» / шифр 056-146. Мащнева Т. С., Рівне : РДТУ, 2001. 30 с.
11. Дикаревский В. С., Курганов А. М. и др. Отведение и очистка поверхностных сточных вод : учеб. пособие для вузов. Л. : Стройиздат. Л-д отд., 1990. 224 с.
12. Лукиных А. А., Лукиных Н. А. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле акад. Н. Н. Павловского. М. : Стройиздат, 1974. 160 с.
13. Гидравлический расчет систем водоотведения : расчетные таблицы / Константинов Ю. М., Василенко А. А. и др. К. : «Будівельник», 1987. 120 с.
14. Справочник строителя. Монтаж систем внешнего водоснабжения и канализации / Под ред. А. К. Перешивкина. М. : Стройиздат, 1988. 653 с.
15. Яковлев С. В., Карелин А. Я. и др. Канализация. М. : Стройиздат, 1975. 632 с.



ЗМІСТ

Вступ	3
1. Проектування виробничо-побутової мережі	3
1.1. Розрахунок кількості стічних вод від міста	3
1.1.1. Визначення середніх витрат стічних вод від комунальних підприємств і громадських закладів	3
1.1.2. Визначення середніх витрат стічних вод від промислових підприємств	4
1.1.3. Визначення середніх витрат стічних вод від житлових кварталів	5
1.1.4. Сумарний графік погодинного надходження стічних вод від міста протягом доби	7
1.2. Вибір та обґрунтування системи водовідведення	9
1.3. Розробка та опис схеми виробничо-побутової мережі міста	9
1.4. Визначення розрахункових і контрольних витрат стічних вод на ділянках трубопроводів вуличної мережі	12
1.5. Визначення початкового заглиблення самопливної вуличної мережі	15
1.6. Гідравлічний розрахунок і висотна ув'язка труб у колодязях виробничо-побутової мережі	17
2. Проектування дощової мережі	20
2.1. Розробка і описання схеми дощової мережі	20
2.2. Вихідні дані для проектування дощової мережі	21
2.3. Визначення розрахункових площ водозбору	22
2.4. Гідравлічний розрахунок та висотна ув'язка дощової мережі	23
3. Проектування напірних водогонів	28
4. Методичні поради до роботи над графічною частиною проекту	29
4.1. Побудова поздовжнього профілю	31
Література.	34
Додатки	30



Загальний к-т нерівномірності припливу стічних вод	Значення коефіцієнта при середній витраті 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 лінійною інтерполяцією.

Режим надходження стічних вод від різних джерел водовідведення

Години доби	Побутові стічні води від населення при K_{gen}^{max}			Об'єкти, цілодобового водовідведення, %	Об'єкти, які працюють неповну добу	Побутові стічні води цехів підприємств для зміни $t = 8$ год., %	
	1,4	1,5	1,6			гарячих	холодних
0-1	2,95	2,7	2,45	0,2	Рівномірно протягом часу роботи	12,5	12,5
1-2	2,95	2,7	2,45	0,2		7,0	4,65
2-3	2,95	2,7	2,45	0,2		7,0	4,7
3-4	2,95	2,7	2,45	0,2		12,5	12,5
4-5	2,95	2,7	2,45	0,2		31,25	37,5
5-6	3,5	3,55	3,65	0,3		7,0	4,7
6-7	5,15	5,3	5,45	1,0		7,1	4,7
7-8	5,15	5,25	5,3	10,0		15,65	18,75
8-9	5,6	6,15	6,7	7,0			
9-10	5,6	6,15	6,7	3,0			
10-11	5,6	6,15	6,7	5,0			
11-12	4,4	4,35	4,3	6,0			
12-13	3,6	3,5	3,45	12,0			
13-14	5,15	5,1	5,05	9,0			
14-15	5,15	5,35	5,55	5,0			
15-16	5,15	5,35	5,55	3,0			
16-17	5,15	5,15	5,1	2,0			
17-18	5,1	5,1	5,1	10,0			
18-19	4,5	4,15	3,8	9,0			
19-20	4,1	3,95	3,85	6,0			
20-21	3,4	3,65	3,85	5,0			
21-22	3,05	2,9	2,75	3,0			
22-23	2,95	2,7	2,45	2,0			
23-24	2,95	2,7	2,45	0,7			



Обмеження швидкості і наповнення трубопроводів

d , мм	150-250	300-400	450-500	600-800	900	1000-1200	1500	>1500
h/d_{max}	0,6	0,7	0,75	0,75	0,75	0,8	0,8	0,8
v_{min} , м/с	0,7	0,8	0,9	1,00	1,15	1,15	1,30	1,50

Основні розрахункові параметри дощів для міст України

(табл.А.1[3])

Місто	Показник ступеня n при періоді P , років				q_{20} при $P=1$	m_r	β	m_d
	>3,5	3,5-1,4	1,4-0,7	<0,7				
Вінниця	0,65	0,71	0,73	0,64	123,0	102	0,65	92
Дніпропетровськ	0,68	0,69	0,70	0,64	79,6	138	0,55	82
Донецьк	0,67	0,66	0,70	0,68	97,4	120	0,65	87
Житомир	0,71	0,73	0,69	0,61	91,4	175	0,55	94
Запоріжжя	0,68	0,69	0,70	0,64	91,8	97	0,55	104
Ів.-Франківськ	0,67	0,72	0,73	0,70	112,0	247	0,65	93
Київ	0,71	0,73	0,69	0,61	104,0	143	0,55	103
Кіровоград	0,68	0,69	0,70	0,64	88,7	128	0,55	106
Луцьк	0,65	0,71	0,73	0,64	104,0	161	0,65	114
Львів	0,67	0,72	0,73	0,70	109,0	125	0,65	102
Луганськ	0,67	0,66	0,70	0,68	104,0	113	0,55	80
Миколаїв	0,56	0,71	0,72	0,63	102,0	115	0,55	144
Одеса	0,69	0,73	0,75	0,59	93,2	98	0,55	88
Полтава	0,70	0,65	0,69	0,64	90,6	120	0,55	178
Рівне	0,67	0,72	0,73	0,70	101,3	132	0,65	109
Сімферополь	0,58	0,67	0,65	0,66	104,0	160	0,45	122
Суми	0,71	0,73	0,69	0,61	89,5	121	0,65	71
Тернопіль	0,67	0,72	0,73	0,70	96,7	183	0,65	106
Ужгород	0,74	0,76	0,70	0,63	94,2	122	0,65	75
Харків	0,67	0,66	0,70	0,68	104,0	83	0,65	74
Херсон	0,61	0,66	0,73	0,61	94,8	60	0,65	86
Хмельницький	0,65	0,71	0,73	0,64	119,0	154	0,65	96
Черкаси	0,68	0,69	0,70	0,64	97,9	119	0,55	92
Чернігів	0,71	0,73	0,69	0,61	88,2	112	0,65	58
Чернівці	0,74	0,76	0,70	0,63	96,2	128	0,65	81



Розрахункові (питомі середні за рік) добові витрати води в житлових будинках, л/добу на одного мешканця (табл.А.1 [1])

Житлові будинки	Кліматичні райони			
	I		П,Ш,У	
	Витрата води			
	загальна	в т.ч. гаряча	загальна	в т.ч. гаряча
З водопроводом та каналізацією без ванн	100	40	110	45
Те саме з газопостачанням	120	48	135	55
З водопроводом, каналізацією та ваннами з водонагрівачами, які працюють на твердому паливі	150	60	170	70
Те саме з газовими водонагрівачами	210	85	235	95
З централізованим гарячим водопостачанням і сидячими ваннами	230	95	260	105
Те саме з ваннами завдовжки більше ніж 1500 мм	250	100	285	115

Розрахункові (середні за рік) добові витрати води (табл.А.2 [1])

№ №	Споживачі	Одиниця виміру	Витрати води л/добу на 1 од.виміру		Підвищ. к-т для Ш, У районів	Тривалість водорозбору год
			загальна	в т.ч. гаряча		
1	2	3	4	5	6	7
1	Гуртожитки:	1 мешкан				
	З загальними душовими		90	50	1,1	24
	З душовими при всіх житлових кімнатах		140	80	1,15	24
2	Готелі, пансіонати	«				
	Категорії *	«	120	70	1,1	24
	Категорії **	«	150	90	1,15	24
	Категорії ***	«	190	100	1,15	24
	Категорії ****	«	230	140	1,15	24
3	Категорії *****	«	300	180	1,15	24
	Лікувально-профілактичні заклади	1 ліжко				
	Із загальними ваннами та душами	«	120	75	1,1	24
	Із санітарними вузлами, які близько до палат інфекційні	«	200	90	1,1	24
		«	240	110	1,1	24



1	2	3	4	5	6	7
4	Санаторії та санаторно-профі-лактичні заклади відпочинку	«	150	90	1,15	24
	Із загальними душами	«	130	65	1,15	24
	Із душами при всіх житлових кімнатах	«	150	75	1,15	24
5	Фізкультурно-спортивні та оздоровчі заклади	1 місце				
	З їдальнями на напівфабрикат	«	60	30	1,15	24
	З їдальнями на сировині та пральнями	«	200	100	1,15	24
6	Навчальні заклади з денним перебуванням дітей	1 дитина				
	З їдальнями на напівфабрикат	«	40	20	1,1	10
	З їдальнями на сировині та пральнями	«	80	30	1,1	10
	Навчальні заклади з цілодобовим перебуванням дітей	1 дитина				
	З їдальнями на напівфабрикат	«	60	30	1,1	24
	З їдальнями на сировині та пральнями	«	120	40	1,15	24
7	Навчально-освітні та спеціалізовані школи, професійно-навчальні, вищі навч. заклади	1 учень	20	8	1,1	8
8	НДІ, проектні, конструкторські організації, бібліотеки, вокзали	1 прац.	15	6	1,2	8
9	Підприємства загального харчування з приготуванням їжі	1 страва	12	4	1,0	-
10	Крамниці продовольчі (б/хол)	1 прац	20	8	1,1	8
	-продовольчі без холодильн.	1 прац	250	65	1,1	8
11	Поліклініки та амбулаторії	1 прац	30	12	1	10
		1 хворий	10	4	1,1	10
17	Лазні для миття в мильній	1 відвідувач	180	120	1	3
	-з прийманням оздоровчих процедур		290	190	1	3
	-душова кабіна		360	240	1	3
18	Пральні механізовані	1 кг сух білизни	75	25	1	-
19	Виробничі цехи звичайні	1 прац.	25	11	1,15	8
	-з тепловиділенням більше ніж 85 кДж на 1 м.куб/год	«	45	24	1	8
20	Душові в побутових приміщеннях пром підприємств	1 душ. сітка	500	270	1,1	-