



Національний університет  
водного господарства та  
природокористування

**Міністерство освіти і науки України**  
**Національний університет водного господарства та**  
**природокористування**  
**Кафедра водопостачання, водовідведення**  
**та бурової справи**

**03-05-36**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання курсового проекту  
«Мережі водовідведення міста»  
студентами напрямку підготовки 6.060101 «Будівництво»  
професійного спрямування «Водопостачання та  
водовідведення» денної та заочної форм навчання

**Рекомендовано**  
**методичною комісією**  
**за напрямком підготовки 6.060101**  
**«Будівництво» ННІ ВГП**  
**Протокол № \_\_\_ від \_\_\_\_\_ 2014 р.**

Рівне, 2014

УДК 628.3:628.5  
ББК 30н:38.93

**В 42**

Методичні вказівки до виконання курсового проекту «Мережі водовідведення міста» студентами напряму підготовки 6.060101 «Будівництво» професійного спрямування «Водопостачання та водовідведення» денної та заочної форм навчання / Т. В. Вижевська – Рівне: НУВГП, 2014. – 32 с.

Упорядник: Т. В. Вижевська, канд. техн. наук, доцент,

Відповідальний за випуск : В.О.Орлов, д-р техн. наук, професор,  
завідувач кафедри водопостачання,  
водовідведення та бурової справи



Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

© Т.В.Вижевська, 2014  
© НУВГП, 2014



## ВСТУП

Курсове проектування сприяє систематизації, розширенню і поглибленню теоретичних знань студентів, 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, 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, школи-інтернати) або протягом певної частини доби із сталою витратою стічних вод (лазні, школи, пральні, поліклініки тощо). Відповідно, кількість споживачів (одиниць вимірювання) наводиться добова  $n_{доб}$  або годинна  $n_{год}$ .

Для об'єктів, які працюють неповну добу, витрати стічних вод обчислюються за формулами:

$$\begin{aligned} \text{Середні годинні витрати, м}^3/\text{год:} & \quad q_{год} = q_o \cdot n_{год} \cdot 10^{-3}; \\ \text{Середні добові витрати, м}^3/\text{добу;} & \quad q_{доб} = q_{год} \cdot T; \\ \text{Середні секундні витрати, л:} & \quad q = q_{год} / 3,6; \end{aligned} \quad (01)$$

де  $q_o$  – норма водовідведення на одиницю виміру, л/од. [1, табл. А-2];

$n_{год}$  – кількість одиниць виміру за годину (із завдання);  $T$  - тривалість роботи (годин) протягом доби (із завдання).

Для об'єктів з цілодобовим водоспоживанням:

Середні добові витрати, м<sup>3</sup>/добу;  $q_{доб} = q_o \cdot n_{доб} \cdot 10^{-3};$

Середні годинні витрати, м<sup>3</sup>/год:  $q_{год} = \frac{q_{доб}}{24};$  (02)

Середні секундні витрат, л/с:  $q = \frac{q_{год}}{3,6};$

де  $n_{доб}$  – кількість одиниць виміру за добу (із завдання);

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 $n_{год}(доб)$	Норма водовідведення на одиницю виміру, $q_o$ л/од.	Середня секундна витрата, $q_o$ л/с	Середня годинна витрата, $q_{год}$ м <sup>3</sup> /год	Добова тривалість роботи $T$ , год	Середня добова витрата, $q_{доб}$ м <sup>3</sup> /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 в 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, м<sup>3</sup>/зм, визначаються за формулою:  $Q_в = q_в \cdot n_в;$  (3)

де  $q_в$  – норма відведення забруднених стічних вод, м<sup>3</sup> на одиницю



продукції, що випускається підприємством [2];  $n_v$  – кількість одиниць продукції, що виробляється за зміну (із завдання).

Середні за зміну витрати побутових стічних вод, що утворюються на підприємстві, м<sup>3</sup>/зм, обчислюються за формулою:

$$Q_n = q_n \cdot N; \quad (4)$$

де  $q_n$  – норма відведення побутових стічних вод в м<sup>3</sup>/зм на одного працівника, яка приймається для цехів з підвищеним тепловиділенням (більше, ніж 23 ГВт/м<sup>2</sup>) 0,045 м<sup>3</sup>/(зм·люд), для цехів з нормальним тепловим режимом – 0,025 м<sup>3</sup>/(зм·люд) ([1], табл.А-2);  $N$  – кількість працівників, що працюють в зміну (із завдання).

Середні за зміну витрати душових вод, м<sup>3</sup>/зм, промислового підприємства обчислюються позмінно за формулою:

$$Q_d = q_{dc} \cdot N_{dc}; \quad (5)$$

де  $q_{dc}$  – норма витрати води на 1 душову сітку, яка приймається 500 л/год, ([1], табл. А-2), а з урахуванням того, що тривалість користування душем, приймається 45 хв після закінчення зміни, становить 375 л/год або 0,375 м<sup>3</sup>/год;  $N_{dc}$  – кількість працюючих душових сіток:

$$N_{dc} = \frac{N_d}{n_{dc}} = \frac{N \cdot P_d}{n_{dc}}; \quad (6)$$

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

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

### 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;



**Середні витрати стічних вод від промислових підприємств**

№ зміни	Виробничі стічні води			Побутові стічні води			Душові стічні води			Сумарна витрата $\Sigma Q$ , м <sup>3</sup> за зміну
	Кількість продукції за зміну од.	Норма водовідведення на 1од. продукції, м <sup>3</sup>	Середня витрата виробничих стічних вод, м <sup>3</sup> /зм	Кількість робітників, чол.	Норма відведення побутових стічних вод, м <sup>3</sup> /чол.зм.	Середня витрата побуто-вих стічних вод, м <sup>3</sup> /зм.	Кількість робітників, що користуються душем, чол.	Кількість працюючих душових сіток, шт	Середня витрата душових стічних вод, м <sup>3</sup> /зм	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Підприємство (назва)

1										
2										
3										
	$\Sigma$		$\Sigma$	$\Sigma$		$\Sigma$	$\Sigma$		$\Sigma$	$\Sigma$

- 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:

$$\Sigma N = P \cdot \Sigma F; \quad (7)$$

де  $P$  – густина населення (задається у вихідних даних, чол/га);  $\Sigma F$  – сумарна для кожної зони забудови площа кварталів у межах заселення, за винятком площ, які займають громадські заклади, комунальні та промислові підприємства, га;

- прийняти норму водовідведення  $q$  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 винятком сумарної добової витрати від комунальних підприємств та громадських закладів (табл.1):

$$q_{зал} = q - \frac{\Sigma Q_{доб} \cdot 1000}{\Sigma N}; \quad (8)$$

- визначити залишковий модуль стоку (гр. 5) окремо для кожної



$$M_{зал} = \frac{q_{зал} \cdot P}{86400} \quad (9)$$

Таблиця 3

**Середні витрати побутових стічних вод від житлових кварталів**

№№ кварталів	Кількість населення			Витрата стічних вод	
	Густина населення, $P$ , чол/га	Площа кварталу, $F$ , га	Кількість мешканців, $N$ , чол.	Модуль стоку, $M_{зал}$ , л/с·га	Середня витрата стічних вод, $q$ л/с
1	2	3	4	5	6
<b>Багатоповерхова зона забудови</b>					
1					
2					
Всього по зоні		$\Sigma$	$\Sigma$		$\Sigma$
<b>Малоповерхова зона забудови</b>					
1					
2					
Всього по зоні		$\Sigma$	$\Sigma$		$\Sigma$
Всього по місту:		$\Sigma$	$\Sigma$		$\Sigma q$ л/с
				$Q_{год}$	м <sup>3</sup> /год
				$Q_{доб}$	м <sup>3</sup> /добу

Середні витрати стічних вод від житлових кварталів зон забудови, л/с, визначаються за формулою:  $q = M_{зал} \cdot F$ ; (10)

Всі обчислення зводимо в таблицю 3.

Підсумком результатів графі 6 є середня секундна витрата стічних вод  $\Sigma q$  від населення міста.

Середня годинна витрата, м<sup>3</sup>/год:  $Q_{год} = q \cdot 3,6$ ;

середня добова витрата, м<sup>3</sup>/добу:  $Q_{доб} = Q_{год} \cdot 24$ ;

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

Графік погодинного надходження стічних вод наводяться в табличній формі (табл. 4).

За середньою секундною витратою стічних вод, що надходять від житлових кварталів (табл. 3, гр. 6 –  $\Sigma q$ ), визначають загальний



**Сумарний графік надходження стічних вод від міста**

Години доби	Житлові квартали		Школа-інтернат		Лаз-ня	Пральня	Підприємство А			Підприємство Б			Всього по місту	
	%	м <sup>3</sup> /год	%	м <sup>3</sup> /год	м <sup>3</sup> /год	м <sup>3</sup> /год	Q <sub>а</sub> , м <sup>3</sup> /год.	Q <sub>б</sub> , м <sup>3</sup> /год	Q <sub>с</sub> , м <sup>3</sup> /год	Q <sub>д</sub> , м <sup>3</sup> /год.	Q <sub>е</sub> , м <sup>3</sup> /год	Q <sub>ж</sub> , м <sup>3</sup> /год	м <sup>3</sup> /год	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0-1														
1-2														
...														
Σ														

коефіцієнт нерівномірності припливу стічних вод  $k_{gen}^{max}$  з табл. 2 [3] або з додатку 1. Розподіл надходження стічних вод від населення міста по годинах доби у процентах від добової витрати (гр. 2), визначається відповідно до коефіцієнта загальної нерівномірності  $k_{gen}^{max}$  за (табл. 3.6 [4], табл. 2.5 [5], табл. 3.5 [6]). Погодинні витрати у м<sup>3</sup>/год обчислюють за вказаними процентами (гр. 3).

Погодинний розподіл надходження стічних вод від **громадських закладів і комунальних підприємств** у процентах від їх добової витрати наведений у додатку 2. Обчислюють погодинні витрати у м<sup>3</sup>/год (гр. 5-7).

Для розподілу **виробничих стічних вод** промислових підприємств (табл. 2, гр. 4) приймається таке умовне припущення: у якусь одну годину зміни (III, Y, YI або YII) надходить максимальна витрата стічних вод, а у решту годин зміни – надходження стічних вод рівномірне. Максимальна годинна витрата виробничих стічних вод, м<sup>3</sup>/год, визначається за формулою:

$$Q_n^{max} = \frac{Q_n}{t} k_g, \quad (11)$$

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



Для решти годин зміни витрата постійна: 
$$Q_{20d} = \frac{Q_n - Q_n^{max}}{t - 1}; \quad (12)$$

Розподіл надходження побутових стічних вод від промислових підприємств протягом зміни виконується 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 будується графік припливу стічних вод.

## 1.2. Вибір та обґрунтування системи водовідведення

**Система водовідведення** – система споруд, склад яких вибирається залежно від способу відведення стічних вод. У курсовому проєкті необхідно розробити повну роздільну систему водовідведення міста, яка передбачає окреме відведення на відповідні очисні споруди господарсько-побутових і виробничих стічних вод однією мережею труб і дощових вод – іншою.

## 1.3. Розробка та опис схеми виробничо-побутової мережі міста

Розробка схеми виробничо-побутової мережі виконується 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% більшою за ширину.

- На генплані міста вибирають місце для розташування майданчика очисних споруд: нижче за течією річки відносно міста, на деякій відстані від території забудови. Мінімальну відстань між містом 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 проєктувати 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 проєктують 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 колектора** 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 водогонях.

- Виконують трасування **вуличної мережі трубопроводів**, в основу якого кладуть по можливості самопливний режим руху побутових і виробничих стічних вод. На трасування мережі впливають характер забудови міста і планування кварталів, місце розташування промислових підприємств із зосередженою витратою стічних вод, система водовідведення, рельєф місцевості 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 промислових 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 проектується біля всіх сторін кварталу. Ця схема можлива при невеликому похилі поверхні землі  $i < 0,005$  або плоскому рельєфі місцевості для великих кварталів і при відсутності всередині них забудови (для малоповерхової зони забудови).

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.

**Черезквартальне** 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.

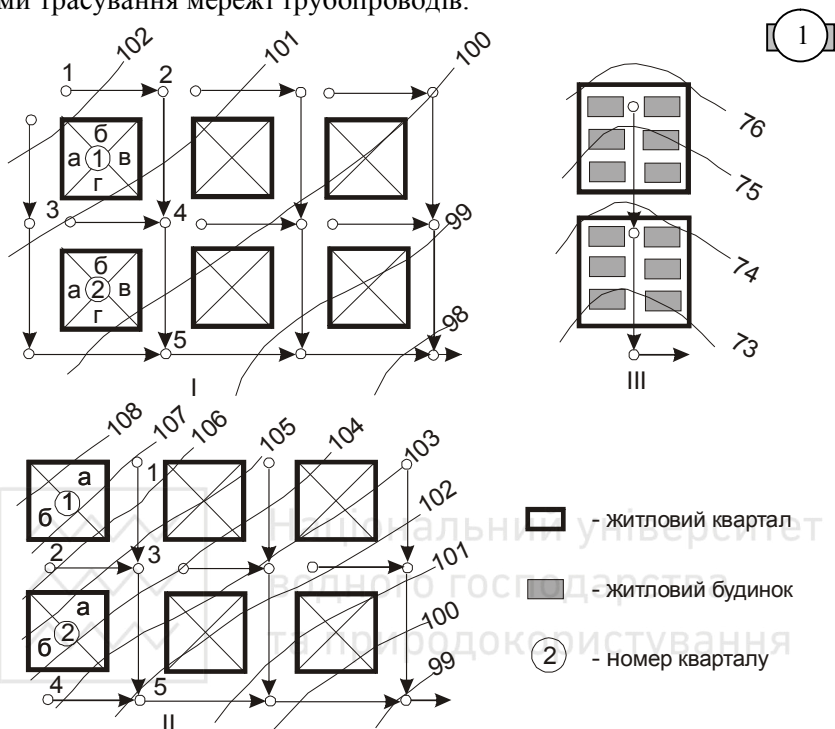


Рис. 1. Схеми трасування мережі водовідведення: I - за пониженою гранню кварталу; II - за охоплюючою схемою; III - черезквартальна.

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

При визначенні розрахункової витрати стічних вод за допомогою першого методу використовують поняття про попутну і зосереджену, місцеву і транзитну витрати.

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

**Зосереджена витрата  $q_{зосер}$**  – розрахункова витрата стічних вод, які надходять від комунальних і промислових підприємств, громадських закладів і спрямовуються в початковий вузол ділянки.

**Місцева витрата  $q_{місц}$**  надходить на розрахункову ділянку безпосередньо від кварталів (місцева попутна) або підприємств (місцева зосереджена).

**Транзитна витрата  $q_{тр}$**  надходить на розрахункову ділянку від попередніх ділянок мережі. Це може бути і попутна (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:

$$q_p = (\Sigma q_n + \Sigma q_{mp}) K_{gen}^{max} + \Sigma q_{зосер}, \quad (13)$$

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  $\Sigma q_n + \Sigma q_{mp}$ . л/с, - сумарної середньої витрати стічних вод житлових кварталів, які надходять на дану ділянку, включаючи транзитну;  $\Sigma q_{зосер}$  – 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:

$$q_{зосер}^{nn} = \frac{(Q_v + Q_n + Q_d)_{20д}^{max}}{3,6}, \quad (14)$$

де  $Q_v$  – витрата виробничих стічних вод, м<sup>3</sup>/год, у годину максимального сумарного водовідведення (табл. 4, гр. 8 і 11);  $Q_n$  – витрата побутових стічних вод, м<sup>3</sup>/год, у годину максимального сумарного водовідведення (табл. 4, гр. 9 і 12);  $Q_d$  – витрата душових вод, м<sup>3</sup>/год, у цю ж годину (табл. 4, гр. 10 і 13).

Розрахункові витрати стічних вод від громадських закладів і комунальних підприємств обчислюються за формулою:



$$q_{зосер}^{кп} = \frac{Q_{год}^{max}}{3,6}, \text{ л/с}, \quad (15)$$

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 виконується 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 обслуговується кількома ділянками трубопроводів, то для визначення попутних 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.

- Визначають розрахункові витрати стічних вод для кожної ділянки трубопроводу за формулою (13).

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 і за рахунок інфільтрації ґрунтових вод.

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

$$q_{ад} = 0,15 \cdot L \sqrt{m_d}, \quad (16)$$

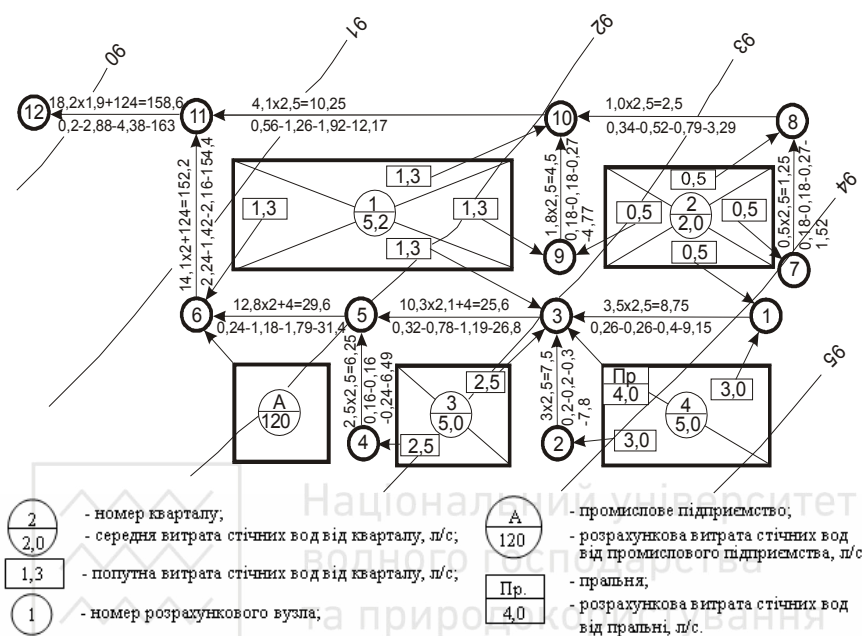
де  $L$  – загальна довжина трубопроводів мережі від її початку до кінцевої точки розрахункової ділянки, км;  $m_d$  – величина максимальної добової кількості атмосферних опадів, мм, яка приймається з ([3], табл.А.9, [7], дод. 3) або дод.4.

Контрольна витрата стічних вод на ділянці трубопроводу, л/с,



визначається за формулою:

$$q_k = q_p + q_{ad} \quad (17)$$



**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 витрата побутових стічних вод з кварталів, л/с (транзитна витрата  $q_{mp} = 3,5$  л/с + 3,0 л/с від ділянок 1-3 та 2-3; попутна витрата від суміжної площі кварталу № 1  $q_{n1} = 1,3$  л/с, кварталу № 3  $q_{n3} = 2,5$  л/с;

2,1 – коефіцієнт загальної нерівномірності водовідведення. Визначається 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.

Приклад визначення розрахункових і контрольних витрат наведеної 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: 
$$h_{min} = h_{np} - a, \quad (18)$$

де  $h_{np}$  – глибина промерзання ґрунту [7];  $a$  – товщина шару 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: 
$$h_{min} = 0,7 + d, \quad (19)$$

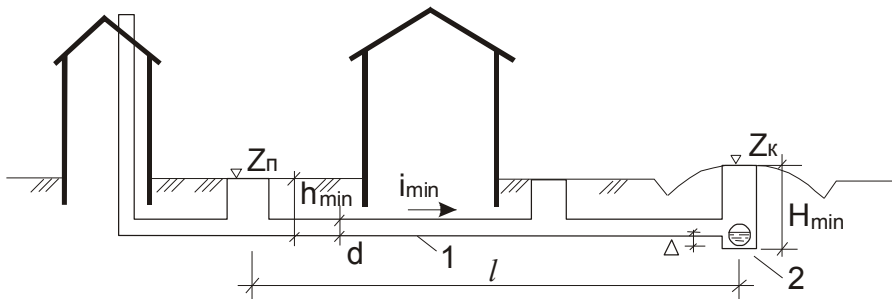
- забезпечення приєднання до вуличних трубопроводів внутрішніх квартальних мереж. Мінімальне заглиблення лотка труби у диктуючій точці повинне бути не меншим за обчислене за формулою:

$$H_{min} = h_{min} + i_{min} \cdot l - (z_n - z_k) + \Delta, \quad (20)$$

де  $h_{min}$  – мінімальна глибина закладання трубопроводу на початку внутрішньої квартальної мережі; визначається з перших двох умов за найбільшим значенням;  $i_{min}$  – мінімальний похил трубопроводу внутрішньоквартальної мережі (прийняти діаметр внутрішньої квартальної мережі 150 мм, тоді  $i_{min} = 0,008$  ([3], п. 8.3.1);  $l$  – довжина квартальної мережі (рис.3);  $z_n$ ,  $z_k$  – позначки поверхні землі відповідно на початку і в кінці квартальної мережі (рис.3);  $\Delta$  – розрахункова глибина води у вуличному трубопроводі.

Розрахунок мінімального заглиблення допускається виконувати лише для одного кварталу кожного варіанту схеми трасування труб і у найбільш віддалених і понижених місцях басейну. Орієнтовно при вдало запроектованій квартальній і вуличній мережах  $H_{min} = 1,7-2,5$  м.

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: для керамічних і азбестоцементних – 4-5 м, для залізобетонних – 4-6 м. Вибір великої глибини закладання належить обґрунтувати



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

1 – трубопровід внутрішньої квартальної мережі; 2 – вуличний трубопровід

### 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).

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 враховувати, що для кожного діаметра труб встановлені ([3], п.8.4.1) **обмеження швидкості** (мінімальні значення) та **наповнення** (максимальні значення), які наведені в дод.3.

Найбільші швидкості руху води слід приймати ([3], п. 2.36) 8 м/с для металевих, 4 м/с для неметалевих 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, а при обґрунтуванні – до 0,005. Обґрунтуванням застосування зменшеного похилу труб може бути, наприклад, забезпечення швидкості самоочищення.

На початкових ділянках мережі при малих витратах (менших за

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  $i$  (або) похил трубопроводу, щоб забезпечити умову перевірки, уточнивши при цьому наповнення та швидкість для розрахункової витрати.

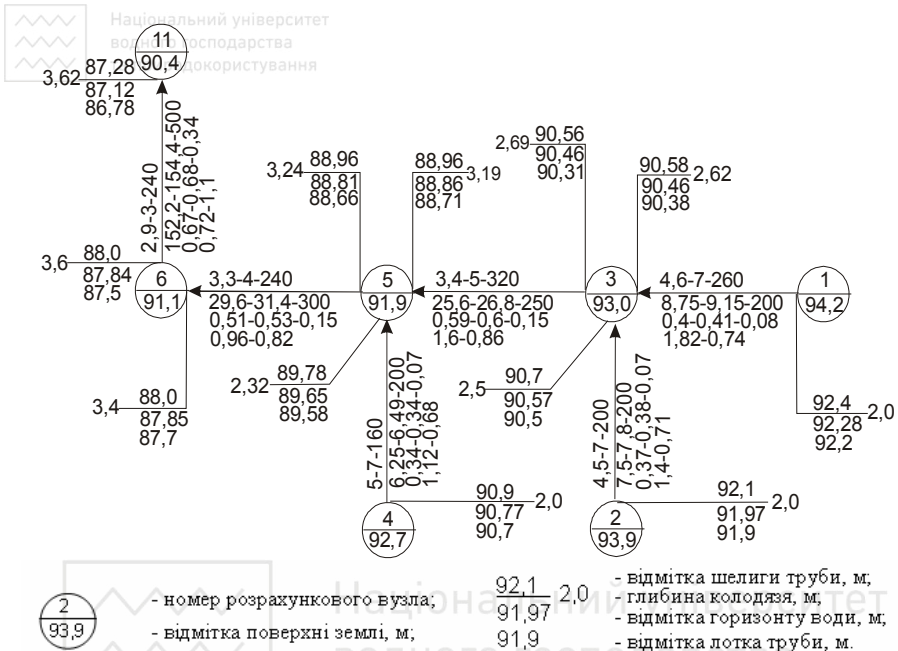
Оформлення гідравлічного розрахунку зручно виконувати на розрахунковій схемі (див. приклад на рис. 4) або в табличній формі (див. [5], табл.5.3).

Паралельно з вибором діаметра виконується **висотна ув'язка** труб у колодязях. У інженерній практиці найчастіше 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 відповідному. 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 (20), тому спочатку визначають відмітку лотка, а далі – горизонт води та відмітку шелиги.



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

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.	

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:  $\Delta H = i_{mp} \cdot l$ ; де  $i_{mp}$  – похил трубопроводу,  $l$  – 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 діаметра  $d$ .

Приклад гідравлічного розрахунку і висотної ув'язки мережі наведено на рис. 4. За результатами гідравлічного розрахунку будують поздовжній профіль визначеного завданням колектора мережі відповідно до ДБН А.2.2-3-2012.

## 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 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 *колектора* 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 дощоприймальників 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):



-  $q_{20}$  — інтенсивність дощу тривалістю 20 хвилин при періоді одноразового перевищення розрахункової інтенсивності  $P = 1$  рік, характерна для регіону будівництва ([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);

-  $n, \gamma$  — 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  $z_i$  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.

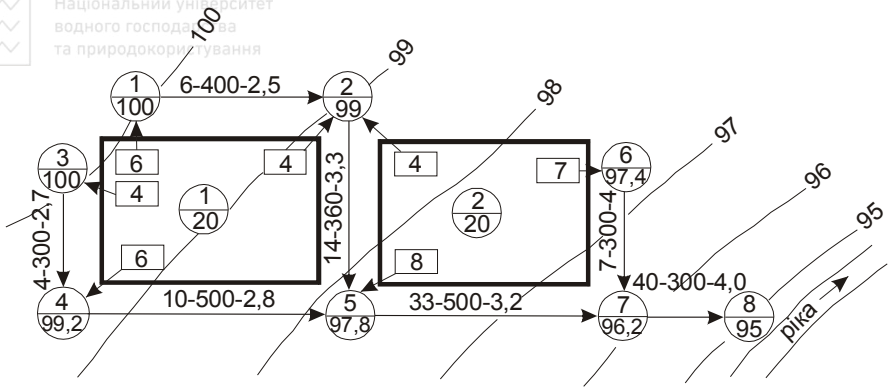
### 2.3. Визначення розрахункових площ водозбору

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 “попутних” площ  $f_n$  кварталів, з яких дощові води безпосередньо потрапляють на дану ділянку мережі, і “транзитних” площ  $f_{tr}$ , тобто розрахункових площ водозбору тих ділянок мережі, з яких дощові води надходять безпосередньо на дану ділянку, га:

$$f_r = \sum f_n + \sum f_{tr} \quad (21)$$

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



- $\frac{1}{20}$  - номер кварталу;
- $\frac{5}{97,8}$  - номер розрахункового вузла дощової мережі;
- $\frac{1}{20}$  - площа водозбору кварталу, га;
- $\frac{5}{97,8}$  - відмітка поверхні землі у вузлі, м.
- $\square$  - частина площі водозбору ("попутна"), га, з якої дощова вода з кварталу № 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 “попутних” 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):

$$q_r = \frac{A^{1,2} \cdot z_{mid}}{t_r^{1,2n-0,1}} f_r \cdot \beta \quad (22)$$

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



розрахункової інтенсивності дощу:  $A = q_{20} 20^n (1 - \frac{\lg P}{\lg m_r})^{\gamma}; \quad (23)$

$z_{mid}$  – середній коефіцієнт, який характеризує поверхню стоку і визначається як середньозважене (п.А.7 [3]) а часткою  $f_i$  площ з певним характером поверхні, якому відповідає коефіцієнт  $z_i$ :

$$z_{mid} = \frac{\sum(z_i f_i)}{\sum f_i}; \quad (24)$$

$f_r$  – площа водозбору ділянки мережі, га;  $\beta$  – коефіцієнт, який враховує заповнення вільної місткості мережі в момент виникнення напірного режиму (табл.А.8 [3]);  $t_r$  – розрахункова тривалість дощу, яка визначається (п.А.5 [3]) як сумарний час добігання дощової краплі від місця її випадання на землю до розрахункової ділянки по поверхні землі, внутрішньоквартальних трубах або каналах та вуличною мережею, хв.  $t_r = t_{con} + t_{can} + t_{tr}$ ; або  $t_r = t_{do} + t_{no}$ ; (25)

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

$$t_{can} = 1,2 \frac{l_{can}}{v_{can}}; \quad (26)$$

$l_{can}$   $v_{can}$  – відповідно, довжина каналів, м, і швидкість руху в них дощової води, м/хв., яка визначається гідравлічним розрахунком;  $t_{tr}$  - розрахунковий час протікання дощових вод трубопроводами від

початку мережі до розрахункової ділянки хв.,  $t_{tr} = \sum \frac{l_{tr}}{v_{tr}}; \quad (27)$

$t_{do}$  – час, хв., протікання води від місця випадання дощу до початку розрахункової ділянки: для початкових ділянок  $t_{do} = t_{con} + t_{can}; \quad (28)$

для середніх ділянок  $t_{do} = \max(t_r^{i-1}); \quad (29)$

тобто дорівнює максимальному розрахунковому часові добігання дощових вод, визначеному для розрахункової ділянки серед попередніх ділянок, вода з яких безпосередньо надходить на розрахункову ділянку;  $t_{no}$  – час, хв., протікання дощової води



трубопроводом розрахункової ділянки:

$$t_{no} = \frac{l_{tr}}{60v_{tr}}; \quad (30)$$

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 (22) зручно ввести

поняття модуля стоку  $M$ , л/с з 1 га: 
$$M = \frac{A^{1,2} z_{mid}}{t_r^{1,2n-0,1}}; \quad (31)$$

Тоді формула (22) матиме вигляд 
$$q_r = MF\beta; \quad (32)$$

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

Пристаюючи 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. Тому при першому наближенні приймають значення швидкості в трубопроводі розрахункової ділянки  $v_{tr}^I$  в межах 1,0 – 2,0 м/с, причому більше значення – при більших похилах поверхні землі. По закінченні розрахунку ділянки фактичну швидкість руху  $v_{tr}^\phi$  води порівнюють з прийнятою  $v_{tr}^I$ . 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  $f_i$ , га, водозбору ділянок.

**Послідовність гідравлічного розрахунку** ділянки дощової мережі :

- визначення **часу добігання**  $t_{до}$  дощової краплі до початкового вузла розрахункової ділянки за формулою 28 для початкових ділянок мережі, або за формулою 29 для середніх ділянок;

- визначення часу **протікання води**  $t_{no}=t_r$  по розрахунковій ділянці за формулою (30) при швидкості  $v_{tr}^I$ ;

- обчислення **розрахункової витрати**  $q_r$  дощової води, л/с, за (32);

- **гідравлічний розрахунок**: визначення похилу труби, діаметра та наповнення, фактичної швидкості  $v_{tr}^\phi$ , користуючись [12, 13];

- порівняння  $v_{tr}^I$  та  $v_{tr}^\phi$ , повернення до етапу  $t_{no}$ , якщо умова збіжності не дотримується, або перехід до висотної ув'язки ділянки.

**Особливістю гідравлічного розрахунку** дощової мережі є те, що допускається збільшення наповнення трубопроводу аж до повного з огляду на періодичність роботи дощової мережі. Бажано, щоб мінімальне наповнення не було меншим за 0,7 з економічних міркувань. Фактична швидкість повинна забезпечувати режим самоочищення і бути не меншою за встановлену (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 здійснювати 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 виробничо-побутової мережі. Висотна ув'язка трубопроводів дощової мережі здійснюється за схемою **“шелига з шелигою”**. У випадках, коли горизонт води у відповідному колекторі виявиться вищим, ніж у підвідному, наприклад, у випадку з'єднання труб однакового діаметра, ув'язку виконують **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 дощоприймального 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.

### 3. ПРОЕКТУВАННЯ НАПІРНИХ ВОДОГОНІВ

Напірні водогони від насосних станцій прокладаються з двох ниток, кожна з яких розраховується на пропускання половини максимальної секундної витрати  $q_{нс}$  стічних вод, які надходять до



Відомість гідравлічного розрахунку на висотній ув'язці трубопроводів дощової мережі Таблиця 5

Вихідні дані:  $Q_{до} = 104$  мм/с га;  $n = 0,69$ ;  $m_x = 143$ ;  $P = 1$  рік;  $\beta = 0,55$ ;  $\gamma = 1,82$ ;  $z_{зад} = 0,17$ ;  $A = 821,6$

№№ ділянок	Довжина $L_{д}, м$	Площа водозбору, $f_b$ , га	Швидкість на ділянці (задана) $v_x$ , м/с	Час доганання, хв.			Модуль стоку $M$ , л/с га	Витрата $Q_{вд}$ , л/с	Позиц. землі/труби $i_c / i_{тр}$	Діаметр $d$ , мм	Наповнення $h/d$	Швидкість обійск $v_x$ , м/с	
				до дні $t_{до}$	по дні $t_{по}$	розр. $t_{роз}$						початок ділянки	кінець ділянки
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	13
1-2	400	6,0	1,15	4,00	5,80	9,80	55,36	332,2	2,5/2,9	600	0,95	1,20	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	1,61	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	1,22
4-5	500	10,0	1,20	8,20	4,20	8,20	63,29	253,2	2,7	600	0,71	1,20	1,20
			1,40	8,20	5,20	13,40	44,22	442,2	2,8/2,8	800	0,60	1,40	1,40
5-7	500	33,0	1,60	14,10	5,20	19,30	33,88	1118,0	3,2/3,2	1000	0,59	1,39	1,39
			1,85	8,0	4,50	18,60	34,81	1148,7	3,2	1000	0,74	1,85	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	1,47	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	2,04	2,04

Продовження табл. 5

№№ ділянок	Перевищення $\Delta H$ , м	Відмітка землі		Шелша 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	1,4	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



насосної станції. Розрахунок діаметра  $d$  (мм) напірного водогону виконується з урахуванням економічно вигідних швидкостей  $v_e$ :

$$d = \sqrt{\frac{4q_n}{\pi v_e}}; \quad (33)$$

де  $q_n$  – розрахункова витрата одного водогону, м<sup>3</sup>/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;
- проєкт споруди мережі водовідведення М 1:20, 1:25 з розрахунковою схемою - у правій верхній частині аркуша;
- специфікацію до проєкту 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 генплану у формі табл. 9 – на вільному місці.

При оформленні генплану зліва зверху розташовують розу вітрів.



**Специфікація виробів і матеріалів  
на будівництво перепадного колодязя №**

Пози-ція	Позначення	Назва, марка	Кіль-кість	Маса оди-ниці, кг	При мітка
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	

Границі кварталів викреслюють тонкими лініями, горизонталі – волосяними лініями коричневого кольору. Квартали, підприємства, очисні споруди відмиваються фарбами світлих тонів.

Таблиця 7

**Специфікація трубопроводів виробничо-побутової мережі**

Пози-ція	Позначення	Назва, марка	Кіль-кість м	Маса оди-ниці, кг	При мітка
1	2	3	4	5	6
1.	ДСТУ Б В.2.5-57:2011	Труби керамічні $d_p = 200$ мм	1200	37,4	

Таблиця 8

**Умовні позначення**

Назва зображення	Умовне зображення
1. Побутова каналізація самопливна	_____ К1 _____
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:

К1 – побутова мережа

К3 – виробнича мережа

К2 – дощова мережа

К13 – виробничо-побутова мережа



### 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 <sup>3</sup> /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.

Профілі самопливних та напірних мереж викреслюють на аркуші А2 міліметрового паперу. Масштаби: вертикальний 1:100, горизонтальний 1:5000. Форма таблиці профілю виконується відповідно до ДБН А.2.2-3-2012. На профілі вказуються глибина колодязя, бокові підключення з діаметром та відміткою лотка, а також характеристики трубопроводу: витрата стічних вод, діаметр, швидкість, наповнення розрахункової ділянки.

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

- відмітка лотка або низу труби;
- проектна відмітка землі;
- натурна відмітка землі;
- відмітка рівня води;
- позначення труби, тип ізоляції;

та 4 рядки висотою 10 мм, у яких вказуються:

- основа;



- відстань;
- план траси.

Відмітки вказуються для вузлів початку і кінця кожної ділянки. Позначення труби включає матеріал, ДСТУ, марку, діаметр труби. Основу під трубопроводи вибирають, керуючись рекомендаціями [7]. При виборі матеріалу труб, типу основи можна користуватись методичними вказівками 056-121. Похил труби вказується над діагональною рисою, яка має напрямок похилу трубопроводу, під рисою вказується довжина 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 вказуються 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.

Зразок оформлення профілю наведений у МВ 01-04-37.

### *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. Калицун 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/. Мацнєва 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	8
1.3. Розробка та опис схеми виробничо-побутової мережі міста	8
1.4. Визначення розрахункових і контрольних витрат стічних вод на ділянках трубопроводів вуличної мережі	11
1.5. Визначення початкового заглиблення самопливної вуличної мережі	14
1.6. Гідравлічний розрахунок і висотна ув'язка труб у колодязях виробничо-побутової мережі	15
2. Проектування дощової мережі	18
2.1. Розробка і описання схеми дощової мережі	18
2.2. Вихідні дані для проектування дощової мережі	19
2.3. Визначення розрахункових площ водозбору	20
2.4. Гідравлічний розрахунок та висотна ув'язка дощової мережі	21
3. Проектування напірних водогонів	24
4. Методичні поради до роботи над графічною частиною проекту	26
Література.	29
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 підприємств для зміни $t = 8$ год., %	
	1,4	1,6			гарячі цехи	холодні цехи
0-1	2,95	2,45	0,2	Рівномірно протягом часу роботи	12,5	12,5
1-2	2,95	2,45	0,2		7,0	4,65
2-3	2,95	2,45	0,2		7,0	4,7
3-4	2,95	2,45	0,2		12,5	12,5
4-5	2,95	2,45	0,2		31,25	37,5
5-6	3,5	3,65	0,3		7,0	4,7
6-7	5,15	5,45	1,0		7,1	4,7
7-8	5,15	5,3	10,0		15,65	18,75
8-9	5,6	6,7	7,0			
9-10	5,6	6,7	3,0			
10-11	5,6	6,7	5,0			
11-12	4,4	4,3	6,0			
12-13	3,6	3,45	12,0			
13-14	5,15	5,05	9,0			
14-15	5,15	5,55	5,0			
15-16	5,15	5,55	3,0			
16-17	5,15	5,1	2,0			
17-18	5,1	5,1	10,0			
18-19	4,5	3,8	9,0			
19-20	4,1	3,85	6,0			
20-21	3,4	3,85	5,0			
21-22	3,05	2,75	3,0			
22-23	2,95	2,45	2,0			
23-24	2,95	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 $P=1$	$m_r$	$\beta$	$m_d$
	>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