

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет водного господарства та  
природокористування

Навчально-науковий інститут будівництва та архітектури  
Кафедра теплогазопостачання, вентиляції та санітарної техніки

**03-02-453М**

### **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до практичних занять, курсового проекту та самостійної роботи  
з навчальної дисципліни «Санітарно-технічне обладнання  
будівель і споруд з курсовим проектом» для здобувачів вищої  
освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною  
програмою «Будівництво та цивільна інженерія» спеціальності  
192 «Будівництво та цивільна інженерія» (блок  
«Теплогазопостачання та вентиляція») усіх форм навчання

Рекомендовано  
науково-методичною радою  
з якості ННІБА  
Протокол № 5 від 11.02.2025 р.

Рівне – 2025

Методичні вказівки до практичних занять, курсового проекту та самостійної роботи з навчальної дисципліни «Санітарно-технічне обладнання будівель і споруд з курсовим проектом» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Будівництво та цивільна інженерія» спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» (блок «Теплогазопостачання та вентиляція») усіх форм навчання. [Електронне видання] / Кравченко Н. В. - Рівне : НУВГП, 2025. – 35 с.

Укладач: Кравченко Н. В., канд. техн. наук, доцент кафедри теплогазопостачання, вентиляції та санітарної техніки.

Відповідальний за випуск: Кізеєв М. Д., канд. техн. наук, доцент, завідувач кафедри теплогазопостачання, вентиляції та санітарної техніки.

Керівник групи забезпечення спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»: Караван В. В., канд. техн. наук, доцент кафедри промислового, цивільного будівництва та інженерних споруд.

Попередня версія МВ – 03-02-371

© Н. В. Кравченко, 2025

© НУВГП, 2025

## Зміст

Передмова .....	4
Перелік рекомендованої літератури .....	4
Практична робота № 1. Визначення розрахункових витрат для житлового будинку і окремої квартири .....	5
Практична робота № 2. Визначення розрахункових витрат води на виробничі, протипожежні та господарсько-питні потреби на підприємствах .....	6
Практична робота № 3. Трасування внутрішніх водопровідних мереж. Побудова схеми холодного водопостачання .....	8
Практична робота № 4. Гідравлічний розрахунок внутрішнього водопроводу .....	10
Практична робота № 5. Побудова схеми гарячого водопостачання .....	14
Практична робота № 6. Гідравлічний розрахунок систем гарячого водопостачання .....	15
Практична робота № 7. Розрахунок нагрівачів води. Підбір циркуляційних насосів .....	20
Практична робота № 8. Розрахунок систем протипожежного водопостачання .....	21
Практична робота № 9. Проектування та розрахунок внутрішньої каналізації житлового будинку .....	22
Практична робота № 10. Проектування та розрахунок внутрішніх водостоків .....	24
Рекомендації щодо виконання курсового проєкту з водопостачання житлового будинку .....	25
Додатки .....	28

## Передмова

Метою викладання навчальної дисципліни "Санітарно-технічне обладнання будівель і споруд з курсовим проєктом" є формування у майбутніх фахівців умінь і знань основ проєктування, будівництва та експлуатації внутрішніх систем водопостачання і водовідведення житлових, громадських та промислових об'єктів.

Навчальна дисципліна "Санітарно-технічне обладнання будівель і споруд з курсовим проєктом" складається з трьох основних розділів: "Внутрішнє водопостачання", "Внутрішнє водовідведення" та "Санітарно-технічне обладнання будівель і споруд спеціального призначення".

У методичних вказівках наведені завдання та рекомендації щодо виконання практичних завдань, самостійної роботи та курсового проєкту, перелік рекомендованої навчально-методичної літератури.

### Перелік рекомендованої літератури

1. ДБН В.2.5-64:2012. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина I. Проєктування. Ч. II. Будівництво (зі змінами). [Чинний від 2013-03-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2013.
2. Кравченко В.С., Саблій Л.А., Зінич П.Л. Санітарно-технічне обладнання будинків : гпдручник. К. : Кондор, 2009. 458 с.
3. Кравченко В. С., Проценко С. Б., Кравченко Н. В. Розрахунок систем інженерного обладнання будівель : навчальний посібник. 2-е видання, випр. і доп. Рівне : НУВГП, 2016. 495 с.
4. Кравченко В. С. Водопостачання та каналізація : підручник. Київ : Кондор. 2009. 288 с.
5. ДСТУ Б А.2.4-1:2009. Умовні графічні зображення та умовні позначки трубопроводів та їх елементів. [Чинний від 2010-01-01]. Мінрегіон України, 2009.
6. ДСТУ Б А.2.4-32:2008 Система проєктної документації для будівництва. Водопровід і каналізація. Робочі креслення. [Чинний від 2010-01-01]. Мінрегіон України, 2009.
7. ДБН В.2.5-56:2014. Системи протипожежного захисту (зі зміною №1) [Чинний від 2015-07-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2015.

## Практична робота № 1. Визначення розрахункових витрат води для житлового будинку і окремої квартири

Для гідравлічного розрахунку водопроводів і визначення їх параметрів використовують такі розрахункові витрати холодної та гарячої води [1, п. 5.1]: середні (за рік) добові витрати води, м<sup>3</sup>/добу; максимальні добові витрати, м<sup>3</sup>/добу; максимальні годинні витрати, м<sup>3</sup>/год; мінімальні годинні витрати, м<sup>3</sup>/год; максимальні секундні витрати, л/с.

Розрахункові витрати питної води (загальної, холодної та гарячої в режимі водорозбору) для житлових будинків визначають залежно від кількості споживачів води згідно з [1, п. 5.2] за таблицями А.6-А.9 [1].

Розрахункові середні добові витрати, м<sup>3</sup>/добу, для різних споживачів приймають відповідно до таблиць А1 і А2 додатка А [1]: загальна  $Q_T^{tot}$ , гаряча  $Q_T^h$ , холодна  $Q_T^c$ .

Максимальні добові витрати води (загальна  $Q_{max}^{tot}$ , гаряча  $Q_{max}^h$ , холодна  $Q_{max}^c$ ) визначають за формулою:

$$Q_{max} = Q_T \cdot k_d, \text{ м}^3/\text{добу}, \quad (1)$$

де  $k_d$  - коефіцієнт максимальної добової нерівномірності; приймають залежно від кількості приладів (N) або споживачів (U) та середніх годинних витрат води ( $q_T$ ) за табл. А.4 додатка А [1].

Середні годинні витрати води (загальна  $q_{max}^{tot}$ , гаряча  $q_{max}^h$ , холодна  $q_{max}^c$ ) визначають за формулою:

$$q_T = Q_T / T, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (2)$$

де T – тривалість подачі води протягом доби, год. За цілодобової подачі води T = 24 години.

Максимальні годинні (загальна  $q_{hr}^{tot}$ , гаряча  $q_{hr}^h$ , холодна  $q_{hr}^c$ ), м<sup>3</sup>/год, та секундні (загальна  $q^{tot}$ , гаряча  $q^h$ , холодна  $q^c$ ) витрати, л/с, води визначають відповідно до таблиць А.5-А.9 додатка А [1].

Розрахункові мінімальні годинні витрати води (загальна  $q_{hr\ min}^{tot}$ , гаряча  $q_{hr\ min}^h$ , холодна  $q_{hr\ min}^c$ ), м<sup>3</sup>/год, визначають за формулою:

$$Q_{hr\ min} = Q_T \cdot k_{min}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (3)$$

де  $k_{min}$  - приймають згідно з [1, т.1] залежно від величини  $k_{max}$ .

Витрати води в житловому будинку можна визначати за розрахунковими програмами.

Методика і приклад визначення розрахункових витрат води для житлового будинку (квартири) наведені в презентації «ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1. Визначення розрахункових витрат води для житлового будинку і окремої квартири», яка розміщена на платформі Moodle <https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=1845> та в [3, п. 1.3, ст. 19-33].

## **Практична робота № 2. Визначення розрахункових витрат води на виробничі, протипожежні та господарсько-питні потреби на підприємствах**

Питомі витрати води на промислові потреби підприємств залежать від типу продукції, яку випускають, прийнятої технології та встановленого обладнання. Ці витрати визначають за технологічним паспортом підприємства. Для орієнтовних підрахунків витрат води на підприємствах використовують норми споживання води на одиницю продукції. Укрупнені питомі показники витрат води у промисловості наведені в спеціальній літературі.

Розрахункові витрати води для промислових підприємств на виробничі (технологічні) потреби за відсутності технологічних графіків водоспоживання вираховують за формулами:

- середньодобові:

$$Q_{доб} = P_{доб} \cdot q_w, \text{ м}^3/\text{добу}, \quad (4)$$

- за зміну:

$$Q_{зм} = P_{зм} \cdot q_w, \text{ м}^3/\text{зміну}, \quad (5)$$

- середньогодинні за зміну:

$$q_{hr,max,3M} = (P_{3M} \cdot q_w) / T_{3M}, \text{ м}^3/\text{Год}, \quad (6)$$

- максимальногодинні за зміну:

$$q_{hr,3M} = (P_{3M} \cdot q_w \cdot K_H) / T_{3M}, \text{ м}^3/\text{Год}, \quad (7)$$

- максимальнорозсекундні:

$$q = q_{hr,max} / 3,6, \text{ л/с}, \quad (8)$$

де  $P_{доб}$  – кількість продукції, що випускається за добу;

$P_{3M}$  – те ж за зміну;

$q_w$  – норма водоспоживання на одиницю продукції,  $\text{м}^3$ ;

$T_{3M}$  – тривалість зміни, год;

$K_H$  – коефіцієнт нерівномірності водоспоживання на виробничі потреби.

Крім виробничих, на промислових підприємствах потрібно враховувати витрати води на душ та господарсько-питні потреби робітників (табл. 1). На господарсько-питні потреби розподілення добових та змінних витрат води виконують за коефіцієнтом погодинної нерівномірності, значення якого приймають в цехах із тепловиділенням більше ніж  $85 \text{ кДж на } 1 \text{ м}^3/\text{год}$  (“гарячих”):  $K_{hr} = 2,5$ ; в звичайних –  $K_{hr} = 3$ .

Таблиця 1

### Розрахункові витрати води на господарсько-питні потреби

Споживачі	Одиниця виміру	Розрахункові витрати води, л/ на одиницю виміру		Підвищувальний коефіцієнт для II кліматичного району	Тривалість водорозбору, год
		загальна	у т.ч. гарячої		
Виробничі цехи - звичайні;	1 працівник у зміну	25	11	1,15	8
- з тепловиділенням більше ніж $85 \text{ кДж на } 1 \text{ м}^3/\text{год}$	»	45	24	1,0	6
Душові в побутових приміщеннях промислових підприємств	1 душова сітка у зміну	500	270	1,1	-

На підприємствах витрати води на душ припадають на наступну годину після кожної зміни. Розрахункові витрати води на душ на одного працівника за добу приймають залежно від групи виробничого процесу за санітарною характеристикою (табл. 2).

Розрахункові питомі секундні витрати води на душ у групових установках зі змішувачами приймають рівними 0,2 л/с на одну душову сітку. Загальні секундні витрати води на душ у групових установках зі змішувачами визначають із розрахунку, що працюють одночасно всі установки.

Таблиця 2

**Розрахункові витрати води на душ на одного працівника за добу**

Група виробничого процесу за санітарною характеристикою*	Витрати води на душ, л	
	чоловік	жінок
Іб	25	31,25
Ів, Іа, ІVa ,	53,6	62,5
Ів, Ід, ІІб, ІVб	75	93,75
Іб, Іг, ІІв, ІІа, ІІг	125	125

\*І група – виробничі процеси, які здійснюють у приміщеннях, де надлишки тепла незначні і відсутнє значне виділення вологи, пилу та особливо забруднювальних речовин.

ІІ група - виробничі процеси, які здійснюють при значних надлишках явного тепла; при несприятливих метеорологічних умовах; при значних виділеннях вологи, пилу та особливо забруднювальних речовин (крім шкідливих).

ІІІ група - виробничі процеси з різко виявленими факторами шкідливості.

ІV група - виробничі процеси, які потребують особливого режиму роботи для забезпечення якості продукції (переробка харчових продуктів, виробництво стерильних матеріалів, виробництво продукції, яка вимагає особливої чистоти).

Методика і приклад визначення розрахункових витрат води для підприємств наведені в презентації «ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2. Визначення розрахункових витрат води», яка розміщена на платформі Moodle <https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=1845> та в [3, п. 1.2, ст. 14-18].

**Практична робота № 3. Трасування внутрішніх водопровідних мереж. Побудова схеми холодного водопостачання**

При виконанні трасування внутрішніх водопровідних мереж слід пам'ятати, що правильний вибір місць прокладання та монтажне положення мереж впливає на архітектурне оформлення приміщення, знижує вартість влаштування системи водопостачання і полегшує її експлуатацію.

При проектуванні внутрішніх мереж водопроводу спочатку



виконують трасування мережі на планах поверхів та підвалу. При цьому на плані поверху позначають місця прокладання стояків і підведень до приладів.

Водорозбірні стояки холодної і гарячої води в житлових будівлях, до яких приєднують санітарно-технічні прилади, а також вузли обліку, фільтри та запірно-регулювальну арматуру, необхідно розташовувати поза межами житлових квартир, у комунікаційних шахтах із влаштуванням на кожному поверсі дверей (люків), які відкриваються, і розміри яких повинні бути достатніми для обслуговування та проведення необхідних експлуатаційних робіт [1, п. 10.8].

Запроектовані стояки переносять на план підвалу і проектують там місця розташування водомірного вузла, магістральних труб і поливальних кранів. Після трасування водопровідної мережі викреслюють її схему, яка дає повне уявлення про систему і є основою для гідравлічного розрахунку. Схему викреслюють з урахуванням того, що:

- ◆ лінії трубопроводів, орієнтовані на планах по осі абсцис, викреслюють горизонтально;
- ◆ вертикально розміщені на планах лінії трубопроводів викреслюють з кутом нахилу  $45^{\circ}$  проти годинникової стрілки без спотворень;
- ◆ стояки і вертикальні ділянки підведень до водорозбірної арматури викреслюють вертикальними лініями.

Схему внутрішнього водопроводу викреслюють в масштабі планів поверху з позначенням усіх трубопроводів, приладів, запірної та регулювальної арматури, водорозбірних кранів. Ці елементи показують прийнятими умовними позначеннями. Для чіткості читання схеми дозволено показувати приєднання санітарно-технічних приладів до стояка лише на останньому поверсі, на решті поверхів – тільки фасонні частини для приєднання трубопроводів.

Для подальших розрахунків на виконаній схемі вибирають розрахунковий напрямок (від вводу до найвіддаленішого і найвище розташованого водорозбірного пристрою – диктуючого) і розбивають його на розрахункові ділянки. На схемі проставляють номери розрахункових точок (1, 2, 3...) і довжини розрахункових ділянок. Ділянки нумерують за вузловими точками (1-2, 2-3...).

Нумерацію точок слід проводити, починаючи від найвіддаленішої і найвищої точки водорозбору, йдучи проти руху води до вodomірного вузла. Діаметри труб на ділянках проставляють після розрахунку. Крім того, на схемі повинні бути проставлені позначки поверхні землі біля будинку, підлоги підвалу, вводу, вodomірного вузла, магістралі, чистої підлоги поверхів, найвищого і найвіддаленішого від вводу водорозбірного крана, прийнятого в розрахунок, під'єднань до стояків. Якщо у водопроводі, який проектуєть, є насоси, то вказують позначку осі насоса.

Методика та приклад трасування і побудови схеми холодного водопостачання наведені в презентації «ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3. Трасування внутрішніх водопровідних мереж. Побудова схеми холодного водопостачання», яка розміщена на платформі Moodle <https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=1845> та в [3, п. 4.3, ст. 136-143, 154-156, 158-160].

#### **Практична робота № 4. Гідравлічний розрахунок внутрішнього водопроводу**

Гідравлічний розрахунок трубопроводів систем холодного водопостачання виконують за максимальними секундними витратами води [1]. Розрахунку підлягає ділянка трубопроводу від диктуючого приладу до вводу, розбита на схемі водопостачання на розрахункові ділянки. Метою розрахунку є визначення на кожній з цих ділянок діаметрів труб, потрібних для пропускання ними витрат води за допустимих швидкостей руху, та загальних втрат напору при переміщенні води цими ділянками.

При розрахунку мереж потрібно забезпечити необхідний тиск води у приладах, які розташовані найвище і найдалше від вводу [1, п. 11.3]. Діаметри труб внутрішніх водопровідних мереж потрібно визначати за умови найбільшого використання гарантованого тиску води в зовнішній водопровідній мережі [1, п. 11.5].

Швидкість руху води в трубопроводах внутрішніх мереж повинна бути не більше за [1, п. 11.6]: для металевих труб – 1,5 м/с; для мідних труб – 3,0 м/с; для труб з полімерних матеріалів – 2,5 м/с; при пожежогасінні – 3,0 м/с.

Залежно від витрат води на ділянці та швидкості руху на них вибирають діаметр труби, фактичну швидкість руху води та

одиничні втрати напору на тертя (додатки 7-9).

Загальні втрати напору на кожній ділянці визначають за формулою:

$$H = i \cdot L \cdot (1 + k_L), \text{ м}, \quad (9)$$

де  $i$  – одиничні втрати напору на тертя;

$L$  – довжина розрахункової ділянки, м;

$k_L$  – коефіцієнт, який враховує втрати напору у місцевих опорах мережі (для систем питних водопроводів житлових і громадських будинків  $k_L = 0,3$ ).

Гідравлічний розрахунок виконують в табличній формі (табл. 3). В графу 1 заносять номери ділянок від диктуючого приладу до точки приєднання до зовнішньої мережі. На схемі визначають відповідні довжини ділянок і заносять їх значення в табл. 3.

Таблиця 3

**Гідравлічний розрахунок внутрішньої водопровідної мережі**

Розрахункова ділянка	Кількість жителів, U	Розрахункові витрати, $q^c$ , л/с	Діаметр труби, мм	Швидкість руху, м/с	Довжина ділянки, м	Втрати напору, м	
						1000і	на ділянці
1	2	3	4	5	6	7	8
1-2							
2-3							
....							
ввід							

Підбір лічильників води (засобів обліку води). Лічильники води слід встановлювати на вводах трубопроводів холодного і гарячого водопроводу в кожен будівлю (споруду), у кожен квартиру житлових будинків і на відгалуженнях трубопроводів в будь-які нежитлові приміщення, вбудовані або прибудовані до житлових, виробничих або громадських будівель. Підбирати лічильники води потрібно відповідно до вимог [1].

Діаметр умовного проходу лічильника води вибирають, виходячи із середньогодинних витрат води за період водоспоживання (добу, зміну), які не повинні перевищувати експлуатаційні (табл. 4). Діаметр лічильника може бути таким же, як

діаметр труби, на який його встановлюють, або на діаметр менше.

Середні годинні витрати води в житлових будинках (загальна  $q_{hr,mid}^{tot}$ , гаряча  $q_{hr,mid}^h$ , холодна  $q_{hr,mid}^c$ ) визначають за формулою,  $m^3/год$ :

$$q_{hr,mid} = U \cdot q_0 / (24 \cdot 1000), \quad (10)$$

де  $U$  – кількість споживачів;

$q_0$  - розрахункові (питомі середні за рік) добові витрати води в житлових будинках, л/добу на одного мешканця (додаток 1);

$24$  – тривалість подачі води протягом доби, години.

Вибраний лічильник води перевіряють на:

- а) пропуск максимальних розрахункових секундних витрат води на господарсько-питні, виробничі та інші потреби; при цьому витрати напору в крильчастих лічильниках вод не повинні перевищувати 2,5 м, в турбінних – 1 м;
- б) пропуск максимальних розрахункових секундних витрат води на внутрішнє пожежогасіння, при якому втрати тиску у лічильнику води не повинні перевищувати 10 м.

Втрати тиску в лічильниках води визначають при розрахункових секундних витратах води згідно з технічною документацією на лічильники або за формулою, м:

$$h_{вод} = S \cdot q^2, \quad (11)$$

де  $S$  - гідравлічна характеристика лічильника води,  $m/(л/с)^2$ .

Таблиця 4

**Технічні характеристики крильчастих лічильників води**

Діаметр умовного проходу лічильника, мм	Витрати води, $m^3/год$			Поріг чутливості, $m^3/год$	Максимальний об'єм води за добу, $m^3$	Гідравлічна характеристика, $m/(л/с)^2$
	мінімальні	експлуатаційні	максимальні			
<i>Крильчасті лічильники води ВСКМ (ГОСТ 6019-83)</i>						
15	0,03	1,2	3	0,015	45	14,5
20	0,05	2	5	0,025	70	5,18
25	0,07	2,8	7	0,035	100	2,64
32	0,1	4	10	0,05	140	1,30
40	0,16	6,4	16	0,08	230	0,50
50	0,3	12	30	0,15	450	0,143

Якщо втрати напору в крильчастому або турбінному лічильнику води виявляться меншими за 25 % допустимих значень, необхідно перевірити можливість встановлення лічильника води меншого калібру.

Загальний потрібний напір для водопостачання будинку визначають за формулою:

$$H_{\text{потр}} = H_{\text{geom}} + 1,5(h_{\text{вод}} + h_{\text{вод}}^{\text{кв}}) + \Sigma H + H_{\text{роб}}, \text{ м}, \quad (12)$$

де  $H_{\text{geom}}$  - геометрична висота підйому води, яка визначають як різницю відміток дикуючого приладу і труб зовнішньої мережі водопроводу в точці підключення, м;

$h_{\text{вод}}$  - втрати напору у загальному лічильнику води, м;

$h_{\text{вод}}^{\text{кв}}$  - втрати напору у квартирному лічильнику, м;

$\Sigma H$  – сумарна втрата напору, м (графа 8 табл. 3);

$H_{\text{роб}}$  - робочий напір перед водорозбірним пристроєм, необхідний для забезпечення його нормальної роботи, м.

Обчислене значення потрібного напору  $H_{\text{потр}}$  необхідно порівняти із значенням гарантованого напору  $H_{\text{гар}}$ . Якщо:

- $H_{\text{гар}} - H_{\text{потр}} = 0,5-1,0$  м – результати розрахунків задовільні;
- $H_{\text{гар}} - H_{\text{потр}} > 1,0$  м – необхідно зменшити діаметри деяких ділянок мережі;
- $H_{\text{потр}} - H_{\text{гар}} > 0,5$  м – слід перевірити можливість збільшення діаметрів найнавантажениших ділянок мережі з метою зменшення потрібного напору, щоб виконувалась умова  $H_{\text{потр}} \leq H_{\text{гар}}$ . Якщо це не можливо, то слід запроектувати підвищувальну установку.

Методика і приклад гідравлічного розрахунку внутрішнього водопроводу та підбору підвищувальної установки наведені в презентації «ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4. Гідравлічний розрахунок внутрішнього водопроводу», яка розміщена на платформі Moodle <https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=1845> та в [3, п. 4.3, ст. 144-154, 156-158, 161-162].

## **Практична робота № 5. Побудова схеми гарячого водопостачання**

В житлових будинках при влаштуванні централізованого гарячого водопостачання можливі варанти з приготуванням гарячої води в межах будинку або поза межами житлового будинку. При приготуванні гарячої води в тепловому пункті через ввід надходять загальні витрати води, а у підвальному приміщенні трубопровід розгалужується на дві лінії: системи гарячого і холодного водопроводу. Одна лінія (холодний водопровід) надходить безпосередньо до споживача, друга (гарячий водопровід) – надходить у водонагрівач, звідки після підігрівання до заданої температури надходить до споживача.

На відгалуженні від холодного водопроводу до водонагрівача встановлюють лічильник води. Гаряча вода з водонагрівача надходить у магістральний трубопровід, який подає воду до водорозбірних вузлів. Магістраль проєктують під стелею підвалу паралельно внутрішнім стінам, над трубопроводом холодної води з уклоном 0,002 в сторону нагрівачів води. З магістралі вода надходить до секційних вузлів, які складаються з водорозбірних і циркуляційних стояків, підведень до санітарно-технічної арматури і приладів. Стояки прокладають у шахтах поруч зі стояками холодної води. На відгалуженні від стояка в квартиру передбачають запірний вентиль, фільтр і лічильник гарячої води.

Рекомендовано [1] проєктувати системи гарячого водопостачання житлових будинків у вигляді секційних вузлів з перемичками на горищі та циркуляційним трубопроводом. Всі трубопроводи гарячої води, крім підведень у квартирах, повинні бути теплоізовані. Водопровідну мережу будинку проєктують зі сталевих водогазопровідних оцинкованих, пластмасових або металопластикових труб. Запірну арматуру в системі гарячого водопостачання встановлюють: на відгалуженнях до секційних вузлів і на відгалуженнях від стояків у кожному квартиру, в основі водорозбірних та циркуляційних стояків. Для випуску повітря у верхніх точках трубопроводів системи гарячого водопостачання влаштовують випускні пристрої. Зворотні клапани в системах гарячого водопостачання встановлюють на трубопроводах, які подають холодну воду до нагрівача води, а також на циркуляційному

трубопроводі перед його приєднанням до нагрівача води. За прийнятими проектними рішеннями будують схему гарячого водопостачання будинку.

Методика і приклад побудови схеми гарячого водопостачання наведені в презентації «ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5. Проектування та гідравлічний розрахунок систем гарячого водопостачання», яка розміщена на платформі Moodle <https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=1845> та в [3, п. 4.4, ст. 162-168, 180-183].

### **Практична робота № 6. Гідравлічний розрахунок систем гарячого водопостачання**

Розрахункові витрати гарячої води визначають за [1, дод. А, табл. А.8-А.9]. Витрати гарячої води для окремих стояків циркуляційного вузла враховують із коефіцієнтом 0,7 [1]. За витратами води на кожній ділянці секційних вузлів з таблиць для гідравлічного розрахунку вибирають діаметр труб, швидкість руху води в трубах і питомі витрати напору на тертя (табл. 5). Діаметри трубопроводів вибирають за швидкістю руху води, приймаючи її за рекомендаціями [1, п. 12.2].

Загальні втрати напору на ділянці визначають за формулою (12), з врахуванням, що значення коефіцієнту  $k_L$  приймають: для трубопроводів подачі води і циркуляційних розподільних трубопроводів  $k_L = 0,2$ ; для трубопроводів в межах теплових пунктів  $k_L = 0,5$ ; для водорозбірних і циркуляційних стояків  $k_L = 0,1$ .

Гідравлічний розрахунок внутрішньої мережі гарячого водопостачання проводять в табличній формі (табл. 5).

Для визначення величини циркуляційної витрати знаходять тепловтрати ділянок трубопроводів (табл. 6). Втрати тепла і-ою ділянкою трубопроводу визначають за формулою, Вт:

$$Q_{ht,i} = W_i \cdot l_i, \quad (13)$$

де  $W_i$  – питомі втрати тепла, Вт на 1 п.м.;

$l_i$  – довжина ділянки трубопроводу, м.

Таблиця 5

**Гідрравлічний розрахунок секційних вузлів в режимі розбору води**

№№ ділянок	U (N <sup>h</sup> )	q <sup>h</sup> , л/с	d, мм	v, м/с	L, м	Втрати напору		
						питомі i, м/м	k <sub>1</sub>	загальні H <sub>tot</sub> = i · L (1 + k <sub>1</sub> ), м
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Секційний вузол №...(квартирні під'єднання)								
...								
S								
Секційний вузол №...(стояки)								
Ст.ТЗ-№...								
...								
...								
S								
Секційний вузол №...(магістральні трубопроводи)								
...								
...								
Розрахунок наступного секційного вузла аналогічний розрахунку попереднього								

Значення тепловтрат заокруглюють до 10 Вт. Втрати тепла приймають: для вертикальних ділянок 7 Вт/м, для горизонтальних – 11 Вт/м [1, п. 5.3].

Таблиця 6

**Розрахунок втрат тепла секційними вузлами**

№ ділянки	Діаметр трубопроводу, d, мм	Довжина ділянки, L <sub>i</sub> , м	Питомі втрати тепла W <sub>i</sub> , Вт/м	Тепловтрати Q <sub>ht,i</sub> , Вт
1	2	3	4	5
Секційний вузол 1				
Ст.ТЗ-№...				
...				
...				
...				
Ст.Т4-1				
Подавальна магістраль				
...				
Циркуляційна магістраль				
...				
				SQ <sub>uz</sub>
Наступний секційний вузол розраховують аналогічно.				



Розрахункову витрату циркуляційної води в системі визначають за формулою, л/с:

$$v_{cw} = \sum Q_{ht} / (\rho \cdot c \cdot \Delta t_w), \quad (14)$$

де  $Q_{ht}$  – теплові втрати подавальних трубопроводів гарячої води (втрати тепла у секційному вузлі), кВт;

$\rho$  – густина води, кг/л;

$c$  – питома теплоємність води, кДж/(кг·°С);

$t_w = 5^\circ\text{C}$  – розрахункове зниження температури гарячої води від вузла підігрівання до точки водорозбору [1, п. 6.2].

Також визначають загальну розрахункову витрату циркуляційної води, л/с:

$$v_{cw} = (V_p \cdot u) / 3,6, \quad (15)$$

де  $V_p$  – об'єм води в подавальних та циркуляційних трубопроводах, м<sup>3</sup>;

$u$  – рівень циркуляції, який практично означає необхідну кратність обміну води в системі за розрахункових умов; рекомендується 3-5 л/год (дм<sup>3</sup>/год).

Для подальших розрахунків приймають більше із одержаних значень за формулами (14) і (15).

Приймають, що циркуляційна витрата розподіляється рівномірно стоякам, що складають секційний вузол, тому циркуляційна витрата через один стояк становить  $q_{st}^{cir1} = V_{cw}^{cir1} / n$ , л/с, де  $n$  – кількість стояків, об'єднаних в один секційний вузол.

Гідралічний розрахунок секційного вузла в режимі циркуляції проводять в табличній формі (табл. 7).

Після визначення втрат напору на окремих ділянках знаходять втрати тиску в режимі циркуляції за кожним напрямком руху води через кожен стояк в секційному вузлі:

- напрямком через стояк ТЗ-№ $i$ :  $H_{ст. ТЗ-№i} = \dots$ ;

- напрямком через стояк ТЗ-№ $i+n_i$ :  $H_{ст. ТЗ-№i+n_i} = \dots$

- .....

Таблиця 7

**Гідравлічний розрахунок секційних вузлів в режимі циркуляції**

№ ділянки	Діаметр, d, мм	Довжина ділянки, L, м	Циркуляційна витрата на ділянці, $q^{cir}$ , л/с	Втрати напору		
				питомі i, мм/м	$k_L$	$H_i$ , мм
1	2	3	4	5	6	7
Секційний вузол 1						
Ст.Т3-№						
...						
...						
...						
Ст.Т4-1						
Подавальна магістраль						
...						
Циркуляційна магістраль						
....						
Наступний секційний вузол розраховують аналогічно.						

Втрати тиску в системі трубопроводів секційного вузла в режимі циркуляції знаходять як середнє арифметичне втрат тиску за кожним з напрямків руху води:

$$H_{uz}^{cir1} = \sum H_i / n . \quad (16)$$

Допустиме неув'язування між секційними вузлами в режимі циркуляції становить 15 %.

Найпростішим способом зменшити неув'язування втрат тиску в циркуляційних кільцях є зміна діаметрів трубопроводів. Але, через обмеженість сортаменту труб, досягти вказаної похибки неув'язування не завжди вдається. Для остаточного ув'язування слід використовувати балансувальну арматуру.

Знаходять втрати тиску в режимі водорозбору за кожним напрямком руху води в секційному вузлі :

- напрямком через стояк Т3-№:  $H_{ст. Т3-№} = \dots$ ;
- напрямком через стояк Т3-№+n<sub>i</sub>:  $H_{ст. Т3-№ ni} = \dots$
- .....

Втрати тиску в секційному вузлі в режимі водорозбору

визначають за формулою, м:

$$H = f \cdot \sum(i \cdot L \cdot (1+k_i)) / n, \quad (17)$$

де  $f$  – коефіцієнт, який враховує характер водорозбору в системі, для питного водопроводу становить 0,5 [1, п. 11.8].

Далі розраховують трубопровід, що подає воду від нагрівача води до секційного вузла, а також циркуляційний трубопровід від секційного вузла до нагрівача води.

Результати всіх розрахунків зводять в табл.8.

Таблиця 8

**Основні результати розрахунку секційних вузлів**

Назва показника	Одиниці вимірювання	Кількісне значення
1	2	3
Секційний вузол 1		
Кількість поверхів у будинку	шт.	
Кількість квартир у секційному вузлі	шт.	
Число стояків, об'єднаних у вузол	шт.	
Розрахункові витрати:		
- в режимі водорозбору	л/с	
- в режимі циркуляції	л/с	
Тепловтрати:		
- в трубопроводах	Вт	
- в трубопроводі від нагрівача води до секційного вузла	Вт	
- в циркуляційному трубопроводі від секційного вузла до нагрівача води	Вт	
Втрати тиску:		
- в квартирному підведенні	м	
- в режимі водорозбору	м	
- в режимі циркуляції	м	
- в трубопроводі від нагрівача води до секційного вузла	м	
- в циркуляційному трубопроводі від секційного вузла до нагрівача води	м	
Робочий тиск диктуючого приладу	м	

Потрібний напір в системі гарячого водопостачання визначають за формулою, м:

$$H_{\text{потр}} = h_{\Gamma} + h_{\text{вв}} + 1,5\sum h_{\text{вл}} + h_{\text{вн}} + \sum H + h_{\text{роб}}, \quad (18)$$

де  $h_{\Gamma}$  - геометрична висота піднімання води - різниця відміток диктуючого пристрою і трубопроводу вводу перед будинком, м;

$h_{\text{вв}}$  - втрати напору на вводі, якщо вони не враховані при визначенні величини  $\sum H$ , м;

$1,5\sum h_{\text{вл}}$  - втрати напору у лічильниках води на розрахунковому напрямку, які встановлені на вводі водопроводу, на відгалуженні до нагрівача води і на квартирному підведенні, м;

$h_{\text{вн}}$  - втрати напору у нагрівачі води, м;

$\sum H$  - втрати напору по довжині і в місцевих опорах в подавальних трубопроводах розрахункового напрямку: від нагрівача води до диктуючого пристрою;

$h_{\text{роб}}$  - робочий напір перед водорозбірним пристроєм, необхідний для забезпечення його нормальної роботи, м.

Методика і приклад гідравлічного розрахунку систем гарячого водопостачання наведені в презентації «ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5. Проектування та гідравлічний розрахунок систем гарячого водопостачання», яка розміщена на платформі Moodle <https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=1845> та в [3, п. 4.4, ст. 168-174, 183-192].

### **Практична робота № 7. Розрахунок нагрівачів води. Підбір циркуляційних насосів**

Для приготування гарячої води використовують швидкісні (проточні) та ємнісні нагрівачі води.

Можливість природної циркуляції гарячої води визначають за формулою, мм:

$$H_{\text{cir}} = 0,25(h + 0,03 \cdot l) \cdot \Delta t > (\sum H_{\text{п}} + \sum H_{\text{ц}})^{\text{cir}}, \quad (19)$$

де  $h$  – різниця відміток диктуючого пристрою і середини нагрівача води, м;

$l$  – горизонтальна відстань від нагрівача води до найвіддаленішого

водорозбірного стояка, м;

$\Delta t$  – різниця температур в подавальних трубопроводах системи від нагрівача води до диктуючого пристрою, °C;

$\sum H_n$  – сума втрат напору по довжині і в місцевих опорах в подавальних трубопроводах великого циркуляційного кільця в режимі циркуляції води, мм;

$\sum H_c$  – те ж, в циркуляційних трубопроводах, мм.

Якщо  $H^{cir} < (\sum H_n + \sum H_c)^{cir}$ , належить проєктувати насосну циркуляцію води. Циркуляційні насоси потрібно підбирати за витратою, л/с:

$$Q_n = 1,3 \cdot v_{cw}, \quad (20)$$

де  $v_{cw}$  - циркуляційна витрата води в трубопроводі на вході у водонагрівач, л/с.

Насоси монтують безпосередньо на трубопроводі без обвідної лінії. У разі необхідності встановлення підвищувальних і циркуляційних насосів приймають одну групу підвищувально-циркуляційних насосів.

Методика і приклад розрахунку нагрівачів води та підбору циркуляційних насосів наведені в презентації «ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5. Проєктування та гідравлічний розрахунок систем гарячого водопостачання», яка розміщена на платформі Moodle <https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=1845> та в [3, п. 4.4, ст. 174-179].

## **Практична робота № 8. Розрахунок систем протипожежного водопостачання**

Система пожежогасіння призначена для подавання води при гасінні пожежі та повинна бути в постійній готовності.

Системи протипожежного водопостачання розрізняють залежно від пожежонебезпечності та вогнестійкості будинків: системи з пожежними кранами і стояками в будинках з важкогорючих і горючих матеріалів з постійною присутністю людей, які можуть виявити пожежу і прийняти заходи щодо її ліквідації до приїзду пожежної команди; автоматичні та напівавтоматичні системи (спринклерні та дренчерні) для будинків, де вогонь може швидко

поширюватись, а також в малодоступних приміщеннях, які не охороняють, але які небезпечні в пожежному відношенні.

Найбільше поширення отримали протипожежні водопроводи, що складаються з мережі магістральних трубопроводів, пожежних стояків, пожежних кранів і, за необхідності, пожежних насосів.

Протипожежний водопровід повинен забезпечувати необхідну кількість води під повним тиском до будь-якого пожежного крана.

Основи розрахунку і проектування систем протипожежного водопостачання наведені в [3, п. 4.5, ст. 193-205; 7].

### **Практична робота № 9. Проектування та розрахунок внутрішньої каналізації житлового будинку**

Проектування трубопроводів внутрішньої каналізації здійснюють у тій же послідовності, що і внутрішнього водопроводу. При цьому дотримуються всіх правил побудови схеми каналізації та вказують всі санітарно-технічні прилади, фасонні частини, гідрозатвори, прочистки і ревізії.

Розрахунок мереж внутрішньої каналізації полягає у визначенні діаметрів трубопроводів, уклонів труб та перевірки пропускної здатності. Правильно запроєктована мережа забезпечує нормальне відведення стічних вод (без підпорів і засмічень ділянок).

Для стояків систем каналізації розрахунковою кількістю є максимальна кількість стоків за секунду від приєднаних до стояка санітарно-технічних приладів (без зриву гідрозатворів приймачів стічних вод). Цю кількість належить визначити як суму розрахункової максимальної за секунду витрати стічних вод від всіх санітарно-технічних приладів, приєднаних до стояка,  $q^{tot}$ , відповідно до вимог [1, п. 5.1] і розрахункової максимальної кількості за секунду стічних вод від приладу з максимальним водовідведенням,  $q^s_0$  [1, табл. А.3, додаток А ]:

$$q^s = q^{tot} + q^s_0, \text{ л/с.} \quad (21)$$

Для горизонтальних відвідних трубопроводів систем каналізації розрахунковою кількістю треба рахувати витрату, л/с, значення якої обчислюють залежно від кількості санітарно-технічних приладів N, які приєднані до проєктованої ділянки трубопроводу, та довжини цієї ділянки трубопроводу L, м, за формулою:

$$q^{sL} = (q_{hr}^{tot} / 3,6) + k_s \cdot q_0^s, \text{ л/с}, \quad (22)$$

де  $q_{hr}^{tot}$  – загальна максимальна витрата води за годину, м<sup>3</sup>/год;  
 $k_s$  – коефіцієнт, який приймають згідно з [1, табл.2].

Гідрравлічний розрахунок каналізаційних стояків і випусків доцільно виконувати в табличній формі (табл. 9, табл. 10).

Таблиця 9

**Розрахунок каналізаційних стояків**

№№ стояків	N	$q_T^c$ , л/год	Розрахункові витрати, л/с			Діаметр поверхових відвідних труб, мм	Кут підключення до стояка	Діа-метр стояка, мм	Пропускна здатність стояка, л/с
			$q^{tot}$	$q_0^s$	$q^s$				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

В житлових будинках, де використовують стандартні приймачі стічних вод, поверхові відвідні трубопроводи приймають без розрахунку. Відвідні лінії від унітазів приймають діаметром 100 мм, а від решти санітарних приладів 32, 40 або 50 мм. При проектуванні відвідних ліній призначають похил в сторону стояка (для  $d = 32-50$  мм  $i = 0,035-0,025$ , для  $d = 85-100$  мм  $i = 0,02-0,012$ ).

При встановленні в кухнях посудомийних і пральних машин, а також мийок, рекомендовано діаметр стояка приймати не менше 70 (90) мм. Мінімальний діаметр стояка при приєднанні одного унітаза приймають 100 мм. По всій висоті каналізаційні стояки приймають однакового діаметра, враховуючи, що діаметр стояка не може бути меншим, ніж найбільший діаметр поверхових відвідних труб, що приєднані до цього стояка [1].

Пропускна здатність каналізаційних стояків слід перевіряти за [1, табл.11-17] або за [3, табл.4.28, 4.29].

Таблиця 10

**Гідрравлічний розрахунок каналізаційних випусків**

№ ділянки	Довжина, м	N	$K_s$	Розрахункові витрати стоків			Діаметр труб, мм	h / d	Уклон, i	Швидкість, V, м/с	Перевірка $V \cdot \sqrt{h/d}$
				$q_{hr}^{tot}$	$q_0^s$	$q^{sL}$					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Конструктивно діаметр трубопроводу каналізаційного випуску

не може бути менше найбільшого діаметру каналізаційного стояка. При цьому визначальним фактором є швидкість руху стічних вод  $V$  (не менше 0,7 м/с) і наповнення  $h/d$  (0,3-0,7). Гідравлічний розрахунок внутрішніх каналізаційних труб проводять за таблицями гідравлічного розрахунку каналізаційних мереж. При розрахунку мереж повинна виконуватись умова:

$$V \cdot \sqrt{\frac{h}{d}} \geq K, \quad (23)$$

де  $K = 0,5$  - для трубопроводів із полімерних матеріалів і 0,6 м - для трубопроводів з інших матеріалів.

У тих випадках, коли виконати умову (23) неможливо через недостатню величину витрат стічних вод, безрозрахункові ділянки самопливних трубопроводів діаметром 40 мм та 50 мм слід прокласти з уклоном 0,03, а діаметром 85 мм і 100 мм – з уклоном 0,02. Найбільший уклон трубопроводів не повинен перевищувати 0,15 (за винятком відгалужень від приладів довжиною до 1,5 м).

Методика і приклад проєктування та розрахунку внутрішньої каналізації житлового будинку наведені в презентації «ПРАКТИЧНА РОБОТА № 6. Проєктування та розрахунок внутрішньої каналізації житлового будинку», яка розміщена на платформі Moodle <https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=1845> та в [3, п. 4.6, ст. 206-220].

### **Практична робота № 10. Проєктування та розрахунок внутрішніх водостоків**

Згідно з [1, п. 22.1.1] внутрішні водостоки повинні забезпечувати відведення дощових і талих вод з покрівель будинків, будівель, споруд, а також відведення води з технічних поверхів висотних будинків, будівель умовною висотою від 73,5 м до 100 м включно при гасінні пожеж.

Внутрішні водостоки складаються з таких основних елементів: водостічних воронок, відвідних трубопроводів (стояків, підвісних або підпільних колекторів, випусків) і пристроїв для огляду та очищення (ревізій, прочисток, оглядових колодязів) [3, розділ 4].



Воду з систем внутрішніх водостоків відводять в зовнішні мережі дощової або загальнозливної каналізації. Відведення води з внутрішніх водостоків у побутову каналізацію і приєднання до системи внутрішніх водостоків санітарних приладів заборонено [1, п. 22.1.3].

Водостічні воронки на покрівлі розміщують з урахуванням її рельєфу, площі водозбору, яка допускається на одну воронку, і конструкції будинку, будівлі, споруди згідно з розрахунком [1, п. 22.1.5].

Методика і приклад проектування та розрахунку внутрішніх водостоків наведені в презентації «ПРАКТИЧНА РОБОТА № 7. Проектування та розрахунок внутрішніх водостоків», яка розміщена на платформі Moodle <https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=1845> та в [3, п. 4.7, ст. 220-226].

### **Рекомендації щодо виконання курсового проекту з водопостачання житлового будинку**

Курсовий проект студенти виконують відповідно до завдання, яке видає викладач - керівник проекту. Склад і зміст курсового проекту повинен відповідати цьому завданню.

Обсяг курсового проекту – один-два аркуша креслень формату А1 та розрахунково-пояснювальна записка на 12–15 с. формату А4. Курсовий проект можливо виконувати за допомогою комп'ютера. В цьому випадку графічна частина може бути викреслена на п'яти - шести аркушах формату А3 замість одного формату А1.

Кожен формат креслення повинен мати рамку, що забезпечує поля: з лівої сторони 20 мм; справа, зверху і знизу по 5 мм. В правому нижньому куті розташовують основний напис (кутовий штамп). Специфікацію виконують на окремих листах. В навчальних проектах допускається виконувати специфікацію над основним штампом. Всі креслення виконують з дотриманням масштабів і умовних позначень згідно з чинними нормативними документами.

На титульній сторінці розрахунково-пояснювальної записки вказують назву навчального закладу і кафедри, тему проекту, курс і групу, прізвище та ініціали виконавця, посаду, прізвище та ініціали керівника курсового проектування.

В розрахунково-пояснювальній записці наводять обґрунтування прийнятих рішень та всі потрібні розрахунки з відповідними поясненнями і посиланнями на літературні джерела. Формули, які використовують в курсовому проєкті (роботі) повинні бути пронумеровані і мати посилання на літературне джерело. Розрахункові формули наводять з роз'ясненням позначень і вказанням розмірностей всіх параметрів. Числові значення величин підставляють у формулу в тій же послідовності, в якій написані позначення символами. Скорочення чисел та проміжні розрахунки не допускають, записують лише кінцевий результат з обов'язковим позначенням розмірності отриманої величини. Цифровий матеріал, здебільшого, оформлюють у вигляді таблиць, які мусять мати номери і назви. Всі ілюстрації (креслення, схеми, рисунки, графіки), якщо їх більше однієї, нумерують арабськими цифрами в межах усього тексту і вказують тематичну назву.

В кінці розрахунково-пояснювальної записки студент ставить свій підпис і дату завершення роботи.

В курсовому проєкті з водопостачання житлового будинку студенти повинні запроєктувати системи холодного та гарячого водопостачання житлового будинку за індивідуальним завданням на проєктування, яке видає керівник проєкту. Проєктування внутрішніх водопровідних мереж в курсовому проєкті слід починати від водорозбірних приладів (попередньо вибравши систему і схему внутрішнього водопроводу). На плані поверху позначають місця прокладання стояків і підведень до приладів. Стояки, які запроєктовані на плані типового поверху, переносять на план підвалу і проєктують магістральну мережу водопроводу, яка з'єднує всі стояки і водомірний вузол.

Після трасування мереж будують схему внутрішнього водопроводу.

### **Орієнтовний зміст розрахунково-пояснювальної записки:**

Вступ

1. Завдання на проєктування
2. Основні проєктні рішення
3. Визначення розрахункових витрат води (рекомендації наведені в практичній роботі № 1)

4. Система холодного водопостачання будинку
    - 4.1. Проектування внутрішніх мереж холодного водопостачання та побудова схеми водопроводу (рекомендації наведені в практичній роботі № 3)
    - 4.2. Гідравлічний розрахунок внутрішніх водопровідних мереж (рекомендації наведені в практичній роботі № 4)
    - 4.3. Розрахунок лічильників води (рекомендації наведені в практичній роботі № 4)
    - 4.5. Визначення потрібного напору (рекомендації наведені в практичній роботі № 4)
  5. Система гарячого водопостачання будинку
    - 5.1. Проектування внутрішніх мереж гарячого водопроводу та побудова схеми водопроводу (рекомендації наведені в практичній роботі № 5)
    - 5.2. Гідравлічний розрахунок подавальних і циркуляційних трубопроводів гарячої води (рекомендації наведені в практичній роботі № 6)
    - 5.3. Баланс гідравлічних витрат і вибір способу циркуляції води (рекомендації наведені в практичній роботі № 7)
    - 5.4. Визначення потрібного напору (рекомендації наведені в практичній роботі № 5)
- Список літератури

**Орієнтовний перелік графічної частини проєкту:**

- План ділянки забудови з інженерними мережами М 1:500;
- План типового поверху з мережами холодного і гарячого водопостачання М 1:100;
- План підвалу з мережами холодного і гарячого водопостачання М 1:100;
- Загальні положення;
- Схема холодного водопроводу М 1:100;
- Схема гарячого водопроводу М 1:100;
- Умовні позначення та примітки;
- Специфікація.

Додаток 1

Розрахункові (питомі середні за рік) добові витрати води в житлових будинках, л/добу на одного мешканця

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

Додаток 2



Рис. 1. Карта-схема температурних зон України

## Додаток 3

**Розрахункові максимальні секундні та за годину витрати води залежно від кількості споживачів ( $U$ ) при розрахунковій середній добовій витраті води 210 л/добу на одну людину (сумарно холодної та гарячої води)**

$U$	$q^{\text{tot}}, \text{л/с}$	$q^n, \text{л/с}$	$q^c, \text{л/с}$	$q_{\text{hr}}^{\text{tot}}, \text{л/ГОД}$	$q_{\text{hr}}^h, \text{М}^3/\text{ГОД}$	$q_{\text{hr}}^c, \text{М}^3/\text{ГОД}$
1	0,32	0,24	0,18	0,31	0,21	0,18
4	0,34	0,25	0,19	0,33	0,22	0,19
8	0,40	0,29	0,23	0,49	0,33	0,29
12	0,45	0,33	0,27	0,63	0,42	0,37
16	0,50	0,36	0,30	0,76	0,51	0,45
20	0,55	0,39	0,33	0,87	0,59	0,53
24	0,59	0,42	0,36	0,98	0,66	0,60
28	0,64	0,46	0,39	1,09	0,74	0,67
32	0,68	0,48	0,42	1,19	0,81	0,74
40	0,76	0,54	0,47	1,39	0,94	0,87
44	0,79	0,57	0,50	1,49	1,01	0,93
52	0,87	0,62	0,55	1,68	1,14	1,06
60	0,94	0,67	0,60	1,86	1,27	1,19
68	1,01	0,72	0,65	2,05	1,40	1,31
72	1,04	0,75	0,67	2,14	1,46	1,37
80	1,11	0,80	0,72	2,31	1,58	1,49
88	1,18	0,84	0,76	2,49	1,71	1,61
96	1,24	0,89	0,81	2,66	1,83	1,73
104	1,30	0,94	0,85	2,83	1,95	1,85
112	1,37	0,98	0,90	3,00	2,06	1,97
120	1,43	1,03	0,94	3,17	2,18	2,08
136	1,55	1,12	1,03	3,50	2,41	2,31
144	1,61	1,16	1,07	3,67	2,53	2,43
152	1,67	1,20	1,11	3,83	2,64	2,54
160	1,73	1,25	1,15	3,99	2,76	2,65
168	1,78	1,29	1,19	4,15	2,87	2,76
184	1,90	1,37	1,27	4,47	3,10	2,99
192	1,96	1,41	1,31	4,63	3,21	3,10
200	2,01	1,45	1,35	4,79	3,32	3,21
280	2,56	1,85	1,74	6,35	4,41	4,29
320	2,82	2,04	1,92	7,10	4,95	4,82
400	3,33	2,41	2,28	8,60	6,00	5,95
480	3,83	2,77	2,63	10,1	7,02	6,87
560	4,31	3,11	2,97	11,5	8,04	7,87

Примітка 1. Детальніша характеристика наведена в ДБН В.2.5-64:2012.

## Додаток 4

**Розрахункові максимальні секундні та за годину витрати води залежно від кількості споживачів ( $U$ ) при розрахунковій середній добовій витраті води 250 л/добу на оду людину (сумарно холодної та гарячої води)**

$U$	$q^{\text{tot}}$ , л/с	$q^{\text{h}}$ , л/с	$q^{\text{c}}$ , л/с	$q_{\text{hr}}^{\text{tot}}$ , м <sup>3</sup> /ГОД	$q_{\text{hr}}^{\text{h}}$ , м <sup>3</sup> /ГОД	$q_{\text{hr}}^{\text{c}}$ , м <sup>3</sup> /ГОД
1	0,35	0,25	0,19	9,35	0,23	0,19
4	0,37	0,27	0,20	0,37	0,24	0,20
8	0,44	0,31	0,25	0,55	0,36	0,30
12	0,50	0,35	0,28	0,70	0,45	0,39
16	0,55	0,39	0,32	0,83	0,54	0,48
20	0,60	0,42	0,35	0,96	0,63	0,55
24	0,65	0,45	0,38	1,08	0,71	0,63
32	0,74	0,52	0,44	1,30	0,86	0,77
36	0,78	0,55	0,47	1,41	0,93	0,84
40	0,82	0,57	0,49	1,52	1,00	0,91
48	0,90	0,63	0,55	1,72	1,14	1,04
52	0,94	0,66	0,57	1,82	1,20	1,11
60	1,02	0,71	0,62	2,02	1,34	1,24
68	1,09	0,76	0,67	2,22	1,47	1,36
72	1,12	0,79	0,70	2,31	1,53	1,43
80	1,19	0,84	0,75	2,50	1,66	1,55
88	1,26	0,88	0,79	2,69	1,78	1,67
96	1,33	0,93	0,84	2,87	1,91	1,80
104	1,40	0,98	0,88	3,05	2,03	1,92
120	1,53	1,07	0,97	3,41	2,27	2,16
136	1,66	1,16	1,06	3,76	2,51	2,39
144	1,72	1,21	1,10	3,94	2,63	2,51
160	1,84	1,29	1,19	4,28	2,86	2,74
168	1,90	1,34	1,23	4,46	2,97	2,86
184	2,03	1,42	1,31	4,80	3,20	3,09
192	2,09	1,46	1,35	4,96	3,32	3,20
200	2,14	1,50	1,40	5,13	3,43	3,31
240	2,44	1,71	1,59	5,96	3,99	3,87
280	2,72	1,91	1,79	6,78	4,55	4,42
320	2,99	2,10	1,98	7,59	5,09	4,96
400	3,53	2,48	2,34	9,17	6,16	6,03
480	4,05	2,84	2,70	10,7	7,21	7,07
560	4,56	3,19	3,04	12,3	8,23	8,10

Примітка 1. Детальніша характеристика наведена в ДБН В.2.5-64:2012.

Додаток 5

**Розрахункові максимальні секундні та за годину витрати води залежно від кількості споживачів (U) при розрахунковій середній добовій витраті води 285 л/добу на одну людину (сумарно холодної та гарячої води)**

U	$q^{\text{tot}}$ , л/с	$q^{\text{h}}$ , л/с	$q^{\text{c}}$ , л/с	$q_{\text{hr}}^{\text{tot}}$ , м <sup>3</sup> /ГОД	$q_{\text{hr}}^{\text{h}}$ , м <sup>3</sup> /ГОД	$q_{\text{hr}}^{\text{c}}$ , м <sup>3</sup> /ГОД
1	0,39	0,27	0,21	0,38	0,24	0,20
4	0,41	0,28	0,22	0,40	0,25	0,21
8	0,48	0,33	0,26	0,60	0,38	0,32
12	0,54	0,37	0,30	0,76	0,48	0,42
16	0,60	0,41	0,34	0,90	0,57	0,51
20	0,65	0,44	0,37	1,04	0,66	0,59
24	0,71	0,48	0,40	1,17	0,74	0,67
28	0,75	0,51	0,43	1,29	0,82	0,74
32	0,80	0,54	0,46	1,41	0,90	0,81
36	0,84	0,57	0,49	1,53	0,97	0,89
40	0,89	0,60	0,52	1,64	1,04	0,96
48	0,97	0,66	0,57	1,86	1,19	1,10
52	1,01	0,69	0,60	1,97	1,25	1,17
56	1,05	0,71	0,63	2,07	1,32	1,23
60	1,09	0,74	0,65	2,18	1,39	1,30
68	1,17	0,79	0,70	2,38	1,52	1,43
76	1,24	0,84	0,75	2,59	1,66	1,56
80	1,28	0,87	0,78	2,69	1,72	1,63
96	1,42	0,97	0,88	3,08	1,98	1,88
104	1,49	1,02	0,92	3,27	2,10	2,01
112	1,56	1,06	0,97	3,46	2,23	2,13
120	1,63	1,11	1,01	3,65	2,35	2,26
136	1,76	1,20	1,10	4,02	2,59	2,50
144	1,83	1,25	1,15	4,21	2,71	2,62
160	1,96	1,33	1,24	4,58	2,95	2,86
168	2,02	1,38	1,28	4,76	3,07	2,98
200	2,27	1,55	1,45	5,47	3,54	3,45
280	2,88	1,96	1,85	7,22	4,68	4,60
360	3,17	2,16	2,05	8,07	5,23	5,16
400	3,73	2,54	2,43	9,75	6,32	6,27
480	4,28	2,91	2,79	11,4	7,39	7,35
560	4,82	3,27	3,15	13,0	8,45	8,42

Примітка 1. Детальніша характеристика наведена в ДБН В.2.5-64:2012.

Додаток 6

Таблиця для гідравлічних розрахунків труб внутрішньої водопровідної мережі  
Швидкість, м/с, гідравлічний уклон 1000і (мм/п.м) за умовного діаметру труб, мм

Вит- рати, ліс	15		20		25		32		40		50		70		80		65	
	v	1000і	v	1000і	v	1000і	v	1000і	v	1000і	v	1000і	v	1000і	v	1000і	v	1000і
0,2	1,18	360,5	0,62	73,5	0,37	20,9	0,21	5,39										
0,3	1,77	807	0,94	154,2	0,56	43,4	0,31	10,5	0,24	5,39								
0,4	2,36	1435	1,25	265,6	0,75	73,5	0,42	17,5	0,32	8,98								
0,5	2,95	2242	1,56	414,9	0,93	110,9	0,52	26,2	0,4	13,4	0,24	3,75						
0,6			1,87	597,5	1,12	155,8	0,63	36,5	0,48	18,4	0,28	5,18						
0,7			2,18	813,3	1,31	209,6	0,73	48,4	0,56	24,6	0,33	6,81	0,2	2,07				
0,8			2,5	1062	1,5	273,8	0,84	61,9	0,64	31,3	0,38	8,64	0,23	2,62				
0,9			2,31	1344	1,68	346,5	0,94	77,7	0,72	38,9	0,42	10,7	0,26	3,23				
1					1,87	427,8	1,05	99,6	0,8	47,2	0,47	12,9	0,29	3,89	0,2	1,64	0,29	3,86
1,2					2,24	616	1,25	132	0,95	66,1	0,57	18	0,35	5,38	0,24	2,26	0,34	5,34
1,4					2,62	838,5	1,46	179,7	1,11	88,2	0,66	23,8	0,4	7,09	0,28	2,97	0,40	7,04
1,6					2,99	1095	1,67	234,7	1,27	113,7	0,75	30,4	0,46	9,01	0,32	3,77	0,46	8,95
1,8							1,88	297,1	1,43	143,9	0,85	37,8	0,52	11,2	0,36	4,65	0,52	11,1
2							2,09	366,8	1,59	177,7	0,94	45,9	0,58	13,5	0,4	5,61	0,57	13,4
2,6							2,72	619,9	2,07	300,2	1,22	74,9	0,75	21,8	0,52	9,01	0,75	21,7
3									2,39	399,7	1,41	99,7	0,86	28,4	0,6	11,7	0,86	28,2
3,6									2,86	575,6	1,7	143,6	1,04	39,9	0,73	16,3	1,03	39,6
4											1,88	177,6	1,15	48,5	0,81	19,8	1,15	48,2
4,6											2,17	234,4	1,32	63,7	0,93	25,6	1,32	63,1
5											2,35	277	1,44	75,2	1,01	29,9	1,44	74,6
5,6											2,64	347,4	1,61	94,3	1,13	37	1,61	93,6
6											2,83	398,8	1,73	108,3	1,21	42	1,72	107,4
7													2,02	147,4	1,41	57,2	2,01	146,2
8													2,3	192,6	1,61	74,7	2,3	191
9													2,59	234,7	1,81	94,5	2,58	241,7

Примітка: При  $D_v = 15-50, 70, 80$  значення  $v$  і  $1000i$  наведені для сталевих труб, при  $D_v = 65$  - для чавунних труб



Додаток 7

Таблиця для гідравлічних розрахунків труб водопровідної мережі із пластмасових труб PVC

Витрати, л/с	Швидкість, м/с, гідравлічний уклон 1000і (мм/п.м) за умовного діаметру труб, мм															
	16 x 1,2		20 x 1,5		25 x 1,9		32 x 2,4		40 x 3,0		50 x 3,7		63 x 4,7		75 x 5,6	
	v	1000i	v	1000i	v	1000i	v	1000i	v	1000i	v	1000i	v	1000i	v	1000i
0,2	1,38	200,9	0,88	69,2	0,57	24,2	0,34	7,4	0,22	2,6	0,14	0,9				
0,3	2,07	412,1	1,32	141,2	0,85	49,2	0,52	15								
0,4	2,76	689	1,76	235,2	1,13	81,6	0,69	24,8	0,44	8,6	0,28	2,9				
0,5	3,45	1029	2,21	350,1	1,42	121,2	0,86	36,8								
0,6			2,65	485,4	1,7	167,6	1,03	50,7	0,66	17,5	0,42	6,0				
0,7			3,09	640,4	1,99	220,6	1,21	66,7								
0,8			3,53	814,9	2,27	280,9	1,38	84,5	0,88	29	0,56	9,9				
0,9					2,55	346,2	1,55	104,2								
1					2,84	418,5	1,72	125,8	1,1	43,1	0,7	14,7	0,44	4,9	0,31	2,1
1,2					2,98	456,9	1,81	137,3	1,32	59,6	0,84	20,2	0,34	2,6		
1,4							2,07	174,4	1,54	78,5	0,98	26,6	0,45	4,1		
1,6							2,41	230	1,76	99,7	1,12	33,7	0,49	5,0		
1,8							2,76	292,6	1,98	123,2	1,26	41,6	0,56	6,1		
2							3,45	438,2	2,21	148,8	1,4	50,2	0,63	7,2	0,63	7,2
2,6									2,87	239	1,83	80,4	0,81	11,6		
3									3,31	309,8	2,11	104,1	0,94	14,9	0,94	14,9
3,6											2,53	144,7	1,13	11,2		
4											2,81	175,1	1,25	24,9	1,25	24,9
5													1,57	37,2	1,57	37,2
6													1,88	51,7	1,88	51,7
7													2,19	68,4	2,19	68,4
8													2,51	87,1	2,51	87,4
9													2,82	107,9	2,82	107,9
10													3,13	130,7	3,13	130,7

Додаток 8

Таблиця для розрахунку в системах гарячого водопостачання гідравлічних опорів сталевих труб

Витрати, л/с	Швидкість, м/с, гідравлічний уклон 1000 (мм/п.м) за діаметру труб, мм													
	d <sub>f</sub> =15 мм		d <sub>f</sub> =20 мм		d <sub>f</sub> =25 мм		d <sub>f</sub> =32 мм		d <sub>f</sub> =40 мм		d <sub>f</sub> =50 мм		d <sub>f</sub> =65 мм	
	i	v	i	v	i	v	i	v	i	v	i	v	i	v
0,01	1,69	0,08	0,222	0,03	0,052	0,02	0,012	0,012	0,005	0,008	0,0013	0,005	-	-
0,02	6,78	0,15	0,897	0,07	0,207	0,041	0,047	0,028	0,019	0,017	0,005	0,01	-	-
0,03	15,3	0,23	2,02	0,11	0,466	0,061	0,106	0,035	0,044	0,025	0,012	0,015	-	-
0,04	27,1	0,3	3,59	0,14	0,829	0,081	0,189	0,047	0,077	0,033	0,021	0,02	-	-
0,05	42,4	0,38	5,6	0,18	1,29	0,1	0,295	0,058	0,121	0,045	0,032	0,025	0,008	0,015
0,06	61	0,45	8,07	0,21	1,86	0,12	0,425	0,07	0,174	0,05	0,046	0,031	0,011	0,018
0,07	83,1	0,53	10,9	0,25	2,54	0,14	0,578	0,082	0,237	0,059	0,063	0,036	0,016	0,021
0,08	108	0,6	14,3	0,28	3,32	0,16	0,755	0,093	0,31	0,067	0,082	0,041	0,02	0,024
0,09	137	0,68	18,2	0,32	4,2	0,18	0,956	0,1	0,392	0,075	0,104	0,046	0,026	0,027
0,1	169	0,75	22,4	0,35	5,18	0,2	1,18	0,12	0,484	0,084	0,129	0,051	0,032	0,03
0,15	381	1,03	50,4	0,53	11,7	0,31	2,65	0,17	1,09	0,125	0,29	0,076	0,072	0,045
0,2	678	1,51	89,7	0,7	20,7	0,41	4,72	0,23	1,94	0,17	0,515	0,1	0,127	0,06
0,3	1526	2,26	202	1,06	46,6	0,61	10,6	0,35	4,26	0,25	1,16	0,15	0,287	0,09
0,4	2713	3,01	359	1,41	82,9	0,81	18,9	0,47	7,74	0,33	2,06	0,2	0,51	0,12
0,6	-	-	807	2,12	186	1,22	42,5	0,7	17,4	0,5	4,64	0,31	1,15	0,18
0,8	-	-	1435	2,82	332	1,63	75,5	0,93	31	0,67	8,24	0,41	2,04	0,24
1	-	-	2242	3,53	518	2,04	118	1,17	48,4	0,84	12,9	0,51	3,18	0,3
1,2	-	-	-	-	746	2,44	170	1,4	69,7	1	18,5	0,61	4,59	0,36
1,4	-	-	-	-	1016	2,85	231	1,64	94,9	1,17	25,2	0,71	6,24	0,42
1,6	-	-	-	-	1326	3,26	302	1,87	124	1,34	32,9	0,81	8,15	0,48
1,8	-	-	-	-	-	-	382	2,1	157	1,51	41,7	0,92	10,3	0,54
2	-	-	-	-	-	-	472	2,34	194	1,67	51,5	1,02	12,7	0,6
2,5	-	-	-	-	-	-	737	2,92	302	2,09	80,5	1,27	19,9	0,75
3	-	-	-	-	-	-	-	-	436	2,51	116	1,53	28,7	0,9

Додаток 9

q, л/с	Швидкість, м/с, гідравлічний уклон 1000і (мм/п.м) при умовному діаметрі труб, мм											
	14 x 1,2		16 x 2		20 x 2,25		25 x 2,5		32x3		40 x 4,0	
	V	1000і	V	1000і	V	1000і	V	1000і	V	1000і	V	1000і
0.1	1,19	202,2	0,87	92,9	0,54	29,2	0,31	7,6				
0.2	2,38	720,4	1,73	327,4	1,07	101,4	0,61	26,1				
0.25	2,98	1091	2,16	493,9	1,34	152,1	0,76	38,9				
0.3			2,6	697,4	1,61	214,1	0,92	54,3	0,55	15	0,36	5,4
0.35					1,89	291,1	1,07	72,9	0,65	20	0,42	7,1
0.4					2,15	360,1	1,23	91,5	0,75	25,8	0,47	8,8
0.5					2,68	546,2	1,53	137,4	0,93	37,4	0,6	13,2
0.6							1,84	192,3	1,12	52,2	0,72	18
0.7							2,13	251,4	1,3	68,3	0,83	23,5
0.8							2,3	287,5	1,49	86	0,96	30,5
0.9							2,76	408,2	1,67	106,6	1,08	41,1
1.0									1,86	129,5	1,2	45,1
1.2									2,22	178,3	1,42	61,5
1.4									2,6	237,2	1,68	82
1.6									2,98	301	1,92	105,8
1.8											2,16	129,2
2											2,4	156,8
2.2											2,64	186
2.4											2,88	217,5