

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА**

Н. Ю. Колеснік, М. М. Яковенко

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ З ДИСЦИПЛІНИ

САНІТАРНО-ТЕХНІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ БУДИНКІВ

РОЗДІЛ I. Розрахунок системи внутрішнього холодного водопроводу

РОЗДІЛ II. Розрахунок системи внутрішньої побутової каналізації і внутрішніх водостоків

РОЗДІЛ III. Розрахунок системи гарячого та протипожежного водопроводу

*(для студентів 4 курсу денної і заочної форм навчання,
освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр, напряму підготовки 0926 – «Водні
ресурси», (6.060103 – «Гідротехніка (Водні ресурси)»)
спеціальності «Водопостачання та водовідведення»)*

Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни **Санітарно-технічне обладнання будинків**. Розділ I. Розрахунок системи внутрішнього холодного водопроводу. Розділ II. Розрахунок системи внутрішньої побутової каналізації і внутрішніх водостоків. Розділ III. Розрахунок системи гарячого та протипожежного водопроводу (для студентів 4 курсу денної і заочної форм навчання, освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр, напряму підготовки 0926 – «Водні ресурси», (6.060103 – «Гідротехніка (Водні ресурси)») спеціальності «Водопостачання та водовідведення») / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; уклад.: Н. Ю. Колеснік, М. М. Яковенко. – Х.: ХНАМГ, 2009. – 38 с.

Укладачі: Н. Ю. Колеснік,
М. М. Яковенко

Рецензент: Ю. П. Тітов

*Рекомендовано кафедрою водопостачання, водовідведення та очищення вод,
протокол №10 від 14.05.2009 г.*

ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ

Дисципліна "Санітарно-технічне обладнання будинків" є однією з профільних дисциплін спеціальності 6.092600 "Водопостачання та водовідведення" за напрямом підготовки 0926 "Водні ресурси". Комплексний характер цієї дисципліни обумовлений наявністю в системах інженерного обладнання будинків різних санітарно-технічних пристроїв.

Будівництво внутрішніх мереж холодного й гарячого водопостачання, а також каналізації населених міст та промислових підприємств пов'язано з великими витратами матеріалів і людських ресурсів. Великі витрати води у системах внутрішнього водопостачання і каналізації призводять до значних витрат реактивів та енергоресурсів на їх підготовку. Тому вартість будівництва тої чи іншої системи інженерного обладнання будинків залежить від правильного проектування і розрахунків елементів систем внутрішнього водопостачання та каналізації.

У методичних вказівках до практичних занять з курсу "Санітарно-технічне обладнання будинків" наведені завдання, в яких визначаються розрахункові витрати води в системах водопостачання та каналізації, необхідний напор для подачі води в будинок, підбір насосів, а також проводиться розрахунок внутрішнього водостоку.

Під час вирішення задач, наведених у цих методичних вказівках, необхідно використовувати відповідні норми проектування, вказані в них.

Задачі можна використовувати для виконання контрольних робіт.

РОЗДІЛ І . РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ВНУТРІШНЬОГО ХОЛОДНОГО ВОДОПРОВОДУ

1.1. Визначення розрахункових витрат води та імовірності дії приладів внутрішнього водопроводу

Відповідно до п.3.3 [1] максимальна секундна витрата води для систем холодного і гарячого водопроводів на розрахунковій ділянці, л/с, визначається за формулою

$$q = 5 q_0 \alpha , \quad (1.1)$$

де q_0 – секундна витрата води санітарним приладом, л/с;

α – коефіцієнт, який визначається згідно з додатком 4 [1] залежно від загальної кількості приладів N на розрахунковій ділянці мережі й імовірності їх дії P (для громадських будинків і побутових помешкань - за табл. 1.1; для жилих будинків - за табл 1.2.).

Секундна витрата води q_0 (q_0^{tot} , q_0^c , q_0^h), л/с водорозбірної арматури (приладом) належить визначати:

- 1) окремим приладом – згідно з додатком 2 [1];
- 2) різними приладами, які обслуговують однакових водоспоживачів за формулою

$$q_0 = \frac{\sum_1^i N_i P_i q_{0i}}{\sum_1^i N_i P_i} , \quad (1.2)$$

де P_i – імовірність дії санітарно-технічних приладів, визначається для кожної групи споживачів;

q_{0i} – секундна витрата води (q_0^{tot} , q_0^c , q_0^h), л/с водорозбіркою арматурою (приладом) приймаємо згідно з додатком 3 [1] для кожної групи споживачів.

Примітка. У будинках (жилих, громадських), для яких відсутні дані про витрати води і характеристики приладів, приймаємо: $q_0^{\text{tot}}=0,3$ л/с: $q_0^h=$
 $q_0^c=0,2$ л/с.

Імовірність дії санітарно-технічних приладів (p^{tot} , p^c , p^h) на ділянках мережі визначають за формулою:

а) при однакових водоспоживачах у будинку без урахування зміни співвідношення U/N :

$$P = \frac{q_{ru}^h \cdot U}{q_0^c \cdot N \cdot 3600}, \quad (1.3)$$

де q_{ru}^h – норма витрати води за годину найбільшого водоспоживання, яку приймаємо згідно з додатком 3 [1];

q_0^c – норма секундної витрати води диктуючим приладом;

U – кількість водоспоживачів;

N – кількість водорозбірних приладів, встановлених на розрахунковій ділянці;

б) якщо групи водоспоживачів у будинку відрізняються

$$P_{\Sigma i} = \frac{\sum_1^i N_i P_i}{\sum_1^i N_i}. \quad (1.4)$$

Примітка. Якщо дані про кількість приладів відсутні, дозволяється прийняти $N=U$.

1.2. Гідравлічний розрахунок водопровідної мережі

Мета розрахунку – визначення діаметрів труб і втрат напору на окремих ділянках мережі.

За величиною максимальної секундної витрати води на розрахунковій ділянці, л/с, визначеної за формулою (1.2), і економічної швидкості в межах 0.8 – 1.2 м/с для кожної ділянки мережі за таблицями ВНИИ ВОДГЕО (Шевелева) [3] вибираємо діаметри труб. Відповідно до п. 7.6.[1] швидкість руху води у трубах внутрішніх водопровідних мереж і мережах пожежогасіння не повинна перевищувати 3 м/с, у спринклерних і дренчерних системах – 10м/с.

Одночасно з визначенням діаметра труб за цими таблицями знаходять величину питомих втрат напору на тертя за довжиною (у мм.вод.ст.на 1 погонний метр труби даного діаметра). Після перемноження його на довжину ділянки отримують втрати напору за довжиною на ділянці.

Загальні втрати напору на ділянці мережі, м,

$$H_{l,tot} = i \cdot l(1 + K_l), \quad (1.5)$$

де i – питомі втрати напору на тертя на ділянці даного діаметра;

l – довжина ділянки, м;

K_l – коефіцієнт, який враховує місцеві втрати напору в з'єднаннях, фасонних частинах і арматурах.

Значення K_l приймають:

0,3 – в мережах господарсько-питних водопроводів;

0,2 – в мережах об'єднаних господарсько-протипожежних водопроводів, а також в мережах промислових водопроводів;

0,15 – в мережах об'єднаних промислово – протипожежних водопроводів;

0,1 – в мережах протипожежних водопроводів.

Для систем гарячого водопостачання значення K_l приймають:

0,2 – для циркуляційних розподільчих трубопроводів і трубопроводів, що подають воду;

0,5 – для трубопроводів у межах теплових пунктів, а також для трубопроводів водорозбірних стояків з сушарками рушників;

0,1 – для трубопроводів водорозбірних стояків без сушарок рушників та циркуляційних стояків.

1.3. Визначення втрати напору в лічильнику води

Діаметр умовного проходу лічильника води вибираємо виходячи з середньої витрати води за добу.

Втрати напору в лічильнику визначаємо за формулою

$$h = sq^2, \quad (1.6)$$

де s - гідравлічний опір лічильника, $\text{м}/(\text{м}^3/\text{год})^2$, визначаємо за табл.4 [1];
 q - витрата води, $\text{м}^3/\text{год}$.

1.4. Визначення необхідного напору води у внутрішній водопровідній мережі

Необхідний напір, який забезпечує безперебійне водопостачання будинку, визначаємо за формулою

$$H_n = H_{geom} + \sum H_{tot,l} + H_f, \quad (1.7)$$

де H_{geom} – геометрична висота подачі води, м (орієнтовно може бути рівною різниці позначок диктуючої точки і вводу;)

H_f – вільний напір диктуючого санітарно-технічного приладу, м, приймаємо за табл. 1.1[1];

$\sum H_{tot,l}$ – сума втрат напору в системі водопостачання, м,

$$\sum H_{tot,l} = \sum H_{e,tot} + h, \quad (1.8)$$

де $\sum H_{e,tot}$ – сума загальних втрат напору водопровідної мережі, м;

h – втрати напору в лічильнику води, м, визначаємо за формулою (1.6).

Зрівнюємо значення двох напорів, м:

розрахованого H_n (необхідного) і того, що задається

При умові $H_n \leq H_g$ (найменшого гарантованого у зовнішній водопровідній мережі на ввіді), будинок забезпечено напором міського водопроводу. Приймаємо просту схему водопостачання будинку (без підвищувальної установки).

Якщо $H_n > H_g$, будинок не повністю забезпечується напором міського водопроводу, то необхідне встановлення насосу.

1.5. Підбір насосу

При постійному або періодичному браку напору в системах водопостачання використовують насосні установки з відцентрованими насосами типу К, КМ або вихрові типу ВК, які розташовуються, як правило, в помешканнях теплових пунктів, бойлерних і котельних. Тип і режим роботи насосної установки визначаємо згідно з прийнятою схемою водопостачання будинку.

Марку насосу вибирають за каталогом (технічні характеристики насосів) залежно від потрібної витрати q_p і напору H_p . Продуктивність насосів q_p , л/с ($\text{м}^3/\text{год}$), приймаємо:

у випадку відсутності регулюючої ємкості не менше максимально секундної витрати води q^{tot} , q^c , q^h ;

у випадку з напірними або гідропневматичними баками – не менше максимально часової витрати води $q_{\text{hr,u}}^{\text{tot}}$, $q_{\text{hr,u}}^c$.

Напір насосів H_p , м, визначаємо з урахуванням найменшого гарантованого напору в зовнішній водопровідній мережі H_g , м за формулою

$$H_p = H_{\text{geom}} + \sum H_{\text{tot},l} + H_f - H_g. \quad (1.9)$$

Насосні установки при необхідності можуть складатися з кількох насосів з послідовним (при коливаннях тиску в зовнішній мережі більш як на 0,2 МПа (20 м) або паралельним з'єднанням насосів різних або однакових марок.

На насосних станціях встановлюють резервні агрегати залежно від її категорії.

На напірній лінії кожного насосу передбачають зворотній клапан, засувку і манометр, а на всмоктуючій – засувку і манометр.

Рівень шуму в приміщенні насосної станції повинен не перевищувати 30 дБ. Для зниження рівня шуму насосні агрегати встановлюють на віброізолюючих фундаментах, а на напірних і всмоктуючих лініях передбачають віброізолюючі вставки.

1.6. Запасні й регулюючі ємкості. Розрахунок повної місткості водонапірного бака

Запасні і регулюючі ємкості (водонапірні баки, резервуари, гідропневматичні баки) повинні утримувати воду в об'ємі, достатньому для регулювання водоспоживання, а за присутності протипожежних пристроїв у будинку – також недоторканий протипожежний запас води.

Регулюючий об'єм ємкості водонапірного або гідропневматичного бака визначають залежно від продуктивності насосної установки.

Регулюючий об'єм (m^3) при продуктивності насосної установки, рівній або перевищуючій максимально часову витрату $q_{hr,u}$, визначається за формулою

$$W = \frac{q_{hr}^{sp,i}}{4n}, \quad (1.10)$$

де $q_{hr}^{sp,i}$ – часова витрата води, яка подається насосом, $m^3/год$;

n – допустима кількість включень насосів за 1 годину, приймаємо для відкритих баків 2-4;

для гідропневматичних – 6-10.

Для водонапірного бака або резервуара при продуктивності насосної установки менше максимальної часової витрати регулюючий об'єм ємкості

$$W = \varphi \cdot T \cdot q_T, \quad (1.11)$$

де φ – відносна величина регулюючого об'єму, що визначається за дод. 7 та 8 [1] чи за табл.8.1 та 8.2[6];

q_T – середня за годину витрата води, $m^3/год$, визначається за формулою

$$q_T = \frac{\sum_1^i q_{u,i} U_i}{1000 T}, \quad (1.12)$$

де $q_{u,i}$ – норма витрати холодної води, л, споживачем за добу найбільшого водоспоживання, визначається за дод.3 [1];

U – кількість водоспоживачів;

T – розрахунковий період (година, доба) максимального споживання води, год, визначається відповідно до п.3.[1].

Повну місткість ємкостей, m^3 визначаємо за формулами:
для гідропневматичного бака

$$V = W \frac{B}{1-A}, \quad (1.13)$$

для водонапірного бака або резервуара

$$V = B \cdot W + W_1, \quad (1.14)$$

де W_1 – протипожежний об'єм, м³, приймаємо за даними [6]:

1,5 - для розрахункової витрати до 35л/с;

3,0 - для розрахункової витрати більше 35л/с.

A – відношення абсолютного мінімального тиску до максимального, значення якого приймають:

0,80 – для установок, що працюють з підпором;

0,75 – для установок з напором до 50м;

0,7 – для установок з напором вище 50м;

B – коефіцієнт запасу місткості бака, приймаємо:

1,2 – 1,3 при використанні насосних установок, які працюють у повторно-короткочасному режимі;

1,1 – при продуктивності насосних установок менше максимальної витрати за годину.

Якщо період нестачі напору однаковий, наприклад у денні часи, регулюючий об'єм бака визначаємо за формулою

$$W = Tq_{hr.m}^c, \quad (1.15)$$

де T - середньочасова витрата холодної води, м³/год, визначаємо за дод.3 [1].

Висота розташування водонапірного бака і мінімальний тиск у гідропневматичному баку повинна забезпечувати необхідний напір перед водорозбірною арматурою.

Водонапірні й гідропневматичні баки виготовляють з металу із зовнішнім і внутрішнім антикорозійним покриттям і монтують у приміщеннях, які добре освітлені й мають добру вентиляцію, висотою 2,2м з позитивною температурою.

Баки обладнують системою технологічних трубопроводів, різною арматурою і контрольними приладами.

ПРИКЛАДИ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ З РОЗДІЛУ I

Приклад 1. Визначити імовірність дії приборів системи водопостачання, якщо загальна витрата води в годину найбільшого водоспоживання $q_{h.r.u}^{tot} = 14,3$ л/год, витрата гарячої води в годину найбільшого водоспоживання $q_{h.r.u}^h = 9,2$ л/год, витрата води приладом 0,2 л/с, в будинку мешкає 80 чол, загальна кількість приладів – 100.

Вирішення. Імовірність дії приладів визначають один раз для всієї системи. При однакових водоспоживачах в будинку за формулою (1.3)

$$P = \frac{q_{r,u}^h \cdot U}{q_0^c \cdot N \cdot 3600} = \frac{5,1 \cdot 80}{0,2 \cdot 100 \cdot 3600} = 0,0057 ,$$

де U – кількість водоспоживачів (мешканців);

N – кількість водорозбірних приборів, встановлених на розрахунковій ділянці;

$q_{r,u}^h$ - витрата холодної води за годину найбільшого водоспоживання, л/год,

$$q_{r,u}^h = q_{hr,u}^{tot} - q_{hr,u}^h = 14,3 - 9,2 = 5,1 \text{ л/год.}$$

Приклад 2. Визначити розрахункову витрату холодної води на ділянці мережі, якщо вірогідність дій приборів системи водопостачання 0,0072, витрата води прибором 0,2 л/с, кількість приборів 96.

Вирішення. Визначаємо коефіцієнт α залежно від $NP = 0,0072 \cdot 96 = 0,6912$ за табл.2 дод.4 [1], $\alpha = 0,8$.

За формулою (1.1) визначаємо розрахункову витрату холодної води на ділянці мережі

$$q = 5 q_0 \alpha = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,8 = 0,8 \text{ л/с.}$$

Приклад 3. Визначити втрату напору на ділянці водопровідної мережі, якщо вірогідність дій приборів системи водопостачання 0,0072, витрата води прибором 0,2 л/с, кількість приборів 96, діаметр трубопроводу 32 мм, довжина 8,5 м.

Вирішення. Визначаємо коефіцієнт α залежно від $NP = 96 \cdot 0,0072 = 0,6912$ за табл.2 дод.4 [1], $\alpha = 0,8$.

За формулою (1.1) визначаємо розрахункову витрату холодної води на ділянці мережі

$$q = 5 q_0 \alpha = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,8 = 0,8 \text{ л/с}$$

За даними [3] чи табл.1.2 дод. 1 [6] визначаємо гідравлічний ухил ділянки мережі залежно від розрахункової витрати води на ділянці та діаметра, тобто для $q = 0,8 \text{ л/с}$ і $d = 32 \text{ мм}$ гідравлічний ухил $1000i = 55,3$.

Далі за формулою (1.5) знаходимо втрати напору на ділянці мережі

$$H_{l,tot} = i \cdot l(1 + K_l) = 55 \cdot 10^{-3} \cdot 8,5(1 + 0,3) = 0,48 \text{ м}$$

Приклад 4. Визначити втрати напору в лічильнику при пропусканні витрати води 2 л/с.

Вирішення. За експлуатаційною витратою води $2 \text{ л/с} = 2 \cdot 3,6 = 7,2 \text{ м}^3/\text{год}$ вибираємо за табл. 4[1] гідравлічний опір лічильника $s = 0,035 \text{ м}/(\text{м}^3/\text{год})^2$. За

формулою (1.6) визначаємо втрати напору в лічильнику

$$h = sq^2 = 0,035 \cdot 7,2^2 = 1,84 \text{ м},$$

що не перевищує допустиме значення $1,84 \text{ м} < 2,5 \text{ м}$.

Приклад 5. Визначити, чи пропустить лічильник калібром 32 мм експлуатаційну витрату води 2,5 л/с.

Вирішення. Визначаємо експлуатаційну годинну витрату води $2,5 \text{ л/с} = 2,5 \cdot 3,6 = 9 \text{ м}^3/\text{год}$. За діаметром умовного проходу вибираємо за табл.4[1] гідравлічний опір лічильника $s = 0,1 \text{ м}/(\text{м}^3/\text{год})^2$.

За формулою (1.6) визначаємо втрати напору в лічильнику

$$h = sq^2 = 0,1 \cdot 9^2 = 8,1 \text{ м},$$

що перевищує допустиме значення $8,1 \text{ м} > 2,5 \text{ м}$. Тому робимо висновок, що лічильник цього калібру не пропустить цю витрату води. Далі вибираємо лічильник більшого діаметра умовного проходу 40 мм та за діаметром умовного проходу 40 мм вибираємо за табл. 4[1] гідравлічний опір лічильника $s = 0,039 \text{ м}/(\text{м}^3/\text{ч})^2$.

За формулою (1.6) визначаємо втрати напору в лічильнику

$$h = sq^2 = 0,039 \cdot 9^2 = 3,15 \text{ м},$$

що також перевищує допустиме значення $3,15 \text{ м} > 2,5 \text{ м}$. Тому робимо висновок, що лічильник цього калібру теж не пропустить цю витрату води. Далі вибираємо лічильник ще більшого діаметра умовного проходу 50 мм та за діаметром умовного проходу 50 мм вибираємо за табл. 4[1] гідравлічний опір лічильника $s = 0,011 \text{ м}/(\text{м}^3/\text{год})^2$.

За формулою (1.6) визначаємо втрати напору в лічильнику

$$h = sq^2 = 0,011 \cdot 9^2 = 0,891 \text{ м}$$

Якщо діаметр умовного проходу лічильника 50мм і більше, то це турбінний лічильник і згідно з п.11.3[1] втрати напору не повинні перевищувати 1м. Тобто $0,891 \text{ м} < 1 \text{ м}$. Звідки робимо висновок, що лічильник цього калібру пропустить цю витрату води.

Приклад 6. Визначити необхідний напір води для 7-поверхового житлового будинку, якщо сума загальних втрат напору водопровідної мережі 6,35 м, диктуючий прилад – ванна зі змішувачем.

Вирішення. Необхідний напір, який забезпечує безперебійне водопостачання будинку, визначаємо за формулою (1.7)

$$H_n = H_{\text{геом}} + \sum H_{\text{tot},l} + H_f = 21 + 6,35 + 3 = 30,35 \text{ м},$$

де $H_{\text{геом}} = 3 \cdot 7 = 21 \text{ м}$, $H_f = 3 \text{ м}$ (для ванни зі змішувачем, приймаємо за табл. 1.1[1]).

Приклад 7. Визначити марку насосу, якщо максимальна секундна витрата води 0,884 л/с, необхідний напір в системі 36,36 м, гарантований напір 22 м.

Вирішення. При відносно невеликих витратах води і напорах, які мають внутрішні водопроводи, рекомендують приймати вихрові насоси. Марку

вихрового насоса вибирають за максимальною секундною витратою води 0.884 л/с і напору, величину якого визначають за формулою (1.9)

$$H_p = H_{geom} + \sum H_{tot,l} + H_f - H_g,$$

$$\text{тобто } H_p = H_n - H_g = 36,36 - 22,0 = 14,36 \text{ м}$$

По $q_p^c = 0,884$ л/с і $H_p = 14,36$ м за допомогою дод.7[9] вибирають насос марки ВК1/16 з технічною характеристикою:

подача – $3,6 \text{ м}^3/\text{год} = 1,0 \text{ л/с}$; напір – 16м; потужність – 0,63 кВт; КККД – 25 %; допустима висота всмоктування – 6м.

Приклад 8. Визначити повну місткість водонапірного бака для торгового будинку. Розрахункова витрата води становить 0,96 л/с. Продуктивність насоса – $0,5 \text{ м}^3/\text{год}$. Бак відкритий, в будинку встановлені спринклерні установки з розрахунковою витратою води 30л/с.

Вирішення. Приймаємо для відкритого бака $n=2$ шт.

Регулюючий об'єм (м^3), визначаємо за формулою (1.10)

$$W = \frac{0,5}{4 \cdot 2} = 0,0625 \text{ м}^3.$$

Для спринклерних установок з розрахунковою витратою води 30л/с приймаємо протипожежний запас $W_1 = 1,5 \text{ м}^3$. Повний об'єм бака (м^3), визначаємо за формулою (1.14)

$$V = B \cdot W + W_1 = 1,1 \cdot 0,0625 + 1,5 = 1,6 \text{ м}^3,$$

де $B=1,1$ (при продуктивності насосних установок менше максимальної витрати за годину).

Приклад 9. Визначити повну місткість водонапірного бака для складу торгового будинку. Розрахункова витрата води становить 0,96 л/с. Бак відкритий, в будинку встановлені дренчерні установки з розрахунковою витратою води 40л/с.

Вирішення. Приймаємо для відкритого бака з максимальною кількістю включень насоса $n=3$ шт.

Регулюючий об'єм (м^3), визначаємо за формулою (1.10)

$$W = \frac{0,96}{4 \cdot 3} = 0,08 \text{ м}^3.$$

Для дренчерних установок з розрахунковою витратою води 40л/с приймаємо протипожежний запас $W_1 = 3,0 \text{ м}^3$. Повний об'єм бака (м^3) визначаємо за формулою (1.14)

$$V = B \cdot W + W_1 = 1,2 \cdot 0,08 + 3,0 = 3,096 \text{ м}^3,$$

де $B=1,2$ (при використанні насосних установок, які працюють у повторно-короткочасному режимі). Приймаємо повну місткість бака $3,1 \text{ м}^3$.

ВАРІАНТИ ЗАДАЧ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ З РОЗДІЛУ І

Вихідні дані для вирішення задач наведені в таблицях.

Задача 1. Визначити імовірність дії приладів системи водопостачання.

Вихідні дані	Номери варіантів				
	1	2	3	4	5
Загальна витрата води в годину найбільшого водоспоживання $q_{h.r.u}^{tot}$, л/год	12,5	14,3	15,6	20	12,5
Витрата гарячої води в годину найбільшого водоспоживання $q_{h.r.u}^h$, л/год	7,9	9,2	10	10,9	8,2
Витрата води прибором, л/с	0,14	0,2	0,2	0,2	0,14
Число мешканців будинку	120	100	80	140	180
Загальна кількість приладів	144	120	120	176	140

Задача 2. Визначити розрахункову витрату холодної води на ділянці мережі.

Вихідні дані	Номери варіантів				
	1	2	3	4	5
Імовірність дій приладів системи водопостачання	0,077	0,082	0,086	0,092	0,112
Витрата води приладом, л/с	0,14	0,2	0,3	0,2	0,3
Кількість приладів	186	196	144	155	176

Задача 3. Визначити втрату напору на ділянці водопровідної мережі.

Вихідні дані	Номери варіантів				
	1	2	3	4	5
Імовірність дій приладів системи водопостачання	0,077	0,082	0,086	0,092	0,112
Витрата води приладом, л/с	0,14	0,2	0,3	0,2	0,3
Кількість приладів	36	72	108	144	176
Діаметр трубопроводу, мм	25	32	32	32	40
Довжина ділянки, м	3	6	8	10,5	7

Задача 4. Визначити втрати напору в лічильнику.

Вихідні дані	Номери варіантів				
	1	2	3	4	5
Витрата води, яку пропускає лічильник, л/с	1,5	2,3	1,4	1,2	1,6

Задача 5. Визначити, чи пропустить лічильник експлуатаційну витрату води.

Вихідні дані	Номери варіантів				
	1	2	3	4	5
Експлуатаційна витрата води, л/с	1,5	2,3	1,4	1,2	1,6
Калібр лічильника, мм	25	32	20	20	25

Задача 6. Визначити необхідний напір води для житлового будинку.

Вихідні дані	Номери варіантів				
	1	2	3	4	5
Кількість поверхів	9	7	12	10	9
Сума загальних втрат напору водопровідної мережі, м	6,74	8,53	5,95	39,25	14,75
Диктуючий прилад: 1- умивальник; 2 - мийка; 3 – ванна зі змішувачем; 4 - унітаз	3	3	2	1	4

Задача 7. Визначити марку насоса.

Вихідні дані	Номери варіантів				
	1	2	3	4	5
Максимальна секундна витрата води, л/с	0,884	1,306	1,41	1,208	1,16
Необхідний напір в системі, м	30,6	45,3	45,1	35,46	40,32
Гарантований напір, м	23,5	21,5	22,7	20,7	22,5

Задача 8. Визначити повну місткість водонапірного бака для торгового будинку. Бак відкритий, в будинку встановлені спринклерні установки з розрахунковою витратою води 30л/с.

Вихідні дані	Номери варіантів				
	1	2	3	4	5
Продуктивність насоса, м ³ /год	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0

Задача 9. Визначити повну місткість водонапірного бака для складу торгового будинку. Бак відкритий, в будинку встановлені дренажні установки з розрахунковою витратою води 40 л/с.

Вихідні дані	Номери варіантів				
	1	2	3	4	5
Розрахункова витрата води 1 секцією, л/с	0,87	0,93	0,85	1,05	0,95

РОЗДІЛ II . РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ВНУТРІШНЬОЇ ПОБУТОВОЇ КАНАЛІЗАЦІЇ І ВНУТРІШНІХ ВОДОСТОКІВ

2.1. Система внутрішньої каналізації

Залежно від призначення будинку, складу стічних вод і режиму водовідведення проектують такі системи внутрішньої каналізації:

побутова – для відведення стічних вод від санітарно-технічних приладів;

виробнича – для відведення виробничих стічних вод;

об'єднана – для відведення побутових і виробничих стічних вод (при можливості їх сумісного транспортування і очистки);

внутрішні водостоки – для відведення дощових і талих вод з покрівлі будинку.

У житлових, суспільних і допоміжних будинках промислових підприємств передбачується, як правило, дві системи каналізації: побутова і внутрішні водостоки.

2.2. Побутова каналізація

До складу системи побутової каналізації будинку входять: санітарно-технічні прилади, відвідні труби, стояки, вентиляційні труби, випуски, пристрої для прочистки мережі (ревізії, причистки). Основний режим руху стічної рідини в системах каналізації – самопливний.

2.2.1. Санітарно-технічні прилади і каналізаційні мережі

Санітарно-технічні прилади, які використовують для прийому стоків, повинні бути зручні в користуванні, стійкі до агресивних розчинів і гарячої води, з гладкою поверхнею (гігієнічні), мати змивні пристрої і гідравлічні затвори.

Санітарно-технічні прилади, до конструкції яких не входять гідравлічні затвори, при монтуванні слід забезпечити гідравлічними затворами (сифонами). Відтік стічних вод від приладів ведуть по закритих самопливних трубопроводах, які проектують прямолінійно. Відвідні труби приєднують до стояка за допомогою косих хрестовин і трійників.

Діаметри каналізаційних стояків слід приймати залежно від діаметра щоповверхового відводу, кута приєднання відводу до стояка і максимальної пропускної здатності стояка за табл.8 [1].

Необхідно передбачувати вентиляцію мережі через вентиляційні стояки, які приєднують до вищих точок трубопроводів. Витягну частину стояку виводять через покрівлю будинку на висоту:

від плоскої неексплуатованої покрівлі – 0,3м;

скатної покрівлі – 0,5м;

експлуатованої покрівлі – 3м;
зрізу збірної вентиляційної шахти – 0,1м.

Діаметр витяжної частини каналізаційного стояка повинен співпадати з діаметром стічної частини.

Передбачується установлювати ревізії і прочистки:

на стояках в житлових будинках – нижньому і верхньому поверхах, а також не рідше ніж через три поверхи; у вище розташованих над відступами поверхах;

на початку відводних труб при кількості приєднань приладів 3 і більше, під якими немає прочисток;

на повороті мережі;

на горизонтальних ділянках мережі – за табл. 6 [1].

Найменшу глибину закладення каналізаційних труб у ґрунт приймають з умов забезпечення труб від руйнування під дією постійних і тимчасових навантажень.

Випуски слід передбачувати з ухилом не менше 0,02. Довжина випуску від стояка або прочистки до осі оглядового колодязя повинна бути при діаметрі трубопроводу:

50 мм – не більше 8м;

100 мм - не більше 12м;

150 мм - не більше 15м;

Діаметр труб випуска повинен бути не менше діаметра найбільшого з приєднаних стояків і перевірятись розрахунком. Випуски приєднують до зовнішньої мережі під кутом не менше 90° (за рухом стояків).

2.2.2. Визначення розрахункових витрат стоків від будинку

Системи внутрішньої каналізації повинні забезпечувати нормальне відведення розрахункових витрат стічних вод за межі будинку.

Максимально секундна витрата стічних вод q^s , л/с, на ділянках каналізаційних мереж в будинках визначаємо:

а) при загальній максимально секундній витраті води $q^{tot} \leq 8$ л/с в мережах холодного і гарячого водопостачання за формулою

$$q^s = q^{tot} + q_0^s; \quad (2.1)$$

б) в інших випадках за формулою

$$q^s = q^{tot}, \quad (2.2)$$

де q^{tot} – загальна максимальна розрахункова секундна витрата води, л/с, визначається за формулою (1.2);

q_0^s – витрата стоків від санітарно-технічного приладу, л/с, визначаємо за додатком 2 [1].

При наявності декількох приладів на ділянці до розрахунків вводять найбільші значення q_0^s (так, у житлових будинках найбільшою є витрата від

унітазу: $q^s_0=1,6$ л/с).

2.2.3. Підбір діаметра й ухилу випуска

При розрахунках каналізаційних трубопроводів повинні виконуватися умови

$$V\sqrt{\frac{H}{d}} \geq K, \quad (2.3)$$

де $K=0,5$ – для трубопроводів з пластмасових і скляних труб;

$K=0,6$ – для трубопроводів з інших матеріалів.

При цьому швидкість руху рідини повинна бути не менше 0,7 м/с, а наповнення – не менше 0,3.

При недостатній витраті побутових стічних вод і не виконанні умов (2.3), мережі трубопроводів діаметром 40 – 50 мм слід прокладувати з ухилом 0,03, а діаметром 85 – 100 мм – з ухилом 0,02. Найбільший ухил трубопроводів не перевищує 0,15.

Діаметр випуску підбираємо за номограмою дод. 9[1]. Для цього прямою з'єднуємо дві розрахункові точки: на лівій сітці це перехрестя розрахункової витрати стоків по випуску та мінімального ухилу 0,02; на правій сітці це перехрестя діаметру 100 мм й шорсткості. Далі вимірюємо довжину цієї прямої й розділяємо її навпіл. На середній сітці одержимо точку й визначимо наповнення і швидкість руху стоків по випуску. Якщо швидкість руху рідини не менше 0,7 м/с, а наповнення – не менше 0,3, розрахунок закінчено. Якщо, навпаки, на середній сітці визначаємо точку, де швидкість руху рідини не менше 0,7 м/с, а наповнення – не менше 0,3, з'єднуємо її з розрахунковою точкою на лівій сітці, продовжуємо цю пряму до перехрещення з правою сіткою, визначаємо відстань між ними й продовжуємо цю пряму на таку саму відстань й одержимо діаметр трубопроводу випуску і шорсткість.

Ухил випуску підбираємо також за номограмою дод.9[1], якщо відомо діаметр випуску У цьому випадку прямою з'єднуємо дві розрахункові точки: на правій сітці це перехрестя діаметру 100 мм й шорсткості і точку на середній сітці, де швидкість руху рідини не менше 0,7 м/с, а наповнення – не менше 0,3. Визначимо відстань між ними. Продовжимо цю пряму на таку саму відстань до перехрещення з розрахунковою витратою стоків на лівій сітці, а зверху лівої сітки одержимо необхідний ухил.

2.3. Внутрішні водостоки

2.3.1. Конструкція внутрішніх водостоків

Внутрішні водостоки використовують для відводу дощових і талих вод з покрівель будівель. Вони складаються з таких елементів:

водостічних лійок;

відводних труб (підвісних або підпільних);

стояків;

випусків (відкритих або закритих);
прочисток.

Умовою нормальної роботи системи є позитивна температура в помешканні, де проходять трубопроводи водостоків.

2.3.2. Мережі внутрішніх водостоків

Вода з системи внутрішніх водостоків відводиться у зовнішні мережі дощової або загальносплавної каналізації (при закритому випуску).

При відсутності дощової каналізації у будинках випуск дощових вод з внутрішніх водостоків проектують відкрито, в лоток біля будинку (відкритий випуск).

При відкритому випуску з середини будинку ближче до стояка на випуску установлюють гідравлічний затвір з відводом талих вод зимній період у побутову каналізацію будинку.

На плоских покрівлях житлових і суспільних будинків установлюють по одній воронці на кожну секцію будинку. Максимальна відстань між водостічними воронками при будь-яких видах покрівлі не повинна перевищувати 48 м.

Ухили відводних труб повинні бути не менше 0,005.

На стояках установлюють ревізії на нижньому поверсі будинку.

2.3.3. Визначення розрахункових витрат дощових вод

Розрахункові витрати дощових вод, л/с, визначають за формулою:
для покрівель з ухилом до 1,5 % включно

$$Q = \frac{F \cdot q_{20}}{10000}, \quad (2.4)$$

для покрівель з ухилом більш ніж 1,5 %

$$Q = \frac{F q_5}{10000}, \quad (2.5)$$

де F – площа водозбору, м²

q_{20} – інтенсивність дощу, л/с з 1 га, тривалістю 20 хв, приймається згідно СНиП 2.04.03 – 85;

q_5 – інтенсивність дощу, л/с з 1 га, тривалістю 5 хв, визначається за формулою

$$q_5 = 4^n q_{20}, \quad (2.6)$$

де n – параметр, згідно із СНиП 2.04.03 – 85;

Витрата дощових вод, на один стояк не повинна перевищувати при діаметрі водосточного стояка:

85 мм – 10 л/с; 100 мм – 20 л/с; 150 мм – 50 л/с; 200 мм – 80 л/с;

2.3.4. Визначення критичної витрати дощових вод

Системи внутрішніх водостоків розраховують так, щоб витрата, розрахована за формулою (2.4) або (2.5), не перевищувала максимальну (критичну) витрату дощової води, яку може пропускати система, без підвищення її рівня на покрівлі, над воронкою.

Критичну витрату, л/с, визначають за формулою

$$Q_{кр} = \sqrt{\frac{H}{S_0}}, \quad (2.7)$$

де H – розрахунковий напір системи (різниця позначок покрівлі і осі випуску), м;

S – повний опір системи, м·с²/л², визначається як сума опорів на тертя за довжиною труб і місцевих за формулою

$$S_0 = Al + Am \sum \xi, \quad (2.8)$$

де A – питомий опір труб на тертя;

l – довжина трубопроводів, м;

A_m – питомі місцеві опори;

$\sum \xi$ – сума коефіцієнтів місцевих опорів (від входу у воронку до випуску).

Значення коефіцієнтів A , A_m і ξ приймають згідно з [5], залежно від прийнятого матеріалу труб.

Для внутрішніх водостоків застосовують пластмасові, азбестоцементні й чавунні труби, а на горизонтальних ділянках підвісних ліній при наявності вібрацій – сталеві.

2.3.5. Розрахунок внутрішніх водостоків

Розрахунок внутрішнього водостоку будинку полягає у виборі типів та діаметрів воронок, стояків, підвісних ліній і випусків, а також у визначенні розрахункових та критичних витрат дощових вод.

Розрахункові й критичні витрати визначають за допомогою формул (2.4) – (2.7), далі порівнюють критичну й дощову витрату. Для забезпечення надійності роботи внутрішнього водостоку критична витрата повинна бути значно більше розрахункової.

Тип і діаметр вибирають залежно від розрахункової витрати дощових вод на одну воронку за табл.2.1.

Таблиця 2.1 – Типи й діаметри водостічних воронок

Показник	ВР-9	ВВ-1	ВР-9	ВВ-1
Діаметр воронки, мм	80		100	
Розрахункова витрата дощових вод на одну воронку, л/с	3	4,5	8	12

Діаметри стояків підбирають залежно від розрахункової витрати:

якщо $Q \leq 20$ л/с то $d_{ст} = 100$ мм;

якщо $Q \leq 50$ л/с то $d_{ст} = 150$ мм.

Наповнення підвісних ліній і випусків не повинно бути більше 0,8 діаметра.

ПРИКЛАДИ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ З РОЗДІЛУ II

Приклад 1. Визначити максимальну секундну витрату стічних вод, якщо загальна витрата води санітарним приладом 0,3 л/с, коефіцієнт $\alpha = 1,243$.

Вирішення. Загальну розрахункову витрату води визначаємо за формулою (1.1)

$$q^{tot} = 5q_0^{tot} \cdot \alpha = 5 \cdot 0,3 \cdot 1,243 = 1,87 \text{ л/с}$$

Оскільки максимально секундна витрата води в будинку $g^{tot} < 8$ л/с [1, п.3.5], витрата стічних вод визначаємо за формулою (2.1)

$$q^s = q^{tot} + q_0^s = 1,87 + 1,6 = 3,47 \text{ л/с.}$$

Приклад 2. Перевірити випуск на виконання умов [1, п.18.2], якщо наповнення трубопроводу випуску 0,3, а швидкість руху 0,7.

Вирішення. Згідно з умовами [1, п.18.2] випуск перевіряємо за формулою (2.3):

$$V \cdot \sqrt{\frac{H}{d}} \geq K; \quad 0,7 \sqrt{0,3} = 0,383 < 0,6,$$

де $K = 0,5$ – для трубопроводів з пластмасових і скляних труб і $0,6$ – для трубопроводів з інших матеріалів.

Таким чином, у зв'язку з незначною величиною витрати побутових стічних вод прийняті конструктивно діаметри стояків і випусків $d = 100$ мм забезпечують відвід стоків за межі будинку при мінімальному допустимому ухилі безрозрахункових ділянок труб $i = 0,02$.

Приклад 3. Визначити середню швидкість руху стоків по випуску, якщо наповнення складає 0,37.

Вирішення. Середню швидкість руху стоків по випуску визначаємо з умов [1, п.18.2] за формулою (2.3)

$$V \cdot \sqrt{\frac{H}{d}} \geq K; \quad V = 0,6 / \sqrt{0,37} = 1,04 \text{ м/с.}$$

Приклад 4. Визначити за допомогою номограми дод.9[1] діаметр трубопроводу випуску з мінімальним ухилом 0,02, якщо витрата стоків по випуску 1,5 л/с, швидкість руху 0,8 м/с, наповнення – 0,4.

Вирішення. На лівій сітці знаходимо перехрестя витрати стоків і ухилу випуску. На середньої сітці поставимо точку, яка відповідає швидкості руху 0,8 м/с, наповненню – 0,4. З'єднуємо ці точки прямою, визначимо відстань між

ними й продовжимо цю пряму на таку саму відстань. На правій сітці одержимо діаметр випуску 80 мм з шорсткістю 0,010.

Приклад 5. Визначити розрахункову витрату дощових вод для плоскої покрівлі, площа якої 175 м^2 , розташованої в м. Харкові.

Вирішення. Розрахункову витрату дощових вод Q для плоскої покрівлі визначаємо за формулою (2.4)

$$Q = \frac{Fq_{20}}{10000} = \frac{175 \cdot 90}{10000} = 1,58 \text{ л/с},$$

де q_{20} - інтенсивність дощу, для міста Харкова $q_{20} = 90 \text{ л/с с 1 га за дод.10 [1]}$.

Приклад 6. Визначити розрахункову витрату дощових вод для скатної покрівлі, площа якої 175 м^2 , розташованої в м. Харкові.

Вирішення. Розрахункову витрату дощових вод для скатної покрівлі визначаємо за формулами (2.5) та (2.6)

$$q_5 = 4^n q_{20} = 4^{0,75} \cdot 90 = 2,8384 \cdot 90 = 255,45 \text{ л/с},$$

$$Q = \frac{Fq_5}{10000} = \frac{175 \cdot 255,45}{10000} = 4,47 \text{ л/с}.$$

Приклад 7. Визначити критичну витрату дощових вод з плоскої покрівлі 9-и поверхового будинку, якщо $\sum \xi = 7,8$; $A_m = 0,002$; $A = 0,00662 \text{ л/с}$; $l = 5 \text{ м}$.

Вирішення. Критичну витрату, л/с, визначаємо за формулою (2.7)

$$Q_{кр} = \sqrt{\frac{H}{S_0}}.$$

Розрахунковий напір системи $H=27 \text{ м}$ (різниця позначок покрівлі і осі випуску). Довжина випуску $l_e = 5 \text{ м}$. Довжина трубопроводів $l = H + l_e = 27+5 = 32 \text{ м}$.

Повний опір системи визначаємо за формулою (2.8)

$$S_0 = Al + Am \sum \xi = 0,000662 \cdot 32 + 0,002 \cdot 7,8 = 0,0368$$

Критична витрата дощових вод у системі

$$Q_{кр} = \sqrt{\frac{27}{0,0368}} = 27,0 \text{ л/с}$$

ВАРІАНТИ ЗАДАЧ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ З РОЗДІЛУ II

Вихідні дані для вирішення задач наведені в таблицях.

Задача 1. Визначити максимальну секундну витрату стічних вод.

Вихідні дані	Номери варіантів				
	1	2	3	4	5
Загальна витрата води санітарним приладом 0,3 л/с	0,2	0,3	0,14	0,2	0,3
Коефіцієнт α	1,216	1,312	1,112	1,218	1,214
Витрата стоків приладом, л/с	0,8	1,6	0,15	0,8	0,8

Задача 2. Перевірити випуск на виконання умов [1, п.18.2].

Вихідні дані	Номери варіантів				
	1	2	3	4	5
Наповнення трубопроводу випуску	0,31	0,32	0,36	0,35	0,34
Швидкість руху стоків, м/с	0,71	0,72	0,73	0,72	0,73

Задача 3. Визначити середню швидкість руху стоків по випуску.

Вихідні дані	Номери варіантів				
	1	2	3	4	5
Наповнення трубопроводу випуску	0,31	0,32	0,36	0,35	0,34

Задача 4. Визначити за допомогою номограми дод. 9 [1] діаметр трубопроводу випуску з мінімальним ухилом 0,02.

Вихідні дані	Номери варіантів				
	1	2	3	4	5
Наповнення трубопроводу випуску	0,31	0,32	0,36	0,35	0,34
Швидкість руху стоків, м/с	0,71	0,72	0,73	0,72	0,73
Витрата стоків, л/с	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9

Задача 5. Визначити розрахункову витрату дощових вод для плоскої покрівлі, розташованої в м. Харкові ($q_{20} = 90$ л/с·га).

Вихідні дані	Номери варіантів				
	1	2	3	4	5
Площа покрівлі, м ²	165	233	194	212	196

Задача 6. Визначити розрахункову витрату дощових вод для скатної покрівлі, розташованої в м. Харкові ($q_{20}= 90\text{л/с}\cdot\text{га}$, $n=0,75$).

Вихідні дані	Номери варіантів				
	1	2	3	4	5
Площа покрівлі, м ²	165	233	194	212	196

Задача 7. Визначити критичну витрату дощових вод з плоскої покрівлі.

Вихідні дані	Номери варіантів				
	1	2	3	4	5
Питомий опір труб на тертя А, л/с	0,00662	0,00665	0,00669	0,00664	0,00663
Питомі місцеві опори	0,026	0,002	0,00083	0,00034	0,002
Сума коефіцієнтів місцевих опорів	7,6	8,4	9,2	10,2	10,4
Довжина трубопроводів, м	4,8	5,5	4,95	5,2	5,3

РОЗДІЛ III. РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ГАРЯЧОГО ТА ПРОТИПОЖЕЖНОГО ВОДОПРОВОДУ

Під час розрахунку гарячого водопроводу визначають витрати гарячої води; потужність та розміри водонагрівачів; діаметри трубопроводів та втрати тиску.

3.1. Визначення розрахункової витрати гарячої води

Гідравлічний розрахунок системи гарячого водопроводу виконують на розрахункову витрату гарячої води. Розрахункову витрату гарячої води, л/с, з урахуванням циркуляційної витрати визначаємо за формулою

$$q^{h,cir} = q^h (1 + K_{cir}), \quad (3.1)$$

де q^h – максимальна розрахункова витрата гарячої води, л/с, визначають за формулою (1.1);

K_{cir} – коефіцієнт, який для водонагрівачів і початкових ділянок систем до першого водорозбірного стояка визначають за дод.5[1], для інших ділянок мережі він дорівнює 0.

Циркуляційну витрату гарячої води в системі, л/с знаходять за формулою

$$q^{cir} = \beta \sum \frac{Q^{ht}}{4,2\Delta t}, \quad (3.2)$$

де β – коефіцієнт розрегулювання циркуляції чи конструктивний параметр системи, для систем з однаковим опором секційних вузлів дорівнює 1,3; зі змінним опором –1;

Q^{ht} – втрати теплоти в трубопроводах гарячого водопостачання, рушникосушильниках, стояках, підводках, кВт;

Δt – різниця температур у трубопроводах, що подають воду від водонагрівача до найбільш віддаленої точки системи.

У системах без циркуляції і в системах з циркуляцією і змінним опором циркуляційних стояків Q^{ht} визначають при $\Delta t = 10^\circ \text{C}$, $\beta=1$; для систем з однаковим опором секційних вузлів чи стояків і наявності циркуляції у системі Q^{ht} визначають при $\Delta t = 8,5^\circ \text{C}$, $\beta=1,3$; для секційного вузла чи водорозбірного стояка включно з кільцюючою перемичкою Q^{ht} визначають при $\Delta t = 8,5^\circ \text{C}$, $\beta=1$.

У випадку кільцювання частини подаючих стояків розрахункову витрату води по окремому стояку знаходять за формулою

$$q_f^h = 0,7q^h. \quad (3.3)$$

3.2. Визначення кількості теплоти на нагрів води

Кількість теплоти (тепловий потік) на потреби гарячого водопостачання (нагрів води) протягом середньої години водоспоживання, кВт визначають за формулою

$$Q_t^h = 1,16q_T^h(55 - t^c) + Q^{ht}, \quad (3.4)$$

де q_T^h - середня за годину витрата гарячої води, м³/год, яку знаходять за формулою (1.12);

t^c - температура холодної води у мережі водопроводу, °С, при відсутності даних її приймають 5°С;

Q^{ht} - втрати теплоти на розрахунковій ділянці мережі, визначають за табл.10.4[6].

Кількість теплоти (максимальний тепловий потік) на потреби гарячого водопостачання (нагрів води) протягом максимальної години водоспоживання, кВт, визначають за формулою

$$Q_t^h = 1,16q_{hr}^h(55 - t^c) + Q^{ht}, \quad (3.5)$$

де q_{hr}^h - максимальна за годину витрата гарячої води, м³/год, яку знаходять за формулою

$$q_{hr}^h = 0,005q_{0,hr} \alpha_{hr}, \quad (3.6)$$

де $q_{0,hr}$ - витрата гарячої води диктуючим приладом, м³/год, яку знаходять згідно з додатком 2 [1].

3.3. Підбір водонагрівача

Для приготування гарячої води у централізованих системах гарячого водопостачання найбільш часто використовують швидкісні й ємкі водонагрівачі.

Швидкісні водонагрівачі використовують у системах з рівномірною витратою води та великим водоспоживанням. Підігрів води здійснюється паром чи водою. У водоводяних підігрівачах рух теплоносія і води, яку нагрівають, повинен бути протиточним, тобто вода, яку нагрівають та теплоносій повинні рухатися у протилежних напрямках. Швидкість руху води трубками приймають від 0,5 до 3м/с.

Ємкі водонагрівачі використовують в системах з періодичною і невеликою витратою води (наприклад, школах, столових та ін.). У цих системах встановлюють акумулюючі ємкості. Перевага ємких водонагрівачів полягає в тому, що вони є підігрівачами та акумуляторами гарячої води.

Водонагрівачі розраховують так:

визначають витрату теплоти на потреби гарячого водопостачання (нагрів води);

визначають необхідну площу поверхні нагріву змійовиків (трубок водонагрівачів);

знаходять основні конструктивні розміри й підбирають водонагрівач;

виконують гідравлічний розрахунок, а для ємкого водонагрівача ще знаходять акумулюючу ємкість водонагрівача.

Витрату теплоти на потреби гарячого водопостачання (нагрів води) визначають за формулами (3.4) і (3.5).

Площу поверхні нагріву змійовиків (трубок водонагрівачів) знаходять за формулою

$$F = \frac{Q_{hr}^h}{K\Delta t}, \quad (3.7)$$

де Q_{hr}^h - максимальний тепловий потік протягом максимального часу водоспоживання, кВт, визначають за формулою (3.5);

K – коефіцієнт теплопередачі трубок водонагрівача, Вт/(м² · К);

Δt – середня логарифмічна різниця температур, °С, визначають за формулою

$$\Delta t = \frac{\Delta t_{\max} - \Delta t_{\min}}{2,31 \cdot \lg \frac{\Delta t_{\max}}{\Delta t_{\min}}}, \quad (3.8)$$

де Δt_{\max} і Δt_{\min} – найбільша й найменша різниця температур між теплоносієм й водою, яку нагрівають за кінцями теплообмінника (у осях вхідного й вихідного патрубків теплоносія). Середню логарифмічну різницю температур також можна визначити за допомогою номограми рис.11.6 [7].

Для ємких водонагрівачів різниця температур між теплоносієм і водою, яку нагрівають, дорівнює її середньоарифметичному значенню

$$\Delta t = (T_n + T_k) / 2 - (t_n + t_k) / 2, \quad (3.9)$$

де T_n та T_k – початкова й кінцева температури теплоносія, °С;

t_n та t_k – початкова та кінцева температури води, °С.

Кількість секцій водонагрівача знаходять за формулою

$$m = F / f_c, \quad (3.10)$$

де F - площа поверхні нагріву змійовиків (трубок водонагрівачів), м², яку знаходять за формулою (3.7);

f_c – площа теплообміну одної секції змійовика, м², приймають за дод.8 та 9 [7] чи за дод.1 цих вказівок.

Акумулюючий об'єм ємкого водонагрівача обчислюють за формулою

$$V_{ак} = \frac{Q}{c(t_2 - t_x)}, \quad (3.11)$$

де Q – кількість теплоти, яка може бути закумульована за 1 годину, Дж, визначають за допомогою інтегрального графіка споживання теплоти в системі

гарячого водопостачання, його будують на підставі безрозмірного графіка споживання води;

c – теплоємність води, дорівнює $4187 \text{ Дж/кг} \cdot ^\circ\text{C}$;

t_r та t_x – температура гарячої і холодної води відповідно, $^\circ\text{C}$.

3.4. Визначення розрахункової витрати води крізь зрошувач

У СНіП 2.04.01–85, п 6.1-6.4 указані категорії будинків, де передбачені системи внутрішнього протипожежного водопостачання.

За використанням технічних засобів подання води до очагу пожежі протипожежні водопроводи розподіляються на:

прості (з кранами ручної дії);

півавтоматичні (дренчерні чи водяні завіси);

автоматичні (спринклерні).

Прості протипожежні водопроводи влаштовують у житлових будинках заввишки 12 поверхів; будинках управлінь висотою 6 і більше поверхів; у гуртожитках та громадських будинках заввишки 10 поверхів; допоміжних будинках промислових підприємств об'ємом більше 5000 м^3 .

Спринклерні й дренчерні установки використовують у приміщеннях з підвищеною пожежонебезпекою: сценах театрів, складах, цехах промислових підприємств з підвищеною пожежонебезпекою, залах, гардеробних та ін.

Спринклерні й дренчерні установки обладнують водопостачальниками (основним та автоматичним), магістральними трубопроводами розподільчої мережі зі зрошувачами (спринклерними чи дренчерними голівками).

Інтенсивність зрошення приміщень повинна бути не менше $0,08 \text{ л}/(\text{с} \cdot \text{м}^2)$ для 1-ї групи приміщень за пожежною небезпекою (наприклад, громадських будинків) і $0,12 \text{ л}/(\text{с} \cdot \text{м}^2)$ для 2-ї групи приміщень за пожежною небезпекою (наприклад, складських приміщень).

Для 1-ї групи приміщень за пожежною небезпекою розрахунковий час подачі води приймають 30 хвилин, розрахункову площу для визначення витрати води – 120 м^2 .

Для 2-ї групи приміщень за пожежною небезпекою розрахунковий час подавання води приймають 60 хвилин, розрахункову площу для визначення витрати води – 240 м^2 .

Розрахункову витрату води крізь зрошувач, л/с, визначають за формулою

$$Q_d = k\sqrt{H}, \quad (3.12)$$

де k – коефіцієнт продуктивності зрошувача, визначаємо за табл.4.5[7] чи дод.2, для зрошувачів типу СН-10 і СП-10(де 10 – діаметр вихідного отвору) $k = 0,31$;

H – вільний напір перед зрошувачем, приймають не менше 5м для зрошувачів з діаметром вихідного отвору 8-12 мм.

Втрату напору на розрахунковій ділянці трубопроводу, м, визначають за формулою

$$H_i = Q^2 l / k_1, \quad (3.13)$$

де Q - витрата води на розрахунковій ділянці трубопроводу, л/с;

l - довжина розрахункової ділянки трубопроводу, м;

k_1 - коефіцієнт, визначають за табл.4.6[8] чи дод.3 залежно від діаметра ділянки мережі.

ПРИКЛАДИ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ З РОЗДІЛУ III

Приклад 1. Визначити циркуляційну витрату гарячої води крізь стояк секційного вузла, якщо вузол складається з чотирьох стояків, сумарні втрати теплоти в вузлі складають 6,679 кВт, $\beta=1$, $\Delta t=8,5^0$ С.

Вирішення. Циркуляційну витрату гарячої води секційного вузла визначають за формулою (3.2)

$$q_{uz}^{cir} = 1 \frac{6,769}{4,2 \cdot 8,5} = 0,19 \text{ л/с.}$$

Враховуючи, що циркуляційна витрата розподіляється рівномірно за усіма стояками, знаходимо витрату через: один стояк

$$q_{st}^{cir} = \frac{q_{uz}^{cir}}{n} = \frac{0,19}{4} = 0,0475 \text{ л/с.}$$

Приклад 2. Визначити розрахункову витрату гарячої води крізь стояк секційного вузла, якщо вузол складається з чотирьох стояків, до кожного з них приєднано 27 приладів. Імовірність дії приладів 0,016. Витрата гарячої води приладом 0,2 л/с.

Вирішення. Визначаємо коефіцієнт α залежно від $NP=27 \cdot 0,016=0,432$ за табл.2 дод.4 [1], $\alpha=0,633$.

Розрахункову витрату гарячої води через стояк секційного вузла знаходимо за формулою (3.3)

$$q_f^h = 0,7 q^h = 0,7 \cdot 5 \cdot q_0 \alpha = 0,7 \cdot 5 \cdot 0,2 \cdot 0,633 = 0,433 \text{ л/с.}$$

Приклад 3. Визначити кількість теплоти (тепловий потік) на потреби гарячого водопостачання (нагрів води) мікрорайону протягом середньої години водоспоживання, якщо кількість водоспоживачів складає 1890 мешканців, норма витрати гарячої води на добу найбільшого водоспоживання 120 л/сут, сумарні втрати теплоти в системі гарячого водопостачання району 122,9 кВт.

Вирішення. Середню за годину витрату гарячої води, $\text{м}^3/\text{год}$, знаходимо за формулою (1.12)

$$q_T = \frac{120 \cdot 1890}{1000 \cdot 24} = 9,45 \text{ м}^3 / \text{год}.$$

Кількість теплоти (тепловий потік) на потреби гарячого водопостачання (нагрів води) мікрорайону протягом середньої години водоспоживання визначаємо за формулою (3.4)

$$Q_t^h = 1,16 q_T^h (55 - t^c) + Q^{ht} = 1,16 \cdot 9,45 (55 - 5) + 129,9 = 678 \text{ кВт}.$$

Приклад 4. Визначити максимальний тепловий потік на потреби гарячого водопостачання (нагрів води) мікрорайону протягом максимальної години водоспоживання, якщо норма витрати гарячої води диктуючим приладом 200 л/ч, $\alpha_{hr} = 24,92$, сумарні втрати теплоти в системі гарячого водопостачання району 122,9 кВт.

Вирішення. Максимальну за годину витрата гарячої води, $\text{м}^3/\text{год}$, визначається за формулою (3.6)

$$q_{hr}^h = 0,005 \cdot 200 \cdot 24,92 = 24,92 \text{ м}^3 / \text{ч}.$$

Кількість теплоти (максимальний тепловий потік) на потреби гарячого водопостачання (нагрів води) протягом максимальної години водоспоживання, кВт знаходимо за формулою (3.5)

$$Q_t^h = 1,16 q_{hr}^h (55 - t^c) + Q^{ht} = 1,16 \cdot 24,92 (55 - 5) + 129,9 = 1575,3 \text{ кВт}.$$

Приклад 5. Підібрати швидкісний водонагрівач, якщо максимальний тепловий потік протягом максимального часу водоспоживання дорівнює 1575,3 кВт, середня логарифмічна різниця температур $62,5 \text{ }^\circ\text{C}$, коефіцієнт теплопередачі $1,16 \text{ кВт}/(\text{м}^2 \cdot \text{K})$.

Вирішення. Площу поверхні нагріву змійовиків (трубок водонагрівачів) знаходять за формулою (3.7)

$$F = \frac{Q_{hr}^h}{K \Delta t} = \frac{1575,3}{1,16 \cdot 62,5} = 21,73 \text{ м}^2.$$

Кількість секцій водонагрівача знаходять за формулою (3.10)

$$m = F / f_c = 21,73 / 6,9 = 3,15,$$

де $f_c = 6,9 \text{ м}^2$ площа нагріву однієї секції водо-водяних секційних швидкісних водонагрівачів типу ВТІ-Мосенерго з довжиною трубок 4 м.

Обираємо для установки чотири секції.

Приклад 6. Визначити акумулюючий об'єм ємкого водонагрівача, якщо кількість теплоти, яка може бути закумульована за 1 годину складає $468 \cdot 10^6 \text{ Дж}$, $t_r = 60 \text{ }^\circ\text{C}$ та $t_x = 5 \text{ }^\circ\text{C}$.

Вирішення. Акумуляючий об'єм ємкого водонагрівача обчислюємо за формулою (3.11)

$$V_{ак} = \frac{Q}{c(t_2 - t_x)} = \frac{468 \cdot 10^6}{4187 \cdot (60 - 5)} = 2032 \text{ л} = 2,03 \text{ м}^3.$$

Приклад 7. Визначити розрахункову витрату води через зрошувач типу СН-10, якщо вільний напір перед зрошувачем складає 10,82 м, коефіцієнт продуктивності зрошувача $k = 0,31$.

Вирішення. Розрахункову витрату води крізь зрошувач, л/с, визначаємо за формулою (3.12)

$$Q_d = 0,31 \sqrt{10,82} = 1,02 \text{ л/с}.$$

Приклад 8. Визначити необхідний напір на ділянці тупикової сприклерної (у початковій точці А) мережі з трьома зрошувачами типу СП з діаметром вихідного отвору 10 мм, яка розташована в кінотеатрі, якщо згідно з нормами: необхідна інтенсивність подавання води $-0,08 \text{ л/с}$ на 1 м^2 ; розрахункова площа 120 м^2 ; площа, яку захищає один сприклер -12 м^2 . Довжина ділянок мережі складає: $l_{1-2} = 1 \text{ м}$; $l_{2-3} = 1,5 \text{ м}$; $l_{3-А} = 2 \text{ м}$. Діаметри умовного проходу $d_{1-2} = 20 \text{ мм}$; $d_{2-3} = 25 \text{ мм}$; $d_{3-А} = 25 \text{ мм}$.

Вирішення. Мінімальна витрата сприклера

$$Q_d = 0,08 \cdot 12 = 0,96 \text{ л/(с} \cdot \text{м}^2\text{)}.$$

Розрахункова витрата води

$$Q_{роз.} = 0,08 \cdot 120 = 9,6 \text{ л/(с} \cdot \text{м}^2\text{)}.$$

З формули (3.12) визначаємо вільний напір перед найбільш віддаленим сприклером

$$H_1 = Q_d^2 / k^2 = 0,96^2 / 0,31^2 = 9,59 \text{ м}.$$

де 0,31 - коефіцієнт продуктивності зрошувача, визначаємо за дод.2, для зрошувачів типу СП-10 (де 10 – діаметр вихідного отвору) $k = 0,31$;

Втрату напору на ділянці 1-2 трубопроводу, м, визначаємо за формулою (3.13)

$$H_{1-2} = Q^2 l_{1-2} / k_1 = 0,96^2 \cdot 1 / 0,75 = 1,23 \text{ м}.$$

Напір у сприклера 2 дорівнює сумі втрат напору на ділянці 1-2 і напору у сприклера 1

$$H_2 = 1,23 + 9,59 = 10,82 \text{ м}.$$

Розрахункову витрату води через зрошувач 2, л/с визначаємо за формулою (3.12)

$$Q_{d_2} = 0,31\sqrt{10,82} = 1,02 \text{ л/с.}$$

Витрата води на ділянці 2-3 дорівнює сумі витрат сприклером 1 та 2

$$Q_{2-3} = Q_{d_1} + Q_{d_2} = 0,96 + 1,02 = 1,98 \text{ л/с.}$$

Втрату напору на ділянці 2-3 трубопроводу, м, визначаємо за формулою (3.13)

$$H_{2-3} = Q^2 l_{2-3} / k_1 = 1,98^2 \cdot 1,5 / 3,44 = 1,71 \text{ м.}$$

Напір у сприклера 3

$$H_3 = 10,82 + 1,71 = 12,53 \text{ м.}$$

Розрахункова витрата води крізь зрошувач 3

$$Q_{d_3} = 0,31\sqrt{12,53} = 1,1 \text{ л/с.}$$

Витрата води на ділянці 3-4

$$Q_{3-A} = Q_{d_3} + Q_{d_{2-3}} = 1,1 + 1,98 = 3,08 \text{ л/с.}$$

Втрата напору на ділянці 2-3

$$H_{3-A} = Q^2 l_{3-A} / k_1 = 3,08^2 \cdot 2 / 3,44 = 5,52 \text{ м.}$$

Напір у точці А

$$H_A = 12,53 + 5,52 = 18,05 \text{ м.}$$

Таким чином, у початкову точку А необхідно подавати 3,08 л/с води під напором 18,05 м.

ВАРІАНТИ ЗАДАЧ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ З РОЗДІЛУ III

Вихідні дані для вирішення задач наведені в таблицях.

Задача 1. Визначити циркуляційну витрату гарячої води через стояк секційного вузла, якщо вузол складається з чотирьох стояків, $\beta=1$, $\Delta t=8,5^{\circ}\text{C}$.

Вихідні дані	Номери варіантів				
	1	2	3	4	5
Сумарні втрати теплоти у вузлі, кВт	5,555	4,925	5,935	6,331	4,825

Задача 2. Визначити розрахункову витрату гарячої води через стояк секційного вузла, якщо вузол складається з чотирьох стояків.

Вихідні дані	Номери варіантів				
	1	2	3	4	5
Кількість приладів	36	48	36	40	72
Імовірність дії приладів	0,012	0,014	0,013	0,011	0,015
Витрата гарячої води приладом, л/с	0,2	0,3	0,14	0,2	0,3

Задача 3. Визначити кількість теплоти (тепловий потік) на потреби гарячого водопостачання (нагрів води) мікрорайону протягом середньої години водоспоживання.

Вихідні дані	Номери варіантів				
	1	2	3	4	5
Кількість водоспоживачів	2100	1850	1950	1870	1930
Норма витрати гарячої води на добу найбільшого водоспоживання, л/добу	115	100	120	110	120
Сумарні втрати теплоти в системі гарячого водопостачання району, кВт	145	130	129	125	140

Задача 4. Визначити максимальний тепловий потік на потреби гарячого водопостачання (нагрів води) мікрорайону протягом максимальної години водоспоживання.

Вихідні дані	Номери варіантів				
	1	2	3	4	5
Коефіцієнт $\alpha_{\text{гр}} = 24,92$	25,22	24,31	24,77	24,54	25,22
Норма витрати гарячої води диктуючим приладом 200 л/год	200	60	120	120	200
Сумарні втрати теплоти в системі гарячого водопостачання району, кВт	145	130	129	125	140

Задача 5. Підібрати швидкісний водонагрівач.

Вихідні дані	Номери варіантів				
	1	2	3	4	5
Максимальний тепловий потік протягом максимального часу водоспоживання, кВт	1550	1630	1580	1620	1540
Середня логарифмічна різниця температур, °С	55	65	70	75	58
Коефіцієнт теплопередачі, кВт/(м ² · К)	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16

Задача 6. Визначити акумулюючий об'єм ємкого водонагрівача, якщо теплоємність води дорівнює 4187 Дж/кг · °С; температура холодної води 5 °С.

Вихідні дані	Номери варіантів				
	1	2	3	4	5
Кількість теплоти, яка може бути закумульована за 1 годину, Q · 10 ⁶ Дж	450	500	460	470	480
Температура гарячої води, °С	60	55	60	55	60

Задача 7. Визначити розрахункову витрату води через зрошувач типа СН-10.

Вихідні дані	Номери варіантів				
	1	2	3	4	5
Вільний напір перед зрошувачем, м	9,5	10,5	11,5	10,8	11,2
Коефіцієнт продуктивності зрошувача	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31

Задача 8. Визначити необхідний напір на ділянці тупикової сприклерної (у початковій точці А) мережі з трьома зрошувачами типу СП, яка розташована в кінотеатрі, якщо згідно з нормами: необхідна інтенсивність подавання води – 0,08л/с на 1 м²; розрахункова площа 120 м²; площа, яку захищає один спринклер –12м². Діаметри умовного проходу, мм: d₁₋₂ = 20 мм; d₂₋₃ =25 мм; d_{3-А} =25 мм.

Вихідні дані	Номери варіантів				
	1	2	3	4	5
Довжина ділянок мережі, м:					
l_{1-2}	0,7	0,75	0,8	0,85	0,9
l_{2-3}	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
$l_{3-А}$	1,75	1,85	1,9	1,95	2,1
Діаметр вихідного отвору, мм	8	12	15	20	12

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. СНиП 2.04.01. – 85. Внутренний водопровод и канализация. – М.: Стройиздат, 1986.
2. ГОСТ 21.601 – 79. СПДС. Водопровод и канализация. Рабочие чертежи. – М.: Стройиздат, 1980.
3. Шевелев Ф.А. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб. – М.: Стройиздат, 1973.
4. Лукиных А.А, Лукиных Н.А. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей. – М.: Стройиздат, 1974
5. Тугай А.М. и др. Внутренние системы водоснабжения и водоотведения. Справочник. – Киев: Будівельник, 1982.
6. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Под ред. И.Г.Староверова. Ч.2. - М.: Стройиздат, 1990.
7. Кедров В.С., Ловцов Е.Н. Санитарно-техническое оборудование зданий. - М.: Стройиздат, 1989.
8. Санитарно-техническое оборудование зданий. Примеры расчета: Учеб. Пособие/Сергеев Ю.С., Боровский Э.Р. и др. - Киев: Вища школа, 1991.
9. Тітов Ю.П., Яковенко М.М. Методичні вказівки до виконання курсового проекту "Санітарно-технічне обладнання будинків".–Х.: ХНАМГ, 2005.

ДОДАТОК 1

Основні технічні дані водо-водяних секційних швидкісних нагрівачів води типу ВТІ-Мосенерго

Позначення	Площа поверхні нагріву секції, м ²	Довжина трубок, мм	Кількість трубок
01	0,37	2000	4
02	0,75	4000	4
03	0,65	2000	7
04	1,31	4000	7
05	1,11	2000	12
06	2,24	4000	12
07	1,76	2000	19
08	3,54	4000	19
09	3,4	2000	37
10	6,9	4000	37
11	5,89	2000	64
12	12	4000	64
13	10	2000	109
14	20,3	4000	109
15	13,9	2000	151
16	28	4000	151

ДОДАТОК 2

Основні характеристики зрошувача

Тип зрошувача	Коефіцієнт продуктивності, к	Мінімальний вільний напір, м	Максимальний вільний напір, м
Водяний спринклерний і дренчерний з діаметром вихідного отвору, мм:			
8	0,20	5	100
10	0,31	5	100
12	0,45	5	100
15	0,71	10	100
20	1,25	15	80

Значення коефіцієнта k_1 для деяких труб

Тип труби	Діаметр умовного проходу, мм	Коефіцієнт k_1
Сталеві електрозварювані		
ГОСТ 10704-76	15	0,0755
	20	0,75
	25	3,44
	32	13,97
	40	28,7
	50	110
	65	572
	80	1429
	100	4322
Сталеві водогазопроводні		
ГОСТ 3262-75	15	0,18
	20	0,926
	25	3,65
	32	16,5
	40	34,5
	50	135
	65	517
	80	1262
	90	2725
	100	5205

ДОДАТОК 4

Завдання на контрольну роботу передбачається розв'язання задач за варіантами, номери яких вказані в таблиці

Номери задач	Номери варіантів																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
3 I розділу																									
1	1	2	3	4	5	1	3	5	2	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
2	5	1	2	3	4	2	4	1	3	5	3	4	1	2	3	4	5	3	1	2	5	1	5	4	5
3	4	5	1	2	3	3	5	2	4	1	2	3	2	3	5	5	1	4	4	4	1	2	3	5	1
4	3	4	5	1	2	4	1	3	5	2	5	1	3	4	1	1	2	2	5	5	2	3	4	3	4
5	2	3	4	5	1	5	2	4	1	3	1	5	5	1	2	4	2	1	2	3	3	4	3	4	5
6	1	2	3	4	5	1	3	5	2	4	2	3	4	5	4	3	4	5	3	1	4	5	1	1	3
7	5	1	2	3	4	2	4	1	3	5	1	4	5	4	3	4	5	3	1	5	3	2	4	2	2
8	5	1	2	3	4	2	4	1	3	5	3	4	1	2	3	4	5	3	1	2	5	1	5	4	5
9	4	5	1	2	3	3	5	2	4	1	2	3	2	3	5	5	1	4	4	4	1	2	3	5	1
3 II розділу																									
1	5	3	1	4	2	5	3	1	2	3	5	3	1	4	2	5	3	1	4	2	4	5	1	4	2
2	5	5	5	1	5	3	1	3	3	4	4	2	5	4	1	2	3	4	2	4	5	1	2	3	1
3	1	3	1	4	1	5	2	2	4	5	3	1	4	5	2	4	4	5	3	3	1	2	3	2	5
4	4	4	2	5	2	1	3	5	5	1	2	5	3	3	3	5	2	1	4	1	2	3	4	1	4
5	5	3	3	2	2	2	5	1	1	2	1	4	2	4	4	3	1	4	1	5	3	4	5	5	3
6	3	1	4	3	4	4	4	2	2	3	5	3	1	1	5	1	5	3	5	3	4	5	1	4	2
7	5	3	1	4	2	5	3	1	2	3	5	3	1	4	2	5	3	1	4	2	4	5	1	4	2
3 III розділу																									
1	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
2	2	3	4	5	3	1	2	5	1	5	4	5	1	2	3	4	5	3	1	2	5	1	5	4	5
3	3	5	5	1	4	4	4	1	2	3	5	1	2	3	5	5	1	4	4	4	1	2	3	5	1
4	4	1	1	2	2	5	5	2	3	4	3	4	3	4	1	1	2	2	5	5	2	3	4	3	4
5	1	2	4	2	1	2	3	3	4	3	4	5	5	1	2	4	2	1	2	3	3	4	3	4	5
6	5	4	3	4	5	3	1	4	5	1	1	3	4	5	4	3	4	5	3	1	4	5	1	1	3
7	5	1	3	4	2	5	3	5	4	3	2	1	5	4	3	4	5	3	1	5	3	2	4	2	2
8	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ.....	3
РОЗДІЛ I. РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ВНУТРІШНЬОГО ХОЛОДНОГО ВОДОПРОВОДУ	4
1.1. Визначення розрахункових витрат води та імовірності дії приладів внутрішнього водопроводу.....	4
1.2. Гідравлічний розрахунок водопровідної мережі.....	5
1.3. Визначення втрати напору в лічильнику води.....	6
1.4. Визначення необхідного напору води у внутрішній водопровідній мережі.....	6
1.5. Підбір насосу.....	7
1.6. Запасні і регулюючі ємкості. Розрахунок повної місткості водонапірного бака.....	8
Приклади розв'язання задач з розділу I.....	9
Варіанти задач для розв'язання з розділу I.....	13
РОЗДІЛ II. РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ВНУТРІШНЬОЇ ПОБУТОВОЇ КАНАЛІЗАЦІЇ І ВНУТРІШНІХ ВОДОСТОКІВ.....	15
2.1. Система внутрішньої каналізації.....	15
2.2. Побутова каналізація.....	15
2.2.1. Санітарно-технічні прилади і каналізаційні мережі.....	15
2.2.2. Визначення розрахункових витрат стоків від будинку.....	16
2.2.3. Підбір діаметра й ухилу випуска.....	17
2.3. Внутрішні водостоки.....	17
2.3.1. Конструкція внутрішніх водостоків.....	17
2.3.2. Мережі внутрішніх водостоків.....	18
2.3.3. Визначення розрахункових витрат дощових вод.....	18
2.3.4. Визначення критичної витрати дощових вод.....	19
2.3.5. Розрахунок внутрішніх водостоків.....	19
Приклади розв'язання задач з розділу II.....	20
Варіанти задач для розв'язання з розділу II.....	22
РОЗДІЛ III. РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ГАРЯЧОГО ТА ПРОТИПОЖЕЖНОГО ВОДОПРОВОДУ	24
3.1. Визначення розрахункової витрати гарячої води.....	24
3.2. Визначення кількості теплоти на нагрів води.....	25
3.3. Підбір водонагрівача.....	25
3.4. Визначення розрахункової витрати води крізь зрошувач.....	27
Приклади розв'язання задач з розділу III.....	28
Варіанти задач для розв'язання з розділу III.....	32
Список літератури.....	34
ДОДАТКИ.....	35

Навчальне видання

КОЛЕСНИК Наталія Юріївна,
ЯКОВЕНКО Микола Михайлович

Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни *Санітарно-технічне обладнання будинків*. Розділ I. Розрахунок системи внутрішнього холодного водопроводу. Розділ II. Розрахунок системи внутрішньої побутової каналізації і внутрішніх водостоків. Розділ III. Розрахунок системи гарячого та протипожежного водопроводу (для студентів 4 курсу денної і заочної форм навчання, освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр, напряму підготовки 0926 – «Водні ресурси», (6.060103 – «Гідротехніка (Водні ресурси)») спеціальності «Водопостачання та водовідведення»)

Відповідальний за випуск *С. С. Душкін*
Редактор *З. І. Зайцева*
Комп'ютерне верстання *Є. Г. Панова*

План 2009, поз. 153 М

Підп. до друку 28.12.2009
Друк на ризографі
Зам. №

Формат 60 x 84 1/16
Ум. друк. арк. 2,3
Тираж 50 пр.

Видавець і виготовлювач:
Харківська національна академія міського господарства,
вул. Революції, 12, Харків, 61002
Електронна адреса: rektorat@ksame.kharkov.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК №731 від 19.12.2001