НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

Кафедра пожежної профілактики в населених пунктах

Тема	Оцінка за роботу	
	контрольна	лабораторна
1		–
2		
3		

ПРОТИПОЖЕЖНЕ ВОДОПОСТАЧАННЯ

РОБОЧИЙ ЗОШИТ

(контрольні та лабораторні роботи)

здобувача вищої освіти_____

групи_____

номер залікової книжки_____

Харків 2019

Рекомендовано до друку вченою радою
факультету пожежної безпеки
(протокол від 18.11. 2019 року №3)

Укладачі: О. А. Петухова, С. А. Горносталь

Рецензенти: кандидат технічних наук, доцент **Рябова І.Б.,** професор кафедри інтегрованих технологій, процесів та апаратів Національного технічного університету «ХПІ»;
кандидат технічних наук, доцент **Уваров Ю.В.,** начальник науково-методичного центру навчальних закладів ДСНС України.

Протипожежне водопостачання: робочий зошит (контрольні та лабораторні роботи) / Укладачі: О.А. Петухова, С.А. Горносталь. – Х.: НУЦЗУ, 2019. – 66 с.

ЗМІСТ

Тема 1. Насосно-рукавні системи 4
Контрольна робота «Розрахунок насосно-рукавних систем» 4
Тема 2. Внутрішній протипожежний водопровід 15
Методика розрахунку внутрішнього протипожежного водопроводу 15
Контрольна та лабораторна робота «Розрахунок внутрішнього протипожежного водопроводу» 21
Контрольні питання 35
Тема 3. Випробування на водовіддачу водопровідних мереж 37
Лабораторна робота «Випробування на водовіддачу водопровідних мереж» 37
Контрольні питання 41
Контрольна робота «Випробування на водовіддачу водопровідних мереж» 43
Додатки 51
Література 66

ТЕМА 1. НАСОСНО-РУКАВНІ СИСТЕМИ

Насосно-рукавна система (НРС) – ……
……
……

Основні схеми НРС – …….
……
……

Контрольна робота «Розрахунок насосно-рукавних систем»

Контрольна робота «Розрахунок насосно-рукавних систем» складається з двох задач, для розв'язання яких з таблиць 1.1 та 1.2 вибираються вихідні дані за номером залікової книжки (дві останні цифри номера залікової книжки).

Задача 1

Для гасіння пожежі на торф'яному масиві введено в дію задана кількість паралельних робочих рукавних ліній ($N_р$) з заданими характеристиками ($n_р$, $d_р$, $d_н$), що приєднуються до магістральної лінії з заданими характеристиками ($n_м$, $d_м$). Визначити витрату води та напір насоса, якщо з заданої робочої лінії подається струмінь з заданим радіусом (довжиною) компактної частини ($R_к$). Рукава прогумовані.

Таблиця 1.1 – Вихідні дані для розв'язання задачі 1

Остання цифра номера залікової книжки	***0***	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***	***7***	***8***	***9***
Кількість паралельних робочих рукавних ліній $N_р$	**2**	**3**	**2**	**3**	**2**	**3**	**2**	**3**	**2**	**3**
Кількість рукавів в рукавній лінії:										
першій ($n_{р1}$)	2	2	3	1	1	2	1	2	1	1
другій ($n_{р2}$)	3	2	2	1	1	1	1	2	1	2
третій ($n_{р3}$)	–	3	–	1	–	1	–	2	–	1
Діаметри рукавів рукавної лінії ($d_р$):										
першої ($d_{р1}$)	51	51	66	66	51	51	51	66	51	51
другої ($d_{р2}$)	51	51	51	66	51	51	51	51	51	66
третій ($d_{р3}$)	–	51	–	51	–	66	–	66	–	66
Діаметри насадків стволів ($d_н$):										
першої ($d_{н1}$)	13	13	16	19	13	16	13	19	13	13
другої ($d_{н2}$)	13	13	13	19	16	16	13	13	16	19
третій ($d_{н3}$)	–	13	–	13	–	19	–	19	–	19

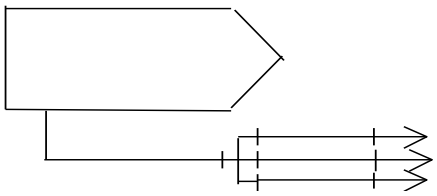
Остання цифра номера залікової книжки	***0***	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***	***7***	***8***	***9***
Радіус (довжина) компактної частини струменю $R_к$:										
$R_{к1}$	17	–	–	–	21	–	23	–	25	–
$R_{к2}$	–	–	19	20	–	–	–	–	–	–
$R_{к3}$	–	18	–	–	–	22	–	24	–	17
Висота підйому ствола z:	15	14	5	3	17	6	8	16	6	22
z_1	1	2	12	10	21	9	0	16	1	6
z_2	–	5	–	4	–	12	–	1	–	6
z_3										
Передостання цифра номера залікової книжки	***0***	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***	***7***	***8***	***9***
Кількість рукавів магістральної лінії $n_м$	5	6	7	9	10	11	12	13	14	15
Діаметри рукавів магістральної лінії $d_м$	66	77	66	77	66	77	66	77	66	77

<u>Методика розв'язання задачі 1</u>

Дано:
$N_р$
$n_{р1}$
$n_{р2}$
$n_{р3}$
$d_{р1}$
$d_{р2}$
$d_{р3}$
$d_{н1}$
$d_{н2}$
$d_{н3}$
$R_{к\,i}$
z_1
z_2
z_3
$n_м$
$d_м$

$H_н$ – ?
$Q_н$ – ?

Розв'язання:



1) Визначаємо витрати води зі ствола $q_р$ (додаток 1) ***заданої*** робочої лінії залежно від діаметра насадки ствола $d_н$ та радіуса (довжини) компактної частини струменя $R_к$:

$q_р$

2) Визначаємо напір на розгалуженні за даними ***заданої*** робочої лінії (значення опорів приймаються за додатком 2):

$$H_{розг} = n_{рi} S_{рi} q_{рi}^2 + S_{нi} q_{рi}^2 + z_i \,.$$

3) Визначаємо витрати води ***інших*** робочих рукавних ліній (виходячи з того, що напір на розгалуженні однаковий для всіх робочих рукавних ліній):

$$q_{\text{рі}} = \sqrt{\frac{H_{\text{розг}} - z_{\text{і}}}{n_{\text{рі}} S_{\text{рі}} + S_{\text{ні}}}}\,.$$

4) Визначаємо подачу насоса $Q_{\text{н}}$:

$$Q_{\text{н}} = \sum q_{\text{рі}}\,.$$

5) Визначаємо напір насоса $H_{\text{н}}$:

$$H_{\text{н}} = n_{\text{м}} S_{\text{м}} Q_{\text{н}}^2 + H_{\text{розг}} + z_{\text{розг}}\,.$$

Відповідь: $H_{\text{н}}$; $Q_{\text{н}}$

Розв'язання задачі 1

Задача 2

Побудувати результуючу характеристику при заданій схемі роботи заданих насосів при їх роботі на лафетний ствол, та знайти їх робочі точки, якщо задані характеристики рукавної системи. Рукава прогумовані. В системі два насоса (К=2) та дві паралельні рукавні лінії ($N_р$=2).

Таблиця 1.2 – Вихідні дані для розв'язання задачі 2

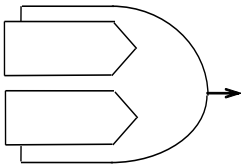
Остання цифра номера залікової книжки	***0***	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***	***7***	***8***	***9***
Схема роботи насосів	паралельна	послідовна	паралельна	послідовна	паралельна	послідовна	паралельна	послідовна	паралельна	послідовна
Марка насоса	ПН-60Б	ПН-30К	ПНС-110	ПН-40У	ПН-30К	ПН-60Б	ПН-40У	ПНС-110	ПН-40У	ПНС-110
Висота підйому ствола z	5	1	8	12	6	3	1	0	14	4
Діаметр насадка ствола $d_н$	22	25	28	32	38	38	32	28	25	22
Передостання цифра номера залікової книжки	***0***	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***	***7***	***8***	***9***
Діаметр рукавів рукавної лінії ($d_р$): першої ($d_{р1}$) другої ($d_{р2}$)	 77 77	 66 66	 77 77	 66 66	 77 77	 66 66	 77 77	 66 66	 77 77	 66 66
Кількість рукавів в рукавній лінії: першій ($n_{р1}$) другій ($n_{р2}$)	 7 7	 6 6	 8 8	 5 5	 6 6	 7 7	 9 9	 10 10	 5 5	 8 8

<u>Методика розв'язання задачі №2</u>

Побудувати результуючу характеристику паралельної роботи заданих насосів при їх роботі на лафетний ствол та знайти їх робочі точки, якщо задані характеристики рукавної системи.

Дано:
$N_р = 2$
$K = 2$
схема
насос
z
$d_н$
$d_{р1}$
$d_{р2}$
$n_{р1}$
$n_{р2}$

Розв'язання:



1) Записуємо характеристику насоса (додаток 3):

$$H_н = a - bQ_н^2.$$

Для її побудування задаємося декількома значеннями $Q_н$

$Q_н$	0	10	20	30
$H_н$				

За значеннями рядків 1-го та 2-го будуємо характеристику насоса.

2) Будуємо результуючу характеристику паралельної роботи насосів, знаючи, що насоси є однаковими, тому при їх паралельній роботі повинні бути однаковими значення напорів.

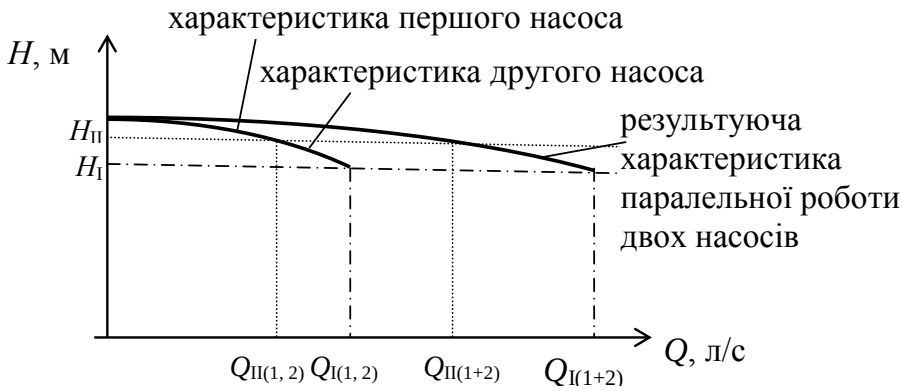
Для побудування результуючої характеристики паралельної роботи насосів:

– задаємось декількома значеннями напорів;

– визначаємо подачу кожного насоса за цих значень напорів (вони будуть однаковими, тому що насоси є однаковими);

– знаходимо сумарну подачу паралельно працюючих насосів за цих значень напорів;

– знаходимо точки з визначеними координатами та будуємо результуючий графік паралельної роботи насосів.



3) Записуємо характеристику рукавної системи (значення опорів приймаються за додатком 2):

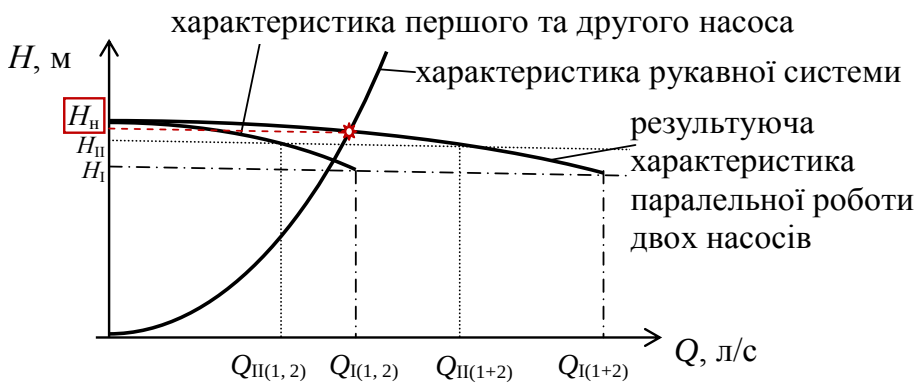
$$h_{\text{с}} = z + S_c Q_{\text{ст}}^2,$$

де $S_{\text{с}} = \dfrac{n_{\text{р}} S_{\text{р}}}{N_{\text{р}}^2} + S_{\text{н}}$.

Для її побудування задаємося декількома значеннями $Q_{\text{ст}}$

$Q_{\text{ст}}$	0	10	20	30
$h_{\text{с}}$				

За значеннями рядків 1-го та 2-го будуємо характеристику рукавної системи.



4) Знаходимо координати точки перетину результуючої характеристики роботи насосів та рукавної системи, де $H_{\text{н}}$ – робоче значення напору ***кожного*** насоса.

5) Знаходимо витрати кожного насоса $Q_{\text{н}}$ за відомих значень їх напорів:

$$Q_{\text{н}} = \sqrt{\frac{a - H_{\text{н}}}{b}}$$

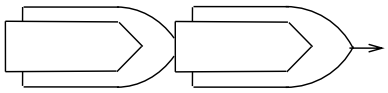
де $H_{\text{н}}$ – робоче значення напору насоса, що визначено за графіком, м.

Відповідь: $H_{\text{н}}$; $Q_{\text{н}}$

Побудувати результуючу характеристику послідовної роботи заданих насосів та знайти їх робочі точки, якщо задані характеристики рукавної системи.

Дано:
$N_{\text{р}} = 2$
$K = 2$
схема
насос
z
$d_{\text{н}}$

Розв’язання:



1) Записуємо характеристику насоса (додаток 3):

$$H_{\text{н}} = a - bQ_{\text{н}}^2.$$

$d_{р1}$
$d_{р2}$
$n_{р1}$
$n_{р2}$

$H_н$ – ?
$Q_н$ – ?

Для її побудування задаємося декількома значеннями $Q_н$.

$Q_н$	0	10	20	30
$H_н$				

За значеннями рядків 1-го та 2-го будуємо характеристику насоса.

2) Будуємо результуючу характеристику послідовної роботи насосів, знаючи, що насоси є однаковими, тому при їх послідовній роботі повинні бути однаковими значення витрат води.

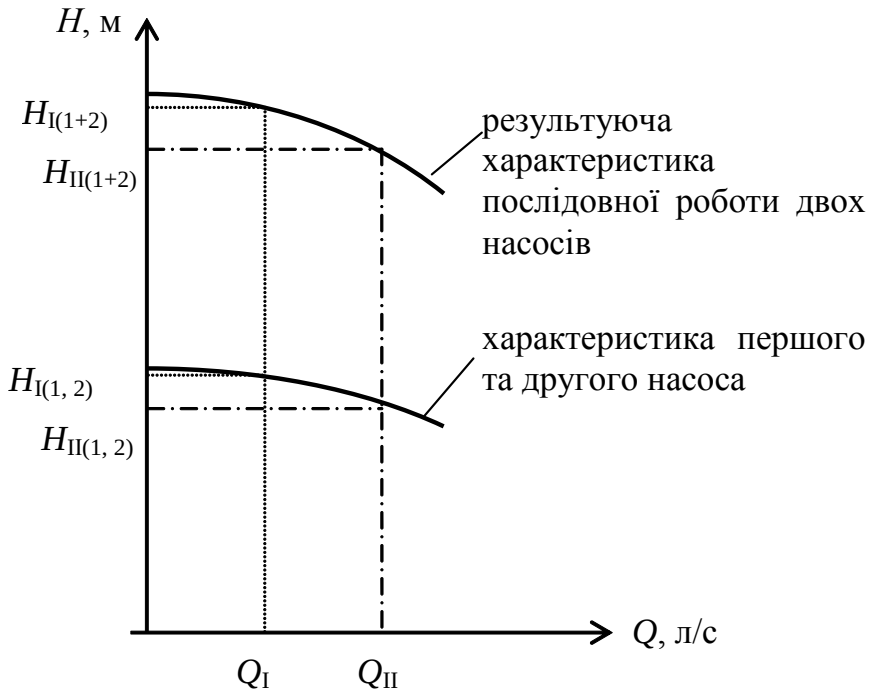
Для побудування результуючої характеристики послідовної роботи насосів:

– задаємось декількома значеннями витрат води;

– визначаємо напір кожного насоса за цих значень витрат води (вони будуть однаковими, тому що насоси є однаковими);

– знаходимо сумарний напір послідовно працюючих насосів за цих значень витрат води;

– знаходимо точки з визначеними координатами та будуємо результуючий графік послідовної роботи насосів.



3. Записуємо характеристику рукавної системи (значення опорів приймаються за додатком 2):

$$h_с = z + S_c Q_{ст}^2,$$

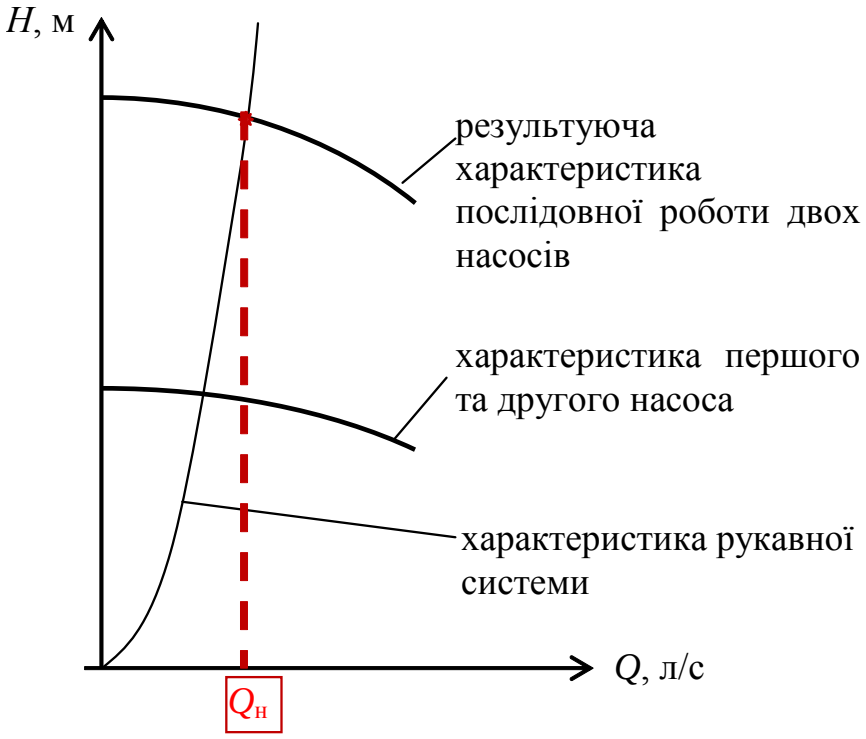
де $S_с = \dfrac{n_р S_р}{N_р^2} + S_н$.

Для її побудування задаємося декількома значеннями $Q_{ст}$

$Q_{ст}$	0	10	20	30
h_c				

За значеннями рядка 1 та 2 будуємо характеристику рукавної системи.

4. Знаходимо координати точки перетину результуючої характеристики роботи насосів та рукавної системи, де $Q_н$ – робоче значення витрат ***кожного*** насоса.



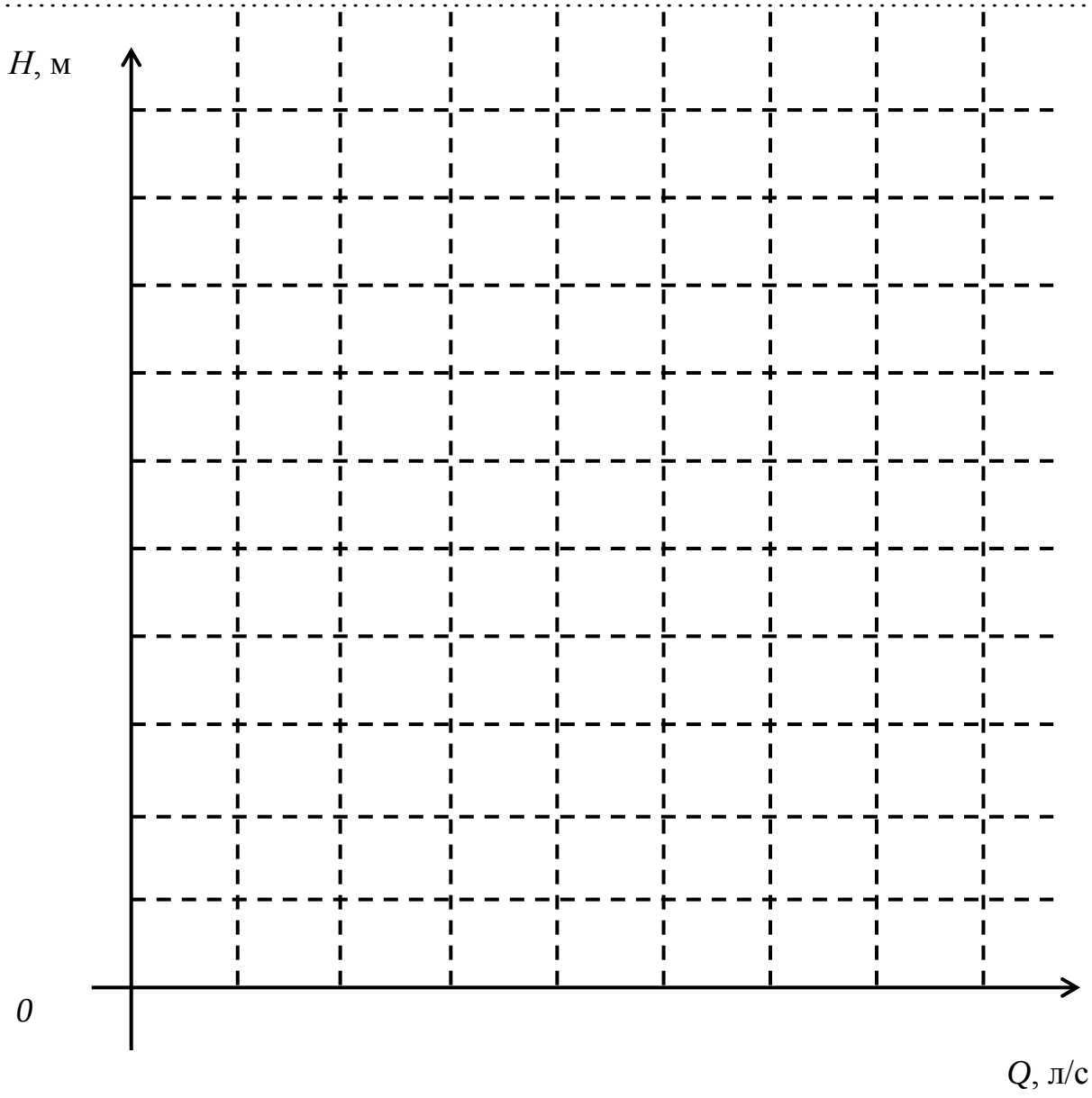
5. Знаходимо напір кожного насоса при відомих значеннях їх витрат:

$$H_н = a - bQ_н^2,$$

де $Q_н$ – робоче значення витрат насосів, що визначено за графіком, л/с.

Відповідь: $H_н$; $Q_н$

Розв'язання задачі 2


H, м
0
Q, л/с

ТЕМА 2. ВНУТРІШНІЙ ПРОТИПОЖЕЖНИЙ ВОДОПРОВІД

Методика розрахунку внутрішнього протипожежного водопроводу

Перед початком розрахунку (проектування) системи внутрішнього протипожежного водопроводу (ВПВ) потрібно визначити ***необхідність його влаштування та мінімальну витрату води на пожежогасіння***.

В залежності від типу будівлі, необхідність проектування ВПВ, а також мінімальні витрати води на пожежогасіння та кількість струменів на кожну точку приміщення визначається за допомогою п. 8.1 ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація» (додаток 5). Для будівлі житлового або громадського призначення кількість струменів на кожну точку приміщення ($n_{стр}$) та витрату кожного струменя (q) визначають за допомогою таблиці 3 (додаток 5). Для будівлі виробничого призначення кількість струменів на кожну точку приміщення ($n_{стр}$) та витрату кожного струменя (q) визначають в залежності від категорії будівлі за пожежовибухонебезпекою, ступеня вогнестійкості та об'єму будівлі за допомогою таблиці 4 (додаток 5).

Визначення ***характеристик обладнання пожежних кран-комплектів*** складається з визначення:

– діаметра пожежного кран-комплекту;
– діаметра пожежного рукава;
– довжини пожежного рукава;
– діаметра насадки ствола.

Визначення діаметра пожежного кран-комплекту виконується згідно з п. 8.7 прим.2 ДБН В.2.5-64:2012.

ДБН В.2.5-64:2012 примітка 2 до п. 8.7: ... *Для отримання пожежних струменів з витратою води не більше ніж 4 л/с застосовують пожежні кран-комплекти і рукави діаметром 50 мм, для отримання пожежних струменів більшої продуктивності - діаметром 65 мм. При техніко-економічному обґрунтуванні дозволяється застосовувати пожежні кран-комплекти діаметром 50 мм, продуктивністю більше ніж 4 л/с.*

Діаметр рукава приймається рівним діаметру пожежного кран-комплекту.

Довжина пожежного рукава може бути 10, 15 або 20 м (п. 8.7 прим.1 ДБН В.2.5-64:2012). Вибір довжини пожежного рукава для пожежного кран-комплекту здійснюється в залежності від конфігурації будівлі та особливостей приміщень, в яких проектується ВПВ.

Діаметр насадки ствола для ВПВ може бути 13 або 19 мм. Рекомендується приймати діаметр насадки у відповідності до діаметра пожежного кран-комплекту (для ПКК діаметром 50 мм діаметр насадки ствола приймається 13 мм, для ПКК 65 мм – 19 мм).

У шафах пожежних кран-комплектів у ***<u>будинках, будівлях, спорудах будь-якого призначення</u>***, разом з пожежним кран-комплектом діаметром 50

мм або 65 мм, необхідно встановлювати ***пожежний кран-комплект діаметром 25 мм***, який виконується та комплектується відповідно до ДСТУ 4401-01 (ДБН В.2.5-64:2012 п. 8.13).

У квартирах житлових будинків умовною висотою понад 47 м в якості первинного пристрою пожежогасіння слід передбачати установку внутрішнього квартирного пожежного кран-комплекту відповідно до вимог ДБН В.2.2-15:2005 та ДБН В.2.2-24:2009 в комплектації згідно з ДСТУ 4401-1, який забезпечує можливість подавання води у будь-яку точку квартири з урахуванням струменя води 3 м (ДБН В.2.5-64:2012 п. 8.3).

Мінімальний радіус компактної частини струменя визначається за допомогою п. 8.7 ДБН В.2.5-64:2012.

ДБН В.2.5-64:2012 п. 8.7 ... *Найменшу довжину і радіус дії компактної частини пожежного струменя треба приймати* ***однаковим висоті приміщення****, а саме від підлоги до найвищої точки перекриття (покриття), але* ***не менше ніж****:*

- 6 м у житлових, громадських, виробничих, адміністративно-побутових будинках, будівлях, спорудах промислових підприємств висотою (умовною висотою) не вище 47 м;

- 8 м у житлових будинках умовною висотою більше ніж 47 м;

- 16 м у громадських, виробничих і адміністративно-побутових будинках, будівлях, спорудах промислових підприємств висотою (умовною висотою) більше ніж 47 м.

За допомогою табл.5 ДБН В.2.5-64:2012 (додаток 5) ***визначаються фактичні параметри розрахункових величин*** (фактичний радіус компактної частини струменя, фактичні витрати води з пожежного кран-комплекту, напір на пожежному кран-комплекті) в залежності від прийнятого обладнання пожежних кран-комплектів.

Для забезпечення умов зрошення приміщення необхідною кількістю струменів ***пожежні кран-комплекти (ПКК) повинні встановлюватися один від одного на відстані не більше***:

$$L_{\text{ПКК}} = k\sqrt{\left(R_{\text{к пр}} + l_{\text{р}}\right)^2 - \left(\frac{b}{2}\right)^2},$$

де k=1 – при зрошенні кожної точки приміщення двома струменями;

k=2 – при зрошенні кожної точки приміщення одним струменем;

$l_{\text{р}}$ – довжина пожежного рукава, м;

b – ширина будівлі, м;

$R_{\text{к пр}}$ – проекція радіуса компактної частини струменя, що визначається за формулою:

$$R_{\text{к пр.}} = \sqrt{R_{к\ \text{факт}}^2 - \left(z_{\text{пов}} - 1{,}35\right)^2}\text{, м,}$$

де $R_{к\ факт}$ – фактичний радіус компактної частини струменя (табл.5 ДБН В.2.5-64:2012 – додаток 5), м;

$z_{пов}$ – висота поверха (приміщення), м;

1,35 – висота встановлення ПКК над підлогою (ДБН В.2.5-64:2012 п.8.12), м.

Визначення кількості пожежних кран-комплектів виконується в два етапи:

– визначається кількість ПКК на одному поверсі (рекомендується виконувати графічно на плані будівлі);

– визначається загальна кількість ПКК в будівлі.

При розташуванні ПКК в плані будівлі необхідно враховувати наступне:

– відстань між ПКК повинна бути не більше $L_{ПКК}$;

– кількість ПКК (методика розташування ПКК в плані приміщення наведена у п.7 с. 28-29 цього робочого зошита) повинна бути такою, щоб кожна точка приміщення зрошувалась кількістю струменів, не меншою за нормативну.

Загальна кількість ПКК в будівлі визначається:

$$N_{ПКК} = n_{пов} \cdot n_{ПКК},$$

де $n_{пов}$ – кількість поверхів у будівлі;

$n_{ПКК}$ – кількість пожежних кран-комплектів на одному поверсі будівлі.

У шафах пожежних кран-комплектів в якості первинного засобу пожежогасіння розташовуються ***<u>пожежні кран-комплекти діаметром 25 мм</u>***, (крім складських споруд) (ДБН В.2.5-64:2012 п. 8.13):

$$n_{ПКК\ (25)} = n_{ПКК}.$$

Додаткові витрати води на роботу ПКК діаметром 25 мм не передбачаються (ДБН В.2.5.64-2012 п. 8.11).

У квартирах житлових будинків умовною висотою понад 47 м передбачається установка внутрішнього квартирного пожежного кран-комплекту в комплектації згідно з ДСТУ 4401-1, який забезпечує можливість подавання води у будь-яку точку квартири з урахуванням струменя води 3 м (ДБН В.2.5-64:2012 п. 8.3):

$$n_{ПКК\ (кв)} = n_{кв},$$

де $n_{ПКК\ (кв)}$ – кількість внутрішніх квартирних пожежних кран-комплектів в житловому будинку умовною висотою понад 47 м;

$n_{кв}$ – кількість квартир.

Для роботи квартирних ПКК необхідно передбачати витрати води на пожежогасіння кількістю 0,5 л/с (ДБН В.2.5-64:2012 табл. 3 примітка).

Конфігурація магістрального трубопроводу та кількість вводів визначаються виходячи з наступного.

Згідно з п.10.1 ДБН В.2.5-64:2012 магістральна мережа, що забезпечує подачу води до ПКК, може бути кільцевої або тупикової конфігурації, а також приєднуватися до зовнішньої мережі одним або декількома вводами (при цьому кожний ввід розраховується на 100% пропуск води).

Для побудування аксонометричної схеми мережі та виконання її гідравлічного розрахунку необхідно визначити конфігурацію магістрального трубопроводу та кількість вводів в будівлю.

ДБН В.2.5-64:2012 п.10.1. *Системи внутрішніх водопроводів холодної води треба приймати:*

а) ***тупиковими****, якщо допускається перерва в подачі води і при кількості пожежних кран-комплектів менше ніж 12;*

б) ***кільцевими*** *або з'єднаними двома вводами при двох тупикових трубопроводах із відгалуженнями до споживачів від кожного з них для забезпечення безперервної подачі води...*

Кільцеві *системи холодної води повинні бути приєднані до зовнішньої кільцевої мережі холодного водопроводу не менше ніж* ***двома вводами****.*

Два вводи *і більше треба передбачати для:*

1) будинків, будівель, споруд, у яких встановлено 12 і більше пожежних кран-комплектів...

У розрахунку беруть участь ПКК, що розташовані в диктуючій точці, в кількості, яка дорівнює кількості струменів на кожну точку приміщення $n_{стр}$.

На аксонометричній схемі намічають розрахункові ділянки та напрямки руху води, які розраховуються так, щоб вода рухалась від точки живлення мережі до диктуючої точки найкоротшим шляхом (диктуюча точка – точка, найбільш високо та далеко розташована від вводу в будівлю).

Гідравлічний розрахунок мережі виконується згідно зі ДБН В.2.5-64:2012 п. 11.1 – 11.7, з метою:

– визначення діаметрів труб для пропуску пожежних витрат води;

– визначення втрат напору в мережі.

При виконанні попереднього розподілу витрат води по ділянках магістральної мережі розрахунок ведеться від диктуючої точки до точки водоживлення мережі.

Для визначення витрати води розрахункової ділянки використовується ***перший закон Кірхгофа***: сума витрат води для вузла повинна дорівнювати

нулю, за умови, що витрати води, що входять до вузла, – умовно позитивні, а ті, що виходять з вузла, – умовно негативні.

Діаметр труб магістральної мережі повинен бути:

– однаковим по всій довжині;

– не менше діаметра ПКК;

– визначається за формулою:

$$d = \sqrt{\frac{4q_{\text{діл}}}{\pi v}}, \text{ м},$$

де v – швидкість руху води в мережі (до пожежі (1÷1,5) м/с, при пожежі до 3 м/с);

$q_{\text{діл}}$ – витрати води найбільше навантаженої ділянки, м^3/с.

Діаметр труб вводу повинен бути не меншим за діаметр труб магістральної мережі та визначається за формулою:

$$d_{\text{вв}} = \sqrt{\frac{4q_{\text{вв}}}{\pi v}}, \text{ м},$$

де v – швидкість руху води в трубах вводу, м/с;

$q_{\text{вв}}$ – витрати води, які повинні пропустити труби вводу (для окремої системи ВПВ дорівнюють фактичним витратам води на пожежогасіння з урахуванням кількості струменів), м^3/с.

Втрати напору в магістральному трубопроводі визначаються:

$$h_{\text{м}} = 1,2 \cdot A \cdot l_{\text{м}} \cdot q_{\text{діл}}^2 \cdot 10^{-6}, \text{ м},$$

де A – питомий опір труб магістрального трубопроводу (додаток 4);

$l_{\text{м}}$ – довжина магістрального трубопроводу, м;

$q_{\text{діл}}$ – витрати води найбільше навантаженої ділянки, л/с.

Втрати напору в трубах вводу визначаються:

$$h_{\text{вв}} = 1,2 \cdot A \cdot l_{\text{вв}} \cdot \left(n_{\text{стр}} \cdot q_{\text{факт}}\right)^2 \cdot 10^{-6}, \text{ м},$$

де A – питомий опір труб вводу (додаток 4);

$l_{\text{вв}}$ – довжина вводу, м;

$n_{\text{стр}}$ – кількість струменів на кожну точку приміщення;

$q_{\text{факт}}$ – фактичні витрати води, л/с.

Необхідний напір на вводі в будівлю для забезпечення роботи пожежних кран-комплектів складається з наступних величин:

$$H_{\text{пож}} = h_{\text{м}} + h_{\text{вв}} + H_{\text{ПКК}} + z_{\text{ПКК}}, \text{ м},$$

де $h_{\text{м}}$ – втрати напору в магістральному трубопроводі, м;

$h_{\text{вв}}$ – втрати напору в трубах вводу, м;

$H_{\text{ПКК}}$ – напір у ПКК, розташованому в диктуючій точці, м;

$z_{\text{ПКК}} = (n_{\text{пов}} - 1) \cdot z_{\text{пов}} + 1{,}35 + z_g$ – висота розміщення найбільше віддаленого від вводу ПКК; $n_{\text{пов}}$ – кількість поверхів в будівлі; $z_{\text{пов}}$ – висота одного поверху, м; z_{g} – глибина залягання вводу в відношенні до поверхні землі, м; 1,35 – висота розташування ПКК над підлогою, м.

Вибір схеми ВПВ виконується згідно з ДБН В.2.5-64:2012 п.14.1, 15.1.

Якщо гарантований напір у зовнішній мережі менший від потрібного напору на вводі в будівлю, тоді необхідно запроектувати підвищення напору у внутрішній мережі за допомогою підвищувальних установок, в якості яких можуть використовуватися насоси-підвищувачі, водонапірні баки, гідропневмоустановки або інші споруди.

Приклад розрахунку внутрішнього протипождежного водопроводу наведений у додатку 6!!!

Контрольна та лабораторна робота «Розрахунок внутрішнього протипожежного водопроводу»

Мета роботи – …….
……
……
……
Мета розрахунку ВПВ –……
……
……

Контрольна та лабораторна роботи «Розрахунок внутрішнього протипожежного водопроводу» виконуються в два етапи. Вихідні дані вибираються за номером залікової книжки та наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Вихідні дані для виконання контрольної та лабораторної роботи

Остання цифра номера залікової книжки	***0***	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***	***7***	***8***	***9***
Тип будівлі, *tip*	житлова (65 квартир)	гуртожиток	громадська	виробнича	торгівельна	багатофункціональна	адміністративно-побутова	громадська	виробнича	торгівельна
Категорія будівлі за вибухопожежною та пожежною небезпекою, *Kat*	–	–	–	А	–	–	–	–	Г	–
Ступінь вогнестійкості будівлі, *Stup*	–	–	–	II	–	–	–	–	III	–
Довжина будівлі, *a*, м	45	70	28	60	65	70	75	60	55	65
Ширина будівлі, *b*, м	15	20	24	30	35	40	45	24	24	36
Кількість поверхів, $n_{пов}$	13	12	8	2	2	6	5	9	3	4
Висота поверху, $z_{пов}$, м	3	3,5	5	8	4	3,5	4	4	5	4
Передостання цифра номера залікової книжки	***0***	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***	***7***	***8***	***9***
Довжина вводу, $l_{вв}$, м	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23
Глибина залягання вводу в відношенні до поверхні землі, z_g, м	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,4	1,2	1,0	0,8	0,75
Гарантований напір зовнішньої мережі, $H_{гар}$, м	15	20	25	30	35	40	45	50	55	47

Прийняті вихідні дані заносяться до таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Вихідні дані для виконання контрольної та лабораторної роботи за номером залікової книжки

Вихідні дані	
tip (тип будівлі за призначенням)	
Kat (категорія будівлі за вибухопожежною та пожежною небезпекою)	
Stup (ступінь вогнестійкості будівлі)	
a (довжина будівлі), м	
b (ширина будівлі), м	
$n_{пов}$ (кількість поверхів)	
$z_{пов}$ (висота одного поверху), м	
$l_{вв}$ (довжина вводу), м	
z_g (глибина залягання труб вводу), м	
$H_{гар}$ (гарантований напір у зовнішній мережі), м	

Перший етап
(робота з комп'ютерною програмою "ВПВ-2014")

1. Виконати розрахунок ВПВ за допомогою комп'ютерної програми «ВПВ-2014»:

– запустити «MAPLE 6»;

– відкрити файл «ВПВ-2014»;

– ввести вихідні дані: для цього в програмному рядку (виділений червоним кольором) написати необхідні значення (наприкінці кожного значення, що написали, повинен стояти знак "**;**" або "**:**");

– якщо в завдані немає деяких даних (наприклад, категорії будівлі за вибухопожежною та пожежною небезпекою, ступеню вогнестійкості та ін.), ввести їх значення рівними "0";

– вихідні дані вводити **українською** мовою;

– для початку розрахунку помістити курсор наприкінці програмного рядку: > restart;|; натиснути "Enter" та виконати розрахунок до кінця файлу (натисканням "Enter");

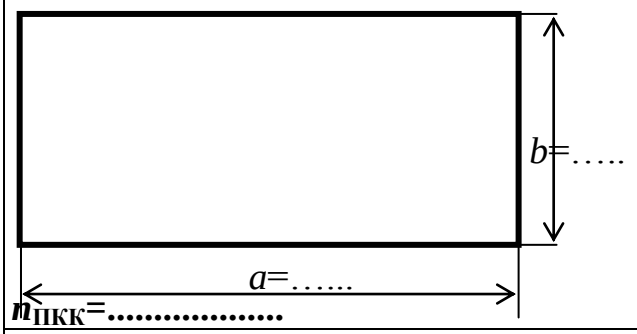
– виконавши розрахунок до кінця (натисканням "Enter"), проглянути результати (синій колір) та занести одержані результати до таблиці 2 колонка «Робота з комп'ютерною програмою «ВПВ-2014»».

2. Виконати контрольну роботу за методикою, наведеною в першій колонці таблиці 2.3 («Самостійні розрахунки (КР)»), та занести одержані результати до цієї колонки.

3. Порівняти результати комп'ютерного розрахунку з результатами самостійної роботи, зробити висновки та надати обґрунтування по відповідним розбіжностям.

Таблиця 2.3 – Результати розрахунків ВПВ

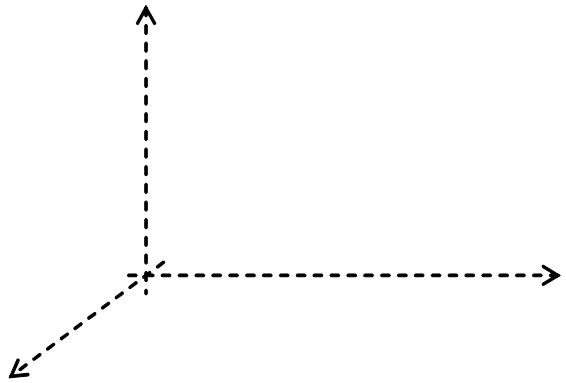
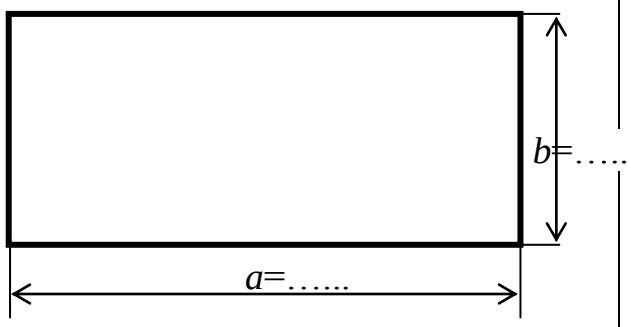
Самостійні розрахунки (КР)	**Робота з комп'ютерною програмою «ВПВ-2014»**
1. Мінімальні витрати води з одного пожежного кран-комплекту та **кількість струменів** на кожну точку приміщення (ДБН В.2.5-64:2012 п. 8.1 або додаток 5)	
q=.....[л/с] $n_{стр}$ =.....	
2. Мінімальний радіус компактної частини струменю (ДБН В.2.5-64:2012 п. 8.7 або додаток 5)	
$R_{к\ min}$ =..... [м]	
3. Обладнання пожежного кран-комплекту	
– діаметр пожежного кран-комплекту (ДБН В.2.5-64:2012 п.8.7 прим.2 або додаток 5): $d_{ПКК}$=..... [мм] – довжина рукава (ДБН В.2.5-64:2012 п.8.7 прим.1 або додаток 5): $l_р$=.....[м] – діаметр насадки ствола (ДБН В.2.5-64:2012 табл.5 або додаток 5): $d_н$=..... [мм]	
4. Необхідність встановлення пожежних кран-комплектів діаметром 25 мм в шафах ПКК (ДБН В.2.5-64:2012 п.8.13 або додаток 5)	
5. Необхідність встановлення пожежних кран-комплектів діаметром 19, 25 або 33 мм в квартирах (ДБН В.2.5-64:2012 п.8.3 або додаток 5)	
6. Фактичні величини (ДБН В.2.5-64:2012 табл.5 або додаток 5)	
– витрати води з ПКК: $q_{факт}$ =.....[л/с] – напір на ПКК: $H_{ПКК}$=.....[м] – радіус компактної частини струменя: $R_{к\ факт}$ =.....[м]	
7. Проекція радіуса компактної частини струменю $R_{к\ пр.}$	
$R_{к\ пр.} = \sqrt{R_{к\ факт}^2 - (z_{пов} - 1{,}35)^2} =$ =.....=……[м]	

8. Відстань між пожежними кран-комплектами $L_{ПКК}$	
$L_{ПКК} = k\sqrt{\left(R_{к\ \ пр.} + l_р\right)^2 - \left(\frac{b}{2}\right)^2} =$ **=.....=……[м]** ***k*=1** при $n_{стр} \geq 2$; ***k*=2** при $n_{стр}=1$	
9. Необхідна кількість ПКК на одному поверсі будівлі (з урахуванням ДБН В.2.5-64:2012 п. 8.12) *На плані поверху необхідно нанести:* *– пожежні кран-комплекти;* *– магістральний трубопровід;* *– ввід (вводи) водопровідної мережі.*	
 $n_{ПКК}$=.....	
10. Загальна кількість ПКК у будівлі	
$N_{ПКК} = n_{пов} \cdot n_{ПКК} =$ де $n_{пов}$=.....- кількість поверхів	
11. Кількість пожежних кран-комплектів діаметром 25 мм в шафах ПКК (ДБН В.2.5-64:2012 п.8.13 або додаток 5)	
$n_{ПКК\ (25)} =$	
12. Кількість пожежних кран-комплектів діаметром 19, 25 або 33 мм в квартирах (ДБН В.2.5-64:2012 п.8.3 або додаток 5)	
$n_{ПКК\ (кв)} =$	
13. Конфігурація магістрального трубопроводу (ДБН В.2.5-64:2012 п.10.1 або додаток 5)	
14. Кількість вводів в будівлю (ДБН В.2.5-64:2012 п.10.1 або додаток 5)	

15. Розрахункова схема

<u>На схемі необхідно нанести:</u>

– пожежні кран-комплекти;
– магістральний трубопровід;
– ввід (вводи) водопровідної мережі;
– позначити пожежні кран-комплекти, що приймають участь у розрахунку

аксонометрична схема мережі	розрахункова схема магістрального трубопроводу
	

16. Розрахункові витрати води по найбільш навантаженій ділянці мережі

– для ***<u>тупикового</u>*** магістрального трубопроводу: $q_{діл} = n_{стр} \cdot q_{факт} =$ **=.....=.....[л/с]** – для ***<u>кільцевого</u>*** магістрального трубопроводу: $q_{діл} = \frac{n_{стр} \cdot q_{факт}}{2} =$ **=.....=.....[л/с]**	

17. Діаметр магістрального трубопроводу

$d = \sqrt{\frac{4q_{діл}}{1000\pi v}}$ **=.....=** **=.....[м]=.....[мм]** де v – швидкість руху води (ДБН В.2.5-64:2012 п.11.6 або додаток 5)	

18. Фактичний діаметр магістрального трубопроводу (приймається не менш діаметра пожежного кран-комплекту)

$\boldsymbol{d_{факт}}$ **= ……[мм]**	

19. Діаметр вводу	
$d_{вв} = \sqrt{\frac{4 \cdot n_{стр} \cdot q_{факт}}{1000\pi v}}$ =.....= =.....[м]=.....[мм]	
20. Фактичний діаметр вводу (приймається не менш діаметра магістрального трубопроводу)	
$d_{вв}$ = ……[мм]	
21. Втрати напору в магістральному трубопроводі	
$h_м = 1,2 \cdot A \cdot l_м \cdot q_{діл}^2 \cdot 10^{-6}$ = =.....=.....[м] ***A*** =.....– питомий опір труб (додаток 4) $l_м$ =.....[м] – довжина магістрального трубопроводу (визначається за планом поверху – п.9 даного розрахунку)	
22. Втрати напору в трубах вводу	
$h_{вв} = 1,2 \cdot A \cdot l_{вв} \cdot (n_{стр} \cdot q_{факт})^2 \cdot 10^{-6}$ = =.....=.....[м] ***A*** =.....– питомий опір труб (додаток 4) $l_{вв}$ =.....[м] – довжина вводу (за вихідними даними)	
23. Висота розташування диктуючого ПКК	
$z_{ПКК} = (n_{пов} - 1) \cdot z_{пов} + 1,35 + z_g$ = =.....=.....[м]	
24. Необхідний напір на вводі в будівлю	
$H_{пож} = h_м + h_{вв} + H_{ПКК} + z_{ПКК}$ = =.....=.....[м]	
25. Схема внутрішнього протипожежного водопроводу	
$H_{пож}$ =.....____ $H_{гар}$ =..... **схема –**	

Висновки *(<u>надати обґрунтування по відповідним розбіжностям самостійних та комп'ютерних розрахунків</u>):*

……
……
……
……
……
……
……
……

Другий етап
(робота з комп'ютерною програмою "Вибір ВПВ – 2014")

1. Відкрити файл " Вибір ВПВ – 2014".

2. Ввести вихідні дані (за номером залікової книжки) українською мовою.

3. Встановити курсор після: > restart;| та натиснути "Enter".

4. Виконати розрахунок та заповнити відповідну строку таблиці 2.4 колонок 2 – 10.

5. Змінити характеристики обладнання ПКК (у програмі) та повторити дії п.3 – п.5 поки колонки 2 – 10 таблиці 2.4 не будуть заповнені до кінця.

При заповненні колонок 4 та 5 необхідно звернути увагу на те, що за результатами розрахунку програми «Вибір ВПВ – 2014» радіус компактної частини струменю може бути визначений:

– лише один раз – тоді мінімальний та фактичний радіус компактної частини струменя однакові, тобто до колонок 4 та 5 вносяться однакові значення;

– два рази – тоді перше значення – це мінімальний радіус компактної частини струменя (вноситься до колонки 4), а друге значення – фактичний радіус компактної частини струменя (вноситься до колонки 5);

– три та більше разів – тоді перше значення – це мінімальний радіус компактної частини струменя (вноситься до колонки 4), а останнє значення – фактичний радіус компактної частини струменя (вноситься до колонки 5).

Програма «Вибір ВПВ – 2014» пропонує варіант розташування ПКК по довжині приміщення, покладений в основу визначення відстані між ПКК, тому при заповненні колонки 10 – «Умови розташування ПКК», доцільно скорочено вносити дані, відповідно:

«Вибір ВПВ – 2014»: «Умови розташування ПКК»	**Скорочений запис до колонки 10 таблиці 2.4**
- пожежні кран-комплекти встановлюються за умовою захисту половини ширини приміщення	$b/2$
- пожежні кран-комплекти встановлюються за умовою розділення приміщення за шириною на зони захисту	$b/4$

6. Визначити радіус дії пожежного кран-комплекту для кожного набору його обладнання за формулою:

$$R_{\text{ПКК}} = R_{\text{к пр.}} + l_{\text{р}}$$

Результати розрахунку внести до колонки 11 таблиці 2.4.

7. Визначити необхідну кількість пожежних кран-комплектів на одному поверсі та загальну кількість пожежних кран-комплектів в заданої будівлі графічно (таблиця 2.5) та результати занести до 12 колонки таблиці 2.4 (перше число – кількість ПКК на одному поверсі, друге число – загальна кількість ПКК в будівлі).

При визначенні необхідної кількості ПКК по довжині будівлі рекомендується керуватися наступними розрахунками.

Якщо кількість струменів на кожну точку приміщення – один або два, кількість ПКК по довжині будівлі визначається:

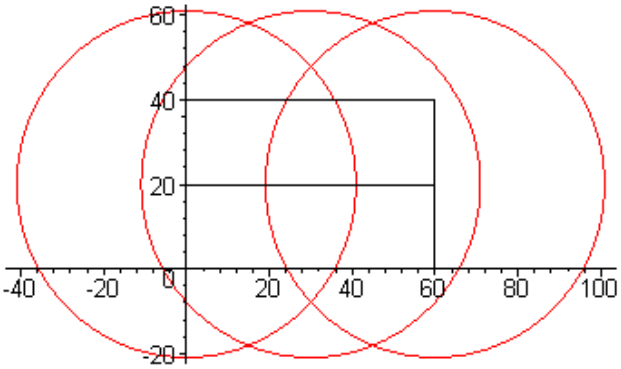
$$n_{\text{ПКК}} = \left(a / L_{\text{ПКК}}\right) + 1,$$

де a – довжина будівлі (за вихідними даними), м;
$L_{\text{ПКК}}$ – відстань між ПКК (таблиця 2.4, колонка 9).

<u>Приклад:</u>

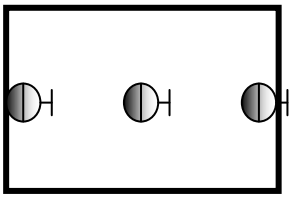
a = ……60……. м,
b = ……40……. м,
$n_{\text{стр}}$ = ……2…….

Результат роботи з програмою «Вибір ВПВ – 2014»:



Дані, що необхідно внести до таблиці 2.5:

$L_{\text{ПКК}}$ = 36 м
$R_{\text{ПКК}}$ = 41 м
«Умови розташування ПКК» - b/2

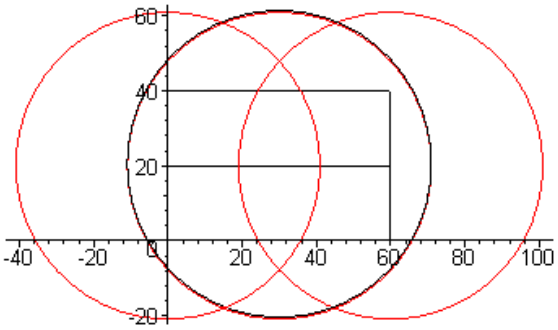


Якщо кількість струменів на кожну точку приміщення – три, кількість ПКК по довжині будівлі визначається так саме як у першому випадку, але встановлюються спарені ПКК через один від визначеної величини.

<u>Приклад:</u>

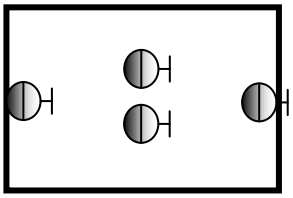
a = ……60……. м,
b = ……40……. м,
$n_{\text{стр}}$ = ……3…….

Результат роботи з програмою «Вибір ВПВ – 2014»:



Дані, що необхідно внести до таблиці 2.5:

$L_{ПКК}$ = *36 м*
$R_{ПКК}$ = *41 м*
«Умови розташування ПКК» - b/2

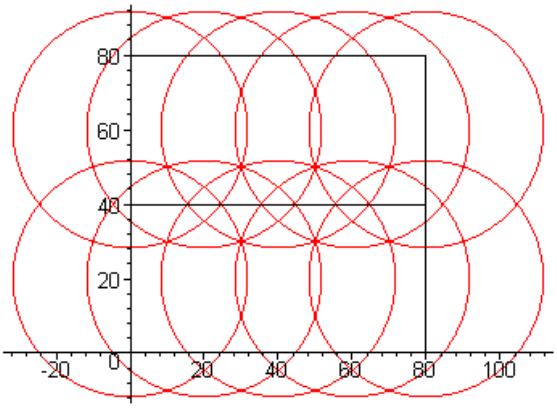


При умові розташування пожежних кран-комплектів з розділенням приміщення за шириною на зони захисту, ПКК для кожної частини будівлі встановлюються окремо.

<u>Приклад:</u>

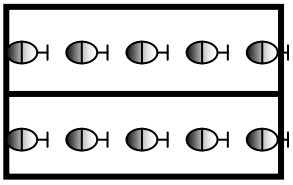
a = ……80……. м,
b = ……80……. м,
$n_{стр}$ = *……2…….*

Результат роботи з програмою «Вибір ВПВ – 2014»:



Дані, що необхідно внести до таблиці 2.5:

$L_{ПКК}$ = *25 м*
$R_{ПКК}$ = *45 м*
«Умови розташування ПКК» - b/4



8. Визначити необхідну кількість:

– пожежних кран-комплектів діаметром 25 мм – $n_{ПКК(25)}$, які встановлюються в шафах ПКК (ДБН В.2.5-64:2012 п.8.13 або **додаток 5**) – їх кількість дорівнює загальної кількості шаф пожежних кран-комплектів діаметром 50 мм або 65 мм в будівлі (результати заносяться до 13 колонки таблиці 2.4 перше число);

– квартирних пожежних кран-комплектів діаметром 19 мм, 25 мм або 33 мм – $n_{ПКК(кв)}$, які встановлюються в квартирах житлових будівель висотою понад 47 м (ДБН В.2.5-64:2012 п.8.3 або **додаток 5**) – їх кількість дорівнює кількості квартир в будівлі (результати заносяться до 13 колонки таблиці 2.4 друге число);

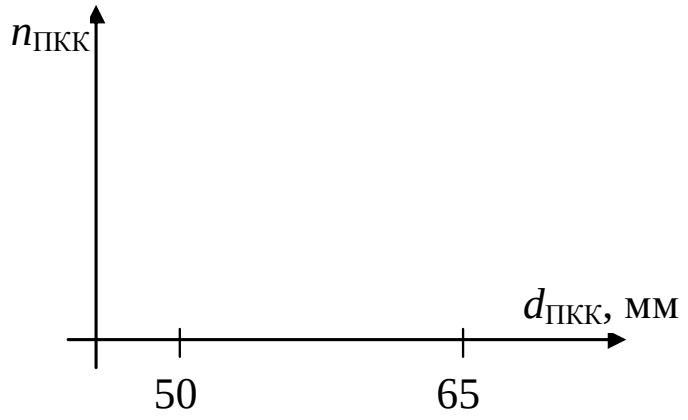
<u>9. Зробити висновок про оптимальне обладнання ПКК для заданої будівлі (при цьому повинне бути оптимальне співвідношення напору на ПКК, кількості ПКК та вимог нормативних документів).</u>

Таблиця 2.4 – Результати роботи з програмою “Вибір ВПВ – 2014”

Діаметр насадка ствола	q, **л/с**	$n_{стр}$	$R_{к\ min}$, **м**	$R_{к\ факт}$, **м**	$H_{ПКК}$, *м*	$q_{факт}$, **л/с**	$R_{к\ пр.}$, **м**	$L_{ПКК}$, **м**	**Умови розташування ПКК**	$R_{ПКК}$, **м** $R_{ПКК} = R_{к\ г}$	$n_{ПКК}$; $N_{ПКК}$	$n_{ПКК}$ (25); $n_{ПКК}$ (кв)
діаметр ПКК $d_{ПКК}$ = 50 мм та довжина рукава $l_р$ = 10 м												
1) $d_н$ = 13 мм												
2) $d_н$ = 19 мм												
діаметр ПКК $d_{ПКК}$ = 50 мм та довжина рукава $l_р$ = 15 м												
3) $d_н$ = 13 мм												
4) $d_н$ = 19 мм												
діаметр ПКК $d_{ПКК}$ = 50 мм та довжина рукава $l_р$ = 20 м												
5) $d_н$ = 13 мм												
6) $d_н$ = 19 мм												
діаметр ПКК $d_{ПКК}$ = 65 мм та довжина рукава $l_р$ = 10 м												
7) $d_н$ = 13 мм												
8) $d_н$ = 19 мм												
діаметр ПКК $d_{ПКК}$ = 65 мм та довжина рукава $l_р$ = 15 м												
9) $d_н$ = 13 мм												
10) $d_н$ = 19 мм												
діаметр ПКК $d_{ПКК}$ = 65 мм та довжина рукава $l_р$ = 20 м												
11) $d_н$ = 13 мм												
12) $d_н$ = 19 мм												

За результатами таблиці 2.4 побудувати ***<u>графіки залежності необхідної кількості пожежних кран-комплектів на одному поверсі від характеристик обладнання пожежних кран-комплектів</u>***:

1. Залежність ***кількості пожежних кран-комплектів*** на одному поверсі $n_{ПКК}$ **від** ***діаметра пожежного кран-комплекту*** $d_{ПКК}$:



В заданій координатній площині необхідно побудувати 6 графіків:

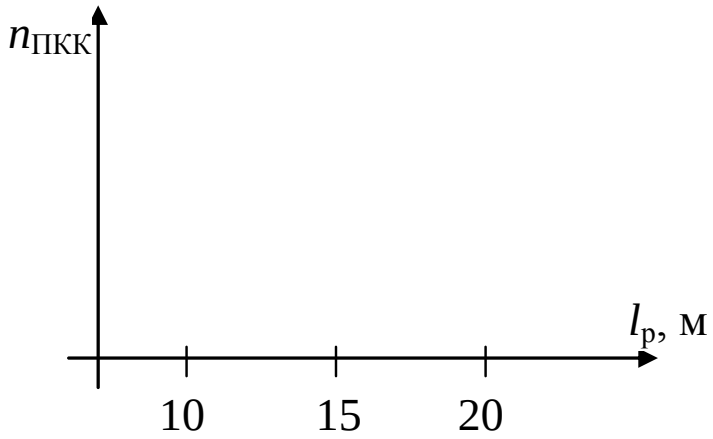
1=[1);7)]; 2=[2);8)]; 3=[3);9)]; 4=[4);10)]; 5=[5);11)]; 6=[6);12)]

де [1);7)] – точки початку та кінця графіка, які відповідають номеру досліду (відповідає номеру рядка таблиці 2.4).

Аналізуючи одержані графіки, необхідно із запропонованих висновків вибрати вірний (невірний висновок викреслити):

кількість ПКК *зменшується* при *збільшенні* діаметра ПКК	кількість ПКК *зменшується* при *зменшенні* діаметра ПКК	кількість ПКК *не залежить* від діаметра ПКК

2. Залежність ***кількості пожежних кран-комплектів*** на одному поверсі $n_{ПКК}$ від ***довжини пожежного рукава*** $l_р$:



В заданій координатній площині необхідно побудувати 4 графіка:

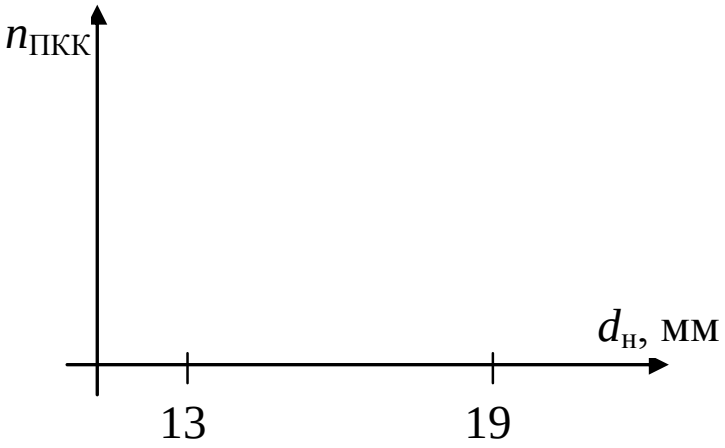
1=[1);3);5)]; 2=[2);4);6)]; 3=[7);9);11)]; 4=[8);10);12)]

де [1);3);5)] – точки графіка, які відповідають номеру досліду (відповідає номеру рядка таблиці 2.4).

Аналізуючи одержані графіки, необхідно із запропонованих висновків вибрати вірний (невірний висновок викреслити):

кількість ПКК *зменшується* при *збільшенні* довжини рукава	кількість ПКК *зменшується* при *зменшенні* довжини рукава	кількість ПКК *не залежить* від довжини рукава

3. Залежність ***кількості пожежних кран-комплектів*** на одному поверсі $n_{ПКК}$ від ***діаметра насадки ствола*** $d_н$:



В заданій координатній площині необхідно побудувати 6 графіків:

1=[1);2)]; 2=[3);4)]; 3=[5);6)]; 4=[7);8)]; 5=[9);10)]; 6=[11);12)]

де [1);2)] – точки початку та кінця графіка, які відповідають номеру досліду (відповідає номеру рядка таблиці 2.4).

Аналізуючи одержані графіки, необхідно із запропонованих висновків вибрати вірний (невірний висновок викреслити):

кількість ПКК *зменшується* при *збільшенні* діаметра насадки ствола	кількість ПКК *зменшується* при *зменшенні* діаметра насадки ствола	кількість ПКК *не залежить* від діаметра насадки ствола

Таблиця 2.5 – Визначення кількості пожежних кран-комплектів в плані приміщення

***a* = ……. м,**
***b* = ……. м,**
$n_{стр}$ = …….

1) $L_{ПКК}$ = **$R_{ПКК}$ =** **«Умови розташування ПКК» –**	**2) $L_{ПКК}$ =** **$R_{ПКК}$ =** **«Умови розташування ПКК» –**
3) $L_{ПКК}$ = **$R_{ПКК}$ =** **«Умови розташування ПКК» –**	**4) $L_{ПКК}$ =** **$R_{ПКК}$ =** **«Умови розташування ПКК» –**
5) $L_{ПКК}$ = **$R_{ПКК}$ =** **«Умови розташування ПКК» –**	**6) $L_{ПКК}$ =** **$R_{ПКК}$ =** **«Умови розташування ПКК» –**
7) $L_{ПКК}$ = **$R_{ПКК}$ =** **«Умови розташування ПКК» –**	**8) $L_{ПКК}$ =** **$R_{ПКК}$ =** **«Умови розташування ПКК» –**
9) $L_{ПКК}$ = **$R_{ПКК}$ =** **«Умови розташування ПКК» –**	**10) $L_{ПКК}$ =** **$R_{ПКК}$ =** **«Умови розташування ПКК» –**
11) $L_{ПКК}$ = **$R_{ПКК}$ =** **«Умови розташування ПКК» –**	**12) $L_{ПКК}$ =** **$R_{ПКК}$ =** **«Умови розташування ПКК» –**

Висновки *(про оптимальне обладнання ПКК для заданої будівлі (при цьому повинне бути оптимальне співвідношення напору на ПКК, кількості ПКК та вимог нормативних документів))*:

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

Контрольні питання

1. Яка мета розрахунку внутрішнього протипожежного водопроводу?
2. Від чого залежить та як визначається необхідна кількість пожежних кран-комплектів для одного поверху та для будівлі в цілому?
3. Як визначити схему внутрішнього протипожежного водопроводу? Накреслити схеми ВПВ та написати умови їх вибору.

Відповіді на контрольні питання

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

ТЕМА 3. ВИПРОБУВАННЯ НА ВОДОВІДДАЧУ ВОДОПРОВІДНИХ МЕРЕЖ

Лабораторна робота «Випробування на водовіддачу водопровідних мереж»

Мета роботи – …….

……

……

……

……

Теоретичні основи роботи

Водовіддача – ……

……

Водовіддача розраховується за формулою:

$$Q = p\sqrt{H_{\text{М}}}$$

***Q* –** ……**[…]**
***p* –** ……
***H*м –** ……**[…]**

для:
– ……..
– ……..
– ……..
– ……..

Водовіддача розраховується за формулою:

$$Q = \frac{V}{t}$$

***V* –** ……**[…]**
***t* –** ……**[…]**

для:
– ……..

Опис навчально-тестового симулятора «Випробування на водовіддачу водопровідних мереж»

Метою симулятора є:

– вдосконалення вивчення теми дисципліни „Протипожежне водопостачання” з проведення випробувань на водовіддачу водопровідних мереж;

– тестування тих, хто навчається, з якості вивчення запропонованої теми.

Навчально-тестовий симулятор складається з наступних розділів:

– постановка завдання та вибір об’єкта, для якого будуть проводитися випробування на водовіддачу;

– стислий опис проведення першого етапу випробувань та його реалізація тим, хто навчається;

– стислий опис проведення другого етапу випробувань та відео демонстрація його реалізації (в залежності від вибору, зробленого на першому етапі);

– завдання для виконання третього етапу випробувань та його реалізація тим, хто навчається;

– оцінка якості оволодіння темою „Випробування на водовіддачу водопровідних мереж”.

У нижній частині вікна протягом всієї роботи буде розміщуватися шкала оцінювання, яка спочатку має зелений колір, що відповідає максимальному балу – 100 %. Кожна дія навчающегося оцінюється на вірність та при невірних діях відсоток зеленого кольору шкали зменшується, при цьому зростає червона її частина – відсоток невірних дій. Наприкінці роботи з симулятором у відповідності до стану шкали, ставиться оцінка за п’ятибальною системою.

Роботу з симулятором потрібно починати з ретельного вивчення «Допомоги»!!!

ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

Перший етап

1. Запустити програму «Водовіддача».
2. Вибрати об’єкт, який підключений до водопровідної мережі – ***житлова будівля.***
3. Виконати всі етапи випробувань на водовіддачу водопровідної мережі житлової будівлі за допомогою ***трубки Піто*** та занести до таблиці 3.1 робочого зошиту всі дані, розрахункові параметри та отриману оцінку.
4. Зробити висновок з поясненнями щодо можливості водопровідної мережі забезпечити подачу необхідної кількості води на пожежогасіння житлової будівлі.

Другий етап

1. Запустити програму «Водовіддача».
2. Вибрати об’єкт, який підключений до водопровідної мережі – ***громадська будівля.***
3. Виконати всі етапи випробувань на водовіддачу водопровідної мережі громадської будівлі за допомогою ***пристрою «СВ»*** та занести до таблиці 3.1 робочого зошиту всі дані, розрахункові параметри та отриману оцінку.
4. Зробити висновок з поясненнями щодо можливості водопровідної мережі забезпечити подачу необхідної кількості води на пожежогасіння громадської будівлі.

Третій етап

1. Запустити програму «Водовіддача».
2. Вибрати об’єкт, який підключений до водопровідної мережі – ***виробнича будівля.***
3. Виконати всі етапи випробувань на водовіддачу водопровідної мережі виробничої будівлі за допомогою ***ствола-водоміра*** та занести до таблиці 3.1 робочого зошиту всі дані, розрахункові параметри та отриману оцінку.
4. Зробити висновок з поясненнями щодо можливості водопровідної мережі забезпечити подачу необхідної кількості води на пожежогасіння виробничої будівлі.

Четвертий етап

1. Запустити програму «Водовіддача».
2. Вибрати об’єкт, який підключений до водопровідної мережі – ***житлова будівля.***
3. Виконати всі етапи випробувань на водовіддачу водопровідної мережі житлової будівлі за допомогою ***ємності з годинником*** та занести до таблиці 3.1 робочого зошиту всі дані, розрахункові параметри та отриману оцінку.
4. Зробити висновок з поясненнями щодо можливості водопровідної мережі забезпечити подачу необхідної кількості води на пожежогасіння житлової будівлі.

Таблиця 3.1 – Таблиця результатів проведення роботи

Назва даних та результатів випробування	**Перший етап**	**Другий етап**	**Третій етап**	**Четвертий етап**
Будівля	***Житлова***	***Громадська***	***Виробнича***	***Житлова***
Кількість поверхів			–	
Об’єм, куб.м				
Ступінь вогнестійкості	–	–		–
Категорія за вибухопожежною та пожежною небезпекою	–	–		–
Нормативні витрати води на пожежогасіння, $Q_{норм}$, л/с				
Прилад	***Трубка Піто***	***Пристрій «СВ»***	***Ствол-водомір***	***Ємність з годинником***
Кількість приладів			*(дорівнює кількості стволів)*	
Кількість ПГ				
Кількість пожежних рукавів				
Кількість пожежних стволів			*(дорівнює кількості приладів)*	
Діаметр насадки ствола, d, мм				
Показання манометру, $H_м$, м				–
Об’єм ємності V, л та час її заповнення t, с	–	–	–	
Фактичні витрати води з водопровідної мережі, $Q_{факт}$, л/с				
Висновок				
Відсоток шкали оцінювання				
Час проходження етапу				
Оцінка				

Висновок та пропозиції по першому етапу:

……
……
……
……
……

Висновок та пропозиції по другому етапу:

……
……
……
……
……

Висновок та пропозиції по третьому етапу:

……
……
……
……
……

Висновок та пропозиції по четвертому етапу:

……
……
……
……
……

Контрольні питання

1. Яка мета проведення випробувань на водовіддачу?
2. Як вибрати місце та час проведення випробувань на водовіддачу?
3. Намалюйте схематично основні прилади (шість приладів) визначення водовіддачі водопровідних мереж та напишіть формули для перерахунку виміряних величин в витрати води.

Відповіді на контрольні питання

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

Контрольна робота «Випробування на водовіддачу водопровідних мереж»

Контрольна робота складається з п’яті задач, вихідні дані для яких сформульовані в загальному вигляді:

Визначити фактичну водовіддачу водопровідної мережі, порівняти її з нормативною та зробити висновок про можливість цієї мережі забезпечити подачу води на пожежогасіння.

У таблиці 3.2 наведені загальні вихідні дані для всіх задач, які необхідні для визначення нормативних витрат води на пожежогасіння (додаток 5).

Перша задача. Необхідно визначити водовіддачу мережі при проведенні випробувань об’ємним способом (вихідні дані наведені у таблицях 3.2 та 3.3).

Друга задача. Необхідно визначити водовіддачу мережі при проведенні випробувань за допомогою трубки Піто (вихідні дані наведені у таблицях 3.2 та 3.4).

Третя задача. Необхідно визначити водовіддачу мережі при проведенні випробувань за допомогою ствола-водоміра (вихідні дані наведені у таблицях 3.2 та 3.4).

Четверта задача. Необхідно визначити водовіддачу зовнішньої мережі високого тиску при проведенні випробувань першим способом – тобто стволи встановлюються на самій високій точці будівлі (вихідні дані наведені у таблицях 3.2 та 3.5).

П’ята задача. Необхідно визначити водовіддачу зовнішньої мережі високого тиску при проведенні випробувань другим способом – рукавні лінії прокладаються по поверхні землі (вихідні дані наведені у таблицях 3.2 та 3.5).

Таблиця 3.2 – Вихідні дані до розрахунку водовіддачі водопровідної мережі

Остання цифра номера залікової книжки	***0***	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***	***7***	***8***	***9***
тип будівлі	громадська	виробнича	житлова	громадська	виробнича	житлова	громадська	виробнича	житлова	виробнича
об`єм будівлі, $м^3$; кількість поверхів *(висота одного поверху 3 м)*	6 тис. $м^3$, 7 поверхів	1 тис. $м^3$	20 тис. $м^3$, 14 поверхів	26 тис. $м^3$, 9 поверхів	52 тис. $м^3$	55 тис. $м^3$, 25 поверхів	20 тис. $м^3$, 12 поверхів	250 тис. $м^3$	40 тис. $м^3$, 20 поверхів	100 тис. $м^3$
категорія будівлі за вибухопожежною та пожежною небезпекою, ступінь вогнестійкості	-	I, В	-	-	III, Г	-	-	II, В	-	III, В

Таблиця 3.3 – Вихідні дані до об`ємного способу проведення випробувань

Остання цифра номера залікової книжки	***0***	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***	***7***	***8***	***9***
Тип мережі	внутрішня	зовнішня	внутрішня	зовнішня	внутрішня	зовнішня	внутрішня	зовнішня	внутрішня	зовнішня
Об`єм бака, *W*, $м^3$	0,5	0,75	1	1,25	1,5	1,75	2	2,25	2,5	3
Передостання цифра номера залікової книжки	***0***	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***	***7***	***8***	***9***
Час заповнення бака, *t*, с	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325

Таблиця 3.4 – Вихідні дані до проведення випробування за допомогою трубки Піто і ствола-водоміра

Остання цифра номера залікової книжки	***0***	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***	***7***	***8***	***9***
Тип мережі	зовнішня	внутрішня	зовнішня	внутрішня	зовнішня	внутрішня	зовнішня	внутрішня	зовнішня	внутрішня
Показання манометра **трубки Піто**, $H_м$, м	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
Передостання цифра номера залікової книжки	***0***	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***	***7***	***8***	***9***
Діаметр насадки ствола, $d_н$, мм	13	16	19	22	13	16	19	13	16	19
Показання манометра **ствола-водоміра**, $H_м$, м	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80

Таблиця 3.5 – Вихідні дані до проведення випробувань зовнішнього водопроводу високого тиску

Остання цифра номера залікової книжки	***0***	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***	***7***	***8***	***9***
Показання манометра, $H_м$, м	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
Передостання цифра номера залікової книжки	***0***	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***	***7***	***8***	***9***
Висота встановлення ствола, T, м	16	35	44	49	30	33	36	42	45	48

Розв'язання задач

1. Необхідно визначити водовіддачу мережі при проведенні випробувань об'ємним способом (вихідні дані наведені у таблицях 3.2 та 3.3).

Дано:	Розв'язання:
тип мережі, тип та характеристика будівлі, об'ємний спосіб W t	1) Визначаємо нормативні витрати води на пожежогасіння (додаток 5). 2) а) Для внутрішнього протипожежного водопроводу (ВПВ): – визначаємо кількість пожежних кран-комплектів, яка дорівнює кількості струменів на кожну точку приміщення: $n_{ПКК} = n_{стр}$. б) Для зовнішнього протипожежного водопроводу (ЗПВ):
$Q_{факт}$ – ?	– визначаємо кількість рукавних ліній: $n_{р.л.} = \frac{Q_{пож}}{5}$, – визначаємо кількість пожежних гідрантів: $n_{ПГ} = \frac{n_{р.л.}}{2}$. 3) Визначаємо фактичні витрати води: $Q_{факт} = \frac{W}{t}$. 4) Порівнюємо фактичні та нормативні витрати та робимо висновок про можливість забезпечення мережею пропуску нормативних витрат води.

Відповідь: мережа зможе (не зможе) забезпечити пропуск необхідних витрат води на пожежогасіння, $Q_{факт}$ = ____ л/с.

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

2. Необхідно визначити водовіддачу мережі при проведенні випробувань за допомогою трубки Піто (вихідні дані наведені у таблицях 3.2 та 3.4).

Дано:	Розв'язання:
тип мережі, тип та характеристика будівлі, трубка Піто $d_н$ $H_м$	1) Визначаємо витрати води на пожежогасіння (додаток 5). 2) а) Для внутрішнього протипожежного водопроводу (ВПВ): – визначаємо кількість необхідних рукавних ліній, яка залежить від кількості пожежних кран-комплектів та дорівнює кількості струменів на кожну точку приміщення: $n_{р.л.} = n_{ПКК} = n_{стр}$. б) Для зовнішнього протипожежного водопроводу (ЗПВ): – визначаємо кількість рукавних ліній: $n_{р.л.} = \frac{Q_{пож}}{5}$,
$Q_{факт}$ – ?	– визначаємо кількість пожежних гідрантів: $n_{ПГ} = \frac{n_{р.л.}}{2}$. 3) Визначаємо фактичні витрати води: $Q_{факт} = n_{р.л.} \frac{\pi d_н^2}{4} \sqrt{2gH_м}$. 4) Порівнюємо фактичні та нормативні пожежні витрати та робимо висновок про можливість забезпечення мережею пропуску нормативних витрат води.

Відповідь: мережа зможе (не зможе) забезпечити пропуск необхідних витрат води на пожежогасіння, $Q_{факт}$ = ____ л/с.

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

3. Необхідно визначити водовіддачу мережі при проведенні випробувань за допомогою ствола-водоміра (вихідні дані наведені у таблицях 3.2 та 3.4).

Дано:	Розв'язання:
тип мережі, тип та характеристика будівлі, ствол – водомір $d_н$ $H_м$	1) Визначаємо витрати води на пожежогасіння (додаток 5). 2) а) Для внутрішнього протипожежного водопроводу (ВПВ): – визначаємо кількість необхідних рукавних ліній, яка залежить від кількості пожежних кран-комплектів та дорівнює кількості струменів на кожну точку приміщення: $n_{р.л.} = n_{ПКК} = n_{стр}$. б) Для зовнішнього протипожежного водопроводу (ЗПВ):
$Q_{факт}$ – ?	– визначаємо кількість рукавних ліній: $n_{р.л.} = \frac{Q_{пож}}{5}$, – визначаємо кількість пожежних гідрантів: $n_{ПГ} = \frac{n_{р.л.}}{2}$. 3) Визначаємо фактичні витрати води: $Q_{факт} = n_{р.л.} \frac{\pi d_н^2}{4} \sqrt{2gH_м}$. 4) Порівнюємо фактичні та нормативні пожежні витрати та робимо висновок про можливість забезпечення мережею пропуску нормативних витрат води.

Відповідь: мережа зможе (не зможе) забезпечити пропуск необхідних витрат води на пожежогасіння, $Q_{факт}$ = ____ л/с.

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

4. Необхідно визначити водовіддачу зовнішньої мережі високого тиску при проведенні випробувань першим способом – тобто рукавні лінії прокладаються до найвищої точки найвищої будівлі (вихідні дані наведені у таблицях 3.2 та 3.5).

Дано:	Розв'язання:
ЗПВВТ, тип та характеристика будівлі, випробування за першим способом $d_р$ T $H_м$	1) Визначаємо пожежні витрати води, які складаються з витрат води на зовнішнє та внутрішнє пожежогасіння (додаток 5). 2) Визначаємо кількість рукавних ліній: $n_{р.л.} = \frac{Q_{пож}}{5}$. 3) Визначаємо кількість пожежних гідрантів: $n_{ПГ} = \frac{n_{р.л.}}{2}$. 4) Визначаємо фактичні витрати води:
$Q_{факт}$ - ?	– для рукавів діаметром 66 мм (п): $Q_{факт} = n_{р.л.}\sqrt{\frac{H_м - T}{n_р S_р + S_н}}$; – для рукавів діаметром 77 мм (п): $Q_{факт} = n_{р.л.}\sqrt{\frac{H_м - T}{n_р S_р + S_н}}$, де T – висота встановлення ствола, м; $S_р$, $S_н$ – опір одного рукава, опір насадки ствола (додаток 2). 5) Порівнюємо фактичні та нормативні пожежні витрати та робимо висновок про можливість забезпечення мережею пропуску нормативних витрат води.

Відповідь: – для рукавів діаметром 66 мм: мережа зможе (не зможе) забезпечити пропуск необхідних витрат води на пожежогасіння, $Q_{факт}$ = ____ л/с;
– для рукавів діаметром 77 мм: мережа зможе (не зможе) забезпечити пропуск необхідних витрат води на пожежогасіння, $Q_{факт}$ = ____ л/с.

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

5. Необхідно визначити водовіддачу зовнішньої мережі високого тиску при проведенні випробувань другим способом – тобто рукавні лінії прокладаються по поверхні землі (вихідні дані наведені у таблицях 3.2 та 3.5).

Дано:	Розв'язання:
ЗПВВТ, тип та характеристика будівлі, випробування за другим способом $d_р$ $H_м$	1) Визначаємо пожежні витрати води, які складаються з витрат води на зовнішнє та внутрішнє пожежогасіння (додаток 5). 2) Визначаємо кількість рукавних ліній: $n_{р.л.} = \frac{Q_{пож}}{5}$. 3) Визначаємо кількість пожежних гідрантів: $n_{ПГ} = \frac{n_{р.л.}}{2}$. 4) Визначаємо фактичні витрати води:
$Q_{факт}$ - ?	– для рукавів діаметром 66 мм (н): $Q_{факт} = n_{р.л.}\sqrt{\frac{H_м}{n_р S_р + S_н}}$; – для рукавів діаметром 77 мм (н): $Q_{факт} = n_{р.л.}\sqrt{\frac{H_м}{n_р S_р + S_н}}$, де $S_р$, $S_н$ – опір одного рукава, опір насадки ствола (додаток 2). 5) Порівнюємо фактичні та нормативні витрати та робимо висновок про можливість забезпечення мережею пропуску нормативних витрат води.

Відповідь: – для рукавів діаметром 66 мм: мережа зможе (не зможе) забезпечити пропуск необхідних витрат води на пожежогасіння, $Q_{факт}$ = ____ л/с;

– для рукавів діаметром 77 мм: мережа зможе (не зможе) забезпечити пропуск необхідних витрат води на пожежогасіння, $Q_{факт}$ = ____ л/с.

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

ДОДАТКИ

Додаток 1

Таблиця напорів, витрат води та довжин компактних струменів для насадок діаметром до 25 мм

Радіус (довжина) дії компактної частини струменя, $R_к$, м	Діаметр насадки ствола, $d_н$, мм							
	13		16		19		22	
	H, м	*q*, л/с	*H*, м	*q*, л/с	*H*, м	*q*, л/с	*H*, м	*q*, л/с
10	14,9	2,3	14,1	3,3	13,6	4,6	13,2	6,1
13	21,4	2,7	19,7	4	18,7	5,4	18	7,2
15	26,7	3	24	4,4	22,6	6	21,6	7,8
17	33,2	3,4	29,2	4,8	27,1	6,5	25,7	8,5
18	37,1	3,6	32,2	5,1	29,6	6,8	28	8,9
19	41,7	3,8	35,6	5,3	32,5	7,1	30,5	9,3
20	46,8	4	39,4	5,6	35,6	7,5	33,2	9,7
21	53,3	4,3	43,7	5,9	39,1	7,8	36,3	10,1
22	60,9	4,6	48,7	6,2	43,1	8,2	39,6	10,6
23	70,3	4,9	54,6	6,6	47,6	8,7	43,4	11,1
24	82,2	5,3	61,5	7	52,7	9,1	47,7	11,7
25	98,2	5,8	70,2	7,5	58,9	9,6	52,7	12,2
26	–	–	80,6	8	66,2	10,2	58,5	12,9
27	–	–	94,2	8,6	75,1	10,9	65,3	13,7

H – напір перед стволом (вільний напір), м;

q – витрати води зі ствола, л/с;

$R_к$ – радіус (довжина) дії компактної частини струменя, м;

$d_н$ – діаметр насадки ствола, мм.

Додаток 2

Значення опорів пожежних рукавів *S*р (*S*м)

Діаметр рукава *d*, мм	Опір пожежного рукава *S*р (*S*м)	
	для прогумованих рукавів	для непрогумованих рукавів
51	0,13	0,24
66	0,034	0,077
77	0,015	0,03
89	0,007	-

Значення опорів та провідності пожежних стволів

Діаметр насадки ствола *d*, мм	Опір ствола $S_н$	Провідність ствола *p*	Діаметр насадки ствола *d*, мм	Опір ствола $S_н$	Провідність ствола *p*
13	2,89	0,588	**28**	0,134	2,73
16	1,26	0,891	**32**	0,079	3,56
19	0,634	1,26	**38**	0,040	5,02
22	0,353	1,68	**50**	0,0132	8,7
25	0,212	2,17	**65**	0,0053	13,74

Додаток 3

Значення параметрів a та b характеристик пожежних насосів

Марка насоса	***a***	***b***
МП-600	88,2	0,242
МП-800Б	59,0	0,048
МП-1600	102,6	0,016
ПН-30К	110,6	0,0104
ПН-40У	110,6	0,0098
ПН-60Б	120	0,004
ПНС-110	111,7	0,0014

Додаток 4

Таблиця опорів труб в залежності від їх діаметру

Діаметр труби *d*, мм	Опір труб, *A* (для *q* м^3/с)	
	сталеві	чавунні
50	**11080**	**13360**
70	**2893**	**–**
80	**1168**	**1044**
100	**267**	**339,1**
125	**86,2**	**103,5**
150	**33,9**	**39,54**
175	**20,79**	**–**
200	**6,959**	**8,608**
250	**2,187**	**2,638**
300	**0,8466**	**0,9863**
350	**0,3731**	**0,4368**
400	**0,1859**	**0,2191**
450	**0,09928**	**0,1187**
500	**0,05784**	**0,06782**

Додаток 5

Норми витрат води на зовнішнє та внутрішнє пожежогасіння будівель різного призначення

ДБН В.2.5-74:2013 «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування», таблиця 4 – Витрати води на зовнішнє пожежогасіння житлових та громадських будівель

Призначення будівель	**Витрати води на одну пожежу, л/с, на *зовнішнє* пожежогасіння житлових і громадських будівель при об'ємах будівель, тис.м^3**				
	до 1 включ.	від 1 до 5 включ.	від 5 до 25 включ.	від 25 до 50 включ.	від 50 до 150 включ.
Житлові будинки односекційні та багатосекційні за кількості поверхів:					
до 2 включ.	10	10	–	–	–
від 3 до 12 включ.	10	15	15	20	–
те саме 13 – 16 включ.	–	–	20	25	–
17 – 25 включ.	–	–	–	25	30
Громадські будинки за кількості поверхів:					
до 2 включ.	10	10	15	–	–
від 3 до 6 включ.	10	15	20	25	30
те саме 7 – 12 включ.	–	–	25	30	35
13 – 16 включ.	–	–	–	30	35

Продовження додатка 5

ДБН В.2.5-74:2013 «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування», таблиця 5 – Витрати води на зовнішнє пожежогасіння будівель виробничого або складського призначення шириною не більше ніж 60 метрів

Ступінь вогнестійкості будівель	**Категорія будівлі за вибухопожежною та пожежною небезпекою**	**Витрата води на *зовнішнє* пожежогасіння будівель виробничого або складського призначення на одну пожежу, л/с, при об'ємах будівель, тис. м^3**						
		до 3 включ.	від 3 до 5 включ.	від 5 до 20 включ.	від 20 до 50 включ.	від 50 до 200 включ.	від 200 до 400 включ.	від 400 до 600 включ.
I, II	Г, Д	10	10	10	10	15	20	25
I, II	А, Б, В	10	10	15	20	30	35	40
III	Г, Д	10	10	15	25	35	–	–
III	В	10	15	20	30	40	–	–
IIIа	Г, Д	10	10	15	15	20	–	–
IIIа	А, Б, В	15	15	20	25	35	–	–
IIIб	Г, Д	15	20	25	35	–	–	–
IIIб	В	20	25	30	45	–	–	–
IV	Г, Д	10	15	20	30	–	–	–
IV, V	В, Д	15	20	25	40	–	–	–
IVа	Г, Д	20	25	30	40	–	–	–
IVа	В	25	30	35	50	–	–	–

Продовження додатка 5

ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація», таблиця 3 – Витрати води на внутрішнє пожежогасіння житлових та громадських будівель

Тип будинку, будівлі, споруди	**Кількість струменів**	**Мінімальна витрата води на *внутрішнє* пожежогасіння, л/с, на один струмінь**
1. Житлові будинки		
підвищеної поверховості умовною висотою 26,5 м < Н ≤ 47 м	1	2,5
висотні умовною висотою 47 м < Н ≤ 73,5 м	2	2,5
висотні умовною висотою 73,5 м < Н ≤ 100 м	4	2,5
2. Гуртожитки, громадські будівлі і споруди, крім перелічених в 3, 5, 6, 7, 8		
умовною висотою Н ≤ 26,5 м, об'ємом від 5000 м^3 до 25000 м^3	1	2,5
те саме об'ємом більше 25000 м3	2	2,5
підвищеної поверховості умовною висотою 26,5 м < Н ≤ 47 м	2	2,5
те саме об'ємом більше 25000 м^3	3	2,5
висотні умовною висотою 47 м < Н ≤ 73,5 м	4	5
те саме і об'ємом більше 50000 м^3	8	5
висотні умовною висотою 73,5 м < Н ≤ 100 м	8	5
3. Культурно-видовищні та дозвіллєві заклади, актові та конференц-зали з кіноапаратурою	Відповідно до ДБН В.2.2-16:2005	
4. Адміністративно-побутові будівлі виробничих підприємств		
об'ємом від 5000 м^3 до 25000 м^3	1	2,5
об'ємом більше 25000 м^3	2	2,5
висотні умовною висотою Н > 47 м і об'ємом до 50000 м^3	4	2,5
те саме і об'ємом більше 50000 м^3	8	2,5
5. Багатофункціональні будівлі		
багатоповерхові умовною висотою до 26,5 м, об'ємом від 5000 м^3 до 25000 м^3	2	2,5
те саме об'ємом більше 25000 м^3	3	2,5
підвищеної поверховості умовною висотою 26,5 м < Н ≤ 47 м, об'ємом до 25000 м^3	3	2,5
те саме об'ємом більше 25000 м^3	4	2,5
висотні умовною висотою 47 м < Н ≤ 73,5 м	4	5
те саме і об'ємом більше 50000 м^3	8	5

Продовження додатка 5

Тип будинку, будівлі, споруди	Кількість струменів	Мінімальна витрата води на ***внутрішнє*** пожежогасіння, л/с, на один струмінь
6. Культові будівлі та споруди різних конфесій	Відповідно до посібника з проектування культових будинків та споруд різних конфесій та ДБН В.2.2-9:2009	
7. Підприємства торгівлі		
об'ємом від 5000 м^3 до 25000 м^3	2	2,5
об'ємом від 25000 м^3 до 50000 м^3	3	2,5
об'ємом більше 50000 м^3	4	2,5
8. Спортивні та фізкультурно-оздоровчі споруди	Відповідно до ДБН В.2.2-13:2003	
Примітка. За наявності установки у квартирі пожежного кран-комплекту, відгалуження до окремого крана, мінімальна витрата води на пожежогасіння квартири приймається 0,5 л/с.		

ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація», **таблиця 4** – Норми витрат води на внутрішнє пожежогасіння виробничих будівель

Ступінь вогнестійкості виробничих та складських будівель	**Категорія будівлі за вибухопожежною та пожежною небезпекою**	**Кількість струменів і мінімальна витрата води, л/с, на один струмінь, на *внутрішнє* пожежогасіння у виробничих та складських будівлях висотою до 47 м і об'ємом, тис. м^3**							
		0,5–5	від 5–10	від 10–50	від 50–100	від 100–200	від 200–300	від 300–400	від 400–500
I, II, IIIа	А, Б, В	2×2,5	2×5	2×5	2×5	2×5	3×5	3×5	4×5
III	В	2×2,5	2×5	2×5	2×5	2×5			
III	Г, Д		2×2,5	2×2,5	2×2,5	2×2,5			
IIIб, IV, IVа, V	В	2×2,5	2×5						
IIIб, IV, IVа, V	Г, Д		2×2,5	2×2,5					

ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація», **п. 8.3.**

8.3 У квартирах житлових будинків умовною висотою понад 47 м в якості первинного пристрою пожежогасіння слід передбачати установку внутрішнього квартирного пожежного кран-комплекту відповідно до вимог ДБН В.2.2-15:2005 та ДБН В.2.2-24:2009 в комплектації згідно з ДСТУ 4401-1, який забезпечує можливість подавання води у будь-яку точку квартири з урахуванням струменя води 3 м.

ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація», **п. 8.7, примітка 1, 2**

8.7 Вільний тиск у внутрішніх пожежних кран-комплектах повинен забезпечувати отримання компактних пожежних струменів довжиною, яка має забезпечувати гасіння пожежі у будь-яку годину доби в найвищій та найвіддаленішій частині будинку, будівлі, споруди.

Найменшу довжину та радіус дії компактної частини струменя треба приймати однаковими з висотою приміщення, а саме від підлоги до найвищої точки перекриття (покриття), але не менше ніж:

а) 6 м у житлових, громадських, виробничих, адміністративно-побутових будинках, будівлях, спорудах промислових підприємств висотою (умовною висотою) не вище 47 м;

б) 8 м у житлових будинках висотою більше ніж 47 м;

в) 16 м у громадських, виробничих і адміністративно-побутових будівлях, спорудах промислових підприємств висотою (умовною висотою) більше ніж 47 м.

Примітка 1. Тиск у пожежних кран-комплектах вибирають з урахуванням втрат тиску в пожежних рукавах завдовжки 10, 15 і 20 м.

Примітка 2. Для отримання пожежних струменів з витратою води не більше ніж 4 л/с застосовують пожежні крани і рукави діаметром 50 мм, для отримання пожежних струменів більшої продуктивності – діаметром 65 мм.

ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація», **п. 8.13**

8.13 У шафах пожежних кран-комплектів у ***будинках, будівлях, спорудах будь-якого призначення***, окрім розміщення в них пожежного кран-комплекту діаметром 50 мм або 65 мм, виконаного відповідно до ДСТУ 4401-2, в якості первинного засобу пожежогасіння слід перебачити розташування ***пожежного кран-комплекту діаметром 25 мм***, виконаного та укомплектованого відповідно до ДСТУ 4401-01 (крім складських споруд).

ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація», **п. 10.1**

10.1 Системи внутрішніх водопроводів холодної води треба приймати:

а) тупиковими, якщо допускається перерва в подачі води і при кількості пожежних кран-комплектів менше ніж 12;

б) кільцевими або з'єднаними двома вводами при двох тупикових трубопроводах із відгалуженнями до споживачів від кожного з них для забезпечення безперервної подачі води;

в) зонними, якщо створюється тиск на нижньому поверсі вище 0,45 МПа.

Кільцеві системи холодної води повинні бути приєднані до зовнішньої кільцевої мережі холодного водопроводу не менш ніж двома вводами.

Два вводи і більше треба передбачати для:

1) будинків, будівель, споруд у яких встановлено 12 і більше пожежних кран-комплектів;

2) житлових будинків з числом квартир більше ніж 400, клубів і дозвіллєво-розважальних закладів з естрадою, кінотеатрів з числом місць більше ніж 300;

3) готелів відповідно до вимог ДБН В.2.2-20;

4) театрів, клубів і дозвіллєво-розважальних закладів зі сценою незалежно від числа місць;

5) житлових і громадських будинків умовною висотою від 73,5 м до 100 м включно;

6) лазень при числі місць 200 і більше;

7) пралень на дві і більше тонн білизні в зміну.

При цьому кожен водопровідний ввід розраховується на 100 % розрахункових витрат води.

ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація», **п. 11.6**

11.6 Швидкість руху води в трубопроводах внутрішніх мереж повинна бути не більше ніж:

а) 1,5 м/с – для металевих труб;

б) 2,0 м/с – для мідних труб;

в) 2,5 м/с – для труб із полімерних матеріалів;

г) 3,0 м/с – при пожежогасінні.

ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація»**,** таблиця 5

Висота компактної частини струменя , м	Висота компактної частини струменя із пожежного кран-	Тиск, МПа, на пожежному кран-комплекті з рукавом завдовжки, м			Висота компактної частини струменя із пожежного кран-	Тиск, МПа, на пожежному кран-комплекті з рукавом завдовжки, м			Висота компактної частини струменя із пожежного кран-	Тиск, МПа, на пожежному кран-комплекті з рукавом завдовжки, м		
		10	15	20		10	15	20		10	15	20
	Діаметр насадки пожежного ствола, мм											
	13				16				19			
Пожежні кран-комплекти d = 50 мм												
6	–	–	–	–	**2,6**	0,092	0,096	0,10	**3,4**	0,088	0,096	0,104
8	–	–	–	–	**2,9**	0,12	0,125	0,13	**4,1**	0,129	0,138	0,148
10	–	–	–	–	**3,3**	0,151	0,157	0,164	**4,6**	0,16	0,173	0,185
12	**2,6**	0,202	0,206	0,21	**3,7**	0,192	0,196	0,21	**5,2**	0,206	0,223	0,24
14	**2,8**	0,236	0,241	0,245	**4,2**	0,248	0,255	0,263	–	–	–	–
16	**3,2**	0,316	0,322	0,328	**4,6**	0,293	0,30	0,318	–	–	–	–
18	**3,6**	0,39	0,398	0,406	**5,1**	0,36	0,38	0,40	–	–	–	–
Пожежні кран-комплекти d = 65 мм												
6	–	–	–	–	**2,6**	0,088	0,089	0,09	**3,4**	0,078	0,08	0,083
8	–	–	–	–	**2,9**	0,11	0,112	0,114	**4,1**	0,114	0,117	0,121
10	–	–	–	–	**3,3**	0,14	0,143	0,146	**4,6**	0,143	0,147	0,151
12	**2,6**	0,198	0,199	0,201	**3,7**	0,18	0,183	0,186	**5,2**	0,182	0,19	0,199
14	**2,8**	0,23	0,231	0,233	**4,2**	0,23	0,233	0,235	**5,7**	0,218	0,224	0,23
16	**3,2**	0,31	0,313	0,315	**4,6**	0,276	0,28	0,284	**6,3**	0,266	0,273	0,28
18	**3,6**	0,38	0,383	0,385	**5,1**	0,338	0,342	0,346	**7**	0,329	0,338	0,348
20	**4**	0,464	0,467	0,47	**5,6**	0,412	0,418	0,424	**7,5**	0,372	0,385	0,397

Додаток 6

Приклад розрахунку внутрішнього протипожежного водопроводу

Вибрати схему внутрішнього протипожежного водопроводу для чотирьохповерхової виробничої будівлі категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою В, ступенем вогнестійкості II, довжиною 65 м, шириною 50 м, висотою поверху 6 м. Зовнішня мережа знаходиться від будівлі на відстані 11 м та заглиблена стосовно до поверхні землі на відстань 1,1 м. Гарантований напір в зовнішній мережі – 40 м.

Розв'язання

1. Необхідність влаштування ВПВ визначається в залежності від категорії будівлі за вибухопожежною та пожежною небезпекою, ступеня вогнестійкості та об'єму будівлі (об'єм будівлі визначається: $V_б = a \cdot b \cdot n_{пов} \cdot z_{пов} = 65 \cdot 50 \cdot 4 \cdot 6 = 78000$ м^3).

Нормативні витрати води (q) та кількість струменів на кожну точку приміщення ($n_{стр}$) згідно ДБН В.2.5-64:2012 табл.4 (додаток 5) дорівнюють:

– витрати води – 5 л/с;

– кількість струменів – 2,

таким чином, в цій будівлі необхідно влаштування ВПВ.

2. Визначаємо обладнання пожежних кран-комплектів:

– діаметр пожежного кран-комплекту $d_{ПКК}$ = 65 мм, тому що витрати одного струменя перебільшують 4 л/с (ДБН В.2.5-64:2012 п.8.7 прим.2 (додаток 5));

– довжина рукава $l_р$ = 20 м, тому що розміри будівлі більші, ніж 20 м за довжиною та шириною, а про конструктивні особливості даних немає;

– діаметр насадки ствола $d_н$ = 19 мм – приймається відповідно до діаметра пожежного кран-комплекту.

3. Визначаємо мінімальний радіус компактної частини струменя ДБН В.2.5-64:2012 п.8.7 (додаток 5) – $R_{к\,min}$ = 6 м – для виробничої будівлі висотою до 47 м та висотою поверху 4 м.

4. Визначаємо фактичні розрахункові величини (додаток 5 або ДБН В.2.5-64:2012 таблиця 5) – для пожежного кран-комплекту діаметром 65 мм, ствола з діаметром насадки 19 мм та мінімального радіуса компактної частини струменя 6 м за таблицею витрати пожежного струменя дорівнюють 3,4 л/с, але в п.1 визначалися нормативні витрати, які повинні бути не менш 5 л/с, тому необхідно збільшити радіус компактної частини струменя. Приймаємо фактичні витрати з пожежного кран-комплекту $q_{факт}$ = 5,2 л/с при радіусі компактної частини струменя $R_{к\,факт}$ = 12 м. Тоді для рукава довжиною 20 м напір біля пожежного кран-комплекту буде дорівнювати $H_{ПКК}$ = 0,199 МПа = 19,9 м.

5. Визначається проекція радіуса компактної частини струменя $R_{к\,пр.}$:

$$R_{к\,пр.} = \sqrt{12^2 - (6 - 1{,}35)^2} = 11{,}06\,\text{м}.$$

Відстань між ПКК визначається:

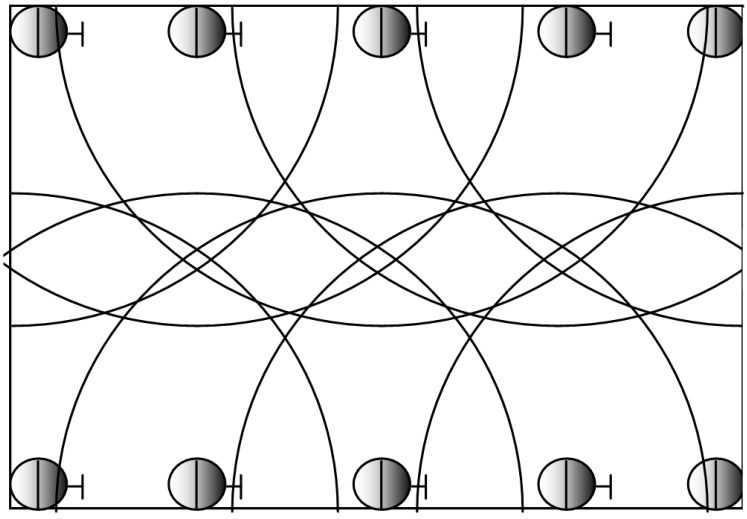
$$L_{\text{ПКК}} = 1 \cdot \sqrt{(11{,}06 + 20)^2 - \left(\frac{50}{2}\right)^2} = 18{,}4\,\text{м}.$$

6. Кількість пожежних кран-комплектів на одному поверсі визначається графічно на плані будівлі з урахуванням наступного:

– відстань між ПКК повинна бути не більше $L_{\text{ПКК}}$= 18,4 м;

– кількість ПКК повинна бути такою, щоб кожна точка приміщення зрошувалась не менш ніж двома струменями.

За умовою розташування ПКК вдовж стін їх кількість визначається: $n_{\text{ПКК}} = \left(a / L_{\text{ПКК}}\right) + 1 = 65/18{,}4 + 1 = 4{,}53 = 5\,\text{ПКК}$, тоді загальна кількість ПКК на одному поверсі дорівнює 10 (по 5 ПКК вдовж кожної стіни):



Загальна кількість ПКК в будівлі визначається:

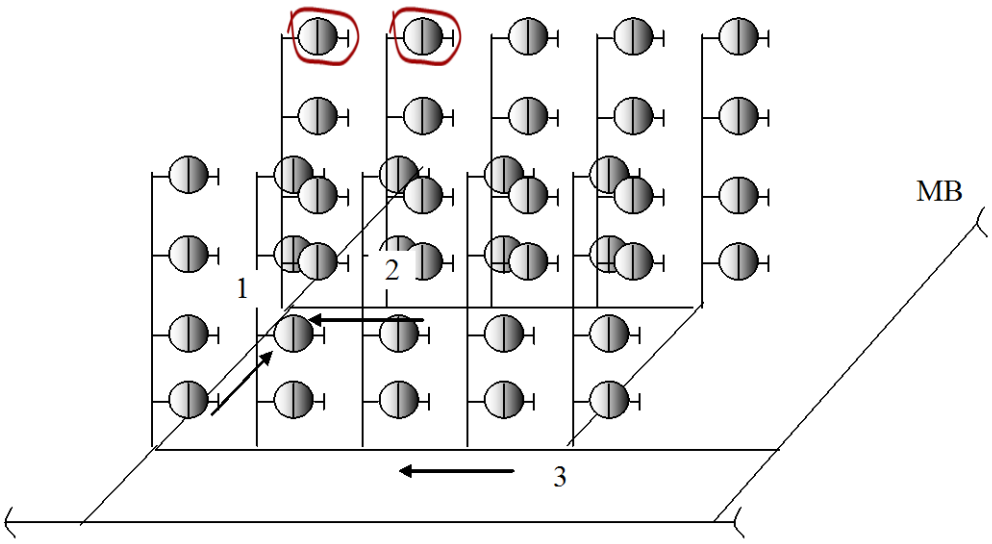
$$N_{\text{ПКК}}=4 \cdot 10=40 \text{ ПКК}.$$

В шафі кожного пожежного кран-комплекту встановлюється пожежний кран-комплект діаметром 25 мм, виконаний за ДСТУ 4401-1:

$$n_{\text{ПКК (25)}} = n_{\text{ПКК}}=40 \text{ ПКК}_{(25)}.$$

7. Кількість вводів в будівлі дорівнює двом, тому що загальна кількість пожежних кран-комплектів 40, що більше 12-ти, а також магістральна мережа приймається кільцевою. Кожний ввід розраховується на 100% пропуск води.

У розрахунку беруть участь два ПКК, що розташовані в диктуючій точці (позначені на розрахунковій схемі):



8. Витрати води найбільш навантаженої ділянки кільцевого магістрального трубопроводу складають $q_{діл} = \frac{2 \cdot 5,2}{2} = 5,2$ л/с.

Тоді діаметр труб магістральної мережі визначається:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 5,2}{1000 \cdot 3,14 \cdot 3}} = 0,047 \text{ м} = 50 \text{ мм}.$$

Діаметр трубопроводу, що підводить воду до ПКК, повинен бути не меншим від діаметра ПКК, тому приймаємо діаметр магістрального трубопроводу 70 мм.

Діаметр труб вводу визначається виходячи з того, що ввід повинен пропустити 10,4 л/с (дорівнюють фактичним витратам води на пожежогасіння – 5,2 л/с, з урахуванням двох струменів на кожну точку приміщення):

$$d_{вв} = \sqrt{\frac{4 \cdot 10,4}{3,14 \cdot 3 \cdot 1000}} = 66 \text{ мм}.$$

Пропонується діаметр труб вводу не менше 70 мм.

9. Втрати напору в магістральному трубопроводі визначаються:

$$h_м = 1,2 \cdot 2893 \cdot 230 \cdot 5,2^2 \cdot 10^{-6} = 21,6 \text{ м},$$

де A=2893 – питомий опір труб магістрального трубопроводу (додаток 4);

$l_м$ = 230 м – довжина магістрального трубопроводу (визначається за прийнятою схемою магістрального трубопроводу: 65+50+65+50=230 м), м;

$q_{діл}$ =5,2 л/с – витрати води найбільше навантаженої ділянки.

Але це дуже великі втрати напору, тому пропонується збільшити діаметр труб магістрального трубопроводу до 100 мм, тоді A = 267, а втрати напору дорівнюватимуть:

$$h_{\text{м}} = 1,2 \cdot 267 \cdot 230 \cdot 5,2^2 \cdot 10^{-6} = 1,99 \text{ м.}$$

Діаметр труб вводу повинен бути не меншим від діаметра труб магістральної мережі, тобто теж 100 мм, тоді втрати напору в трубах вводу визначаються:

$$h_{\text{вв}} = 1,2 \cdot 267 \cdot 11 \cdot \left(2 \cdot 5,2\right)^2 \cdot 10^{-6} = 0,38 \text{, м,}$$

де A=267 – питомий опір труб вводу (додаток 4);
$l_{\text{вв}}$ = 11 – довжина вводу, м;
$n_{\text{стр}}$ =2 – кількість струменів на кожну точку приміщення;
$q_{\text{факт}}$ =5,2 – фактичні витрати води, л/с.

Необхідний напір на вводі в будівлю під час пропуску води на пожежогасіння визначається:

$$H_{\text{пож}} = 1,99 + 0,38 + 19,9 + 20,45 = 42,72 \text{ м,}$$

де $h_{\text{м}}$ = 1,99 м – втрати напору в магістральному трубопроводі;
$h_{\text{вв}}$ = 0,38 м – втрати напору в трубах вводу;
$H_{\text{ПКК}}$ = 19,9 м – напір у ПКК;
$z_{\text{ПКК}} = (4-1) \cdot 6 + 1,35 + 1,1 = 20,45$ м – висота розміщення найбільше віддаленого від вводу ПКК.

10. Гарантований напір у зовнішній мережі (40 м) менший від потрібного напору на вводі в будівлю (42,72 м), тому необхідно запроектувати підвищення напору у внутрішній мережі за допомогою насосів-підвищувачів, водонапірного бака, гідропневмоустановки або інших споруд.

Відповідь: схема ВПВ для виробничої будівлі – з підвищувальними установками (насосами-підвищувачами, водонапірним баком, гідропневмоустановкою або іншою спорудою).

Додаток 7

Приклади робочих матеріалів для лабораторних робіт

Лабораторна робота «Розрахунок внутрішнього протипожежного водопроводу»

Мета роботи – *розрахувати ВПВ, визначити кількість ПКК та схему ВПВ для заданої будівлі. Дослідити вплив змін характеристик ПКК на їх кількість.*

Мета розрахунку ВПВ – *визначити діаметри труб, втрати напору в мережі та вибрати схему ВПВ.*

Висновок: *був розрахований ВПВ для _____-поверхової _____ будівлі самостійно та за допомогою комп'ютерної програми ВПВ-2014 та визначено, що в будівлі необхідно встановити ___ПКК діаметром ___мм, з рукавами довжиною ___м та столами, що мають діаметр насадка ___мм, а також в кожній шафі ПКК необхідно встановити додаткові ПКК діаметром 25 мм. Схема ВПВ повинна бути з (без) підвищувальними установками. Основні розрахункові величини самостійних та комп'ютерних розрахунків співпадають за винятком:*

– витрати води розрахункової ділянки,

– діаметр магістрального трубопроводу,

– втрати напору в магістральному трубопроводі та трубах вводу,

– необхідний тиск на вводі,

розбіжності в розрахунках обумовлені різницею розрахункової схеми ВПВ.

Висновок: *досліджено вплив змін характеристик ПКК (діаметру ПКК, довжини рукава, діаметру насадка ствола) на їх кількість для ___поверхової _____будівлі.*

Визначено, що:

– зміни діаметру ПКК не впливають на кількість ПКК,

– збільшення довжини рукава зменшує кількість ПКК,

– зменшення діаметру насадка стола зменшує кількість ПКК.

Визначено, що мінімальна кількість ПКК для цієї будівлі дорівнює – ___ (табл. 2.4), при цьому якщо діаметр ПКК 50 мм, то необхідний тиск на ПКК складає ___ м, а для ПКК діаметром 65 мм – ___ м.

За вимогами НД діаметр ПКК повинний бути ___ мм (тому що мінімальні нормативні витрати складають ___л/с), тому оптимальним та нормативнообгрунтованим варіантом обладнання ПКК буде:

– кількість ПКК –

– діаметр ПКК –

– довжина рукава –

– діаметр насадка ствола –

Лабораторна робота «Випробування на водовіддачу водопровідних мереж»

Мета роботи – *визначити водовіддачу зовнішньої водопровідної мережі заданої будівлі об'ємним способом, за допомогою ствола-водоміра, трубки Піто, пристрою «СВ», порівняти її з нормативною та зробити висновок про можливість мережі забезпечити подачу необхідних витрат води на пожежогасіння заданої будівлі.*

Теоретичні основи роботи

Водовіддача – *максимальні фактичні витрати води, які можливо забрати з мережі для цілей пожежогасіння*

Водовіддача розраховується за формулою:

$$Q = p\sqrt{H_{\text{М}}}$$

***Q** – водовіддача (витрати води).....[л/с]*

***p** – провідність ствола або тарованої колонки*

***H**$_{\text{м}}$ – показання манометра.....[м]*

для:

– ствола-водоміра,

– трубки Піто,

– пристрою «СВ»,

– тарованої колонки.

Водовіддача розраховується за формулою:

$$Q = \frac{V}{t}$$

***V** – об'єм ємності .....[л]*

***t** – час заповнення ємності.....[с]*

для об'ємного способу.

Висновок та пропозиції по першому етапу:

При проведенні випробувань на водовіддачу зовнішньої мережі житлової будівлі за допомогою трубки Піто було задіяно __ ПГ, від яких прокладено __ рукавних ліній зі стволами, та було визначено, що мережа зможе (не зможе) забезпечити подачу необхідної кількості води для гасіння пожежі, тому що фактична водовіддача складає ___ л/с, а нормативні витрати води __ л/с. Тому пропонується: збільшити діаметри труб, прочистити труби або встановити більш потужні насоси.

Висновок та пропозиції по другому етапу:

При проведенні випробувань на водовіддачу зовнішньої мережі громадської будівлі за допомогою пристрою «СВ» було задіяно __ ПГ, від яких прокладено __ рукавних ліній зі стволами, та було визначено, що мережа зможе (не зможе) забезпечити подачу необхідної кількості води для гасіння пожежі, тому що фактична водовіддача складає ___ л/с, а нормативні витрати води __ л/с. Тому пропонується: збільшити діаметри труб, прочистити труби або встановити більш потужні насоси.

Висновок та пропозиції по третьому етапу:

При проведенні випробувань на водовіддачу зовнішньої мережі виробничої будівлі за допомогою ствола-водоміра було задіяно __ ПГ, від яких прокладено __ рукавних ліній зі стволами, та було визначено, що мережа зможе (не зможе) забезпечити подачу необхідної кількості води для гасіння пожежі, тому що фактична водовіддача складає ___ л/с, а нормативні витрати води __ л/с. Тому пропонується: збільшити діаметри труб, прочистити труби або встановити більш потужні насоси.

Висновок та пропозиції по четвертому етапу:

При проведенні випробувань на водовіддачу зовнішньої мережі житлової будівлі об'ємним способом було задіяно __ ПГ, від яких прокладено __ рукавних ліній зі стволами, та було визначено, що мережа зможе (не зможе) забезпечити подачу необхідної кількості води для гасіння пожежі, тому що фактична водовіддача складає ___ л/с, а нормативні витрати води __ л/с. Тому пропонується: збільшити діаметри труб, прочистити труби або встановити більш потужні насоси.

ЛІТЕРАТУРА

1. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво. ДБН В.2.5-64:2012. – [Чинний від 01-03-13]. – К.: Держбуд України, 2013. – 135 с. (Державні будівельні норми України).

2. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. ДБН В.2.5-74:2013. – [Чинний від 01-01-14]. – К.: Мінрегіон України, 2013. – 172 с. (Державні будівельні норми України).

3. Спеціальне водопостачання : Підручник / О.А. Петухова, С.А. Горносталь, Ю.В. Уваров. - Х.: НУЦЗУ, 2015 . ─ 256 с.

4. Спеціальне водопостачання: Практикум / О.А. Петухова, С.А. Горносталь, Ю.В. Уваров. - Х.: ХНАДУ, 2015 . ─ 108 с.

5. Петухова О.А. Спеціальне водопостачання: електронний підручник [для студ. вищ. навч. закл.] / Петухова О.А., Антіпов І.А., Кулєшов М.М., Чернуха А.М. – Х.: УЦЗУ, 2007.

6. Протипожежне водопостачання: Підручник / І.А. Антіпов, М.М. Кулєшов, О.А. Петухова. – Х.: АЦЗУ, 2004. – 255 с.

Навчальне видання

ПРОТИПОЖЕЖНЕ ВОДОПОСТАЧАННЯ

Робочий зошит (контрольні та лабораторні роботи)

Підписано до друку 22.10.19. Формат 60х84 1/16.
Умовн.-друк. арк. 4,1.
Вид. № 70/19.

Сектор редакційно-видавничої діяльності
Національного університету цивільного захисту України
61023 м. Харків, вул. Чернишевська, 94.
www.nuczu.edu.ua