

0

0

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ**

**О.А. Петухова, С.А. Горносталь, Ю.В. Уваров**

**СПЕЦІАЛЬНЕ  
ВОДОПОСТАЧАННЯ**

*Практикум*

**Рекомендовано Міністерством освіти і науки України**

**Харків 2014**

УДК 614.8  
ББК 3896я73  
С 71

Авторський колектив  
О.А. Петухова  
С.А. Горносталь  
Ю.В. Уваров

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України  
як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів,  
які навчаються за напрямом підготовки "Пожежна безпека",  
(лист МОН України від 24.10.2014 № 1/11-16903)*

**Рецензенти:** кандидат технічних наук, доцент М.М. Удянський, начальник факультету пожежної безпеки Національного університету цивільного захисту України;  
доктор фізико-математичних наук, професор М.В. Новожилова, завідувач кафедри економічної кібернетики та інформаційних технологій Харківського національного університету будівництва та архітектури;  
кандидат технічних наук, доцент Є.В. Доронін, доцент кафедри безпеки життєдіяльності Харківського національного університету імені Каразіна В.Н.

Спеціальне водопостачання: практикум / О.А. Петухова,  
С 71 С.А. Горносталь, Ю.В. Уваров – Х.: НУЦЗУ, 2014. – 109 с.

Практикум є збірником задач з навчальної дисципліни «Спеціальне водопостачання» з підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» за напрямом «Пожежна безпека». Практикум складається з теоретичних відомостей про основні поняття дисципліни «Спеціальне водопостачання», методик розв'язання типових задач, необхідних довідкових даних, переліку літератури та предметного покажчика. Задачі практикуму практично спрямовані та стосуються питань профілактики та гасіння пожеж у населених пунктах та на виробничих об'єктах.

УДК 614.8  
ББК 3896я73

© НУЦЗУ, 2014

## ЗМІСТ

Зміст .....	3
Вступ .....	4
1. Розрахунок насосно-рукавних систем.....	5
1.1. Методика розв'язання основних типів задач .....	12
1.2. Задачі .....	15
2. Розрахунок насосно-рукавних систем, які подають воду до лафетного ствола.....	22
2.1. Методика розв'язання основних типів задач з розрахунку НРС при подачі води до лафетних стволів.....	26
2.2. Задачі .....	35
3. Витрати води у протипожежних водопроводах .....	41
3.1. Методика розв'язання основних типів задач .....	43
3.2. Задачі .....	49
4. Гідравлічний розрахунок водопровідних мереж .....	51
4.1. Методика розв'язання основних типів задач .....	52
4.2. Задачі .....	53
5. Розрахунок водонапірних башт і пожежних резервуарів .....	55
5.1. Розрахунок водонапірних башт.....	55
5.2. Розрахунок пожежних резервуарів .....	56
5.3. Методика розв'язання основних типів задач .....	58
5.4. Задачі .....	63
6. Вибір характеристик і основних конструктивних параметрів пожежних насосів.....	65
6.1. Методика розв'язання основних типів задач .....	66
6.2. Задачі .....	67
7. Розрахунок внутрішнього протипожежного водопроводу .....	69
7.1. Методика розв'язання основних типів задач .....	76
7.2. Задачі .....	79
8. Випробування на водовіддачу водопровідних мереж .....	82
8.1. Методика розв'язання основних типів задач .....	88
8.2. Задачі .....	91
Додатки .....	96
Список літератури .....	112
Предметний покажчик .....	113

## ВСТУП

Дисципліна «Спеціальне водопостачання» вивчає основні принципи проектування, розрахунку та експлуатації окремих елементів системи протипожежного водопостачання та їх взаємодії в комплексі. Програмою дисципліни передбачається вивчення схем і систем протипожежного водопостачання, набуття теоретичних знань і практичних навичок щодо розрахунку систем подачі води до осередку пожежі за допомогою пожежної техніки (насосно-рукавних систем) та стаціонарними засобами (системами зовнішнього та внутрішнього водопроводу), перевірки проектів та систем протипожежного водопостачання на діючих об'єктах.

Практикум є збірником задач з навчальної дисципліни «Спеціальне водопостачання» з підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» за напрямом «Пожежна безпека».

Практикум складається з теоретичних відомостей про основні поняття дисципліни «Спеціальне водопостачання», методик розв'язання типових задач, необхідних довідкових даних, переліку літератури та предметного покажчика. Задачі практикуму практично спрямовані та стосуються питань профілактики й гасіння пожеж у населених пунктах та на виробничих об'єктах.

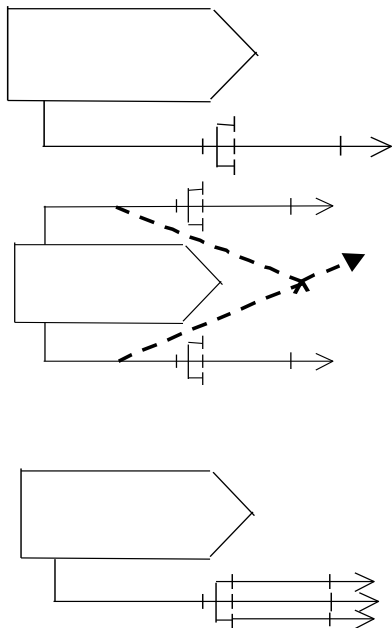
Автори бажають курсантам, студентам та слухачам успіхів у засвоєнні дисципліни «Спеціальне водопостачання» та розв'язанні запропонованих у цьому практикумі задач.

# 1 РОЗРАХУНОК НАСОСНО-РУКАВНИХ СИСТЕМ

Вода до місця пожежі подається від вододжерела по рукавних системах пересувними пожежними насосами. За достатнього напору у водопровідній мережі можлива її подача безпосередньо від пожежних гідрантів.

Насосно-рукавна система (НРС) – система насосів і рукавних ліній зі стволами, призначена для подачі води від вододжерела до осередку пожежі.

Для подачі води до місця пожежі використовують наступні схеми насосно-рукавних систем:



– з послідовним з'єднанням рукавів – використовується, якщо необхідно подати невелику кількість води (наприклад, ствол першої допомоги);

– з паралельним прокладанням рукавних ліній – використовується при гасінні великих пожеж з подачею потужних струменів, а також при використанні лафетних стволів;

– змішана – використовується, якщо необхідно подати значну кількість води, при віддаленому джерелі водопостачання, при розосередженій пожежі (наприклад, пожежа на різних поверхах будівлі або на великій площі).

Гідравлічний розрахунок насосно-рукавних систем зводиться до розв'язання трьох основних задач:

1. Визначення необхідного напору насоса за заданою витратою зі стволів.
2. Визначення фактичних витрат води зі стволів при заданому напорі на насосі.
3. Визначення максимально можливої довжини рукавних ліній.

При розв'язанні будь-якого типу задач з розрахунку НРС доцільно використовувати формулу:

$$H = S_c Q^2 + z, \quad (1.1)$$

де  $H$  – необхідний напір насоса, м;  
 $S_c$  – опір рукавної системи, який залежить від схеми її з'єднання;  
 $Q$  – витрати насосно-рукавної системи, л/с;  
 $z$  – висота підйому води відносно осі насоса, м.

Для кожної схеми НРС рукавні лінії можуть мати однакові або різні

характеристики.

При послідовному з'єднанні рукавів опір всієї системи послідовно з'єднаних рукавів  $S_c$  дорівнює сумі опорів всіх рукавів та опору ствола:

$$S_c = S_{p1} + S_{p2} + \dots + S_{pi} + S_H,$$

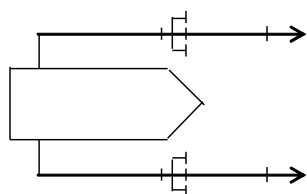
де  $S_{pi}$  – опір одного рукава (додаток 1);  
 $S_H$  – опір насадки ствола (додаток 2).

Якщо всі рукава системи мають однакові характеристики, опір визначається так:

$$S_c = n_p S_p + S_H,$$

де  $n_p$  – кількість рукавів в одній рукавній лінії;  
 $S_p$  – опір одного рукава.

При паралельному з'єднанні рукавних ліній опір системи  $S_c$  може визначатися для двох варіантів з'єднання рукавів зі стволами, а саме:



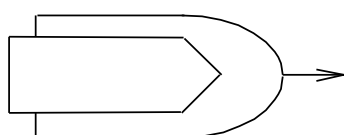
а) стволи послідовно приєднуються до кожної з паралельно прокладених рукавних ліній, тобто кількість паралельних рукавних ліній дорівнює кількості стволів, тоді для системи з різними характеристиками рукавних ліній або стволів опір визначається за формулою:

$$S_c = \frac{1}{\left( \frac{1}{\sqrt{n_{p1} S_{p1} + S_{H1}}} + \frac{1}{\sqrt{n_{p2} S_{p2} + S_{H2}}} \right)^2};$$

для системи з однаковими характеристиками рукавних ліній та стволів опір визначається так:

$$S_c = \frac{n_p S_p + S_H}{N^2},$$

де  $N$  – кількість паралельно прокладених рукавних ліній зі стволами;



б) ствол послідовно приєднується до системи паралельно прокладених рукавних ліній, тобто незалежно від кількості паралельних рукавних ліній вони подають воду до одного ствола, тоді для системи з різними характеристиками рукавних ліній опір

визначається за формулою:

$$S_c = \frac{1}{\left( \frac{1}{\sqrt{n_{p1} S_{p1}}} + \frac{1}{\sqrt{n_{p2} S_{p2}}} \right)^2} + S_H;$$

а для системи з однаковими характеристиками рукавних ліній опір визначається:

$$S_c = \frac{n_p S_p}{N^2} + S_H.$$

Для змішаної схеми опір системи  $S_c$  визначається як сума опорів послідовно з'єднаних ліній: магістральної та паралельно прокладеними робочими лініями:

$$S_c = S_{м.ч.} + S_{р.ч.},$$

де  $S_{м.ч.}$  – опір магістральної частини рукавної системи;

$S_{р.ч.}$  – опір робочої частини рукавної системи.

Опір магістральної лінії  $S_{м.ч.}$  визначається за формулою:

$$S_{м.ч.} = n_m S_m,$$

де  $n_m$  – кількість рукавів магістральної лінії;

$S_m$  – опір одного рукава магістральної лінії (додаток 1).

Опір робочих ліній визначається за методикою розрахунку опору при паралельному прокладанні рукавних ліній.

Визначення необхідного напору насоса можна виконати за відомого (або визначеного) напору на розгалуженні:

$$H_H = n_m S_m Q_H^2 + H_{розг} + z_{розг},$$

де  $z_{розг}$  – висота підйому розгалуження відносно осі насоса, м;

$H_{розг}$  – напір на розгалуженні, який визначається для найбільш навантаженої робочої рукавної лінії за формулою:

$$H_{розг} = n_p S_p q_p^2 + S_H q_p^2 + z,$$

або

$$H_{розг} = n_p S_p q_p^2 + H_B + z,$$



де  $H_B = S_H q_p^2$  – вільний напір на стволі, м.

Розрахунок насосно-рукавних систем можна виконати порівнянням головної робочої характеристики насоса та характеристики рукавної системи:

$$a - bQ^2 = S_c Q^2 + z, \quad (1.2)$$

де  $a - bQ^2 = H$  – головна робоча характеристика насоса;  $a, b$  – коефіцієнти, що залежать від конструктивних особливостей насоса (додаток 3);

$S_c Q^2 + z = h$  – характеристика рукавної системи.

Ефективне гасіння пожежі найчастіше виконується компактною частиною струменя. При визначенні витрат води зі стволів та вільних напорів можна використовувати їх залежність від діаметра насадки ствола та радіуса (довжини) компактної частини струменя  $R_k$  (додаток 4). При цьому необхідно пам'ятати, що робочий струмінь має радіус (довжину) компактної частини 17 м.

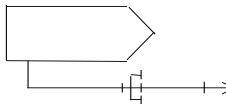
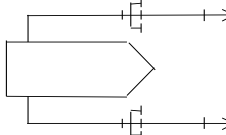
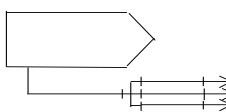
Основні формули для розв'язання всіх типів задач зведено до таблиці 1.1.

#### Список умовних позначень основних величин

- $a$  – коефіцієнт, який дорівнює тиску насоса за нульової подачі
- $b$  – коефіцієнт, який враховує конструктивні особливості насоса
- $d_p$  – діаметр одного рукава робочої лінії
- $d_m$  – діаметр одного рукава магістральної лінії
- $d_H$  – діаметр насадки ствола
- $H_H$  – напір насоса, м
- $H_{розг}$  – напір на розгалуженні, м
- $H_B$  – вільний напір на стволі, м
- $l_m$  – довжина магістральної лінії, м
- $N$  – кількість паралельних рукавних ліній
- $n_m$  – кількість рукавів магістральної лінії
- $n_p$  – кількість рукавів робочої лінії
- $Q_H$  – витрата (подача) насоса, л/с
- $Q_m$  – витрати води магістральної рукавної лінії, л/с
- $q_p$  – витрати води однієї рукавної лінії (робочої), л/с
- $q_H$  – витрати води зі ствола (ручного), л/с
- $R_k$  – радіус (довжина) компактної частини струменя, м
- $S_c$  – опір рукавної системи
- $S_m$  – опір одного рукава магістральної лінії
- $S_p$  – опір одного рукава робочої лінії
- $S_H$  – опір насадки ствола
- $z$  – висота підйому ствола, м

$z_{\text{розг}}$  – висота підйому розгалуження відносно осі насоса, м

Таблиця 1.1 – Формули для розрахунку основних типів насосно-рукавних систем

Схема НРС	Визначення необхідного напору насоса	Визначення подачі насоса і витрат зі стволів	Визначення максимально можливої довжини рукавних ліній
 <p>a) = б) ≠</p>	<p>a) <math>H_H = n_p S_p q_p^2 + H_B + z</math>; б) <math>H_H = n_M S_M Q_M^2 + n_p S_p q_p^2 + H_B + z</math></p>	<p>a) <math>Q_H = Q_M = \sqrt{\frac{H_H - z}{n_p S_p + S_H}}</math>; б) <math>Q_H = Q_M = \sqrt{\frac{H_H - z}{n_M S_M + n_p S_p + S_H}}</math></p>	<p>a) <math>n_M = \frac{H_H - H_B - z}{S_p q_p^2}</math>; б) <math>n_M = \frac{H_H - H_{розг}}{S_M Q_M^2}</math></p>
 <p>a) = б) ≠</p>	<p>a) <math>H_H = n_p S_p q_p^2 + S_H q_p^2 + z</math>; б) напір на насосі визначається для кожної лінії окремо, порівнюється і приймається рівним більшому</p>	<p><math>Q_H = \sum q_p</math> , <math>q_p = \sqrt{\frac{H_H - z}{n_p S_p + S_H}}</math></p>	<p><math>n_p = \frac{H_H - H_B - z}{S_p q_p^2}</math></p>
 <p>a) = б) ≠</p>	<p>a) <math>H_H = n_M S_M Q_M^2 + n_p S_p q_p^2 + H_B + z</math>; б) <math>H_H = n_M S_M Q_M^2 + H_{розг}</math> <math>H_{розг} = n_p S_p q_p^2 + H_B + z</math> <math>Q_M = \sum q_p</math></p>	<p>a) <math>Q_H = Q_M = \sum q_p = \sqrt{\frac{H_H - z}{n_M S_M + \frac{n_p S_p + S_H}{N^2}}}</math>; б) <math>Q_H = Q_M = \sum q_p</math>; <math>q_p = \sqrt{\frac{H_{розг} - z}{n_p S_p + S_H}}</math>; <math>H_{розг} = n_p S_p q_p^2 + H_B + z</math></p>	<p><math>n_M = \frac{H_H - H_{розг}}{S_M Q_M^2}</math></p>



## 1.1 Методика розв'язання основних типів задач

1. Визначити опір рукавної системи при змішаному з'єднанні рукавів із заданими характеристиками.

Дано:

$d_M$

$d_p$

$d_H$

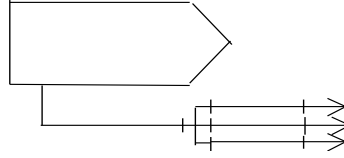
$n_p$

$n_M$

$N$

$S_c - ?$

Розв'язання:



1) Визначаємо опір магістральної рукавної лінії (додаток 1):

$$S_{M.ч.} = n_M S_M.$$

2) Визначаємо опір системи робочих рукавних ліній (додатки 1, 2):

$$S_{p.ч.} = \frac{1}{\left( \frac{1}{\sqrt{n_{p1} S_{p1} + S_{H1}}} + \dots + \frac{1}{\sqrt{n_{pi} S_{pi} + S_{Hi}}} \right)^2}.$$

3) Визначаємо опір системи:

$$S_c = S_{M.ч.} + S_{p.ч.}$$

2. Визначити опір рукавної системи при паралельному з'єднанні двох рукавних ліній із заданими характеристиками.

Дано:

$d_p$

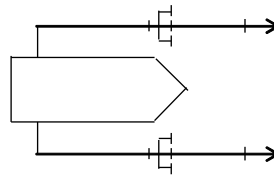
$d_H$

$n_p$

$N$

$S_c - ?$

Розв'язання:



1) Визначаємо опір системи паралельних рукавних ліній (додатки 1, 2):

$$S_c = \frac{1}{\left( \frac{1}{\sqrt{n_{p1} S_{p1} + S_{H1}}} + \frac{1}{\sqrt{n_{p2} S_{p2} + S_{H2}}} \right)^2}.$$

3. Визначити необхідний напір насоса для одержання струменя із заданим радіусом (довжиною) компактної частини, якщо вода до місця пожежі подається по заданій рукавній системі.

Дано:

$R_k$

$n_m$

$n_p$

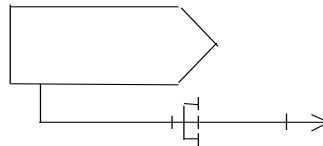
$d_m$

$d_p$

$d_n$

$H_n - ?$

Розв'язання:



1) Визначаємо витрати води зі ствола  $q_p$  залежно від діаметра насадки ствола  $d_n$  та радіуса (довжини) компактної частини струменя  $R_k$  (додаток 4):

$q_p$

2) Визначаємо опір рукавної системи (додатки 1, 2):

$$S_c = S_{m.ч.} + S_{p.ч.};$$

$$S_{m.ч.} = n_m S_m;$$

$$S_{p.ч.} = n_p S_p + S_n.$$

3) Визначаємо  $H_n$ :

$$H_n = S_c q_p^2 + z.$$

4. Для гасіння пожежі на торф'яному масиві введено в дію три робочі рукавні лінії з відомими характеристиками, що приєднуються до магістральної лінії з відомими характеристиками. Визначити витрату води та напір насоса, якщо із заданої робочої лінії подається струмінь із заданим радіусом (довжиною) компактної частини.

Дано:

$R_{ki}$

$n_m$

$n_p$

$d_m$

$d_p$

$d_n$

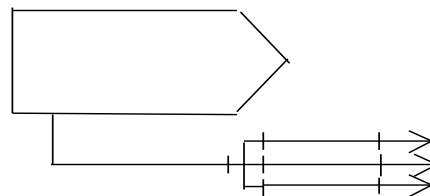
$N$

$z$

$H_n - ?$

$Q_n - ?$

Розв'язання:



1) Визначаємо витрати води зі ствола  $q_p$  заданої робочої лінії залежно від діаметра насадки ствола  $d_n$  та радіуса (довжини) компактної частини струменя  $R_k$  (додаток 4):

$q_p$

2) Визначаємо напір на розгалуженні за даними заданої робочої лінії (додатки 1, 2):

$$H_{розг} = n_{pi} S_{pi} q_{pi}^2 + S_{ni} q_{pi}^2 + z_i.$$

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

$$q_{pi} = \sqrt{\frac{H_{розг} - z_i}{n_{pi} S_{pi} + S_{ni}}}.$$

4) Визначаємо подачу насоса  $Q_n$ :

$$Q_H = \sum q_p \cdot$$

5) Визначаємо напір насоса  $H_H$  (додатки 1, 2):

$$H_H = n_M S_M Q_H^2 + H_{розг} + z_{розг} \cdot$$

5. Визначити максимально можливу довжину магістральної лінії, якщо із заданої робочої лінії необхідно одержати струмінь із заданою витратою води. Задано характеристику змішаної рукавної системи. Задано напір насоса.

Дано:

$H_H$

$q_{pi}$

$d_M$

$d_p$

$d_H$

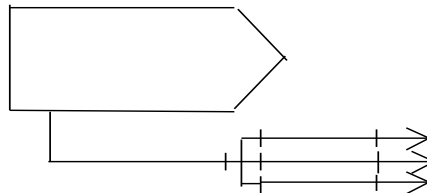
$n_p$

$N$

$z$

$n_M - ?$

Розв'язання:



1) Визначаємо напір на розгалуженні за характеристиками заданої робочої лінії (додатки 1, 2):

$$H_{розг} = n_{pi} S_{pi} q_{pi}^2 + S_{Hi} q_{pi}^2 + z_i \cdot$$

2) Визначаємо витрати води інших робочих рукавних ліній (виходячи з того, що напір на розгалуженні є однаковим для всіх робочих рукавних ліній):

$$q_{pi} = \sqrt{\frac{H_{розг} - z_i}{n_{pi} S_{pi} + S_{Hi}}} \cdot$$

3) Визначаємо подачу насоса  $Q_H$ :

$$Q_H = \sum q_p \cdot$$

4) Визначаємо максимально можливу довжину магістральної лінії  $n_M$ , попередньо визначивши опір одного її рукава  $S_M$  (додаток 1):

$$n_M = \frac{H_H - H_{розг} - z_{розг}}{S_M Q_H^2} \cdot$$

## 1.2 Задачі

1.2.1. Визначити опір рукавної системи при змішаному з'єднанні рукавів із такими характеристиками: магістральна лінія має довжину 140 м і складається з рукавів 77 мм (п); три робочі лінії довжиною 40 м кожна з рукавів 66 мм (п) зі стволами: перша та третя – 16 мм, друга – 19 мм.

(Відповідь:  $S_c=0,22$ )

1.2.2. Визначити опір рукавної системи при паралельному з'єднанні двох рукавних ліній з наступними характеристиками: перша має довжину 100 м і складається з рукавів діаметром 77 мм (п) та ствола з насадкою діаметром 19 мм; друга – довжиною 60 м – складається з рукавів діаметром 51 мм (п) та має ствол з насадкою діаметром 13 мм.

(Відповідь:  $S_c=0,35$ )

1.2.3. Визначити необхідний напір насоса для одержання струменя з радіусом (довжиною) компактної частини 20 м, якщо вода до місця пожежі подається по рукавній системі, що складається з магістральної лінії довжиною 100 м діаметром 66 мм та робочої лінії довжиною 20 м діаметром 51 мм. Діаметр насадки ствола 13 мм. Висота підйому ствола – 8 м. Рукава прогумовані.

(Відповідь:  $H_n=59,04$  м)

1.2.4. Для гасіння пожежі на торф'яному масиві введено в дію три стволи:  $d_{н1} = d_{н2} = 13$  мм,  $d_{н3} = 16$  мм. Магістральна лінія має довжину 240 м, діаметр – 77 мм, три робочі лінії мають довжину 20 м кожна, перша та третя мають діаметр 66 мм кожна, друга – діаметр 51 мм. Рукава системи прогумовані. Визначити витрату та напір насоса, якщо третя робоча лінія забезпечує компактний струмінь радіусом (довжиною) 18 м.

(Відповідь:  $Q_n=12,42$  л/с;  $H_n=65,7$  м)

1.2.5. Визначити максимально можливу довжину магістральної лінії, якщо рукавна система складається з магістральної лінії діаметром 77 мм та трьох робочих ліній довжиною 20 м кожна, діаметр кожної з них – 66 мм, діаметр насадок стволів – 19 мм. З другого ствола необхідно одержати струмінь витратою 6 л/с. Стволи піднято на висоту:  $z_1=6$  м,  $z_2=4$  м,  $z_3=2$  м. Рукава системи прогумовані. Напір насоса – 80 м.

(Відповідь:  $l_m=214$  м)

1.2.6. Для гасіння пожежі на торф'яному масиві введено в дію три стволи:  $d_{н1} = d_{н2} = 13$  мм,  $d_{н3} = 16$  мм. Магістральна лінія має довжину 140 м, діаметр – 77 мм; три робочі лінії мають довжину 20 м кожна, перша та третя – діаметр 66 мм кожна, друга – діаметр 51 мм. Рукава системи прогумовані. Визначити витрату та напір насоса, якщо кожна робоча лінія забезпечує компактний струмінь радіусом (довжиною) не менше 18 м.



(Відповідь:  $Q_n=12,76$  л/с;  $H_n=56,23$  м)

1.2.7. Визначити необхідний напір насоса для одержання струменя радіусом (довжиною) компактної частини 15 м, якщо вода до місця пожежі подається по рукавній системі, що складається з магістральної лінії довжиною 220 м, діаметром 77 мм та двох робочих ліній довжиною 20 м, діаметром 66 мм кожна. Діаметр насадки першого ствола – 16 мм, а другого – 19 мм. Висота підйому стволів – 6 м. Рукава прогумовані.

(Відповідь:  $H_n=49,33$  м)

1.2.8. Для гасіння пожежі на торф'яному масиві введено в дію два стволи:  $d_{n1} = 13$  мм,  $d_{n2} = 19$  мм. Магістральна лінія має довжину 120 м, діаметр – 77 мм; довжина робочих ліній – 20 м кожна, діаметр першої – 51 мм, другої – 66 мм. Рукава системи прогумовані. Визначити витрату та напір насоса, якщо з другого ствола необхідно одержати струмінь з витратою 7,1 л/с.

(Відповідь:  $Q_n=10,44$  л/с;  $H_n=43,48$  м)

1.2.9. Визначити максимально можливу довжину магістральної лінії, якщо рукавна система складається з магістральної лінії діаметром 77 мм та трьох робочих ліній (довжина кожної – 20 м, діаметр – 66 мм); діаметри насадок на стволах дорівнюють 16 мм. З другого ствола необхідно одержати струмінь витратою 5,3 л/с. Стволи піднято на висоту:  $z_1= 2$  м,  $z_2= 3$  м,  $z_3= 5$  м. Рукава системи прогумовані. Напір насоса – 75 м.

(Відповідь:  $l_m=189,83$  м)

1.2.10. Визначити опір рукавної системи при змішаному з'єднанні рукавів із такими характеристиками: магістральна лінія має довжину 80 м і складається з рукавів 66 мм (п); дві робочі лінії мають довжину 20 м кожна, складаються з рукавів 51 мм (п); стволи мають насадки діаметром першої з яких – 16 мм, другої – 13 мм.

(Відповідь:  $S_c=0,629$ )

1.2.11. Визначити опір рукавної системи при паралельному з'єднанні двох рукавних ліній з наступними характеристиками: перша має довжину 80 м і складається з рукавів діаметром 66 мм (п), друга – 100 м і складається з рукавів діаметром 77 мм (п); стволи мають насадки діаметром 19 мм.

(Відповідь:  $S_c=0,185$ )

1.2.12. Визначити необхідний напір насоса для одержання з кожного ствола струменя радіусом (довжиною) компактної частини не менше 17 м, якщо вода до місця пожежі подається по рукавній системі, що складається з магістральної лінії довжиною 180 м і діаметром 77 мм та трьох робочих ліній, що мають довжину 20 м і діаметр 51 мм кожна. Діаметр насадок стволів – 16 мм. Висота підйому стволів: першого – 2 м, другого – 8 м, третього – 5 м. Рукава прогумовані.

(Відповідь:  $H_n=70,6$  м)

1.2.13. Для гасіння пожежі на торф'яному масиві введено в дію три стволи:  $d_{n1} = d_{n3} = 16$  мм,  $d_{n2} = 19$  мм. Магістральна лінія має довжину 260 м, діаметр – 77 мм; довжина робочих ліній – 20 м кожна, перша та третя мають діаметр 51 мм кожна, діаметр другої – 66 мм. Рукава системи прогумовані. Визначити витрату та напір насоса, якщо перша робоча лінія забезпечує компактний струмінь радіусом (довжиною) 17 м.

(Відповідь:  $Q_n=16,52$  л/с;  $H_n=85,23$  м)

1.2.14. Визначити максимально можливу довжину магістральної лінії, якщо рукавна система складається з магістральної лінії діаметром 77 мм та двох робочих ліній (довжина кожної – 40 м, діаметр кожної – 66 мм), що мають стволи діаметром насадок 16 мм. З першого ствола необхідно одержати струмінь витратою 5,3 л/с. Стволи піднято на висоту:  $z_1=3$  м,  $z_2=5$  м. Рукава системи прогумовані. Напір насоса – 85 м.

(Відповідь:  $l_m=545$  м)

1.2.15. Для гасіння пожежі на торф'яному масиві введено в дію три стволи:  $d_{n1} = d_{n2} = 19$  мм,  $d_{n3} = 13$  мм. Магістральна лінія має довжину 200 м, діаметр – 77 мм; довжина робочих ліній – 40 м кожна, перша та друга мають діаметр 66 мм кожна, діаметр третьої – 51 мм. Рукава системи прогумовані. Визначити витрату та напір насоса, якщо третя робоча лінія забезпечує подачу 4 л/с.

(Відповідь:  $Q_n=20,95$  л/с;  $H_n=116,21$  м)

1.2.16. Визначити необхідний напір насоса для одержання струменя радіусом (довжиною) компактної частини 13 м, якщо вода до місця пожежі подається по рукавній системі, що складається з магістральної лінії довжиною 120 м, діаметром 66 мм та двох робочих ліній, що мають довжину 40 м і діаметр 51 мм кожна. Діаметр насадки першого ствола – 13 мм, а другого – 16 мм. Висота підйому стволів – 2 м. Рукава прогумовані.

(Відповідь:  $H_n=33,81$  м)

1.2.17. Для гасіння пожежі на торф'яному масиві введено в дію два стволи:  $d_{n1} = 16$  мм,  $d_{n2} = 19$  мм. Магістральна лінія має довжину 220 м, діаметр – 77 мм; довжина робочих ліній – 40 м кожна, діаметр першої – 51 мм, другої – 66 мм. Рукава системи прогумовані. Визначити витрату та напір насоса, якщо з кожного ствола необхідно одержати струмінь радіусом (довжиною) компактної частини не менше 20 м.

(Відповідь:  $Q_n=13,84$  л/с;  $H_n=79,3$  м)

1.2.18. Визначити максимально можливу довжину магістральної лінії, якщо рукавна система складається з магістральної лінії діаметром 77 мм

та трьох робочих ліній (довжина кожної з них – 40 м, та діаметр кожної з них – 51 мм); стволи мають насадки діаметром 13 мм. З третього ствола необхідно одержати струмінь радіусом (довжиною) компактної частини 19 м. Стволи піднято на висоту:  $z_1=5$  м,  $z_2=7$  м,  $z_3=3$  м. Рукава системи прогумовані. Напір насоса – 92 м.

(Відповідь:  $l_M=467$  м)

1.2.19. Визначити опір рукавної системи при змішаному з'єднанні рукавів із такими характеристиками: магістральна лінія має довжину 240 м і складається з рукавів 66 мм (п); три робочі лінії мають довжину 20 м кожна і складаються кожна з рукавів діаметром 51 мм (п) зі стволами: перша та третя – 13 мм, друга – 16 мм.

(Відповідь:  $S_c=0,658$ )

1.2.20. Визначити опір рукавної системи при паралельному з'єднанні двох рукавних ліній з наступними характеристиками: перша має довжину 180 м і складається з рукавів діаметром 66 мм (п) та ствола з насадкою діаметром 16 мм; друга – 160 м, складається з рукавів діаметром 77 мм (п) та ствола з насадкою діаметром 19 мм.

(Відповідь:  $S_c=0,262$ )

1.2.21. Визначити необхідний напір насоса для одержання струменя радіусом (довжиною) компактної частини 15 м, якщо вода до місця пожежі подається по рукавній системі, що складається з магістральної лінії довжиною 120 м, діаметром 66 мм та трьох робочих ліній довжиною 20 м і діаметром 51 мм. Діаметр насадки першого ствола – 13 мм, другого та третього – 16 мм. Висота підйому стволів – 2 м. Рукава прогумовані.

(Відповідь:  $H_n=57,8$  м)

1.2.22. Для гасіння пожежі на торф'яному масиві введено в дію два стволи:  $d_{n1}=16$  мм,  $d_{n2}=19$  мм. Магістральна лінія має довжину 80 м, діаметр – 77 мм; робочі лінії мають довжину 20 м кожна, перша має діаметр 51 мм, друга – 66 мм. Рукава системи прогумовані. Визначити витрату та напір насоса, якщо з кожної лінії необхідно одержати струмінь радіусом (довжиною) компактної частини не менше 24 м.

(Відповідь:  $Q_n=17,1$  л/с;  $H_n=85,64$  м)

1.2.23. Визначити максимально можливу довжину магістральної лінії, якщо рукавна система складається з магістральної лінії діаметром 77 мм та двох робочих ліній довжиною 40 м кожна (діаметр кожної з них – 66 мм); насадки на стволах робочих ліній мають діаметр: перша – 13 мм, друга – 16 мм. З кожного ствола необхідно одержати струмінь радіусом (довжиною) компактної частини не менше 15 м. Стволи піднято на висоту:  $z_1=2$  м,  $z_2=4$  м.

Рукава системи прогумовані. Напір насоса – 93 м.

(Відповідь:  $l_M=1516$  м)

1.2.24. Для гасіння пожежі на торф'яному масиві введено в дію три стволи:  $d_{H1} = d_{H3} = 19$  мм,  $d_{H2} = 13$  мм. Магістральна лінія має довжину 100 м, діаметр – 77 мм; три робочі лінії мають довжину 20 м кожна, перша та третя – діаметр 66 мм кожна, друга – діаметр 51 мм. Рукава системи прогумовані. Визначити витрату та напір насоса, якщо друга робоча лінія забезпечує компактний струмінь радіусом (довжиною) не менше 17 м.

(Відповідь:  $Q_H=17,86$  л/с;  $H_H=58,83$  м)

1.2.25. Визначити необхідний напір насоса для одержання струменя радіусом (довжиною) компактної частини не менше 19 м, якщо вода до місця пожежі подається по рукавній системі, що складається з магістральної лінії довжиною 180 м і діаметром 77 мм та двох робочих ліній довжиною 40 м і діаметром 66 мм кожна. Діаметр насадки першого ствола – 13 мм, а другого – 16 мм. Висота підйому стволів – 3 м. Рукава прогумовані.

(Відповідь:  $H_H=57,82$  м)

1.2.26. Для гасіння пожежі на торф'яному масиві введено в дію два стволи:  $d_{H1} = 16$  мм,  $d_{H2} = 13$  мм. Магістральна лінія має довжину 80 м, діаметр – 77 мм; робочі лінії мають довжину 40 м кожна, перша має діаметр 51 мм, друга – 66 мм. Рукава системи прогумовані. Визначити витрату та напір насоса, якщо з другого ствола необхідно одержати струмінь з витратою 3,8 л/с.

(Відповідь:  $Q_H=9,1$  л/с;  $H_H=47,67$  м)

1.2.27. Визначити максимально можливу довжину магістральної лінії, якщо рукавна система складається з магістральної лінії діаметром 77 мм та трьох робочих ліній (довжина кожної – 40 м, діаметр – 51 мм); діаметр насадок на стволах дорівнює 16 мм. З кожного ствола необхідно одержати струмінь витратою не менше 5,3 л/с. Стволи піднято на висоту:  $z_1=2$  м,  $z_2=3$  м,

$z_3=5$  м. Рукава системи прогумовані. Напір насоса – 70 м.

(Відповідь:  $l_M=113$  м)

1.2.28. Визначити опір рукавної системи при змішаному з'єднанні рукавів із такими характеристиками: магістральна лінія має довжину 240 м і складається з рукавів 77 мм (п); дві робочі лінії мають довжину 20 м кожна, складаються з рукавів 51 мм (п); стволи мають насадки діаметром: перша – 13 мм, друга – 16 мм.

(Відповідь:  $S_c=0,673$ )

1.2.29. Визначити опір рукавної системи, що подає воду до одного лафетного ствола при паралельному з'єднанні двох рукавних ліній з

наступними характеристиками: перша має довжину 200 м і складається з рукавів діаметром 66 мм (п), друга – довжину 160 м і рукави діаметром 77 мм (п). Діаметр насадки ствола – 25 мм.

(Відповідь:  $S_c=0,26$ )

1.2.30. Визначити необхідний напір насоса для одержання струменя радіусом (довжиною) компактної частини не менше 24 м, якщо вода до місця пожежі подається по рукавній системі, що складається з магістральної лінії довжиною 100 м і діаметром 66 мм, та двох робочих ліній довжиною 20 м і діаметром 51 мм кожна. Діаметр насадки першого ствола – 13 мм, другого – 16 мм. Висота підйому стволів – 6 м. Рукава прогумовані.

(Відповідь:  $H_n=120$  м)

1.2.31. Для гасіння пожежі на торф'яному масиві введено в дію два стволи діаметром 16 мм кожний. Магістральна лінія має довжину 120 м, діаметр – 77 мм (п); дві робочі лінії мають довжину 20 м та діаметр 66 мм кожна. Рукава системи прогумовані. Визначити витрату та напір насоса, якщо друга робоча лінія забезпечує компактний струмінь радіусом (довжиною) 17 м.

(Відповідь:  $Q_n=9,6$  л/с;  $H_n=38,1$  м)

1.2.32. Визначити максимально можливу довжину магістральної лінії, якщо рукавна система складається з магістральної лінії діаметром 77 мм та трьох робочих ліній: перша і третя мають довжину 20 м та діаметр 66 мм кожна, діаметр насадок на стволах першої і третьої робочих ліній – 16 мм; друга – довжиною 40 м – має діаметр 51 мм, діаметр насадки ствола – 13 мм. З другого ствола необхідно одержати струмінь витратою 3 л/с. Стволи піднято на висоту:  $z_1=3$  м,  $z_2=4$  м,  $z_3=8$  м. Рукава системи прогумовані. Напір насоса – 83 м.

(Відповідь:  $l_m=461$  м)

1.2.33. Для гасіння пожежі на торф'яному масиві введено в дію три стволи:  $d_{n1} = d_{n3} = 16$  мм,  $d_{n2} = 19$  мм. Магістральна лінія має довжину 100 м, діаметр – 77 мм; три робочі лінії мають довжину 20 м та діаметр 66 мм кожна. Рукава системи прогумовані. Визначити витрату та напір насоса, якщо друга робоча лінія забезпечує компактний струмінь радіусом (довжиною) не менше 13 м.

(Відповідь:  $Q_n=13,16$  л/с;  $H_n=32,47$  м)

1.2.34. Визначити необхідний напір насоса для одержання струменя радіусом (довжиною) компактної частини 13 м, якщо вода до місця пожежі подається по рукавній системі, що складається з магістральної лінії довжиною 160 м і діаметром 66 мм та трьох робочих ліній довжиною 20 м і діаметром 51 мм кожна. Діаметр насадок стволів – 13 мм. Висота підйому стволів – 2 м. Рукава прогумовані.

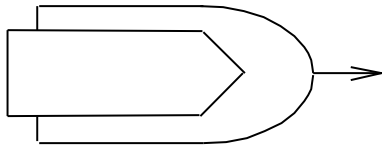
(Відповідь:  $H_n=41,9$  м)

1.2.35. Для гасіння пожежі на торф'яному масиві введено в дію два стволи:  $d_{н1} = 13$  мм,  $d_{н2} = 16$  мм. Магістральна лінія має довжину 200 м, діаметр – 77 мм; робочі лінії мають довжину 20 м та діаметр 66 мм кожна. Рукава системи прогумовані. Визначити витрату та напір насоса, якщо з другого ствола необхідно одержати струмінь з витратою 5,9 л/с.

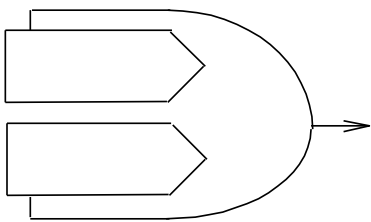
(Відповідь:  $Q_n=9,82$  л/с;  $H_n=59,5$  м)

## 2 РОЗРАХУНОК НАСОСНО-РУКАВНИХ СИСТЕМ, ЯКІ ПОДАЮТЬ ВОДУ ДО ЛАФЕТНОГО СТВОЛА

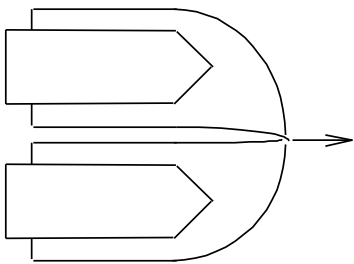
При гасінні значних пожеж використовують потужні водяні струмені від лафетних стволів. Подача води до лафетних стволів забезпечується від декількох паралельно працюючих пожежних автонасосів за наступними схемами:



– від одного насоса прокладаються паралельно дві рукавні лінії;



– від декількох насосів прокладаються паралельно рукавні лінії, при цьому від кожного насоса прокладається по одній рукавній лінії;



– від декількох насосів прокладаються паралельно рукавні лінії, при цьому від кожного насоса прокладається по дві рукавні лінії.

Загальна кількість паралельних рукавних ліній в системі визначається за формулою:

$$N = K \cdot N_1,$$

де  $N$  – загальна кількість паралельних рукавних ліній в системі;  
 $N_1$  – кількість паралельних рукавних ліній, прокладених від одного насоса;  
 $K$  – кількість паралельно працюючих насосів.

Витрати води зі ствола та подача однакових насосів пов'язані між собою наступним чином:

$$Q_{\text{ст}} = KQ_{\text{н}},$$

де  $Q_{\text{ст}}$  – витрати води зі ствола, л/с;  
 $Q_{\text{н}}$  – подача одного насоса, л/с.

Вільний тиск перед стволом залежить від витрат води зі ствола та опору насадки ствола:

$$H_B = S_H Q_{CT}^2,$$

де  $H_B$  – вільний тиск перед стволом, м.

Розрахунок НРС, які подають воду до лафетних стволів, виконується за допомогою формул (1.1) або (1.2). Опір системи при цьому визначається за методикою розрахунку НРС з паралельним прокладанням рукавних ліній.

При розв'язанні задач з визначення необхідної кількості пожежних автонасосів за відомої головної характеристики насоса користуються формулою:

$$K = Q_{CT} \sqrt{\frac{\frac{n_p S_p}{N_1^2} + b}{a - H_B - z}};$$

де  $n_p$  – кількість рукавів у кожній рукавній лінії;

$S_p$  – опір одного рукава, який залежить від діаметра та матеріалу рукава (додаток 1);

$N_1$  – кількість паралельних рукавних ліній, прокладених від одного насоса;

$a$ ,  $b$  – коефіцієнти, що залежать від конструктивних особливостей насоса (визначаються за додатком 3);

$z$  – висота підйому ствола відносно осі насоса, м.

При відомому напорі насосів їх кількість визначається:

$$K = \frac{Q_{CT}}{N_1} \sqrt{\frac{n_p S_p}{H_H - H_B - z}}.$$

Основні формули для розв'язання всіх типів задач при подачі води до лафетного ствола зведені до таблиці 2.1.



Таблиця 2.1 – Формули для розрахунку насосно-рукавних систем, що подають воду до лафетного ствола

Схема насосно-рукавної системи	Визначення необхідного напору насоса	Визначення подачі насоса і витрати зі ствола	Визначення максимально можливої довжини рукавних ліній	Визначення кількості насосів
	$H_H = \frac{n_p S_p Q_{ст}^2}{N^2} + H_B + z$	<p>а) за однакових характеристик рукавних ліній:</p> $Q_{ст} = \sqrt{\frac{H_H - z}{\frac{n_p S_p}{N^2} + S_H}}$		
	$H_H = \frac{n_p S_p Q_{ст}^2}{K^2} + H_B + z$	$Q_H = \sqrt{\frac{a - z}{\frac{n_p S_p}{N_1^2} + S_H K^2 + b}}$	$n_M = \frac{H_H - H_B - z}{S_p \frac{Q_{ст}^2}{N^2}}$	<p>При відомому напорі насоса :</p> $K = \frac{Q_{ст}}{N_1} = \sqrt{\frac{n_p S_p}{H_H - H_B - z}}$
	$H_H = \frac{n_p S_p Q_{ст}^2}{(N_1 K)^2} + H_B + z$	<p>б) за різних характеристик рукавних ліній:</p> $Q_{ст} = \sqrt{\frac{H_H - z}{S_c}}$ $Q_H = \sqrt{\frac{a - z}{S_c K^2 + b}}$		<p>За відомої характеристики насоса:</p> $K = Q_{ст} = \sqrt{\frac{\frac{n_p S_p}{N_1^2} + b}{a - H_B - z}}$



## Список умовних позначень основних величин

- $a$  – коефіцієнт, який дорівнює тиску насоса за нульової подачі  
 $b$  – коефіцієнт, який враховує конструктивні особливості насоса  
 $d_p$  – діаметр одного рукава робочої лінії  
 $d_m$  – діаметр одного рукава магістральної лінії  
 $d_n$  – діаметр насадки ствола  
 $H_n$  – напір насоса, м  
 $H_{розг}$  – напір на розгалуженні, м  
 $H_B$  – вільний напір на стволі, м  
 $K$  – кількість насосів  
 $l_m$  – довжина магістральної лінії, м  
 $N$  – кількість паралельних рукавних ліній  
 $N_1$  – кількість паралельних рукавних ліній, прокладених від одного насоса  
 $n_m$  – кількість рукавів магістральної лінії  
 $n_p$  – кількість рукавів робочої лінії  
 $Q_n$  – витрата насоса, л/с  
 $Q_m$  – витрати води магістральної рукавної лінії, л/с  
 $Q_{ст}$  – витрати води зі ствола (лафетного), л/с  
 $q_p$  – витрати води однієї рукавної лінії (робочої), л/с  
 $q_n$  – витрати води зі ствола (ручного), л/с  
 $R_k$  – радіус (довжина) компактної частини струменя, м  
 $S_c$  – опір рукавної системи  
 $S_m$  – опір одного рукава магістральної лінії  
 $S_p$  – опір одного рукава робочої лінії  
 $S_n$  – опір насадки ствола  
 $z_{розг}$  – висота підйому розгалуження відносно осі насоса, м  
 $z$  – висота підйому ствола, м

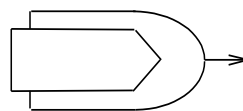
### 2.1 Методика розв'язання основних типів задач з розрахунку НРС при подачі води до лафетних стволів

1. Визначити напір насоса при подачі води до лафетного ствола заданого діаметра, якщо від пожежного автомобіля прокладено задану кількість рукавних ліній із заданими діаметром та довжиною. Необхідно одержати струмінь із заданим радіусом (довжиною) компактної частини. Ствол піднято на певну висоту.

Дано:

$d_n$   
 $K$   
 $N_1$   
 $d_p$   
 $n_p$   
 $R_k$   
 $z$

Розв'язання:



1) Визначаємо витрати води зі ствола  $Q_{ст}$  залежно від радіуса (довжини) компактної частини струменя  $R_k$  та діаметра насадки ствола  $d_n$  (додаток 5):

$Q_{ст}$

$H_H - ?$

2) Визначаємо напір насоса  $H_H$  (додатки 1, 2):

$$H_H = \frac{n_p S_p Q_{CT}^2}{(KN_1)^2} + H_B + z,$$

де  $H_B = S_H Q_{CT}^2$ .

2. Визначити витрату води з лафетного ствола, напір перед стволом заданого діаметра, якщо від заданої кількості пожежних автомобілів прокладено (від кожного) задану кількість рукавних ліній із заданими діаметром та довжиною. Задано висоту підйому ствола. Насоси працюють в однаковому режимі та розвивають заданий напір.

Дано:

$d_H$

$K$

$N_1$

$d_{pi}$

$n_{pi}$

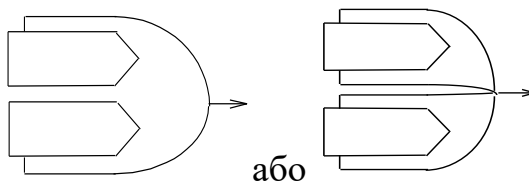
$z$

$H_H$

$Q_H - ?$

$H_B - ?$

Розв'язання:



1) Визначаємо опір системи (додатки 1,2):

$$S_c = \frac{1}{\left( \frac{1}{\sqrt{n_{p1} S_{p1}}} + \dots + \frac{1}{\sqrt{n_{pi} S_{pi}}} \right)^2} + S_H.$$

2) Визначаємо витрати води зі ствола:

$$Q_{CT} = \sqrt{\frac{H_H - z}{S_c}}.$$

3) Визначаємо витрати води з кожного насоса:

$$Q_H = \frac{Q_{CT}}{K}.$$

4) Визначаємо вільний напір – напір перед стволом:

$$H_B = S_H Q_{CT}^2.$$

3. Визначити необхідну кількість паралельно працюючих пожежних автомобілів АЦ-40, що можуть забезпечити роботу лафетного ствола із заданою витратою, якщо від кожного насоса прокладено задану кількість рукавних ліній заданих діаметра та довжини. Ствол піднято на задану висоту. Задано діаметр ствола.

Дано:

$d_H$   
АЦ-40  
 $N_1$   
 $d_{pi}$   
 $n_{pi}$   
 $z$   
 $Q_{ст}$   
-----  
 $K - ?$

Розв'язання:

1) Визначаємо коефіцієнти головної характеристики насоса ПН-40У (додаток 3):

$a$

$b$

2) Визначаємо вільний напір на стволі:

$$H_B = S_H Q_{ст}^2.$$

3) Визначаємо кількість насосів:

$$K = Q_{ст} \sqrt{\frac{\frac{n_p S_p}{N_1^2} + b}{a - H_B - z}}.$$

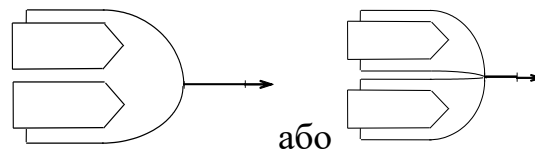
4) Будуємо схему НРС.

4. Визначити витрату води з лафетного ствола із заданим діаметром, якщо від кожного із заданої кількості пожежних автомобілів прокладено задану кількість рукавних ліній заданих діаметра та довжини. Подача води до лафетного ствола здійснюється по магістральній лінії заданих діаметра та довжини. Ствол піднято на задану висоту. Насоси працюють в однаковому режимі і розвивають заданий напір.

Дано:

$d_H$   
 $K$   
 $N_1$   
 $d_{pi}$   
 $n_{pi}$   
 $n_M$   
 $d_M$   
 $z$   
 $H_H$   
-----  
 $Q_{ст} - ?$

Розв'язання:



1) Визначаємо опір системи (додатки 1, 2):

$$S_c = \frac{n_p S_p}{(KN_1)^2} + n_M S_M + S_H.$$

2) Визначаємо витрати води зі ствола:

$$Q_{ст} = \sqrt{\frac{H_H - z}{S_c}}.$$

5. З лафетного ствола із заданим діаметром насадки потрібно одержати струмінь із заданим радіусом (довжиною) дії компактної частини. Ствол розташовано на заданій відстані від водойми і на заданій висоті. Визначити можливість одержання необхідного струменя, якщо є задана кількість насосів та рукава заданого діаметра. Накреслити схему і визначити необхідні напори

на насосах.

Дано:

$d_n$

$K$

насос

$d_{pi}$

$n_{pi}$

$z$

$R_k$

$N_1 - ?$

Схема

$H_n - ?$

Розв'язання:

1) Визначаємо витрати води зі ствола  $Q_{ст}$  залежно від радіуса (довжини) компактної частини струменя  $R_k$  та діаметра насадки ствола  $d_n$  (додаток 5):

$$Q_{ст}$$

2) а) Припустимо, що від кожного насоса прокладено по одній лінії, тоді напір насоса становитиме:

$$H_n = \frac{n_p S_p Q_{ст}^2}{(KN_1)^2} + H_v + z.$$

б) Припустимо, що від кожного насоса прокладено по дві рукавні лінії, тоді напір насоса дорівнюватиме:

$$H_n = \frac{n_p S_p Q_{ст}^2}{(KN_1)^2} + H_v + z.$$

3) Порівнюємо визначені величини з характеристиками заданого насоса (додаток 3) та обираємо схему НРС.

4) Будуємо схему НРС.

6. З лафетного ствола із заданим діаметром потрібно одержати струмінь із заданим радіусом (довжиною) дії компактної частини. До лафетного ствола прокладено рукавні лінії заданого діаметра від заданих насосів. Задано кількість рукавів у кожній лінії. Лафетний ствол установлено на заданій висоті. Визначити можливість одержання необхідного струменя, накреслити схему.

Дано:

$d_n$

насос

$d_{pi}$

$n_{pi}$

$z$

$R_k$

$N_1 - ?$

$K - ?$

Схема

$H_n - ?$

Розв'язання:

1) Визначаємо витрати води зі ствола  $Q_{ст}$  залежно від радіуса (довжини) компактної частини струменя  $R_k$  та діаметра насадки ствола  $d_n$  (додаток 5):

$$Q_{ст}$$

2) Знаючи подачу заданої марки насоса, визначаємо їх кількість –  $K$ :

$$K = \frac{Q_{ст}}{Q_{харн}}$$

3) а) Припустимо, що від кожного насоса прокладено по одній лінії, тоді напір насоса становитиме:

$$H_H = \frac{n_p S_p Q_{ст}^2}{(KN_1)^2} + H_B + z.$$

б) Припустимо, що від кожного насоса прокладено по дві рукавні лінії, тоді напір насоса дорівнюватиме:

$$H_H = \frac{n_p S_p Q_{ст}^2}{(KN_1)^2} + H_B + z.$$

4) Порівнюємо визначені величини з характеристиками заданого насоса (додаток 3) та обираємо схему НРС.

5) Будуємо схему НРС.

7. Визначити радіус (довжину) дії компактної частини струменя і витрати з лафетного ствола із заданим діаметром насадки, розташованого відносно осі насосів ПН-40У на заданій висоті, якщо вода подається від заданої кількості насосів. Від кожного прокладено задану кількість рукавних ліній заданого діаметра та заданої довжини.

Дано:

$d_H$

$K$

ПН-40У

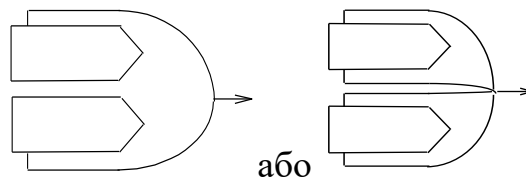
$N_1$

$d_{pi}$

$n_{pi}$

$z$

Розв'язання:



1) Записуємо характеристики насоса ПН-40У (додаток 3) та

$R_k - ?$   
 $Q_{ст} - ?$

рукавної системи:

$$a - bQ_H^2 = S_c Q_{ст}^2 + z,$$

знаючи, що

$$KQ_H = Q_{ст},$$

а також те, що для однакових рукавних ліній опір системи визначається (додатки 1, 2):

$$S_c = \frac{n_p S_p}{(KN_1)^2} + S_H.$$

Визначаємо витрати води з кожного насоса:

$$Q_H = \sqrt{\frac{a - z}{\frac{n_p S_p}{N_1^2} + K^2 S_H + b}}.$$

2) Розраховуємо витрати води зі ствола:

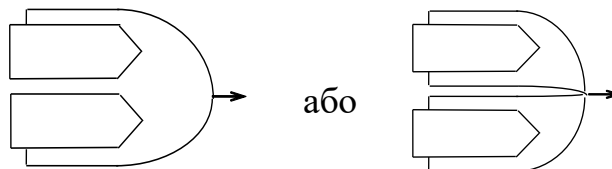
$$Q_{ст} = KQ_H.$$

3) Знаходимо  $R_k$  (додаток 5).

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

Дано:  
насос  
 $d_p$   
 $d_H$   
 $n_p$   
 $N$   
 $K$

Розв'язання:



$H_H - ?$   
 $Q_H - ?$

1) Записуємо характеристику насоса (додаток 3):

$$H_H = a - bQ_H^2.$$

Для її побудування задаємося декількома значеннями  $Q_H$

$Q_H$	0	10	20	30
$H_H$				

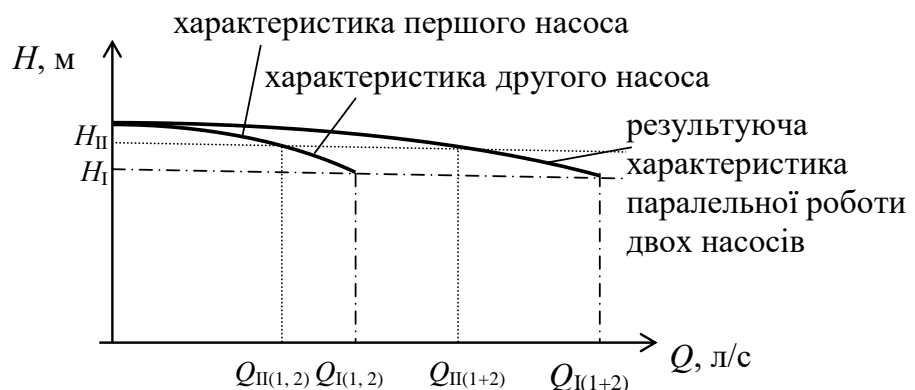
За значеннями рядків 1-го та 2-го будуємо характеристику насоса.

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:

- задаємо 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;
- будуємо точки з визначеними координатами та за ними – результуючий графік паралельної роботи насосів.



3) Записуємо характеристику рукавної системи (додатки 1, 2):

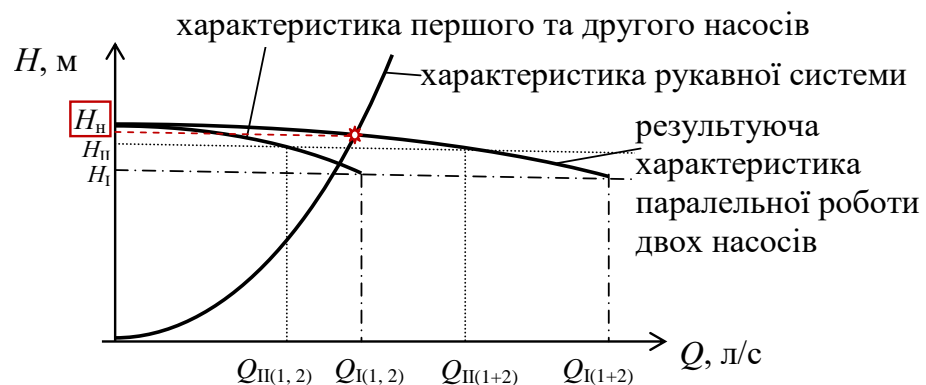
$$h_c = z + S_c Q_{ст}^2,$$

$$\text{де } S_c = \frac{n_p S_p}{N_p^2} + S_H.$$

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

$Q_{ст}$	0	10	20	30
$h_c$				

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



4) Визначаємо координати точки перетину результуючої характеристики роботи насосів та рукавної системи, де  $H_H$  – робоче значення напору кожного насоса.

5) Знаходимо витрати кожного насоса  $Q_H$  за відомих значень їх напорів:

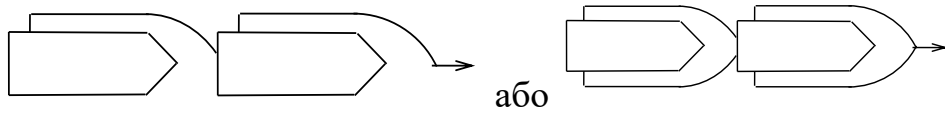
$$Q_{I;II} = \sqrt{\frac{a - H_H}{b}},$$

де  $H_H$  – є робочі значення напору насоса, що визначено за графіком, м.

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

Дано:  
насос  
 $d_p$   
 $d_H$   
 $n_p$   
 $N$   
 $K$

Розв'язання:



1) Записуємо характеристику насоса (додаток 3):

$$H_H = a - bQ_H^2.$$

Для її побудування задаємося декількома значеннями  $Q_H$ .

$Q_H$	0	10	20	30
$H_H$				

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.

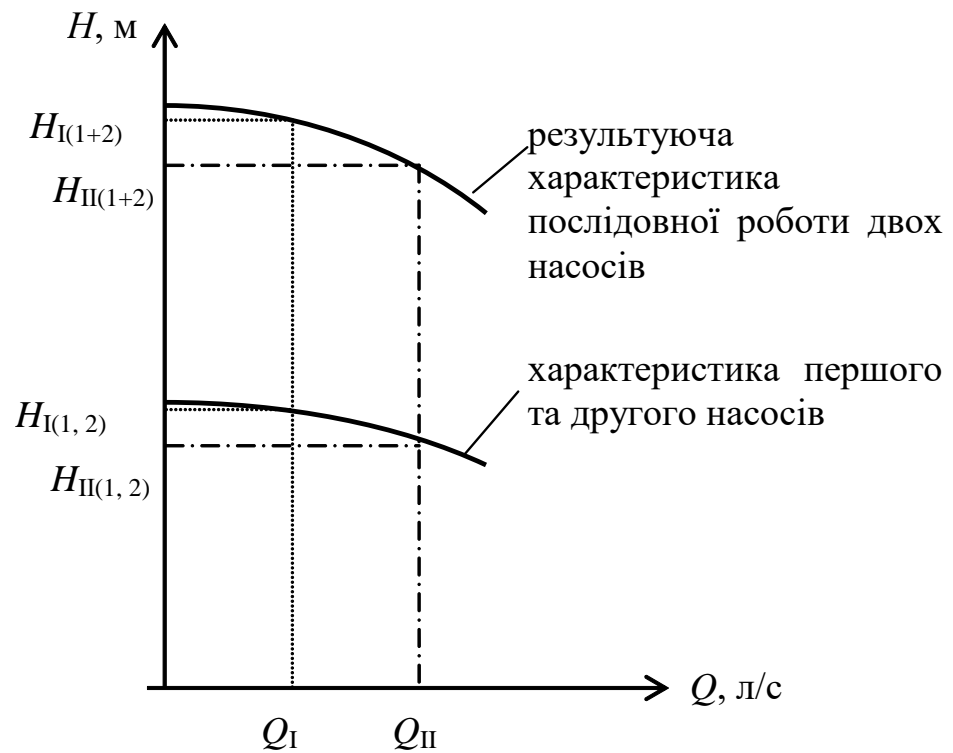
Для побудування результуючої характеристики послідовної роботи насосів:

– задаємося декількома значеннями витрат води;

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

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

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



3) Записуємо характеристику рукавної системи (додатки 1, 2):

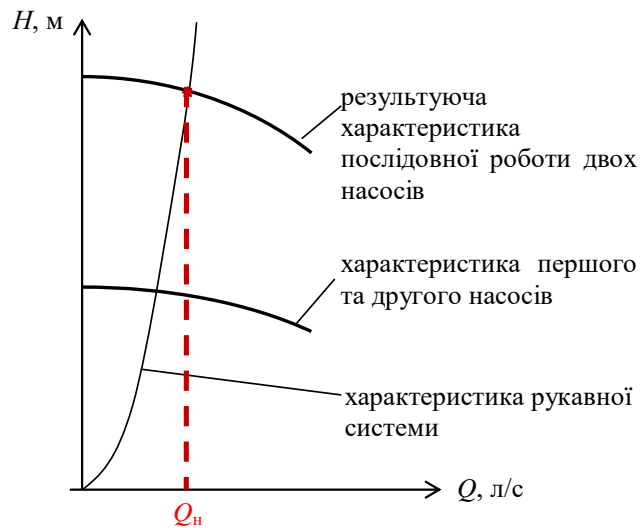
$$h_c = z + S_c Q_{ст}^2,$$

де  $S_c = \frac{n_p S_p}{N_p^2} + S_H$ .

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

$Q_{ст}$	0	10	20	30
$h_c$				

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  $Q_n$  – є робоче значення витрат кожного насоса.

5) Розраховуємо напір кожного насоса за відомих значень їх витрат:

$$H_n = a - bQ_n^2,$$

де  $Q_n$  – є робочі значення витрат насосів, визначені за графіком, л/с.

## 2.2 Задачі

2.2.1. Побудувати результуючу характеристику паралельної роботи двох насосів ПН-40У при їх роботі на лафетний ствол та знайти їх робочі точки, якщо рукавна система складається з чотирьох рукавних ліній діаметром 77 мм (п) та довжиною 160 м кожна і закінчується стволом з насадкою діаметром 25 мм.

(Відповідь:  $Q_n=11,16$  л/с;  $H_n=109,4$  м)

2.2.2. Побудувати результуючу характеристику послідовної роботи двох насосів ПН-40У та знайти їх робочі точки, якщо рукавна система складається з двох рукавних ліній діаметром 77 мм (п) кожна загальною довжиною 360 м та закінчується стволом з насадкою діаметром 25 мм.

(Відповідь:  $Q_n=27,2$  л/с;  $H_n=103,35$  м)

2.2.3. З лафетного ствола з діаметром насадки 38 мм потрібно одержати струмінь із радіусом (довжиною) дії компактної частини 38 м. Ствол розташовано на відстані 80 м від водойми на висоті 5 м. Визначити можливість одержання необхідного струменя, якщо є два насоси ПН-60Б і рукава діаметром 77 мм. Накреслити схему і визначити необхідні напори на насосах.

(Відповідь:  $N_1=1$ ;  $H_n=85,25$  м)

2.2.4. З лафетного ствола з насадкою діаметром 50 мм потрібно одержати струмінь із радіусом (довжиною) дії компактної частини 46 м. До лафетного ствола прокладено рукавні лінії діаметром 77 мм від ПНС-110. Кількість рукавів у кожній лінії – 6. Лафетний ствол установлено на 4 м вище осі насосів. Визначити можливість одержання необхідного струменя, накреслити схему.

(Відповідь:  $N_1=2$ ;  $K=4$ ;  $H_H=103,4$  м)

2.2.5. Визначити радіус (довжину) дії компактної частини струменя і витрати з лафетного ствола з діаметром насадки 38 мм, розташованого на висоті 8 м відносно осі насосів, якщо вода подається від двох насосів. Від кожного прокладено по дві рукавні лінії діаметром 77 мм за кількості рукавів у кожній лінії – 9. Напір насосів – 78 м.

(Відповідь:  $Q_{ст}=38,02$  л/с;  $R_K=38$  м)

2.2.6. Визначити напір насоса при подачі води до лафетного ствола з діаметром насадки 32 мм, якщо від пожежного автомобіля прокладено дві рукавні лінії діаметром 77 мм (рукава прогумовані) та довжиною 220 м кожна. Необхідно одержати струмінь довжиною 34 м. Ствол піднято на висоту 4 м.

(Відповідь:  $H_H=79,8$  м)

2.2.7. Визначити витрату води з лафетного ствола, напір перед насадкою діаметром 50 мм, якщо від кожного з двох пожежних автомобілів прокладено по 2 прогумованих рукавних лінії діаметром 77 мм кожна, довжиною від одного насоса 60 м, а від другого – 160 м. Висота підйому ствола – 2 м. Насоси працюють в однаковому режимі і розвивають напір 90 м.

(Відповідь:  $Q_{ст}=70,86$  л/с;  $H_B=66$  м)

2.2.8. Визначити необхідну кількість паралельно працюючих пожежних автомобілів АЦ-40, що можуть забезпечити роботу лафетного ствола з витратою 50 л/с, якщо від кожного насоса прокладено по одній прогумованій рукавній лінії діаметром 89 мм і довжиною 180 м кожна. Ствол піднято на висоту 18 м. Діаметр ствола – 50 мм.

(Відповідь:  $K=2$ )

2.2.9. Визначити витрату води з лафетного ствола з діаметром насадки 32 мм, якщо від кожного з двох пожежних автомобілів прокладено по одній прогумованій рукавній лінії діаметром 77 мм кожна, довжиною 100 м та 140 м. Ствол піднято на висоту 10 м. Насоси працюють в однаковому режимі і розвивають напір 70 м.

(Відповідь:  $Q_{ст}=24,37$  л/с)

2.2.10. Побудувати результуючу характеристику паралельної роботи двох насосів ПНС-110 при їх роботі на лафетний ствол та знайти їх робочі точки, якщо рукавна система складається з двох рукавних ліній діаметром 89 мм (п) і довжиною 160 м кожна та закінчується стволом з насадкою діаметром 28 мм.

(Відповідь:  $Q_n=13,47$  л/с;  $H_n=111,45$  м)

2.2.11. Побудувати результуючу характеристику послідовної роботи двох насосів ПН-40У та знайти їх робочі точки, якщо рукавна система складається з двох рукавних ліній діаметром 77 мм (п) кожна та загальною довжиною 440 м. Ствол має насадку діаметром 25 мм та його піднято на висоту 4 м.

(Відповідь:  $Q_n=26,29$  л/с;  $H_n=103,8$  м)

2.2.12. З лафетного ствола з діаметром насадки 32 мм потрібно одержати струмінь із радіусом (довжиною) дії компактної частини 36 м. Ствол розташовано на відстані 180 м від водойми на висоті 2 м. Визначити можливість одержання необхідного струменя, якщо є два насоси ПН-40У і рукава діаметром 77 мм (п). Накреслити схему і визначити необхідні напори на насосах.

(Відповідь:  $N_1=1$ ;  $H_n=78,22$  м)

2.2.13. З лафетного ствола з насадкою діаметром 28 мм потрібно одержати струмінь із радіусом (довжиною) дії компактної частини 34 м. До лафетного ствола прокладено рукавні лінії діаметром 77 мм від насосів ПН-40У. Кількість рукавів у кожній лінії – 10. Лафетний ствол установлено на 2 м вище насосів. Визначити можливість одержання необхідного струменя, накреслити схему.

(Відповідь:  $N_1=2$ ;  $K=1$ ;  $H_n=71,98$  м)

2.2.14. Визначити радіус (довжину) дії компактної частини струменя і витрати з лафетного ствола з діаметром насадки 50 мм, розташованого на висоті 6 м відносно осі насосів, якщо вода подається від чотирьох насосів. Від кожного насоса прокладено одну рукавну лінію діаметром 77 мм, за кількості рукавів у кожній лінії – 6. Напір насосів – 95 м.

(Відповідь:  $Q_{ст}=68,76$  л/с;  $R_k=41$  м)

2.2.15. Визначити напір насоса при подачі води до лафетного ствола з діаметром насадки 50 мм, якщо від пожежного автомобіля прокладено дві рукавні лінії діаметром 77 мм (рукава прогумовані), довжиною 160 м кожна. Необхідно одержати струмінь довжиною 39 м. Ствол піднято на висоту 3 м.

(Відповідь:  $H_n=182,2$  м)

2.2.16. Визначити витрату води з лафетного ствола, напір перед насадкою діаметром 38 мм, якщо від кожного з двох пожежних насосів прокладено по одній прогумованій рукавній лінії діаметром 77 мм, довжиною від одного насоса 120 м, а від другого – 180 м. Висота підйому ствола – 6 м. Насоси працюють в однаковому режимі і розвивають напір 87 м.

(Відповідь:  $Q_{ст}=34,7$  л/с;  $H_v=48,2$  м)

2.2.17. Визначити необхідну кількість паралельно працюючих насосів ПН-40У, що можуть забезпечити роботу лафетного ствола з витратою

33,6 л/с, якщо від кожного насоса прокладено по одній прогумованій рукавній лінії діаметром 77 мм і довжиною 180 м кожна. Ствол піднято на висоту 10 м. Діаметр ствола – 38 мм.

(Відповідь:  $K=2$ )

2.2.18. Визначити витрату води з лафетного ствола з діаметром насадки 50 мм, якщо від кожного з двох пожежних автомобілів прокладено по дві прогумовані рукавні лінії діаметром 77 мм кожна, довжиною, відповідно, 220 м та 160 м. Ствол піднято на висоту 5 м. Насоси працюють в однаковому режимі і розвивають напір 95 м.

(Відповідь:  $Q_{ст}=64,05$  л/с)

2.2.19. Побудувати результуючу характеристику паралельної роботи двох мотопомп МП-1600 при їх роботі на лафетний ствол та знайти їх робочі точки, якщо рукавна система складається з двох рукавних ліній діаметром 77 мм (п) та довжиною 100 м кожна та закінчується стволом з насадкою діаметром 28 мм.

(Відповідь:  $Q_n=12,79$  л/с;  $H_n=99,98$  м)

2.2.20. Побудувати результуючу характеристику послідовної роботи двох насосів ПНС-110 та знайти їх робочі точки, якщо рукавна система складається з двох рукавних ліній діаметром 77 мм (п) загальною довжиною 260 м. Ствол має насадку діаметром 25 мм.

(Відповідь:  $Q_n=28,9$  л/с;  $H_n=110,5$  м)

2.2.21. З лафетного ствола з діаметром насадки 28 мм потрібно одержати струмінь із радіусом (довжиною) дії компактної частини 37 м. Ствол розташовано на відстані 180 м від водойми на висоті 15 м. Визначити можливість одержання необхідного струменя, якщо є два насоси ПНС-110 та рукава діаметром 77 мм (п). Накреслити схему і визначити необхідні напори на насосах.

(Відповідь:  $N_1=1$ ;  $H_n=102,2$  м)

2.2.22. З лафетного ствола з насадкою діаметром 32 мм потрібно одержати струмінь радіусом (довжиною) дії компактної частини 20 м. До лафетного ствола прокладено рукавні лінії діаметром 77 мм від насосів ПН-40У. Число рукавів у кожній лінії – 16. Лафетний ствол встановлено на 2 м вище насосів. Визначити можливість одержання необхідного струменя, накреслити схему.

(Відповідь:  $N_1=1$ ;  $K=1$ ;  $H_n=82,64$  м)

2.2.23. Визначити радіус (довжину) дії компактної частини струменя і витрати з лафетного ствола з діаметром насадки 50 мм, розташованого на висоті 5 м відносно осі насосів, якщо вода подається від трьох насосів. Від кожного прокладено по дві рукавні лінії діаметром 89 мм (п), за кількості рукавів у кожній лінії – 5. Напір насосів – 70 м.

(Відповідь:  $Q_{ст}=67,72$  л/с;  $R_k=41$  м)

2.2.24. Визначити напір насоса при подачі води до лафетного ствола з діаметром насадки 38 мм, якщо від пожежного автомобіля прокладено дві рукавні лінії діаметром 89 мм (рукава прогумовані), довжиною 140 м кожна. Необхідно одержати струмінь довжиною 39 м. Ствол піднято на висоту 3 м.  
(Відповідь:  $H_n=88,28$  м)

2.2.25. Визначити витрату води з лафетного ствола, напір перед насадкою діаметром 38 мм, якщо від кожного з трьох пожежних насосів прокладено по дві прогумовані рукавні лінії діаметром 89 мм, довжиною від одного насоса 60 м, а від другого та третього – 160 м. Висота підйому ствола – 4 м. Насоси працюють в однаковому режимі і розвивають напір 85 м.  
(Відповідь:  $Q_{ст}=44,4$  л/с;  $H_n=78,9$  м)

2.2.26. Визначити необхідну кількість паралельно працюючих пожежних автомобілів АЦ-40, що можуть забезпечити роботу лафетного ствола з витратою 26 л/с, якщо від кожного насоса прокладено по дві прогумовані рукавні лінії діаметром 77 мм і довжиною 280 м кожна. Ствол піднято на висоту 8 м. Діаметр ствола – 32 мм.  
(Відповідь:  $K=1$ )

2.2.27. Визначити витрату води з лафетного ствола з діаметром насадки 50 мм, якщо від кожного з трьох пожежних автомобілів прокладено по дві прогумовані рукавні лінії діаметром 89 мм кожна, довжиною від 1-го – 80 м кожна, від 2-го – 100 м кожна та від 3-го – 120 м кожна лінія. Ствол піднято на висоту 4 м. Насоси працюють в однаковому режимі і розвивають напір 95 м.  
(Відповідь:  $Q_{ст}=80,19$  л/с)

2.2.28. Побудувати результуючу характеристику паралельної роботи двох насосів ПНС-110 при їх роботі на лафетний ствол та знайти їх робочі точки, якщо рукавна система складається з двох рукавних ліній діаметром 77 мм (п) та довжиною 260 м кожна та закінчується стволом з насадкою діаметром 50 мм.  
(Відповідь:  $Q_n=21,17$  л/с;  $H_n=111,07$  м)

2.2.29. Побудувати результуючу характеристику послідовної роботи двох насосів ПНС-110 та знайти їх робочі точки, якщо рукавна система складається з двох рукавних ліній діаметром 77 мм (п) загальною довжиною 180 м. Ствол має насадку діаметром 22 мм.  
(Відповідь:  $Q_n=23,95$  л/с;  $H_n=110,9$  м)

2.2.30. З лафетного ствола з діаметром насадки 38 мм потрібно одержати струмінь із витратою 40,4 л/с. Ствол розташовано на відстані 180 м від водойми на висоті 3 м. Визначити можливість одержання необхідного струменя, якщо є два насоси ПН-40У і рукава діаметром 77 мм. Накреслити схему і визначити необхідні напори на насосах.  
(Відповідь:  $N_1=2$ ;  $H_n=82,06$  м)



2.2.31. З лафетного ствола з насадкою діаметром 28 мм потрібно одержати струмінь із радіусом (довжиною) дії компактної частини 30 м. До лафетного ствола прокладено рукавні лінії діаметром 89 мм від насосів ПН-60Б. Кількість рукавів у кожній лінії – 15. Лафетний ствол установлено на 3 м вище насосів. Визначити можливість одержання необхідного струменя, накреслити схему.

(Відповідь:  $N_1=1$ ;  $K=1$ ;  $H_n=73,7$  м)

2.2.32. Визначити радіус (довжину) дії компактної частини струменя і витрати з лафетного ствола з діаметром насадки 50 мм, розташованого на висоті 4 м відносно осі насосів, якщо вода подається від двох насосів ПН-40У. Від кожного прокладено одну рукавну лінію діаметром 77 мм з кількістю рукавів у кожній лінії – 14.

(Відповідь:  $Q_{ст}=39,55$  л/с;  $R_k=23$  м)

2.2.33. Визначити напір насоса при подачі води до лафетного ствола з діаметром насадки 28 мм, якщо від пожежного автомобіля прокладено дві рукавні лінії діаметром 77 мм (рукава прогумовані), довжиною 120 м кожна. Необхідно одержати струмінь радіусом (довжиною) компактної частини 35,5 м. Ствол піднято на висоту 2 м.

(Відповідь:  $H_n=71,7$  м)

2.2.34. Визначити витрату води з лафетного ствола, напір перед насадкою діаметром 50 мм, якщо від кожного з трьох пожежних автомобілів прокладено одну прогумовану рукавну лінію діаметром 77 мм та довжиною від першого та третього насоса – 120 м, а від другого – 140 м. Висота підйому ствола – 3 м. Насоси працюють в однаковому режимі і розвивають напір 85 м.

(Відповідь:  $Q_{ст}=58,8$  л/с;  $H_b=45,64$  м)

2.2.35. Визначити необхідну кількість паралельно працюючих пожежних насосів ПН-40У, що можуть забезпечити роботу лафетного ствола з витратою 40 л/с, якщо від кожного насоса прокладено по дві прогумовані рукавні лінії діаметром 77 мм і довжиною 280 м кожна. Ствол піднято на висоту 5 м. Діаметр ствола – 50 мм.

(Відповідь:  $K=2$ )

### 3 ВИТРАТИ ВОДИ У ПРОТИПОЖЕЖНИХ ВОДОПРОВОДАХ

Витрати води на пожежогасіння умовно розподіляються на чотири складові:

- витрати на зовнішнє пожежогасіння в населеному пункті;
- витрати на внутрішнє пожежогасіння в населеному пункті;
- витрати на зовнішнє пожежогасіння на виробничому об'єкті;
- витрати на внутрішнє пожежогасіння на виробничому об'єкті.

Розрахункові витрати води для пожежогасіння  $Q_{\text{пож}}$  в населеному пункті та розташованому в ньому виробничому об'єкті визначаються за ДБН В.2.5-74:2013 «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди» п. 6.2.12 (додаток ба).

**Примітки.** 1) ДБН В.2.5-74:2013 «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди» входить до списку літератури цього практикуму (позиція 3), тому в подальшому посилання на означений ДБН за текстом буде наведено – [3].

2) ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація» входить до списку літератури цього практикуму (позиція 4), тому в подальшому посилання на означений ДБН за текстом буде наведено – [4].

Витрати на зовнішнє пожежогасіння (гасіння пожежі за допомогою пересувної пожежної техніки від зовнішніх пожежних гідрантів) визначають за вимогами [3] відповідно:

- табл. 3 та 4 – для районів міської забудови (табл. 3 та 4 [3] – наведені у додатку бв);
- табл. 5 та 6 – для виробничих будівель (табл. 5 [3] – наведена у додатку бг).

Витрати води на зовнішнє пожежогасіння для населеного пункту приймаються за табл. 3 [3] (залежно від кількості населення та поверховості забудови –  $Q_{\text{н.п.}}^{\text{зов.пож}} = n_{\text{пож}} Q_{\text{од.пож}}$ ) з урахуванням того, що витрата води на зовнішнє пожежогасіння в населеному пункті повинна бути не меншою за витрату води на пожежогасіння житлових і громадських будівель, зазначених у табл. 4 [3] (додаток бв).

**ДБН В.2.5-74:2013 «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди» п.6.2.2.** Витрата води на зовнішнє пожежогасіння (на одну пожежу) і кількість одночасних пожеж у населеному пункті для розрахунку магістральних (розрахункових кільцевих) ліній водопровідної мережі визначаються згідно з таблицею 3.

**п. 6.2.3.** Витрату води на зовнішнє пожежогасіння (на одну пожежу) житлових і громадських будинків для розрахунку з'єднувальних розподільних ліній водопровідної мережі, а також водопровідної мережі всередині мікрорайону або кварталу слід приймати для будівлі, що потребує найбільшої витрати води, за таблицею 4.

Витрати води на зовнішнє пожежогасіння виробничих будівель визначають залежно від ступеня вогнестійкості, категорії за вибухопожежною

та пожежною небезпекою, об'єму та ширини будівлі за табл. 5 або табл. 6 [3] ( $Q_{\text{вир}}^{\text{зов.пож}}$ ). При цьому для виробничих об'єктів із площею до 150 га пожежні витрати розраховують на одну пожежу, а для виробничих об'єктів із площею більше 150 га – на дві пожежі (додаток бб).

Витрати на внутрішнє пожежогасіння (від внутрішніх пожежних кран-комплектів) визначають за вимогами ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація» відповідно:

– табл. 3 – для житлових будівель –  $Q_{\text{н.п.}}^{\text{вн.пож}}$  (табл. 3 [4] – наведена у додатку бд);

– табл. 4 – для виробничих будівель  $Q_{\text{вир}}^{\text{вн.пож}}$  (табл. 4 [4] – наведена у додатку бе).

Витрати води на пожежогасіння населеного пункту можна визначити за формулою:

$$Q_{\text{н.п.}}^{\text{пож}} = Q_{\text{н.п.}}^{\text{зов.пож}} + Q_{\text{н.п.}}^{\text{вн.пож}}, \text{ л/с};$$

відповідно для виробничого об'єкта:

$$Q_{\text{вир}}^{\text{пож}} = Q_{\text{вир}}^{\text{зов.пож}} + Q_{\text{вир}}^{\text{вн.пож}}, \text{ л/с}.$$

Загальні розрахункові пожежні витрати  $Q_{\text{пож}}$  визначаються за умови, що водопровід забезпечує одночасно гасіння пожеж у населеному пункті та на виробничому об'єкті, тобто за вимогами п. 6.2.12 [3] залежно від площі виробничого об'єкта та кількості населення в населеному пункті (додаток ба).

**ДБН В.2.5-74:2013 «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди» п.6.2.12.** При об'єднаному протипожежному водопроводі населеного пункту та промислового або сільськогосподарського підприємства, які розташовані поза населеним пунктом, розрахункову кількість одночасних пожеж слід приймати:

– при площі території підприємства до 150 га при кількості населення у населеному пункті до 10 тис. жителів – одна пожежа (на підприємстві або в населеному пункті по найбільшій витраті води);

– те саме, при кількості населення у населеному пункті понад 10 до 25 тис. жителів – дві пожежі (одна на підприємстві і одна у населеному пункті);

– при площі території підприємства понад 150 га і при кількості населення у населеному пункті до 25 тис. жителів – дві пожежі (дві на підприємстві або дві в населеному пункті по найбільшій витраті);

– при кількості населення у населеному пункті більше ніж 25 тис. жителів – згідно п. 6.2.11 і за таблицею 3, при цьому витрати води слід визначати як суму потрібної більшої витрати (на підприємстві або в

населеному пункті) і 50 % потрібної меншої витрати (на підприємстві або в населеному пункті);

– при кількох промислових підприємствах і одному населеному пункті – розрахункову кількість одночасних пожеж слід приймати за технічними умовами органів державного нагляду у сфері пожежної та техногенної безпеки.

#### Список умовних позначень основних величин

$N_m$  – кількість мешканців, осіб

$n_{пов}$  – кількість поверхів

$n_{стр}$  – кількість струменів на кожен точку приміщення (для ВПВ)

$n_{пож}$  – кількість одночасних пожеж

$Q_{пож}$  – витрати води на пожежогасіння, л/с

$Q_{н.п.}^{пож}$  – витрати води на пожежогасіння для населеного пункту, л/с

$Q_{н.п.}^{зов.пож}$  – витрати води на зовнішнє пожежогасіння в населеному пункті, л/с

$Q_{вир}^{пож}$  – витрати води на пожежогасіння на виробничому об'єкті, л/с

$Q_{вир}^{зов.пож}$  – витрати води на зовнішнє пожежогасіння на виробничому об'єкті, л/с

$q_{н.п.}^{вн.пож}$  – мінімальні витрати води на внутрішнє пожежогасіння на один струмінь у населеному пункті, л/с

$q_{вир}^{вн.пож}$  – мінімальні витрати води на внутрішнє пожежогасіння на один струмінь на виробничому об'єкті, л/с

$S_{вир}$  – площа території виробничого об'єкта, га

$V_{вир.буд.}$  – об'єм виробничої будівлі, м<sup>3</sup>

### 3.1 Методика розв'язання основних типів задач

1. Визначити витрати води на пожежогасіння населеного пункту з кількістю мешканців до 10 тисяч та будівлями заданої поверховості. Водопровідна мережа населеного пункту забезпечує подачу води для потреб виробничого об'єкта площею до 150 га з будівлями заданого ступеня вогнестійкості і заданих категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою та об'єму.

Дано:

$N_m < 10$  тис.

$n_{пов}$

$S_{вир} < 150$  га

ступінь вогнестійкості

категорія

за вибухопожежною та

Розв'язання:

1) Визначасмо  $Q_{н.п.}^{пож}$  – витрати води на пожежогасіння в населеному пункті:

$$Q_{н.п.}^{пож} = n_{пож} \left( Q_{н.п.}^{зов.пож} + n_{стр} q_{н.п.}^{вн.пож} \right), \text{ л/с,}$$

де  $n_{пож} = 1$  – розрахункова кількість одночасних

пожежною  
небезпекою

$V_{\text{вир. буд.}}$

$Q_{\text{пож}} - ?$

пожеж (для кількості мешканців менше 10 тис. – одна пожежа) (додаток бв або [3], табл. 3);

$Q_{\text{н.п.}}^{\text{зов.пож}}$  – витрати води на зовнішнє пожежогасіння

в населеному пункті на одну пожежу приймаються залежно від кількості мешканців та поверховості будівель населеного пункту, л/с (додаток бв або [3], табл. 3);

$n_{\text{стр}}, q_{\text{н.п.}}^{\text{вн.пож}}$  – кількість струменів на кожную точку приміщення та мінімальні витрати води на внутрішнє пожежогасіння на один струмінь, л/с (приймається для житлових будівель залежно від їх поверховості) (додаток бд або [4], табл. 3).

2) Визначаємо  $Q_{\text{вир}}^{\text{пож}}$  – витрати води на пожежогасіння на виробничому об'єкті:

$$Q_{\text{вир}}^{\text{пож}} = n_{\text{пож}} \left( Q_{\text{вир}}^{\text{зов.пож}} + n_{\text{стр}} q_{\text{вир}}^{\text{вн.пож}} \right), \text{ л/с,}$$

де  $n_{\text{пож}} = 1$  – розрахункова кількість одночасних пожеж (для виробничого об'єкта площею до 150 га – одна пожежа) (додаток бб або [3] п. 6.2.11);

$Q_{\text{вир}}^{\text{зов.пож}}$  – витрати води на зовнішнє пожежогасіння на виробничому об'єкті на одну пожежу (приймаються залежно від об'єму будівлі виробничого об'єкта, ступеня її вогнестійкості, категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою), л/с (додаток бг або [3], табл. 5);

$n_{\text{стр}}, q_{\text{вир}}^{\text{вн.пож}}$  – кількість струменів на кожную точку приміщення та мінімальні витрати води на внутрішнє пожежогасіння на один струмінь, л/с (приймається для виробничих будівель залежно від їх об'єму, ступеня вогнестійкості, категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою) (додаток бе або [4], табл. 4).

3) Визначаємо  $Q_{\text{пож}}$  – загальні розрахункові пожежні витрати:

– для населеного пункту з кількістю мешканців до 10 тис. та площею виробничого об'єкта до 150 га приймається одна пожежа (на підприємстві або в

населеному пункті за найбільшою витратою води);  
 – порівнюємо  $Q_{\text{н.п.}}^{\text{пож}}$  та  $Q_{\text{вир}}^{\text{пож}}$  і визначаємо більшу з них:  
 $Q_{\text{пож}} = \text{більшій з } Q_{\text{н.п.}}^{\text{пож}} \text{ або } Q_{\text{вир}}^{\text{пож}}.$

2. Визначити витрати води на пожежогасіння населеного пункту з кількістю мешканців від 10000 до 25000 та будівлями заданої поверховості. Водопровідна мережа населеного пункту забезпечує подачу води для потреб виробничого об'єкта площею до 150 га з будівлями заданого ступеня вогнестійкості, категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою та об'єму.

Дано:  
 $10000 < N_{\text{м}} < 25000$   
 $n_{\text{пов}}$   
 $S_{\text{вир}} < 150$  га  
 ступінь  
 вогнестійкості  
 категорія за  
 вибухопожежною  
 та пожежною  
 небезпекою  
 $V_{\text{вир. буд.}}$

Розв'язання:

1) Визначаємо  $Q_{\text{н.п.}}^{\text{пож}}$  – витрати води на пожежогасіння в населеному пункті:

$$Q_{\text{н.п.}}^{\text{пож}} = n_{\text{пож}} \left( Q_{\text{н.п.}}^{\text{зов.пож}} + n_{\text{стр}} q_{\text{н.п.}}^{\text{вн.пож}} \right), \text{ л/с,}$$

де  $n_{\text{пож}} = 2$  – розрахункова кількість одночасних пожеж (для кількості мешканців від 10000 до 25000 – дві пожежі) (додаток бв або [3], табл. 3);

$Q_{\text{н.п.}}^{\text{зов.пож}}$  – витрати води на зовнішнє пожежогасіння в населеному пункті на одну пожежу приймаються залежно від кількості мешканців та поверховості будівель населеного пункту, л/с (додаток бв або [3], табл. 3);

$n_{\text{стр}}, q_{\text{н.п.}}^{\text{вн.пож}}$  – кількість струменів на кожен приміщення та мінімальні витрати води на внутрішнє пожежогасіння на один струмінь, л/с (приймається для житлових будівель залежно від їх поверховості) (додаток бд або [4], табл. 3).

2) Визначаємо  $Q_{\text{вир}}^{\text{пож}}$  – витрати води на пожежогасіння на виробничому об'єкті:

$$Q_{\text{вир}}^{\text{пож}} = n_{\text{пож}} \left( Q_{\text{вир}}^{\text{зов.пож}} + n_{\text{стр}} q_{\text{вир}}^{\text{вн.пож}} \right), \text{ л/с,}$$

де  $n_{\text{пож}} = 1$  – розрахункова кількість одночасних пожеж (для виробничого об'єкта площею до 150 га – одна пожежа) (додаток бб або [3] п. 6.2.11);

$Q_{\text{вир}}^{\text{зов.пож}}$  – витрати води на зовнішнє пожежогасіння на виробничому об'єкті на одну пожежу (приймаються залежно від об'єму будівлі виробничого об'єкта, ступеня

$Q_{\text{пож}} - ?$

її вогнестійкості, категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою), л/с (додаток бг або [3], табл. 5);

$n_{\text{стр}}, q_{\text{вир}}^{\text{вн.пож}}$  – кількість струменів на кожну точку приміщення та мінімальні витрати води на внутрішнє пожежогасіння на один струмінь, л/с (приймається для виробничих будівель залежно від їх об'єму, ступеня вогнестійкості, категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою) (додаток бе або [4], табл. 4).

3) Визначаємо  $Q_{\text{пож}}$  – загальні розрахункові пожежні витрати:

– для населеного пункту з кількістю мешканців від 10000 до 25000 та площею виробничого об'єкта до 150 га приймається дві пожежі (одна в населеному пункті та одна на підприємстві);

– незалежно від того, що в п.1 цієї задачі визначено, що кількість одночасних пожеж в населеному пункті дорівнює двом, витрати води на пожежогасіння населеного пункту відповідно до п. 6.2.12 [3] приймаються лише для однієї пожежі:

$$Q_{\text{н.п.}}^{\text{пож}} = 1 \cdot \left( Q_{\text{н.п.}}^{\text{зов.пож}} + n_{\text{стр}} q_{\text{н.п.}}^{\text{вн.пож}} \right),$$

тоді загальні витрати відповідно до п. 6.2.12 [3] визначаються:

$$Q_{\text{пож}} = \left( 1 \cdot \left( Q_{\text{н.п.}}^{\text{зов.пож}} + n_{\text{стр}} q_{\text{н.п.}}^{\text{вн.пож}} \right) \right) + \left( 1 \cdot \left( Q_{\text{вир}}^{\text{зов.пож}} + n_{\text{стр}} q_{\text{вир}}^{\text{вн.пож}} \right) \right).$$

3. Визначити витрати води на пожежогасіння населеного пункту з кількістю мешканців більше 25000 та будівлями заданої поверховості. Водопровідна мережа населеного пункту забезпечує подачу води для потреб виробничого об'єкта з будівлями заданого ступеня вогнестійкості і заданих категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою та об'єму.

Дано:

$N_{\text{м}} > 25000$

$n_{\text{пов}}$

$V_{\text{вир. буд.}}$

ступінь

вогнестійкості

категорія за

вибухопожежною

та пожежною

небезпекою

Розв'язання:

1) Визначаємо  $Q_{\text{н.п.}}^{\text{пож}}$  – витрати води на пожежогасіння в населеному пункті:

$$Q_{\text{н.п.}}^{\text{пож}} = n_{\text{пож}} \left( Q_{\text{н.п.}}^{\text{зов.пож}} + n_{\text{стр}} q_{\text{н.п.}}^{\text{вн.пож}} \right), \text{ л/с,}$$

де  $n_{\text{пож}} = 2; 3$  або  $4$  – розрахункова кількість одночасних пожеж (для кількості мешканців понад 25000 – дві, три або чотири пожежі) (додаток бв або [3], табл. 3);

$Q_{\text{н.п.}}^{\text{зов.пож}}$  – витрати води на зовнішнє пожежогасіння в

$Q_{\text{пож}} - ?$

населеному пункті на одну пожежу приймаються залежно від кількості мешканців та поверховості будівель населеного пункту, л/с (додаток бв або [3], табл. 3);

$n_{\text{стр}}, q_{\text{н.п.}}^{\text{вн.пож}}$  – кількість струменів на кожну точку приміщення та мінімальні витрати води на внутрішнє пожежогасіння на один струмінь, л/с (приймається для житлових будівель залежно від їх поверховості) (додаток бд або [4], табл. 3).

2) Визначаємо  $Q_{\text{вир}}^{\text{пож}}$  – витрати води на пожежогасіння на виробничому об'єкті:

$$Q_{\text{вир}}^{\text{пож}} = n_{\text{пож}} \left( Q_{\text{вир}}^{\text{зов.пож}} + n_{\text{стр}} q_{\text{вир}}^{\text{вн.пож}} \right), \text{ л/с,}$$

де  $n_{\text{пож}} = 1$  або  $2$  – розрахункова кількість одночасних пожеж (для виробничого об'єкта площею до 150 га – одна пожежа, при площі понад 150 га – дві пожежі) (додаток бб або [3], п. 6.2.11);

$Q_{\text{вир}}^{\text{зов.пож}}$  – витрати води на зовнішнє пожежогасіння на виробничому об'єкті на одну пожежу (приймаються залежно від об'єму будівлі виробничого об'єкта, ступеня її вогнестійкості, категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою), л/с (додаток бг або [3], табл. 5);

$n_{\text{стр}}, q_{\text{вир}}^{\text{вн.пож}}$  – кількість струменів на кожну точку приміщення та мінімальні витрати води на внутрішнє пожежогасіння на один струмінь, л/с (приймається для виробничих будівель залежно від їх об'єму, ступеня вогнестійкості, категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою) (додаток бе або [4], табл. 4).

3) Визначаємо  $Q_{\text{пож}}$  – загальні розрахункові пожежні витрати:

– для населеного пункту з кількістю мешканців понад 25000 незалежно від площі виробничого об'єкта приймається як сума необхідної більшої витрати води (на підприємстві або в населеному пункті) та 50% необхідної меншої витрати води (на підприємстві або в населеному пункті);

– порівнюємо  $Q_{\text{н.п.}}^{\text{пож}}$  та  $Q_{\text{вир}}^{\text{пож}}$  і визначаємо більшу з них:



$$Q_{\text{пож}} = (\text{більша з } Q_{\text{н.п.}}^{\text{пож}} \text{ або } Q_{\text{вир}}^{\text{пож}}) + \\ + (\text{менша з } Q_{\text{н.п.}}^{\text{пож}} \text{ або } Q_{\text{вир}}^{\text{пож}}) / 2.$$

4. Визначити витрати води на пожежогасіння населеного пункту з кількістю мешканців до 25000 та будівлями заданої поверховості. Водопровідна мережа населеного пункту забезпечує подачу води для потреб виробничого об'єкта площею понад 150 га з будівлями заданого ступеня вогнестійкості і заданих категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою та об'єму.

Дано:

$$N_{\text{м}} < 25000$$

$n_{\text{пов}}$

$$S_{\text{вир}} > 150 \text{ га}$$

$V_{\text{вир. буд.}}$

ступінь

вогнестійкості

категорія за

вибухопожежною

та пожежною

небезпекою

$$Q_{\text{пож}} - ?$$

Розв'язання:

1) Визначаємо  $Q_{\text{н.п.}}^{\text{пож}}$  – витрати води на пожежогасіння в населеному пункті:

$$Q_{\text{н.п.}}^{\text{пож}} = n_{\text{пож}} \left( Q_{\text{н.п.}}^{\text{зов.пож}} + n_{\text{стр}} q_{\text{н.п.}}^{\text{вн.пож}} \right), \text{ л/с,}$$

де  $n_{\text{пож}} = 1$  або  $2$  – розрахункова кількість одночасних пожеж (для кількості мешканців до 25000 – одна або дві пожежі) (додаток бв або [3], табл. 3);

$Q_{\text{н.п.}}^{\text{зов.пож}}$  – витрати води на зовнішнє пожежогасіння в населеному пункті на одну пожежу приймаються залежно від кількості мешканців та поверховості будівель населеного пункту, л/с (додаток бв або [3], табл. 3);

$n_{\text{стр}}, q_{\text{н.п.}}^{\text{вн.пож}}$  – кількість струменів на кожен приміщення та мінімальні витрати води на внутрішнє пожежогасіння на один струмінь, л/с (приймається для житлових будівель залежно від їх поверховості) (додаток бд або [4], табл. 3).

2) Визначаємо  $Q_{\text{вир}}^{\text{пож}}$  – витрати води на пожежогасіння на виробничому об'єкті:

$$Q_{\text{вир}}^{\text{пож}} = n_{\text{пож}} \left( Q_{\text{вир}}^{\text{зов.пож}} + n_{\text{стр}} q_{\text{вир}}^{\text{вн.пож}} \right), \text{ л/с,}$$

де  $n_{\text{пож}} = 2$  – розрахункова кількість одночасних пожеж (для виробничого об'єкта площею понад 150 га – дві пожежі) (додаток бб або [3], п. 6.2.11);

$Q_{\text{вир}}^{\text{зов.пож}}$  – витрати води на зовнішнє пожежогасіння на виробничому об'єкті на одну пожежу (приймаються залежно від об'єму будівлі виробничого об'єкта, ступеня її вогнестійкості, категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою), л/с (додаток бг або [3], табл. 5);

$n_{\text{стр}}, q_{\text{вир}}^{\text{вн.пож}}$  – кількість струменів на кожну точку приміщення та мінімальні витрати води на внутрішнє пожежогасіння на один струмінь, л/с (приймається для виробничих будівель залежно від їх об'єму, ступеня вогнестійкості, категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою) (додаток бе або [4], табл. 4).

3) Визначаємо  $Q_{\text{пож}}$  – загальні розрахункові пожежні витрати:

– для населеного пункту з кількістю мешканців до 25000 при площі виробничого об'єкта понад 150 га приймається дві пожежі (дві в населеному пункті або дві на підприємстві за найбільшою витратою води);

– порівнюємо  $Q_{\text{н.п.}}^{\text{пож}}$  та  $Q_{\text{вир}}^{\text{пож}}$  і визначаємо більшу з них:

$$Q_{\text{пож}} = \text{більша з } Q_{\text{н.п.}}^{\text{пож}} \text{ або } Q_{\text{вир}}^{\text{пож}} .$$

## 3.2 Задачі

3.2.1. Визначити витрати води на пожежогасіння населеного пункту з кількістю мешканців 8 тисяч та одноповерховими будівлями. Водопровідна мережа населеного пункту забезпечує подачу води для потреб промислового підприємства площею до 150 га з будівлями I ступеня вогнестійкості, категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою Б, висотою 24 м та об'ємом 25000 м<sup>3</sup>.

(Відповідь:  $Q_{\text{пож}}=30$  л/с)

3.2.2. Визначити витрати води на пожежогасіння населеного пункту з кількістю мешканців 8 тисяч та триповерховими будівлями. Водопровідна мережа населеного пункту забезпечує подачу води для потреб промислового підприємства площею до 150 га з будівлями III ступеня вогнестійкості, категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою В, висотою 24 м та об'ємом 15000 м<sup>3</sup>.

(Відповідь:  $Q_{\text{пож}}=30$  л/с)

3.2.3. Визначити витрати води на пожежогасіння населеного пункту з кількістю мешканців 12 тисяч та одноповерховими будівлями. Водопровідна мережа населеного пункту забезпечує подачу води для потреб промислового підприємства площею до 150 га з будівлями II ступеня вогнестійкості, категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою В, висотою 26 м та об'ємом 55000 м<sup>3</sup>.

(Відповідь:  $Q_{\text{пож}}=50$  л/с)

3.2.4. Визначити витрати води на пожежогасіння населеного пункту з кількістю мешканців 21 тисяча та дванадцятиповерховими будівлями. Водопровідна мережа населеного пункту забезпечує подачу води для потреб промислового підприємства площею до 150 га з будівлями II ступеня вогнестійкості, категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою Б, висотою 22 м та об'ємом 4000 м<sup>3</sup>.

(Відповідь:  $Q_{\text{пож}}=32,5$  л/с)

3.2.5. Визначити витрати води на пожежогасіння населеного пункту з кількістю мешканців 30 тисяч та житловими будівлями висотою 50 м. Водопровідна мережа населеного пункту забезпечує подачу води для потреб промислового підприємства площею до 150 га з будівлями III ступеня вогнестійкості, категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою Г, висотою 12 м та об'ємом 22000 м<sup>3</sup>.

(Відповідь:  $Q_{\text{пож}}=70$  л/с)

3.2.6. Визначити витрати води на пожежогасіння населеного пункту з кількістю мешканців 40 тисяч та одноповерховими будівлями. Водопровідна мережа населеного пункту забезпечує подачу води для потреб промислового підприємства площею понад 150 га з будівлями II ступеня вогнестійкості, категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою Б, висотою 8 м та об'ємом 8000 м<sup>3</sup>.

(Відповідь:  $Q_{\text{пож}}=52,5$  л/с)

3.2.7. Визначити витрати води на пожежогасіння населеного пункту з кількістю мешканців 14 тисяч та одноповерховими будівлями. Водопровідна мережа населеного пункту забезпечує подачу води для потреб промислового підприємства площею понад 150 га з будівлями I ступеня вогнестійкості, категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою Б, висотою 22 м та об'ємом 22000 м<sup>3</sup>.

(Відповідь:  $Q_{\text{пож}}=60$  л/с)

## 4 ГІДРАВЛІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ВОДОПРОВІДНИХ МЕРЕЖ

Задачею гідравлічного розрахунку мережі є:

- визначення діаметрів труб для пропуску розрахункових витрат води всім водоспоживачам при роботі мережі у звичайний час (до пожежі);
- перевірка діаметрів труб на можливість пропуску необхідних витрат води при роботі мережі під час пожежогасіння;
- визначення витрат напору в мережі.

Діаметри труб визначаються:

$$d = \sqrt{\frac{4q}{\pi \cdot v}}, \text{ м,}$$

де  $q$  – витрата води в мережі, м<sup>3</sup>/с;  
 $v = (0,7 - 1,2)$  м/с – швидкість руху води в мережі.

Вибрані при розрахунку мережі до пожежі діаметри труб перевіряються на можливість пропуску пожежних витрат води, при цьому швидкість руху води при пожежі повинна бути не більше 2,5 м/с, тобто

$$v_{\text{пож}} = \frac{4q}{\pi \cdot d^2}, \text{ м.}$$

Якщо швидкість руху води перевищує 2,5 м/с, то необхідно збільшити діаметри труб.

Примітка. При розв'язанні задач необхідно звертати увагу на одиниці виміру всіх величин!!!

### Список умовних позначень основних величин

$d$  – діаметр трубопроводу, мм

$Q_{\text{Г-П}}$  – розрахункові максимальні годинні витрати води для всіх водоспоживачів, м<sup>3</sup>/год

$Q_{\text{пож}}$  – витрати води на пожежогасіння, л/с

$Q_{\text{пож}}^{\text{зов}}$  – витрати води на зовнішнє пожежогасіння, л/с

$Q_{\text{пож}}^{\text{вн}}$  – витрати води на внутрішнє пожежогасіння, л/с

$q$  – витрата води в мережі, л/с або м<sup>3</sup>/с

$v$  – швидкість руху води в мережі, м/с

$v_{\text{пож}}$  – швидкість руху при пропуску пожежних витрат води, м/с

#### 4.1 Методика розв'язання основних типів задач

1. Зовнішня водопровідна мережа має заданий діаметр та подає воду на господарсько-питні потреби у заданій кількості. Перевірте вірність визначення діаметра труб та можливість цієї мережі подати воду на пожежогасіння заданої будівлі.

Дано: тип та характеристика будівлі $d$ $Q_{Г-П}$	Розв'язання: 1) Визначаємо нормативні витрати води на внутрішнє пожежогасіння (додатки бд, бє або [4], табл. 3, 4): $Q_{Пож}^{ВН} =$ 2) Визначаємо нормативні витрати води на зовнішнє пожежогасіння (додаток бв, бг або [3], табл. 3 – 6): $Q_{Пож}^{ЗОВ} =$ 3) Визначаємо загальні витрати, що повинна пропустити мережа: $Q = Q_{Пож}^{ЗОВ} + Q_{Пож}^{ВН} + Q_{Г-П}$ 4) Визначаємо швидкість руху води в мережі: $v_{Пож} = \frac{4Q}{\pi d^2}$ при $v_{Пож} \leq 2,5 \text{ м/с}$ – діаметр прийнято вірно, а мережа пропустить витрати води на пожежогасіння.
$v_{Пож} - ?$	

2. Зовнішня водопровідна мережа подає воду на господарсько-питні потреби у заданій кількості. Визначити діаметр труб та можливість цієї мережі подати воду на пожежогасіння заданої будівлі.

Дано: тип та характеристика будівлі $Q_{Г-П}$	Розв'язання: 1) Визначаємо діаметр труб: $d = \sqrt{\frac{4Q_{Г-П}}{\pi \cdot v}}, \text{ м,}$ $v = (0,7 - 1,2) \text{ м/с}$ – швидкість руху води. 2) Визначаємо нормативні витрати води на внутрішнє пожежогасіння (додатки бд, бє або [4], табл. 3, 4): $Q_{Пож}^{ВН} =$ 3) Визначаємо нормативні витрати води на зовнішнє пожежогасіння (додаток бв, бг або [3], табл. 3 – 6): $Q_{Пож}^{ЗОВ} =$
$v_{Пож} - ?$	

4) Визначаємо загальні витрати, що повинна пропустити мережа:

$$Q = Q_{\text{ПОЖ}}^{\text{ЗОВ}} + Q_{\text{ПОЖ}}^{\text{ВН}} + Q_{\text{Г-П}}$$

5) Визначаємо швидкість руху води в мережі:

$$v_{\text{ПОЖ}} = \frac{4Q}{\pi d^2},$$

при  $v_{\text{ПОЖ}} \leq 2,5 \text{ м/с}$  – діаметр прийнято вірно, мережа пропустить витрати води на пожежогасіння.

## 4.2 Задачі

4.2.1. Зовнішня водопровідна мережа має діаметр 150 мм та подає воду на господарсько-питні потреби у кількості 20 л/с. Перевірити вірність визначення діаметра труб та можливість цієї мережі подати воду на пожежогасіння шістнадцятиповерхової житлової будівлі секційного типу об'ємом 30000 м<sup>3</sup>.

(Відповідь: не зможе ( $v_{\text{ПОЖ}}=2,8 \text{ м/с}$ ))

4.2.2. Зовнішня водопровідна мережа має діаметр 250 мм та подає воду на господарсько-питні потреби у кількості 10 л/с. Перевірити вірність визначення діаметра труб та можливість цієї мережі подати воду на пожежогасіння виробничої будівлі I ступеня вогнестійкості, категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою Б, висотою 22 м та об'ємом 22000 м<sup>3</sup>.

(Відповідь: зможе ( $v_{\text{ПОЖ}}=0,82 \text{ м/с}$ ))

4.2.3. Зовнішня водопровідна мережа має діаметр 200 мм та подає воду на господарсько-питні потреби у кількості 13 л/с. Перевірити вірність визначення діаметра труб та можливість цієї мережі подати воду на пожежогасіння тринадцятиповерхової громадської будівлі об'ємом 28000 м<sup>3</sup>.

(Відповідь: зможе ( $v_{\text{ПОЖ}}=1,6 \text{ м/с}$ ))

4.2.4. Зовнішня водопровідна мережа подає воду на господарсько-питні потреби у кількості 12 л/с. Визначити діаметр труб та можливість цієї мережі подати воду на пожежогасіння виробничої будівлі II ступеня вогнестійкості, категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою В, висотою 22 м та об'ємом 7000 м<sup>3</sup>.

(Відповідь:  $d=150 \text{ мм}$ , зможе)

4.2.5. Зовнішня водопровідна мережа подає воду на господарсько-питні потреби у кількості 20 л/с. Визначити діаметр труб та можливість цієї мережі подати воду на пожежогасіння п'ятиповерхової житлової будівлі об'ємом

12000 м<sup>3</sup>.

(Відповідь:  $d=150$  мм, зможе)

## 5 РОЗРАХУНОК ВОДОНАПІРНИХ БАШТ І ПОЖЕЖНИХ РЕЗЕРВУАРІВ

### 5.1 Розрахунок водонапірних башт

Водонапірна башта призначена для:

– регулювання нерівномірності роботи споруд, що подають та забирають воду з башти;

– збереження недоторканного запасу води на перші 10 хвилин гасіння пожежі (за цей час включаються до роботи пожежні насоси насосної станції другого підйому, які забезпечують подачу пожежних витрат води до мережі під час гасіння пожежі);

– створення необхідного напору у водопровідній мережі при її роботі до пожежі та в перші 10 хвилин гасіння пожежі.

Водонапірна башта встановлюється в найвищій точці мережі, завдяки чому, з урахуванням рельєфу місцевості, фактична висота башти проектується меншою.

Необхідну висоту водонапірної башти визначають виходячи з умови, що в годину максимального водоспоживання повинен бути забезпечений необхідний вільний напір  $H_v$  у найбільш віддаленій точці водопровідної мережі, тобто в диктуючій точці.

Об'єм бака водонапірної башти визначається відповідно до [3] п. 13.1.1:

$$W_{\text{бВБ}} = W_{\text{рег}} + W_{\text{НЗ}}, \text{ м}^3,$$

де  $W_{\text{рег}}$  – регулюючий об'єм бака (як правило, не перевищує 10 % від максимальних добових витрат води для всіх водоспоживачів),  $\text{м}^3$ ;

$W_{\text{НЗ}}$  – об'єм недоторканного запасу води,  $\text{м}^3$ .

Недоторканий запас води бака водонапірної башти складається з двох величин:

$$W_{\text{НЗ}} = W_{\text{НПЗ}} + W_{\text{НЗГ-П}}, \text{ м}^3,$$

де  $W_{\text{НПЗ}} = \frac{(Q_{\text{ПОЖ}}^{\text{ЗОВН}} + Q_{\text{ПОЖ}}^{\text{ВН}}) \cdot \tau \cdot 60}{1000}$  – запас води, необхідний на  $\tau=10$

хвилин гасіння однієї зовнішньої  $Q_{\text{ПОЖ}}^{\text{ЗОВН}}$  та однієї внутрішньої  $Q_{\text{ПОЖ}}^{\text{ВН}}$  пожеж ([3] п. 13.1.5); за цей час включаються до роботи пожежні насоси-підвищувачі, що забезпечують подачу пожежних витрат води в мережу,  $\text{м}^3$ ;

$W_{\text{НЗГ-П}} = \frac{\tau \cdot Q_{\text{Г-П}}}{60}$  – запас води, необхідний для господарсько-питних

потреб у годину максимального водоспоживання, протягом  $\tau = 10$  хвилин ([3], п.13.1.5),  $\text{м}^3$ ;  $Q_{\text{Г-П}}$  – розрахункові максимальні годинні витрати води для



всіх водоспоживачів, м<sup>3</sup>/год.

Висоту водонапірної башти визначають:

$$H_{ВБ} = h_{М} + H_{В} + (z_{д.т.} - z_{ВБ}), \text{ м},$$

де  $h_{М}$  – втрати напору в мережі при її роботі до пожежі, м;

$H_{В} = 10 + 4 \cdot (n - 1)$  – вільний напір у диктуючій точці, м;  $n$  – поверховість будівель;

$z_{д.т.}$  – геодезична відмітка диктуючої точки, м;

$z_{ВБ}$  – геодезична відмітка встановлення водонапірної башти, м.

Типова конструкція башти обирається за її висотою та об'ємом бака (додаток 10).

## 5.2 Розрахунок пожежних резервуарів

Пожежні резервуари можуть виконувати роль регулюючих та запасних ємностей.

Загальний об'єм резервуарів складається з двох величин ([3], п.13.1.1):

$$W_{ПР} = W_{рег} + W_{НЗ}, \text{ м}^3,$$

де  $W_{рег}$  – регулюючий об'єм резервуарів (як правило, не перевищує 20% від максимальних добових витрат води для всіх водоспоживачів), м<sup>3</sup>;

$W_{НЗ}$  – об'єм недоторканного запасу води, м<sup>3</sup>.

Недоторканий запас води в резервуарах, відповідно до [3], п.13.1.4, визначається як сума недоторканного запасу для пожежогасіння з гідрантів та внутрішніх пожежних кран-комплектів (п.6.2.2 – 6.2.8, 6.2.11 – 6.2.13); систем пожежогасіння, які не мають власних резервуарів згідно з п.6.2.9; максимальних питного та виробничого водоспоживання на весь період пожежогасіння з урахуванням вимог 6.2.10:

$$W_{НЗ} = W_{НПЗ} + W_{НЗГ-П}, \text{ м}^3,$$

де  $W_{НПЗ} = \frac{3600 \cdot \tau \cdot Q_{Пож}}{1000}$  – запас води, необхідний на  $\tau$  годин гасіння

пожежі, м<sup>3</sup>;  $Q_{Пож}$  – витрати води на пожежогасіння, л/с;  $\tau = 3$  години – термін гасіння пожежі, який визначається згідно з п. 6.2.13 [3];

$W_{НЗГ-П} = \tau(Q_{\max \text{ год}} - Q_{\text{душ}}^{\text{в max год}})$  – запас води, необхідний на потреби населеного пункту та виробничого підприємства за годину максимального водоспоживання (без урахування витрат води на прийняття душу

працівниками на підприємстві) протягом  $\tau$  годин гасіння пожежі,  $\text{м}^3$ ;  $Q_{\text{max.год}}$  – розрахункова максимальна годинна витрата води для всіх водоспоживачів водопровідної мережі,  $\text{м}^3/\text{год}$ ;  $Q_{\text{душ}}^{\text{в max год}}$  – витрата води на прийняття душу за годину максимального водоспоживання, якщо вона припадає на цей час,  $\text{м}^3/\text{год}$ .

Відповідно до [3], п.13.3.3, загальна кількість резервуарів в одному вузлі повинна бути не менше двох.

Вибір типового резервуара здійснюється за допомогою додатка 11 цього практикуму.

**Примітка.** При розв'язанні задач необхідно звертати увагу на одиниці виміру всіх величин!!!

#### Список умовних позначень основних величин

$H_{\text{в}}$  – вільний напір у диктуючій точці, м

$H_{\text{вБ}}$  – висота водонапірної башти, м

$h_{\text{м}}$  – втрати напору в мережі, м

$n$  – поверховість будівлі, яка розташована в диктуючій точці

$Q_{\text{АУПГ}}$  – витрати води на автоматичну установку пожежогасіння, л/с

$Q_{\text{ПОЖ}}^{\text{ЗОВН}}$  – витрати води на внутрішнє пожежогасіння, л/с

$Q_{\text{ПОЖ}}^{\text{ВН}}$  – витрати води на внутрішнє пожежогасіння однієї пожежі, л/с

$W_{\text{бВБ}}$  – об'єм бака водонапірної башти,  $\text{м}^3$

$W_{\text{НЗ}}$  – об'єм недоторканного запасу води,  $\text{м}^3$

$W_{\text{НПЗ}}$  – недоторканий пожежний запас води,  $\text{м}^3$

$W_{\text{НЗГ-п}}$  – запас води, необхідний на господарсько-питні потреби в годину максимального водоспоживання,  $\text{м}^3$

$W_{\text{рег}}$  – регулюючий об'єм бака водонапірної башти або резервуара,  $\text{м}^3$

$W_{\text{ПР}}$  – об'єм пожежного резервуара,  $\text{м}^3$

$W_{\text{ПВ}}$  – об'єм пожежного водоймища,  $\text{м}^3$

$W_{\text{АУПГ}}$  – запас води, необхідний на одну годину роботи автоматичної установки пожежогасіння,  $\text{м}^3$

$z_{\text{д.т.}}$  – геодезична відмітка диктуючої точки, м

$z_{\text{вБ}}$  – геодезична відмітка встановлення водонапірної башти, м

$\tau$  – час, на який зберігаються пожежні витрати води, хвилин або годин

$\tau_{\text{АУПГ}}$  – час роботи автоматичної установки пожежогасіння, год

### 5.3 Методика розв'язання основних типів задач

1. Визначити необхідний об'єм бака та висоту водонапірної башти, якщо вона забезпечує збереження води на пожежогасіння заданої будівлі. Обрати типову водонапірну башту.

Дано:

тип та характеристика будівлі  
 $n$

$Q_{\max, \text{доб}}$

$Q_{\Gamma-\Pi}$

$z_{\text{д.т.}}$

$z_{\text{ВБ}}$

$h_{\text{М}}$

$W_{\text{б ВБ}} - ?$

$H_{\text{ВБ}} - ?$

Розв'язання:

1) Визначаємо нормативні витрати води на зовнішнє пожежогасіння (додатки бв, бг або [3], табл. 3 – 6):

$$Q_{\text{ПОЖ}}^{\text{ЗОВН}} =$$

2) Визначаємо нормативні витрати води на внутрішнє пожежогасіння (додатки бд, бе або [4], табл. 3, 4):

$$Q_{\text{ПОЖ}}^{\text{ВН}} =$$

3) Визначаємо об'єм регулюючого запасу води, який приймаємо 10% від максимальних добових витрат води:

$$W_{\text{рег}} = \frac{10Q_{\max, \text{доб}}}{100}, \text{ м}^3.$$

4) Визначаємо об'єм недоторканного запасу води:

$$W_{\text{НЗ}} = W_{\text{НПЗ}} + W_{\text{НЗ}\Gamma-\Pi}, \text{ м}^3,$$

де

$$W_{\text{НПЗ}} = \tau(Q_{\text{ПОЖ}}^{\text{ЗОВН}} + Q_{\text{ПОЖ}}^{\text{ВН}}), \text{ м}^3,$$

$$W_{\text{НЗ}\Gamma-\Pi} = \tau Q_{\Gamma-\Pi}, \text{ м}^3,$$

$\tau = 10$  хвилин.

5) Визначаємо об'єм бака:

$$W_{\text{б ВБ}} = W_{\text{рег}} + W_{\text{НЗ}}, \text{ м}^3.$$

6) Визначаємо висоту башти:

$$H_{\text{ВБ}} = h_{\text{М}} + H_{\text{В}} + (z_{\text{д.т.}} - z_{\text{ВБ}}), \text{ м},$$

де  $h_{\text{М}}$  – втрати напору в мережі при її роботі до пожежі, м;

$H_{\text{В}} = 10 + 4 \cdot (n - 1)$  – вільний напір у диктуючій точці, м;

$n$  – поверховість будівель;

$z_{\text{д.т.}}$  – геодезична відмітка диктуючої точки, м;

$z_{\text{ВБ}}$  – геодезична відмітка встановлення водонапірної башти, м.

7) Обирається типова водонапірна башта (додаток 10).

2. Визначити необхідний об'єм пожежного резервуара, якщо він забезпечує збереження води на потреби пожежогасіння заданої будівлі. Обрати типовий пожежний резервуар.

<p>Дано:</p> <p>тип та характеристика будівлі</p> <p><math>Q_{\text{max.доб}}</math></p> <p><math>Q_{\text{Г-П}}</math></p> <p><math>Q_{\text{АУПГ}}</math></p> <hr/> <p><math>W_{\text{ПР}} - ?</math></p>	<p>Розв'язання:</p> <p>1) Визначаємо нормативні витрати води на зовнішнє пожежогасіння (додатки бв, бг або [3], табл. 3 – 6):</p> $Q_{\text{ПОЖ}}^{\text{ЗОВН}} =$ <p>2) Визначаємо нормативні витрати води на внутрішнє пожежогасіння (додатки бд, бе або [4], табл. 3, 4):</p> $Q_{\text{ПОЖ}}^{\text{ВН}} =$ <p>3) Визначаємо пожежні витрати води:</p> $Q_{\text{ПОЖ}} = Q_{\text{ПОЖ}}^{\text{ЗОВН}} + Q_{\text{ПОЖ}}^{\text{ВН}}, \text{ л/с.}$ <p>4) Визначаємо об'єм регулюючого запасу води, який приймаємо 20% від максимальних добових витрат води:</p> $W_{\text{рег}} = \frac{20Q_{\text{max.доб}}}{100}, \text{ м}^3.$ <p>5) Визначаємо об'єм недоторканного запасу води:</p> $W_{\text{НЗ}} = W_{\text{НПЗ}} + W_{\text{НЗГ-П}} + W_{\text{АУПГ}}, \text{ м}^3,$ <p>де</p> $W_{\text{НПЗ}} = \tau Q_{\text{ПОЖ}}, \text{ м}^3,$ $W_{\text{НЗГ-П}} = \tau Q_{\text{Г-П}}, \text{ м}^3,$ $W_{\text{АУПГ}} = \tau_{\text{АУПГ}} Q_{\text{АУПГ}}, \text{ м}^3,$ <p><math>\tau = 3</math> години;  <math>\tau_{\text{АУПГ}} = 1</math> година.</p> <p>6) Визначаємо об'єм ПР:</p> $W_{\text{ПР}} = W_{\text{рег}} + W_{\text{НЗ}}, \text{ м}^3.$ <p>7) Обираємо типовий пожежний резервуар (додаток 11).</p>
---	--

3. Перевірте вірність проектного рішення та обґрунтуйте його вимогами нормативних документів щодо наступного: біля заданої будівлі запроектовано пожежний резервуар заданого об'єму.

Дано:

тип та характеристика будівлі

$Q_{\text{max.доб}}$

$Q_{\text{г-п}}$

$Q_{\text{АУПГ}}$

Розв'язання:

1) Визначаємо нормативні витрати води на зовнішнє пожежогасіння (додатки бв, бг або [3], табл. 3 – 6):

$$Q_{\text{пож}}^{\text{зовн}} =$$

2) Визначаємо нормативні витрати води на внутрішнє пожежогасіння (додатки бд, бе або [4], табл. 3, 4):

вірність  
проектного  
рішення – ?

$$Q_{\text{ПОЖ}}^{\text{ВН}} =$$

3) Визначаємо пожежні витрати води:

$$Q_{\text{ПОЖ}} = Q_{\text{ПОЖ}}^{\text{ЗОВН}} + Q_{\text{ПОЖ}}^{\text{ВН}}, \text{ л/с.}$$

4) Визначаємо об'єм регулюючого запасу води, який приймаємо 20% від максимальних добових витрат води:

$$W_{\text{рег}} = \frac{20Q_{\text{макс.доб}}}{100}, \text{ м}^3.$$

5) Визначаємо об'єм недоторканного запасу води:

$$W_{\text{НЗ}} = W_{\text{НПЗ}} + W_{\text{НЗГ-П}} + W_{\text{АУПГ}}, \text{ м}^3,$$

де

$$W_{\text{НПЗ}} = \tau Q_{\text{ПОЖ}}, \text{ м}^3,$$

$$W_{\text{НЗГ-П}} = \tau Q_{\text{Г-П}}, \text{ м}^3,$$

$$W_{\text{АУПГ}} = \tau_{\text{АУПГ}} Q_{\text{АУПГ}}, \text{ м}^3,$$

$\tau=3$  години;

$\tau_{\text{АУПГ}}=1$  година.

6) Визначаємо об'єм ПР:

$$W_{\text{ПР}} = W_{\text{рег}} + W_{\text{НЗ}}, \text{ м}^3.$$

7) Порівнюємо розрахований об'єм пожежного резервуара із заданим за умовами задачі:

– якщо розрахований об'єм пожежного резервуара є меншим або дорівнює об'єму резервуара із заданим за умовами задачі, то запроєктоване рішення відповідає вимогам нормативних документів, що підтвердив розрахунок;

– якщо розрахований об'єм пожежного резервуара є більшим, ніж заданий за умовами задачі, тоді необхідно вказати, якому пункту якого нормативного документа не відповідає запроєктоване рішення.

4. Перевірте вірність проектної рішення та обґрунтуйте його вимогами нормативних документів щодо наступного: біля заданої будівлі запроєктовано водонапірну башту.

Дано:

тип та характеристика будівлі

$n$

$Q_{\max. \text{доб}}$

$Q_{\Gamma-\Pi}$

$z_{\text{д.т.}}$

$z_{\text{ВБ}}$

$h_{\text{м}}$

$W_{\text{б ВБ}}$

$H_{\text{ВБ}}$

вірність проектного рішення – ?

Розв'язання:

1) Визначаємо нормативні витрати води на зовнішнє пожежогасіння (додатки бв, бг або [3], табл. 3 – 6):

$$Q_{\text{ПОЖ}}^{\text{ЗОВН}} =$$

2) Визначаємо нормативні витрати води на внутрішнє пожежогасіння (додатки бд, бе або [4], табл. 3, 4):

$$Q_{\text{ПОЖ}}^{\text{ВН}} =$$

3) Визначаємо об'єм регулюючого запасу води, який приймаємо 10% від максимальних добових витрат води:

$$W_{\text{рег}} = \frac{10Q_{\max. \text{доб}}}{100}, \text{ м}^3.$$

4) Визначаємо об'єм недоторканного запасу води:

$$W_{\text{НЗ}} = W_{\text{НПЗ}} + W_{\text{НЗ}\Gamma-\Pi}, \text{ м}^3,$$

де

$$W_{\text{НПЗ}} = \tau(Q_{\text{ПОЖ}}^{\text{ЗОВН}} + Q_{\text{ПОЖ}}^{\text{ВН}}), \text{ м}^3,$$

$$W_{\text{НЗ}\Gamma-\Pi} = \tau Q_{\Gamma-\Pi}, \text{ м}^3,$$

$\tau=10$  хвилин.

5) Визначаємо об'єм бака:

$$W_{\text{б ВБ}} = W_{\text{рег}} + W_{\text{НЗ}}, \text{ м}^3.$$

6) Визначаємо висоту башти:

$$H_{\text{ВБ}} = h_{\text{м}} + H_{\text{в}} + (z_{\text{д.т.}} - z_{\text{ВБ}}), \text{ м},$$

де  $h_{\text{м}}$  – втрати напору в мережі при її роботі до пожежі, м;

$H_{\text{в}} = 10 + 4 \cdot (n - 1)$  – вільний напір у диктуючій точці, м;  $n$  – поверховість будівель;

$z_{\text{д.т.}}$  – геодезична відмітка диктуючої точки, м;

$z_{\text{ВБ}}$  – геодезична відмітка встановлення водонапірної башти, м.

7) Порівнюємо розраховані об'єм та висоту водонапірної башти із заданими за умовами задачі:

– якщо розраховані об'єм та висота водонапірної башти дорівнюють або є меншими, ніж задані за умовами задачі, то запроєктоване рішення відповідає вимогам нормативних документів, що підтвердив розрахунок;

– якщо розраховані об'єм та висота водонапірної башти є більшими, ніж задані за умовами задачі, то необхідно вказати, якому пункту якого нормативного документа не відповідає запроєктоване рішення.

## 5.4 Задачі

5.4.1. Визначити необхідний об'єм бака та висоту водонапірної башти, якщо вона забезпечує збереження води на пожежогасіння триповерхової виробничої будівлі III ступеня вогнестійкості, категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою В, об'ємом  $13000 \text{ м}^3$ ; максимальні добові витрати води становлять  $30 \text{ м}^3/\text{доб}$ , максимальні годинні витрати на господарсько-питні потреби –  $3 \text{ м}^3/\text{год}$ . Водонапірну башту передбачається розташувати на відмітці 192 м, а будівля розташована на відмітці 187 м. Втрати напору в мережі становлять 3 м. Обрати типову водонапірну башту.

(Відповідь: типова ВБ:  $W_{\text{б ВБ}}=50 \text{ м}^3$ ,  $H_{\text{ВБ}}=18 \text{ м}$ )

5.4.2. Визначити необхідний об'єм пожежного резервуара, якщо він забезпечує збереження води на пожежогасіння десятиповерхової громадської будівлі (висота кожного поверху – 4 м) об'ємом  $20000 \text{ м}^3$ ; максимальні добові витрати води становлять  $15 \text{ м}^3/\text{доб}$ , максимальні годинні витрати на господарсько-питні потреби –  $1,3 \text{ м}^3/\text{год}$ , витрати води на роботу автоматичної установки пожежогасіння –  $35 \text{ л/с}$ . Обрати типовий пожежний резервуар.

(Відповідь: типовий ПР:  $W_{\text{ПР}}=500 \text{ м}^3$ , довжина – 12 м, ширина – 12 м, глибина – 3,64 м)

5.4.3. Перевірте вірність проектного рішення та обґрунтуйте його вимогами нормативних документів щодо наступного: у п'ятиповерховій громадській будівлі (висота кожного поверху – 4 м) запроектовано пожежний резервуар об'ємом  $50 \text{ м}^3$ , об'єм будівлі –  $45000 \text{ м}^3$ ; максимальні добові витрати води становлять  $18 \text{ м}^3/\text{доб}$ , максимальні годинні витрати на господарсько-питні потреби –  $0,5 \text{ м}^3/\text{год}$ , витрати води на роботу установки автоматичного пожежогасіння –  $30 \text{ л/с}$ .

(Відповідь: пожежний резервуар запроектований невірно, об'єм пожежного резервуара повинен бути не менше  $437 \text{ м}^3$ )

5.4.4. Визначити необхідний об'єм бака та висоту водонапірної башти, якщо вона забезпечує збереження води на пожежогасіння шестиповерхової громадської будівлі (висота кожного поверху – 4 м) об'ємом  $26000 \text{ м}^3$ ; максимальні добові витрати води становлять  $10 \text{ м}^3/\text{доб}$ , максимальні годинні витрати на господарсько-питні потреби –  $2 \text{ м}^3/\text{год}$ . Водонапірну башту передбачається розташувати на відмітці 192 м, а будівля розташована на відмітці 182 м. Втрати напору в мережі становлять 2 м. Обрати типову водонапірну башту.

(Відповідь: типова ВБ:  $W_{\text{б ВБ}}=50 \text{ м}^3$ ,  $H_{\text{ВБ}}=24 \text{ м}$ )

5.4.5. Визначити необхідний об'єм пожежного резервуара, якщо він



забезпечує збереження води на пожежогасіння шістнадцятиповерхової житлової будівлі (висота кожного поверху – 3 м) об'ємом 20000 м<sup>3</sup>; максимальні добові витрати води становлять 7 м<sup>3</sup>/доб, максимальні годинні витрати на господарсько-питні потреби – 4 м<sup>3</sup>/год. Обрати типовий пожежний резервуар.

(Відповідь: типовий ПР:  $W_{\text{ПР}}=500 \text{ м}^3$ , довжина – 12 м, ширина – 12 м, глибина – 3,64 м)

5.4.6. Перевірте вірність проектного рішення та обґрунтуйте його вимогами нормативних документів щодо наступного: біля десятиповерхової громадської будівлі (висота кожного поверху – 3 м) запроектовано водонапірну башту об'ємом 50 м<sup>3</sup>, висотою 24 м. Об'єм будівлі – 15000 м<sup>3</sup>. Максимальні добові витрати води становлять 15 м<sup>3</sup>/доб, максимальні годинні витрати на господарсько-питні потреби – 1,2 м<sup>3</sup>/год. Водонапірну башту передбачається розташувати на відмітці 190 м, а будівля розташована на відмітці 180 м. Втрати напору в мережі становлять 5 м.

(Відповідь: водонапірна башта запроектована невірно: висота запроектованої башти є недостатньою для забезпечення подачі води для заданої будівлі)

## 6 ВИБІР ХАРАКТЕРИСТИК І ОСНОВНИХ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ПОЖЕЖНИХ НАСОСІВ

Насосні станції (НС) можуть будуватися за принципом низького або високого тиску:

– насосна станція будується за принципом низького тиску за умови, що необхідний напір насосів у насосній станції до пожежі є більшим або дорівнює необхідному напору насосів при пожежі –  $H_{НС} \geq H_{НС}^{ПОЖ}$ , тобто до пожежі насосна станція забезпечує подачу води на потреби всіх водоспоживачів при звичайному режимі роботи (до пожежі) з необхідним при цьому тиском, а під час пожежі в насосній станції додатково включаються пожежні насоси, які забезпечують подачу лише пожежних витрат води з тиском звичайного режиму роботи;

– насосна станція будується за принципом високого тиску за умови, що необхідний напір насосів у насосній станції до пожежі є меншим (більш ніж на 10 м), ніж необхідний напір насосів при пожежі –  $H_{НС} < H_{НС}^{ПОЖ}$ , тобто до пожежі насосна станція забезпечує подачу води на потреби всіх водоспоживачів при звичайному режимі роботи (до пожежі) з необхідним при цьому тиском, а під час пожежі в насосній станції всі насоси звичайного режиму відключаються, а замість них в роботу включаються пожежні насоси, які забезпечують подачу пожежних витрат води та всіх витрат звичайного режиму з тиском, необхідним задля гасіння пожежі.

Розрахункові витрати насосів насосної станції при пожежі визначаються залежно від того, якого типу насосна станція будується – високого або низького тиску.

Для насосних станцій низького тиску витрати визначаються:

$$Q_{НС}^{ПОЖ} = Q_{ПОЖ}, \text{ м}^3/\text{ГОД},$$

де  $Q_{ПОЖ}$  – нормативні пожежні витрати води, л/с.

Для насосних станцій високого тиску витрати визначаються за формулою:

$$Q_{НС}^{ПОЖ} = Q_{ПОЖ} + Q_{Г-П}, \text{ м}^3/\text{ГОД}.$$

Насоси насосних станцій підключаються між собою за паралельною схемою, тому при визначенні марки насоса необхідно керуватися тим, що кожен з насосів повинен створювати розрахунковий напір, а загальна подача насосів приймається як сума подач кожного з них. Параметри типових насосів наведено у додатку 7.

Кількість резервних насосів, що встановлюються в насосній станції, визначається за [3], п.11.3, таблиця 33 (додаток 8 до цього практикуму).

Доцільно розрахункові параметри насосів, прийняті насоси, їх характеристики та кількість заносити до таблиці 6.1. Але при цьому необхідно звернути увагу на те, що до колонки 1 в окремі рядки заносяться:

- робочі насоси:
  - господарсько-питні насоси;
  - пожежні насоси;
- резервні насоси.

Таблиця 6.1 – Вибір насосів насосної станції першого підйому

Група насосів	Розрахункові параметри насосів		Прийняті насоси та їх параметри			Кількість
	витрати, м <sup>3</sup> /год	напір, м	марка насоса	витрати, м <sup>3</sup> /год	напір, м	
1	2	3	4	5	6	7

Колонки 2 та 3 для робочої групи насосів заповнюються за вихідними даними або розрахунками. Для резервної групи насосів колонки 2 та 3 не заповнюються.

Колонки 4, 5 та 6 заповнюються за допомогою додатків 7 та 8. При цьому необхідно врахувати, що насоси працюють паралельно, тобто вибір насосів здійснюється за необхідним напором, а подача необхідної кількості води забезпечується встановленням у насосній станції декількох насосів.

До колонки 7 заносять необхідну кількість насосів кожної групи, що зможе забезпечити необхідну подачу води.

**Примітка.** При розв'язанні задач необхідно звертати увагу на одиниці виміру всіх величин!!!

#### Список умовних позначень основних величин

$H_{НС}$  – напір господарсько-питних насосів, м

$H_{НС}^{пож}$  – напір пожежних насосів, м

$Q_{пож}$  – нормативні пожежні витрати води, л/с

$Q_{НС}$  – витрати води, що подає насосна станція при режимі роботи до пожежі, м<sup>3</sup>/год

$Q_{НС}^{пож}$  – витрати води, що подає насосна станція при режимі роботи при пожежі, м<sup>3</sup>/год

### 6.1 Методика розв'язання основних типів задач

1. Визначити тип та кількість насосів для насосної станції, що повинна забезпечити подачу води із заданими витратами та напором до зовнішньої мережі об'єднаного водопроводу на господарсько-питні потреби та із заданими витратами та напором – на пожежогасіння.

Дано:

$H_{НС}$

$H_{НС}^{пож}$

$Q_{НС}$

$Q_{НС}^{пож}$

тип  
та  
кількість  
насосів  
в НС – ?

Розв'язання:

1) Визначаємо тип НС:

– при  $H_{НС} \geq H_{НС}^{пож}$  – НС будується за принципом низького тиску;

– при  $H_{НС} < H_{НС}^{пож}$  – НС будується за принципом високого тиску.

2) Обираємо робочі насоси (додаток 7):

а) для НС низького тиску:

Тип насосів	Задані		Прийняті			Кількість
	$H$	$Q$	марка	$H$	$Q$	
господарсько-питні	$H_{НС}$	$Q_{НС}$				
пожежні	$H_{НС}$	$Q_{НС}^{пож}$				

б) для НС високого тиску:

Тип насосів	Задані		Прийняті			Кількість
	$H$	$Q$	марка	$H$	$Q$	
господарсько-питні	$H_{НС}$	$Q_{НС}$				
пожежні	$H_{НС}^{пож}$	$Q_{НС} + Q_{НС}^{пож}$				

3) Обираємо резервні насоси (додатки 7, 8 або [3], п. 11.3., табл. 33):

марка –

кількість –

4) Визначаємо загальну кількість насосів у НС.

## 6.2 Задачі

6.2.1. Визначити тип насосної станції, марку та кількість насосів для насосної станції, що повинна забезпечити подачу води в кількості  $50 \text{ м}^3/\text{год}$  з напором 30 м до зовнішньої мережі об'єднаного водопроводу на господарсько-питні потреби та в кількості  $30 \text{ м}^3/\text{год}$  з напором 25 м – на пожежогашіння.

(Відповідь: низького тиску, К 45/30 – 5 насосів)

6.2.2. Визначити тип насосної станції, марку та кількість насосів для насосної станції, що повинна забезпечити подачу води в кількості 45 м<sup>3</sup>/год з напором 35 м до зовнішньої мережі об'єднаного водопроводу на господарсько-питні потреби та в кількості 45 м<sup>3</sup>/год з напором 50 м – на пожежогасіння.

(Відповідь: високого тиску, К 80-50-200 – 5 насосів)

6.2.3. Визначити тип насосної станції, марку та кількість насосів для насосної станції, що повинна забезпечити подачу води в кількості 15 м<sup>3</sup>/год з напором 30 м до зовнішньої мережі об'єднаного водопроводу на господарсько-питні потреби та в кількості 20 м<sup>3</sup>/год з напором 45 м – на пожежогасіння.

(Відповідь: високого тиску, К 20/30 – 1 насос  
та К 80-50-200 – 3 насоси)

6.2.4. Визначити тип насосної станції, марку та кількість насосів для насосної станції, що повинна забезпечити подачу води в кількості 85 м<sup>3</sup>/год з напором 30 м до зовнішньої мережі об'єднаного водопроводу на господарсько-питні потреби та в кількості 40 м<sup>3</sup>/год з напором 30 м – на пожежогасіння

(Відповідь: низького тиску, К 45/30 – 5 насосів)

## 7 РОЗРАХУНОК ВНУТРІШНЬОГО ПРОТИПОЖЕЖНОГО ВОДОПРОВОДУ

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

Залежно від типу будівлі необхідність проектування ВПВ, а також мінімальні витрати води на пожежогасіння та кількість струменів на кожну точку приміщення визначаються за допомогою п. 8.1 [4]. Для будівлі житлового або громадського призначення кількість струменів на кожну точку приміщення ( $n$ ) та витрату кожного струменя ( $q$ ) визначають за допомогою таблиці 3 [4]. Для будівлі виробничого призначення кількість струменів на кожну точку приміщення ( $n$ ) та витрату кожного струменя ( $q$ ) визначають залежно від категорії будівлі за вибухопожежною та пожежною небезпекою, ступеня вогнестійкості та об'єму будівлі за допомогою таблиці 4 [4] (табл. 3 [4] – додаток бд цього практикуму; табл.4 [4] – додаток бе).

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 [4].

**ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація» 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 [4]). Вибір довжини пожежного рукава для пожежного кран-комплекту здійснюється залежно 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 відповідно до діаметра пожежного кран-комплекту.

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 [6], як первинний засіб пожежогасіння слід передбачити розташування пожежного кран-комплекту діаметром 25 мм, виконаного та укомплектованого відповідно до [5] (крім складських споруд) ([4], п. 8.13).

У квартирах житлових будинків умовною висотою понад 47 м як первинний пристрій пожежогасіння слід передбачити установку внутрішнього квартирної пожежного кран-комплекту відповідно до вимог ДБН В.2.2-15:2005 «Житлові будівлі. Основні положення» та ДБН В.2.2-24:2009 «Проектування висотних житлових і громадських будинків» в комплектації згідно з [5], який забезпечує можливість подавання води у будь-яку точку квартири з урахуванням струменя води 3 м ([4], п. 8.3).

Мінімальний радіус компактної частини струменя визначається за допомогою п. 8.7 [4].

**ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація» 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 [4] (додаток 9) визначаються фактичні параметри розрахункових величин (фактичний радіус компактної частини струменя, фактичні витрати води з пожежного кран-комплекту, напір на пожежному кран-комплекті) залежно 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:

$$L_{ПКК} = k \sqrt{\left(R_{к пр} + l_p\right)^2 - \left(\frac{b}{2}\right)^2}, \quad (7.1)$$

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

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

$l_p$  – довжина пожежного рукава, м;

$b$  – ширина будівлі, м;

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

$$R_{к пр.} = \sqrt{R_{к факт}^2 - (z - 1,35)^2}, \quad (7.2)$$

де  $R_{к\text{ факт}}$  – фактичний радіус компактної частини струменя (табл.5 [4] – додаток 9), м;

$z$  – висота приміщення, м;

1,35 – висота встановлення ПКК над підлогою ([4], п.8.12), м.

Визначення кількості пожежних кран-комплектів виконується у два етапи:

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

– визначається загальна кількість ПКК у будівлі.

При розташуванні ПКК у плані будівлі необхідно враховувати наступне:

– відстань між ПКК повинна бути не більше  $L_{ПКК}$ , що визначалась за формулою (7.1);

– кількість ПКК має бути такою, щоб кожна точка приміщення зрошувалась кількістю струменів, не меншою за нормативну (рис. 7.1).

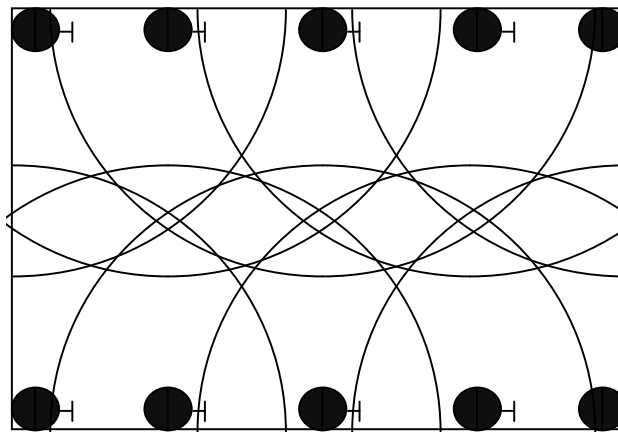


Рисунок 7.1 – Приклад розташування пожежних кран-комплектів у плані будівлі

Загальна кількість ПКК у 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 як первинний засіб пожежогашіння розташовуються пожежні кран-комплекти діаметром 25 мм (крім складських споруд) ([4], п. 8.13):

$$n_{ПКК(25)} = n_{ПКК}.$$

Додаткові витрати води на роботу ПКК діаметром 25 мм не передбачаються ([4], п. 8.11).



У квартирах житлових будинків умовною висотою понад 47 м передбачається установка внутрішнього квартирної 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):

$$n_{\text{ПКК (кв)}} = n_{\text{кв}},$$

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

$n_{\text{кв}}$  – кількість квартир.

Для роботи квартирних ПКК необхідно передбачати витрати води на пожежогащення кількістю 0,5 л/с ([4], табл. 3, примітка).

Конфігурація магістрального трубопроводу та кількість вводів визначаються виходячи з наступного.

Згідно з п.10.1 [4] 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 у будівлю.

**ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація» 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;

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 менше 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 дозвіллево-розважальних закладів з естрадою, кінотеатрів із числом місць більше ніж 300;

3) готелів відповідно до вимог ДБН В.2.2-20:2008 «Готелі»;

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

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

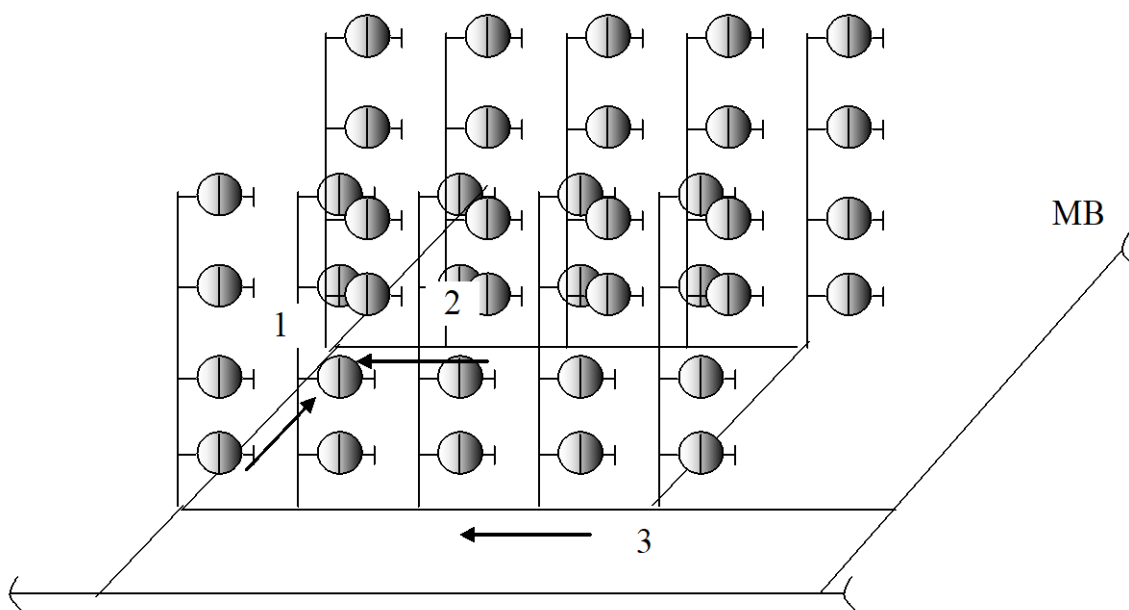
6) лазень при числі місць 200 і більше;

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

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

У розрахунку беруть участь ПКК, що розташовані в диктуючій точці, в кількості, яка дорівнює кількості струменів на кожен точку приміщення  $n$ .

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) (рис.7.2).



**Рисунок 7.2 – Приклад побудування аксонометричної схеми ВІВ будівлі та підготовки її до розрахунку**

Гідравлічний розрахунок мережі виконується згідно з [4], 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 найбільш навантаженої ділянки, м<sup>3</sup>/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 у 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<sup>3</sup>/с.

Втрати напору в магістральному трубопроводі визначаються:

$$h_{\text{М}} = Alq_{\text{діл}}^2, \text{ м,}$$

де  $A$  – питомий опір труб магістрального трубопроводу (додаток 12);

$l$  – довжина магістрального трубопроводу, м;

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

Втрати напору в трубах вводу визначаються:

$$h_{\text{ВВ}} = Al_{\text{ВВ}}q_{\text{ВВ}}^2, \text{ м,}$$

де  $A$  – питомий опір труб вводу (додаток 12);

$l_{\text{ВВ}}$  – довжина вводу, м;

$q_{\text{ВВ}}$  – витрати води, які повинні пропустити труби вводу, м<sup>3</sup>/с.

Необхідний напір на ввіді в будівлю до пожежі складається з наступних величин:

$$H = k_{\text{М}}(h_{\text{М}} + h_{\text{ВВ}}) + h_{\text{Вод}} + H_{\text{В}} + z, \text{ м,} \quad (7.3)$$

де  $h_{\text{М}}$  – втрати напору в частині мережі, що з'єднує точку водоживлення мережі та диктуючу, при роботі мережі до пожежі (визначається залежно від конфігурації мережі: для тупикової – як сума втрат напору ділянок; для кільцевої – як півсума втрат напору в півкільцях, де втрати напору в

півкільцях визначаються як сума втрат напору на розрахункових ділянках, що складають це півкільце, з урахуванням другого закону Кірхгофа), м;

$k_M$  – коефіцієнт урахування місцевих опорів ([4], п.11.7);

$h_{BB}$  – втрати напору в трубах вводу (до пожежі), м;

$h_{вод}$  – втрати напору на водомірі, м;

$H_B$  – вільний напір біля водорозбірного приладу, що розташований в диктуючій точці, м;

$z$  – висота розміщення цього приладу відносно вводу в будівлю, м.

Значення  $k_M$  приймаються наступними ([4], п.11.7):

– 1,3 – у системах питних водопроводів житлових та громадських будинків;

– 1,2 – у системах об'єднаного питного та протипожежного водопроводів житлових та громадських будинків, а також у мережах виробничих водопроводів;

– 1,15 – у системах об'єднаних виробничих і протипожежних водопроводів;

– 1,1 – у системах протипожежних водопроводів.

Необхідний напір на вводі в будівлю при пожежі визначається:

$$H_{\text{пож}} = k_M (h_M + h_{BB}) + H_{\text{ПКК}} + z_{\text{ПКК}}, \text{ м}, \quad (7.4)$$

де  $h_M$  – втрати напору в мережі при її роботі під час пожежі, м;

$h_{BB}$  – втрати напору в трубах вводу під час пожежі, м;

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

$z_{\text{ПКК}} = (n_{\text{пов}} - 1) \cdot z_{\text{пов}} + 1,35 + z_{\text{заг}}$  – висота розміщення найбільш віддаленого від вводу ПКК;  $n_{\text{пов}}$  – кількість поверхів у будівлі;  $z_{\text{пов}}$  – висота одного поверху, м;  $z_{\text{заг}}$  – заглиблення вводу відносно підлоги першого поверху, м; 1,35 – висота розташування ПКК над підлогою, м.

Вибір схеми ВПВ виконується згідно п.14.1, 15.1 [4].

Якщо напір у зовнішній мережі менший від потрібного напору на вводі в будівлю, тоді необхідно запроектувати підвищення напору у внутрішній мережі за допомогою насосів-підвищувачів, водонапірного бака, гідропневмоустановки або інших споруд.

#### Список умовних позначень основних величин

$b$  – ширина будівлі, м

$d_{\text{ПКК}}$  – діаметр пожежного кран-комплекту, мм

$d_H$  – діаметр насадки ствола пожежного кран-комплекту, мм

$H_{\text{ПКК}}$  – напір біля пожежного кран-комплекту, м

$H_B$  – вільний напір біля водорозбірного приладу (пожежного кран-комплекту), розташованого в диктуючій точці, м

$k$  – коефіцієнт, який залежить від нормативної кількості струменів на кожному точку приміщення

$k_M$  – коефіцієнт урахування місцевих опорів

$L_{\text{ПКК}}$  – найбільша відстань між пожежними кран-комплектами, м

$l_p$  – довжина пожежного рукава, м  
 $N_{\text{ПКК}}$  – загальна кількість ПКК у будівлі  
 $n$  – кількість струменів на кожен точку приміщення  
 $n_{\text{кв}}$  – кількість квартир у житловому будинку умовною висотою понад 47 м  
 $n_{\text{пов}}$  – кількість поверхів у будівлі  
 $n_{\text{ПКК}}$  – кількість ПКК на одному поверсі будівлі  
 $n_{\text{ПКК (кв)}}$  – кількість внутрішніх квартирних пожежних кран-комплектів у житловому будинку умовною висотою понад 47 м  
 $n_{\text{ПКК (25)}}$  – кількість пожежних кран-комплектів діаметром 25 мм  
 $R_k$  – радіус компактної частини струменя (мінімальний) з пожежного кран-комплекту, м  
 $R_{k \text{ факт}}$  – фактичний радіус компактної частини струменя з пожежного кран-комплекту, м  
 $R_{k \text{ пр.}}$  – проекція радіуса компактної частини струменя, м  
 $q$  – витрати води з пожежного кран-комплекту (мінімальні), л/с  
 $q_{\text{факт}}$  – фактичні витрати води з пожежного кран-комплекту, л/с  
 $v$  – швидкість руху води в мережі (до пожежі (1 – 1,5) м/с, під час гасіння пожежі до 3 м/с)  
 $z$  – висота приміщення, м  
1,35 – висота встановлення ПКК над підлогою, м  
ВПП – внутрішній протипожежний водопровід  
ПКК – пожежний кран-комплект  
ПКК<sub>(25)</sub> – пожежний кран-комплект діаметром 25 мм

## 7.1 Методика розв'язання основних типів задач

1. Визначити схему ВПП для заданої будівлі.

Дано:	Розв'язання:
тип та характеристика будівлі	1) Визначаємо нормативні витрати води на внутрішнє пожежогасіння ([4], табл. 3, 4 – додаток бд або бе): $n \cdot q =$
$H_{\text{Гар}}$	2) Визначаємо обладнання пожежних кран-комплектів ([4], п.8.7 прим.1, 2 – розділ 7): $d_{\text{ПКК}}$ $l_p$ $d_H$
схема ВПП – ?	3) Визначаємо мінімальний радіус компактної частини струменя ([4], п.8.7 – розділ 7): $R_k$
	4) Визначаємо фактичні розрахункові величини ([4], таблиця 5 – додаток 9): $q_{\text{факт}}$

$$\frac{R_{\text{к факт}},}{H_{\text{ПКК}}}$$

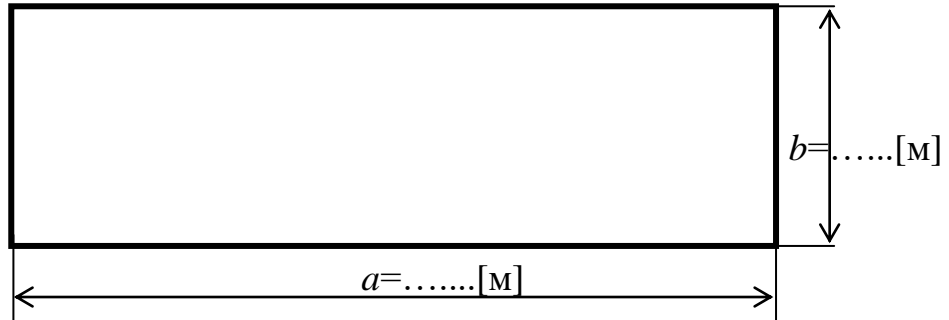
5) Визначаємо  $R_{\text{к пр.}}$ :

$$R_{\text{к пр.}} = \sqrt{R_{\text{к факт}}^2 - (z - 1,35)^2}.$$

6) Визначаємо відстань між ПКК:

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

7) Графічно визначаємо кількість ПКК на одному поверсі:



$$n_{\text{ПКК}} =$$

8) Визначаємо загальну кількість ПКК у будівлі:

$$N_{\text{ПКК}} = n_{\text{пов}} \cdot n_{\text{ПКК}}.$$

9) У шафах пожежних кран-комплектів як первинний засіб пожежогасіння розташовуються пожежні кран-комплекти діаметром 25 мм (крім складських споруд) ([4], п. 8.13):

$$n_{\text{ПКК (25)}} = n_{\text{ПКК}}$$

У квартирах житлових будинків умовною висотою понад 47 м передбачається установка внутрішнього квартирної пожежного кран-комплекту в комплектації згідно з [5], який забезпечує можливість подавання води у будь-яку точку квартири з урахуванням струменя води 3 м ([4], п. 8.3)

$$n_{\text{ПКК (кв)}} = n_{\text{кв}},$$

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

$n_{\text{кв}}$  – кількість квартир.

10) Визначаємо конфігурацію магістрального трубопроводу та кількість вводів у будівлю ([4], п.10.1 – розділ 7).

11) Будуємо аксонометричну схему системи ВПВ будівлі, виконуємо гідравлічний розрахунок та визначаємо необхідний напір на ввіді в будівлю при роботі мережі під час гасіння пожежі:

$$H_{\text{пож}} = k_M (h_M + h_{\text{вв}}) + H_{\text{ПКК}} + z_{\text{ПКК}},$$

де  $h_M = Alq_{\text{діл}}^2$  – втрати напору в мережі при її роботі під

час гасіння пожежі, м;

$h_{\text{ВВ}} = Al_{\text{ВВ}} q_{\text{ВВ}}^2$  – втрати напору в трубах вводу під час гасіння пожежі, м;

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

$z_{\text{ПКК}} = (n_{\text{пов}} - 1) \cdot z_{\text{пов}} + 1,35 + z_{\text{заг}}$  – висота розміщення найбільш віддаленого від вводу ПКК;  $n_{\text{пов}}$  – кількість поверхів у будівлі;  $z_{\text{пов}}$  – висота одного поверху, м;  $z_{\text{заг}}$  – заглиблення вводу відносно підлоги першого поверху, м; 1,35 – висота розташування ПКК над підлогою, м.

12) Порівнюємо необхідний напір на вводі в будівлю при роботі мережі під час гасіння пожежі  $H_{\text{пож}}$  з гарантованим напором на вводі  $H_{\text{гар}}$  та робимо вибір схеми ВПВ – з підвищувальними установками або без підвищувальних установок.

2. Перевірте вірність запроєктованого рішення щодо наступного: в заданій будівлі запроєктовано задану кількість пожежних кран-комплектів із заданим обладнанням.

Дано:  
тип  
та  
характеристика  
будівлі

Розв'язання:

1) Визначаємо нормативні витрати води на внутрішнє пожежогасіння ([4], табл. 3, 4 – додаток бд або бе):

$$n \cdot q =$$

2) Визначаємо обладнання пожежних кран-комплектів ([4], п.8.7 прим.1, 2 – розділ 7):

$$d_{\text{ПКК}}$$

$$l_p$$

$$d_n$$

3) Визначаємо мінімальний радіус компактної частини струменя ([4], п.8.7 – розділ 7):

$$R_k$$

4) Визначаємо фактичні розрахункові величини ([4], таблиця 5 – додаток 9):

$$q_{\text{факт}},$$

$$R_k \text{ факт},$$

$$H_{\text{ПКК}}.$$

5) Визначаємо  $R_{k \text{ пр.}}$ :

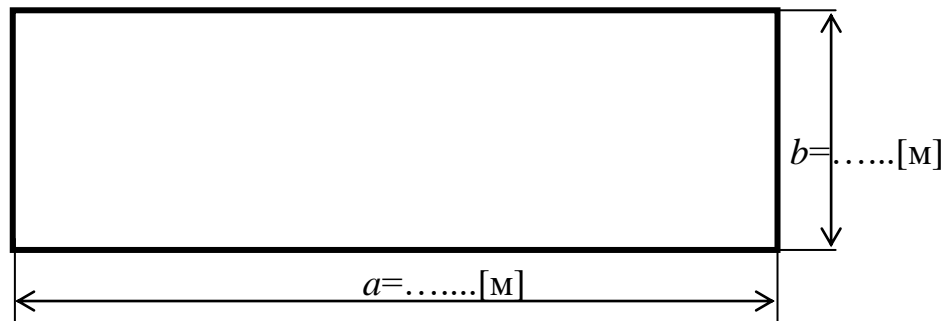
$$R_{k \text{ пр.}} = \sqrt{R_k^2 \text{ факт} - (z - 1,35)^2}.$$

6) Визначаємо відстань між ПКК:

вірність  
запроєктованого  
рішення – ?

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

7) Графічно визначаємо кількість ПКК на одному поверсі:



$n_{\text{ПКК}} =$

8) Визначаємо загальну кількість ПКК у будівлі:

$$N_{\text{ПКК}} = n_{\text{пов}} \cdot n_{\text{ПКК}}.$$

9) Визначаємо кількість ПКК діаметром 25 мм (крім складських споруд) ([4], п. 8.13):

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

Для житлових будинків умовною висотою понад 47 м перевіряємо передбачення установки внутрішнього квартирнього пожежного кран-комплекту в комплектації згідно з [5], який забезпечує можливість подавання води у будь-яку точку квартири з урахуванням струменя води 3 м ([4], п. 8.3):

$$n_{\text{ПКК (кв)}} = n_{\text{кв}},$$

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

$n_{\text{кв}}$  – кількість квартир.

10) Порівнюємо розраховану загальну кількість ПКК (основних, додаткових та квартирних) із заданою за умовами задачі:

- якщо розрахована кількість ПКК є не меншою за задану, то запроєктоване рішення відповідає вимогам нормативних документів, що підтвердив розрахунок;
- якщо розрахована кількість ПКК є більшою за задану, необхідно вказати, якому пункту якого нормативного документа не відповідає запроєктоване рішення.

## 7.2 Задачі

7.2.1. Визначити схему ВПВ для виробничої п'ятиповерхової будівлі II



ступеня вогнестійкості, категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою В. Висота кожного поверху – 4 м, ширина будівлі – 30 м, довжина – 70 м. Гарантований напір зовнішньої мережі становить 28 м. Відстань від будівлі до зовнішньої мережі – 15 м. Глибина залягання зовнішньої мережі – 1,2 м.

(Відповідь: схема ВПВ з підвищувальними установками)

7.2.2. Перевірте вірність запроєктованого рішення: в одноповерховій виробничій будівлі III ступеня вогнестійкості, категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою Г, довжиною 60 м, шириною 18 м, висотою 6 м запроєктовано три пожежних кран-комплекти діаметром 50 мм з рукавами довжиною 15 м та стволами діаметром насадки 13 мм.

(Відповідь: запроєктоване рішення є невірним – необхідно встановити не менше ніж чотири ПКК діаметром 50 мм та чотири ПКК діаметром 25 мм)

7.2.3. Визначити необхідну кількість пожежних кран-комплектів (ПКК) у вісімнадцятиповерховій житловій будівлі шириною 24 м, довжиною 30 м. Висота кожного поверху – 3,5 м. На кожному поверсі розташовано 2 квартири.

(Відповідь: в шафах ПКК – 54 ПКК діаметром 50 мм та 54 ПКК діаметром 25 мм; 36 квартирних ПКК)

7.2.4. Перевірте вірність запроєктованого рішення: в шестиповерховому гуртожитку (висота кожного поверху – 4 м, ширина будівлі – 24 м, довжина – 60 м) запроєктовано 24 пожежних кран-комплекти діаметром 50 мм з рукавами довжиною 20 м та стволами з діаметром насадки 19 мм.

(Відповідь: проектне рішення не відповідає вимогам норм – необхідно в кожній шафі ПКК додатково встановити ПКК діаметром 25 мм)

7.2.5. Визначити схему ВПВ для громадської дев'ятиповерхової будівлі (висота кожного поверху – 4 м) шириною 18 м, довжиною 36 м. Гарантований напір зовнішньої мережі становить 32 м. Відстань від будівлі до зовнішньої мережі – 20 м. Глибина залягання зовнішньої мережі – 0,9 м.

(Відповідь: схема ВПВ з підвищувальними установками)

7.2.6. Перевірте вірність запроєктованого рішення: в чотириповерховій адміністративно-побутовій будівлі виробничого підприємства довжиною 40 м, шириною 18 м, висотою кожного поверху 4 м запроєктовано чотири пожежних кран-комплекти діаметром 50 мм з рукавами довжиною 20 м та стволами з діаметром насадки 13 мм. В кожній шафі ПКК встановлений додатково ПКК діаметром 25 мм.

(Відповідь: проектне рішення відповідає вимогам норм)

7.2.7. Визначити необхідну кількість пожежних кран-комплектів (ПКК) в п'ятиповерховій будівлі підприємства торгівлі (висота кожного поверху – 4 м), шириною 36 м, довжиною 60 м.

(Відповідь: в шафах ПКК – 30 ПКК діаметром 50 мм та 30 ПКК діаметром 25 мм)

7.2.8. Визначити схему ВПВ для багатофункціональної двоповерхової будівлі (висота кожного поверху – 4,5 м) шириною 42 м, довжиною 60 м. Гарантований напір зовнішньої мережі становить 36 м. Відстань від будівлі до зовнішньої мережі – 12 м. Глибина залягання зовнішньої мережі – 1 м.

(Відповідь: схема ВПВ з підвищувальними установками)

## **8 ВИПРОБУВАННЯ НА ВОДОВІДДАЧУ ВОДОПРОВІДНИХ МЕРЕЖ**

Водовіддача – максимальна кількість води, яку можна забрати з мережі на потреби пожежогасіння. Мета випробування водопровідних мереж на водовіддачу полягає в тому, щоб визначити дійсний напір і витрату води, порівняти з нормативними та зробити висновок про здатність мережі забезпечити подачу необхідної кількості води.

### **Випробування внутрішніх водопровідних мереж**

Послідовність випробувань систем внутрішнього протипожежного водопроводу пропонується наступною:

- визначаються нормативні витрати води на пожежогасіння (мінімальні витрати та кількість струменів на кожну точку приміщення);
- обирають пожежні кран-комплекти, що повинні брати участь у випробуваннях; кількість пожежних кран-комплектів для випробувань дорівнює кількості струменів на кожну точку приміщення (вони повинні бути найбільш віддаленими від вводу в будівлю);
- випробування проводять у години мінімального тиску у зовнішній мережі та максимальних витрат на господарсько-питні або виробничі потреби;
- від пожежних кран-комплектів прокладають рукава зі стволами та вимірюють витрати води, при цьому злив води проводять назовні через віконні отвори;
- порівнюються витрати води, визначені під час випробування, з нормативними та робиться висновок про відповідність водовіддачі водопроводу вимогам норм.

Водопровід відповідає вимогам норм, якщо витрати води є не меншими за нормативні для цієї споруди.

При проведенні випробування водопровідної мережі на водовіддачу витрати води можуть вимірюватись стволом-водоміром, трубкою Піто, пристроєм СВ, об'ємним способом.

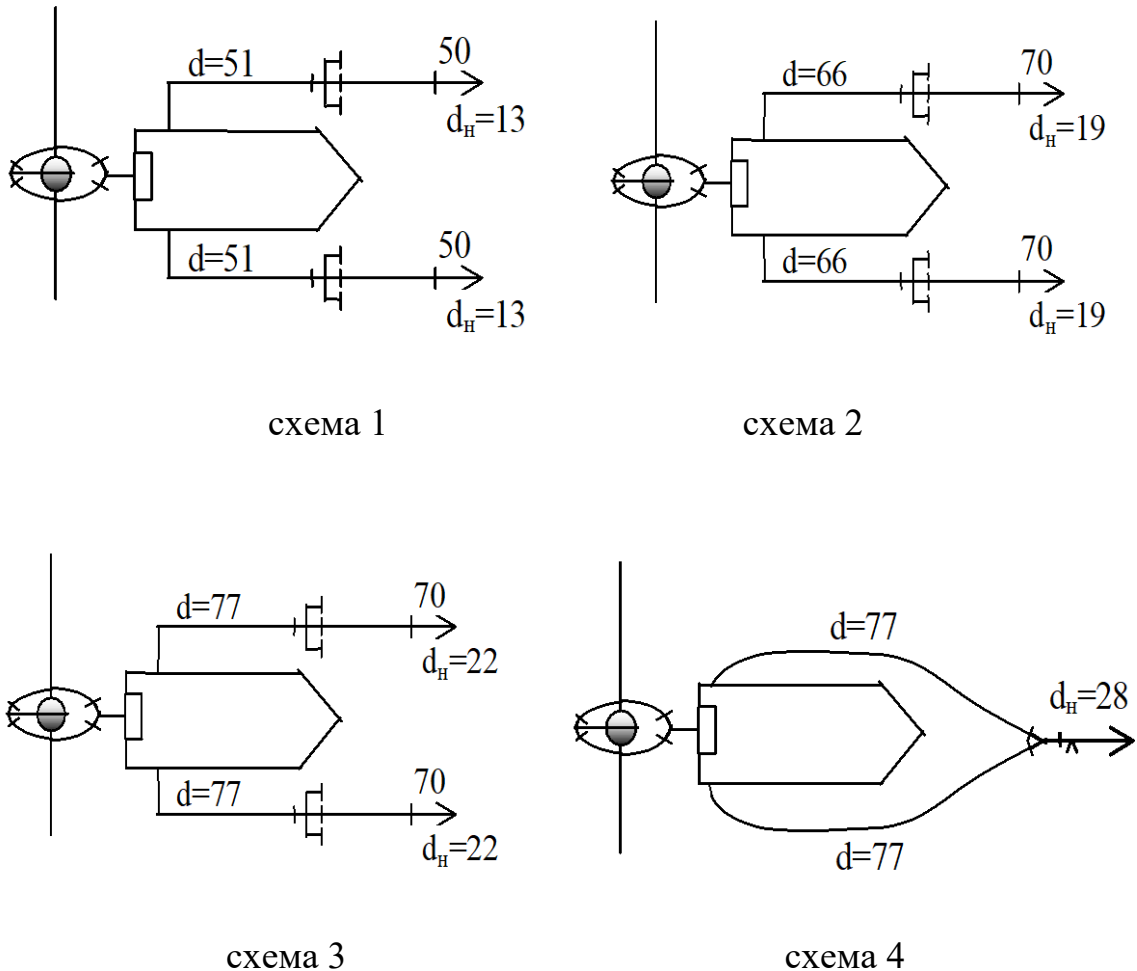
### **Випробування зовнішніх водопровідних мереж низького тиску**

Перед початком проведення випробувань на водовіддачу водопроводу низького тиску обирають ділянку мережі, яка перебуває в найгірших умовах за водозабезпеченням.

Для одержання в ході випробування більш достовірних значень водовіддачі, необхідно створити такі умови випробувань, які будуть відповідати найгіршим. Для цього рекомендовано наступне.

Встановлюють два пожежних автонасоси на гідранти тієї ділянки водопровідної мережі, що підлягає випробуванням. При цьому автонасоси повинні з'єднуватися з гідрантами м'якими всмоктуючими рукавами (для запобігання створенню вакууму при відкачуванні води).

Від кожного автонасоса прокладають рукавні лінії за схемами, показаними на рис. 8.1. При цьому до кожної рукавної лінії приєднують стволи-водоміри, а за їх відсутності – звичайні стволи.



**Рисунок 8.1 – Схеми НПС для проведення випробувань на водовіддачу зовнішніх мереж**

У протоколі випробувань за показаннями мановакуумметрів фіксується значення початкового тиску водопровідної мережі.

Включають у роботу один з насосів. Створюють максимальний режим його роботи та підтримують такий режим дві хвилини.

У протоколі фіксується час початку випробувань, по закінченні двох хвилин роботи насосів у максимальному режимі знімаються показання мановакуумметра на всмоктувальній лінії та показання манометрів стовпів-водомірів.

Випробування закінчуються, якщо тиск на мановакуумметрі дорівнює 3 м, оскільки за меншого тиску відбувається зрив роботи насоса та відбір води з мережі стає неможливим.

За надлишкового напору у всмоктуючій порожнині насоса більше 3 м включається до роботи другий насос, при цьому знижують до мінімуму частоту обертів вала першого насоса (для того, щоб не сталося зриву роботи насосів).

Після вмикання до роботи обох насосів поступово збільшують їхні оберти, поки надлишковий тиск у всмоктуючій лінії насосів не досягне величини 3 м.

Після спливання двох хвилин одночасної роботи насосів вносять до протоколу випробувань показання мановакуумметрів і манометрів обох насосів.

У тому випадку, якщо при максимальному режимі роботи двох насосів величина надлишкового тиску у всмоктуючій лінії обох насосів виявиться більшою за 3 м, необхідно включити до роботи третій насос, попередньо знизивши до мінімуму частоту обертання вала першого і другого насосів. Надалі випробування проводять за одночасної роботи трьох насосів у тій же послідовності. Необхідна кількість одночасно працюючих насосів під час випробувань водопровідної мережі на водовіддачу визначається за умови, що у всмоктуючій лінії кожного насоса при відборі води надлишковий тиск був приблизно 3 м.

Для визначення кількості води, яку можна відібрати від кожного з гідрантів, по черзі вимикають з роботи пожежні насоси, починаючи з першого, та вимірюють витрату води після двохвилинного максимального режиму роботи інших насосів. Результати вимірювань заносять до протоколу випробувань.

Після проведення випробувань на підставі протоколу складається акт випробувань.

#### **Випробування зовнішніх водопровідних мереж високого тиску**

Випробування на водовіддачу водопровідних мереж високого тиску можуть проводитися двома способами:

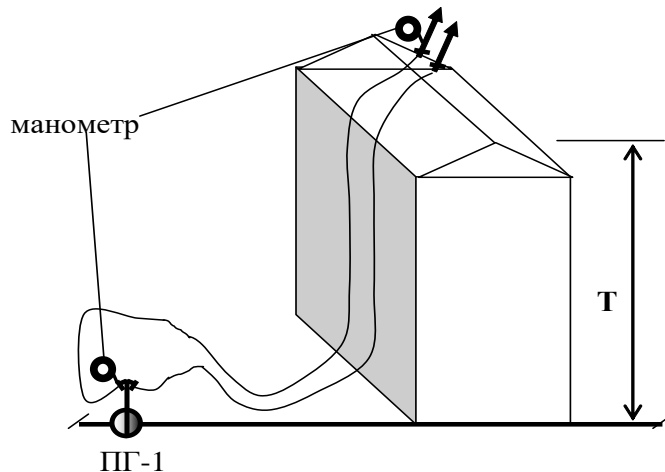
1 спосіб: рукавні лінії зі стволами подаються до найвищої точки найвищої будівлі;

2 спосіб: рукавні лінії зі стволами прокладаються по поверхні землі.

Місце та час проведення випробувань визначаються з урахуванням стандартних вимог.

#### **Перший спосіб (рис. 8.2)**

Згідно з нормами визначають величину витрати води на пожежогасіння (пожежні витрати складаються з нормативних витрат води на зовнішнє та внутрішнє пожежогасіння).



**Рисунок 8.2 – Схема проведення випробувань на водовіддачу зовнішніх мереж високого тиску за першим способом**  
**Визначають кількість рукавних ліній, що потрібно подати від гідрантів:**

$$n_{р.л.} = Q_{пож} / q_1,$$

де  $n_{р.л.}$  – необхідна кількість рукавних ліній;

$Q_{пож}$  – витрата води для цілей пожежогасіння (сумарні витрати на внутрішнє та зовнішнє пожежогасіння), л/с;

$q_1 = 5$  л/с – середня продуктивність одного пожежного струменя, л/с.

Визначають кількість гідрантів, що необхідно використати для проведення випробувань, за умови, що від кожного з них прокладається по дві рукавні лінії:

$$n_{ПГ} = n_{р.л.} / 2,$$

де  $n_{ПГ}$  – кількість працюючих гідрантів.

На гідранти встановлюють пожежні колонки і від них прокладають рукавні лінії довжиною 120 м зі стволами з діаметром насадки 19 мм. Стволи встановлюють на найвищій точці будівлі.

Вмикають до роботи стаціонарні насоси, що підвищують тиск у водопровідній мережі під час гасіння пожежі.

Вмикають до роботи розрахункову кількість гідрантів та вимірюють витрати води зі стволів одним з відомих способів.

Витрати води можуть бути розраховані при визначенні показань манометрів, розміщених на колонці за формулою:

$$Q_{факт} = n_{р.л.} \sqrt{\frac{H_M - T}{n_p S_p + S_H}}, \text{ л/с,} \quad (8.1)$$

де  $Q_{\text{факт}}$  – фактична водовіддача мережі (повні витрати води від всіх гідрантів, задіяних у випробуваннях), л/с;

$H_m$  – показання манометра колонки, м;

$T$  – висота встановлення ствола (для першого способу проведення випробувань дорівнює висоті будівлі –  $z$ , а для другого – нулю), м.

### Другий спосіб

Підготовка, проведення випробувань та перерахунок вимірних величин здійснюється у тій же послідовності, що і для першого способу, з тією лише різницею, що рукавні лінії прокладають по поверхні землі.

Результати вимірювань заносять до протоколу випробувань та роблять висновки про водовіддачу водопроводу. При цьому треба зазначити, що водопровід високого тиску зможе забезпечити подачу розрахункової кількості води на пожежогасіння, якщо при випробуваннях:

– кількість води з кожного ствола – не менше 5 л/с;

– сумарні витрати – не менше  $Q_{\text{норм}}$  ( $Q_{\text{пож}}$ );

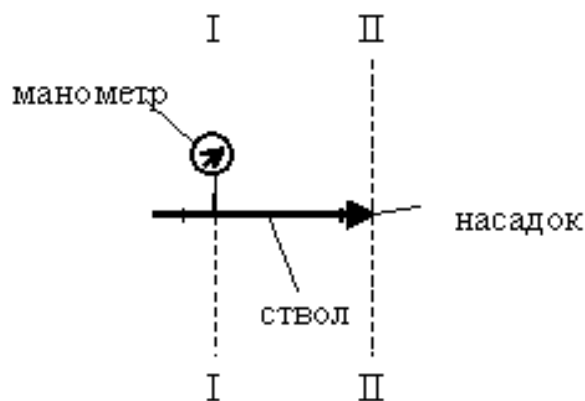
– довжина компактної частини струменя від кожного ствола – не менше 10 м.

**Ствол-водомір** призначений для вимірювання кількості води, що подається через нього.

Ствол-водомір (рис. 8.3) – це звичайний пожежний ствол для одержання компактного струменя, додатково обладнаний манометром і змінними насадками з отворами різних діаметрів.



а



б

**Рисунок 8.3 – Ствол-водомір:**

а) звичайний вигляд; б) розрахункова схема

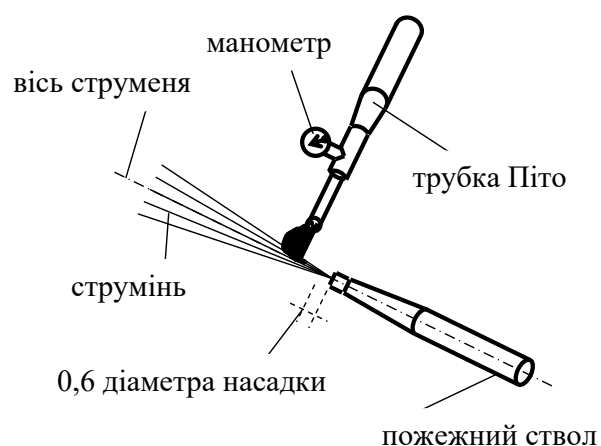
Визначати водовіддачу водопровідної мережі за допомогою ствола-вodomіра можна через провідність –  $p$ , яка визначається як  $p = \frac{\pi d_H^2}{4} \sqrt{2g}$ , тобто для визначеного діаметра насадки ствола є постійною величиною, тоді:

$$Q = p \sqrt{H_M}, \text{ л/с}, \quad (8.2)$$

де  $H_M$  – показання манометра, встановленого на стволі-вodomірі, м;  
 $p$  – провідність насадки пожежного ствола, величина якої залежить від діаметра насадки (додаток 2).

**Трубка Піто** призначена для вимірювання витрат води з пожежних стволів.

Для визначення швидкісного напору за допомогою трубки Піто її необхідно ввести у струмінь на відстань від насадки ствола, що дорівнює половині його діаметра, так, щоб зріз кінця трубки був перпендикулярний струменю (рис. 8.4). Надлишковий тиск у струмені на виході зі ствола дорівнює нулю.



**Рисунок 8.4 – Визначення швидкісного тиску за допомогою трубки Піто**

Витрати води розраховуються так само, як і при розрахунку водовіддачі при проведенні випробувань за допомогою ствола-вodomіра, тобто за формулою (8.2).

**Об'ємний спосіб.** Водовіддача визначається за допомогою мірного бака; зв'язок між витратами води, об'ємом бака та часом його заповнення описується формулою:

$$Q = \frac{W}{t},$$

де  $W$  – об'єм бака (рекомендується брати бак об'ємом не менше 500 –



1000 л), л;

$t$  – час заповнення бака, с.

**Примітка.** При розв'язанні задач необхідно звертати увагу на одиниці виміру всіх величин!!!

#### Список умовних позначень основних величин

ЗПВВТ – зовнішній протипожежний водопровід високого тиску

ЗПВНТ – зовнішній протипожежний водопровід низького тиску

ВПВ – внутрішній протипожежний водопровід

$d_n$  – діаметр насадки пожежного ствола, мм

$d_p$  – діаметр рукава, мм

$H_m$  – показання манометра, м

$n_{стр}$  – кількість пожежних струменів на кожну точку приміщення (для ВПВ)

$n_p$  – кількість рукавів робочої лінії

$n_{р.л.}$  – кількість рукавних ліній

$n_{гг}$  – кількість пожежних гідрантів

$n_{пкк}$  – кількість пожежних кран-комплектів

$p$  – провідність насадки пожежного ствола

$Q_{пож}$  – витрати води на пожежогасіння (нормативні), л/с;

$q_1 = 5$  л/с – середня продуктивність одного пожежного струменя, л/с

$S_p$  – опір одного рукава робочої лінії

$S_n$  – опір насадки ствола

$T$  – висота встановлення ствола, м

$t$  – час заповнення бака, с

$W$  – об'єм бака, л

$z$  – висота будівлі, м

### 8.1 Методика розв'язання основних типів задач

1. При виконанні випробувань на водовіддачу зовнішнього протипожежного водопроводу високого тиску, що забезпечує пожежогасіння заданої будівлі, було використано задану кількість пожежних гідрантів, на які було встановлено колонки з манометрами. Задано спосіб проведення випробувань та показання манометра кожної колонки. Перевірте вірність організації випробувань та визначте водовіддачу мережі.

<p>Дано: ЗПВВТ, тип і характеристика будівлі <math>n_{\text{ПГ}}</math> <math>n_{\text{р.л.}}</math> спосіб проведення випробування <math>z</math> <math>H_{\text{м}}</math></p>	<p>Розв'язання:</p> <p>1) Визначаємо нормативні витрати води на зовнішнє пожежогасіння (додатки бв, бг або [3], табл. 3 – 6):</p> $Q_{\text{ПОЖ}}^{\text{ЗОВ}} =$ <p>2) Визначаємо нормативні витрати води на внутрішнє пожежогасіння (додатки бд, бе або [4], табл. 3, 4):</p> $Q_{\text{ПОЖ}}^{\text{ВН}} =$ <p>3) Визначаємо загальні пожежні витрати води:</p> $Q_{\text{ПОЖ}} = Q_{\text{ПОЖ}}^{\text{ЗОВ}} + Q_{\text{ПОЖ}}^{\text{ВН}}.$
<p>вірність організації – ? <math>Q_{\text{факт}} - ?</math></p>	<p>4) Визначаємо кількість рукавних ліній:</p> $n_{\text{р.л.}} = Q_{\text{ПОЖ}} / 5.$ <p>5) Визначаємо кількість пожежних гідрантів:</p> $n_{\text{ПГ}} = n_{\text{р.л.}} / 2.$ <p>Порівнюємо задану за умовами задачі та необхідну кількість пожежних гідрантів і робимо висновок про вірність (якщо кількість гідрантів, що необхідно задіяти при випробуваннях, є не більшою ніж кількість гідрантів, що використовувалися при проведенні випробувань за умовами задачі) або невірність організації випробувань мережі на водовіддачу.</p> <p>6) Визначаємо фактичні витрати води (опір рукавів та стволів наведені у додатках 1 та 2):</p>
	$Q_{\text{факт}} = n_{\text{р.л.}} \sqrt{\frac{H_{\text{м}} - T}{n_{\text{р}} S_{\text{р}} + S_{\text{н}}}},$ <p>де <math>T</math> – висота встановлення стволів (для першого способу проведення випробувань дорівнює висоті будівлі – <math>z</math>, а для другого – нулю), м.</p> <p>7) Порівнюємо фактичні <math>Q_{\text{факт}}</math> та нормативні <math>Q_{\text{ПОЖ}}</math> витрати та робимо висновок про можливість забезпечення мережею пропуску нормативних витрат води.</p>

2. Визначити фактичну водовіддачу заданої водопровідної мережі, порівняти її з нормативною та зробити висновок про можливість цієї мережі забезпечити подачу води на пожежогасіння. Необхідно визначити водовіддачу мережі при проведенні випробувань об'ємним способом.

<p>Дано:</p> <p>тип мережі, тип і характеристи ка будівлі, об'ємний спосіб <math>n_{ПГ}</math> (<math>n_{ПКК}</math>) <math>W</math> <math>t</math></p> <hr/> <p><math>Q_{факт} - ?</math></p>	<p>Розв'язання:</p> <p>1) Визначаємо нормативні витрати води на пожежогасіння (додатки бв – бе)</p> $Q_{пож}$ <p>2) а) Для внутрішнього протипожежного водопроводу (ВПВ): – визначаємо кількість пожежних кран-комплектів, яка дорівнює кількості струменів на кожную точку приміщення:</p> $n_{ПКК} = n_{стр} \cdot$ <p>Порівнюємо задану за умовами задачі та необхідну кількість пожежних кран-комплектів та робимо висновок про вірність (якщо кількість ПКК, що необхідно задіяти при випробуваннях, є не більшою ніж кількість ПКК, що використовувалися при проведенні випробувань за умовами задачі) або невірність організації випробувань мережі на водовіддачу.</p> <p>б) Для зовнішнього протипожежного водопроводу (ЗПВ): – визначаємо кількість рукавних ліній <math>n_{р.л.} = \frac{Q_{пож}}{5}</math>; – визначаємо кількість пожежних гідрантів <math>n_{ПГ} = \frac{n_{р.л.}}{2}</math>.</p> <p>Порівнюємо задану за умовами задачі та необхідну кількість пожежних гідрантів і робимо висновок про вірність (якщо кількість гідрантів, що необхідно задіяти при випробуваннях, є не більшою ніж кількість гідрантів, що використовувалися при проведенні випробувань за умовами задачі) або невірність організації випробувань мережі на водовіддачу.</p> <p>3) Визначаємо фактичні витрати води:</p> $Q_{факт} = \frac{W}{t}.$ <p>4) Порівнюємо фактичні <math>Q_{факт}</math> та нормативні <math>Q_{пож}</math> витрати та робимо висновок про можливість забезпечення мережею подачі нормативних витрат води.</p>
--	---

3. Визначити фактичну водовіддачу заданої водопровідної мережі, порівняти її з нормативною та зробити висновок про можливість цієї мережі забезпечити подачу води на пожежогасіння. Необхідно визначити водовіддачу мережі при проведенні випробувань за допомогою трубки Піто або ствола-водоміра.

<p>Дано:</p> <p>тип мережі, тип і характеристи ка будівлі, трубка Піто (ствол- водомір) <math>n_{ПГ}</math> (<math>n_{ПКК}</math>) <math>d_H</math> <math>H_M</math></p> <hr/> <p><math>Q_{факт}</math> - ?</p>	<p>Розв'язання:</p> <p>1) Визначаємо нормативні витрати води на пожежогасіння (додатки бв – бе)</p> $Q_{пож}$ <p>2) а) Для внутрішнього протипожежного водопроводу (ВПВ): - визначаємо кількість необхідних рукавних ліній, яка залежить від кількості пожежних кран-комплектів та дорівнює кількості струменів на кожную точку приміщення:</p> $n_{р.л.} = n_{ПКК} = n_{стр.}$ <p>Порівнюємо задану за умовами задачі та необхідну кількість пожежних кран-комплектів і робимо висновок про вірність (якщо кількість ПКК, що необхідно задіяти при випробуваннях, є не більшою ніж кількість ПКК, що використовувалися при проведенні випробувань за умовами задачі) або невірність організації випробувань мережі на водовіддачу.</p> <p>б) Для зовнішнього протипожежного водопроводу (ЗПВ): - визначаємо кількість рукавних ліній <math>n_{р.л.} = \frac{Q_{пож}}{5}</math> ; - визначаємо кількість пожежних гідрантів <math>n_{ПГ} = \frac{n_{р.л.}}{2}</math>.</p> <p>Порівнюємо задану за умовами задачі та необхідну кількість пожежних гідрантів і робимо висновок про вірність (якщо кількість гідрантів, що необхідно задіяти при випробуваннях, є не більшою ніж кількість гідрантів, що використовувалися при проведенні випробувань за умовами задачі) або невірність організації випробувань мережі на водовіддачу.</p> <p>3) Визначаємо фактичні витрати води:</p> $Q_{факт} = n_{р.л.} \cdot \frac{\pi d_H^2}{4} \sqrt{2gH_M}.$ <p>4) Порівнюємо фактичні <math>Q_{факт}</math> та нормативні <math>Q_{пож}</math> витрати та робимо висновок про можливість забезпечення мережею пропуску нормативних витрат води.</p>
---	---

## 8.2 Задачі

8.2.1. При виконанні випробувань на водовіддачу зовнішнього протипожежного водопроводу високого тиску, що забезпечує пожежогасіння виробничого об'єкта з будівлями I ступеня вогнестійкості, категорії Б за вибухопожежною та пожежною небезпекою, об'ємом 12000 м<sup>3</sup>, було використано два пожежних гідранти, на яких було встановлено колонки з манометрами. Випробування виконувались другим способом (рукавні лінії

довжиною 120 м, діаметром рукавів 77 мм(н) зі стволами РСП-70 прокладались по поверхні землі). Показання манометрів колонок – 5,5 атм. Перевірте правильність організації випробувань та визначте водовіддачу мережі за наданими результатами випробувань.

(Відповідь:  $Q_{\text{факт}}=32,88$  л/с, мережа зможе забезпечити подачу  $Q_{\text{пож}}$ , випробування організовано невірною)

8.2.2. Визначити фактичну водовіддачу внутрішньої водопровідної мережі, порівняти її з нормативною та зробити висновок про можливість цієї мережі забезпечити подачу води на пожежогасіння житлової будівлі висотою 56 м. Необхідно визначити водовіддачу мережі при проведенні випробувань об'ємним способом; при цьому використовувався бак об'ємом  $1 \text{ м}^3$ , час його заповнення від двох пожежних кран-комплектів, розташованих на верхньому поверсі, дорівнює 150 с.

(Відповідь:  $Q_{\text{факт}}=6,67$  л/с, мережа зможе забезпечити подачу  $Q_{\text{пож}}$ , випробування організовано вірно)

8.2.3. Визначити фактичну водовіддачу зовнішньої водопровідної мережі низького тиску, порівняти її з нормативною та зробити висновок про можливість цієї мережі забезпечити подачу води на пожежогасіння п'ятиповерхової громадської будівлі (висота одного поверху – 4 м) об'ємом  $13000 \text{ м}^3$ . Необхідно визначити водовіддачу мережі при проведенні випробувань за допомогою трубки Піто; при цьому використовувалися два пожежних гідранти, від кожного було прокладено по дві рукавні лінії зі стволами з діаметром насадок 19 мм. Показання манометрів кожної трубки Піто – 2 атм.

(Відповідь:  $Q_{\text{факт}}=22,44$  л/с, мережа не зможе забезпечити подачу  $Q_{\text{пож}}$ , випробування організовано невірною)

8.2.4. Визначити фактичну водовіддачу внутрішньої водопровідної мережі, порівняти її з нормативною та зробити висновок про можливість цієї мережі забезпечити подачу води на пожежогасіння виробничої будівлі II ступеня вогнестійкості, категорії В за вибухопожежною та пожежною небезпекою, об'ємом  $24000 \text{ м}^3$ . Необхідно визначити водовіддачу мережі при проведенні випробувань за допомогою ствола-водоміра, якщо було використано два пожежних кран-комплекти, від яких прокладалися рукавні лінії зі стволами діаметром 19 мм. Показання манометрів кожного ствола-водоміра – 18 м.

(Відповідь:  $Q_{\text{факт}}=10,7$  л/с, мережа зможе забезпечити подачу  $Q_{\text{пож}}$ , випробування організовано вірно)

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

виробничої будівлі I ступеня вогнестійкості, категорії Б за вибухопожежною та пожежною небезпекою, об'ємом 65000 м<sup>3</sup>, висотою 42 м. Випробування проведені першим способом – стволи встановлюються на самій високій точці будівлі. Використовувалися три пожежних гідранти, від кожного з яких було прокладено по дві рукавні лінії з діаметром рукавів 66 мм (н). Показання манометрів кожної колонки – 6 атм.

(Відповідь:  $Q_{\text{факт}}=24,32$  л/с, мережа не зможе забезпечити подачу  $Q_{\text{пож}}$ , випробування організовано невірно)

8.2.6. Визначити фактичну водовіддачу зовнішньої водопровідної мережі високого тиску, порівняти її з нормативною та зробити висновок про можливість цієї мережі забезпечити подачу води на пожежогасіння виробничої будівлі II ступеня вогнестійкості, категорії Б за вибухопожежною та пожежною небезпекою, об'ємом 240000 м<sup>3</sup>. Випробування проведені другим способом – рукавні лінії прокладаються по поверхні землі. Використовувалися п'ять пожежних гідрантів, від кожного з яких було прокладено по дві рукавні лінії з діаметром рукавів 77 мм (п). Показання манометрів кожної колонки – 5 атм.

(Відповідь:  $Q_{\text{факт}}=83,1$  л/с, мережа зможе забезпечити подачу  $Q_{\text{пож}}$ , випробування організовано вірно)

8.2.7. При виконанні випробувань на водовіддачу зовнішнього протипожежного водопроводу високого тиску, що забезпечує пожежогасіння виробничого об'єкта з будівлями II ступеня вогнестійкості, категорії Б за вибухопожежною та пожежною небезпекою, об'ємом 35000 м<sup>3</sup>, висотою 28 м, було використано два пожежних гідранти, на яких було встановлено колонки з манометрами. Випробування виконувались за першим способом (рукавні лінії довжиною 120 м, діаметром рукавів 77 мм(н) зі стволами діаметром 19 мм подавалися до найвищої точки будівлі). Показання манометрів колонок склали 60 м. Перевірте правильність організації випробувань та визначте водовіддачу мережі за наданими результатами випробувань.

(Відповідь:  $Q_{\text{факт}}=25,1$  л/с, мережа не зможе забезпечити подачу  $Q_{\text{пож}}$ , випробування організовано невірно)

8.2.8. Визначити фактичну водовіддачу внутрішньої водопровідної мережі, порівняти її з нормативною та зробити висновок про можливість цієї мережі забезпечити подачу води на пожежогасіння виробничої будівлі III ступеня вогнестійкості, категорії В за вибухопожежною та пожежною небезпекою, об'ємом 16000 м<sup>3</sup>. Необхідно визначити водовіддачу мережі при проведенні випробувань об'ємним способом; при цьому використовувався бак об'ємом 2 м<sup>3</sup>, час його заповнення від двох пожежних кран-комплектів, розташованих у найвищій точці будівлі, дорівнює 260 с.

(Відповідь:  $Q_{\text{факт}}=7,69$  л/с, мережа не зможе забезпечити подачу  $Q_{\text{пож}}$ , випробування організовано вірно)

8.2.9. Визначити фактичну водовіддачу зовнішньої водопровідної

мережі низького тиску, порівняти її з нормативною та зробити висновок про можливість цієї мережі забезпечити подачу води на пожежогасіння дев'ятиповерхової житлової будівлі (висота одного поверху – 3,5 м) об'ємом 16000 м<sup>3</sup>. Необхідно визначити водовіддачу мережі при проведенні випробувань за допомогою трубки Піто, при цьому використовувалися два пожежних гідранти, від кожного з яких було прокладено по дві рукавні лінії зі стволами з діаметром насадок 19 мм. Показання манометрів кожної трубки Піто – 24 м.

(Відповідь:  $Q_{\text{факт}}=25,6$  л/с, мережа зможе забезпечити подачу  $Q_{\text{пож}}$ , випробування організовано вірно)

8.2.10. Визначити фактичну водовіддачу внутрішньої водопровідної мережі, порівняти її з нормативною та зробити висновок про можливість цієї мережі забезпечити подачу води на пожежогасіння виробничої будівлі III ступеня вогнестійкості, категорії Г за вибухопожежною та пожежною небезпекою, об'ємом 6000 м<sup>3</sup>. Необхідно визначити водовіддачу мережі при проведенні випробувань за допомогою ствола-водоміра, якщо було використано один пожежний кран-комплект, від якого було прокладено рукавну лінію зі стволом діаметром 19 мм. Показання манометра ствола-водоміра – 2 атм.

(Відповідь:  $Q_{\text{факт}}=5,6$  л/с, мережа зможе забезпечити подачу  $Q_{\text{пож}}$ , випробування організовано невірно)

8.2.11. Визначити фактичну водовіддачу зовнішньої водопровідної мережі високого тиску, порівняти її з нормативною та зробити висновок про можливість цієї мережі забезпечити подачу води на пожежогасіння виробничої будівлі I ступеня вогнестійкості, категорії Б за вибухопожежною та пожежною небезпекою, об'ємом 55000 м<sup>3</sup>, висотою 36 м. Випробування проведені першим способом – стволи встановлюються на найвищій точці будівлі. Використовувалися чотири пожежних гідранти, від кожного з яких було прокладено по дві рукавні лінії з діаметром рукавів 77 мм (п). Показання манометрів кожної колонки – 4 атм.

(Відповідь:  $Q_{\text{факт}}=18,8$  л/с, мережа не зможе забезпечити подачу  $Q_{\text{пож}}$ , випробування організовано вірно)

8.2.12. Визначити фактичну водовіддачу зовнішньої водопровідної мережі високого тиску, порівняти її з нормативною та зробити висновок про можливість цієї мережі забезпечити подачу води на пожежогасіння виробничої будівлі I ступеня вогнестійкості, категорії Б за вибухопожежною та пожежною небезпекою, об'ємом 40000 м<sup>3</sup>. Випробування проведені другим способом – рукавні лінії прокладаються по поверхні землі. Використовувалися два пожежних гідранти, від кожного з яких було прокладено по дві рукавні лінії з діаметром рукавів 66 мм (п). Показання манометрів кожної колонки – 4 атм.

(Відповідь:  $Q_{\text{факт}}=27,64$  л/с, мережа не зможе забезпечити подачу  $Q_{\text{пож}}$ , випробування організовано невірно)



## ДОДАТКИ

### Додаток 1

#### Значення опорів пожежних рукавів $S_p$ ( $S_m$ )

$d$ , мм	для прогумованих рукавів	для непрогумованих рукавів
51	0,13	0,24
66	0,034	0,077
77	0,015	0,03
89	0,007	-

### Додаток 2

#### Значення опорів та провідності пожежних стволів

$d$ , мм	$S_H$	$p$	$d$ , мм	$S_H$	$p$
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

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

Радіус (довжина) дії компактної частини струменя, $R_k$ , м	Діаметри насадок стволів $d_n$ , 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;

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

$d_n$  – діаметр насадки ствола, мм.

**Таблиця напорів, витрат води та довжин компактних струменів  
для лафетних стволів**

Напір перед стволом, $H$ , м	Діаметри насадок стволів $d_H$ , мм							
	28		32		38		50	
	$R_K$ , м	$Q$ , л/с	$R_K$ , м	$Q$ , л/с	$R_K$ , м	$Q$ , л/с	$R_K$ , м	$Q$ , л/с
20	20,2	12,2	20	15,9	20,5	22,4	21	38,9
25	23	13,6	23,5	17,8	24	25,1	25	43,5
30	26	14,9	26,5	19,4	27	27,4	28	47,5
35	28	16,2	28,5	21	29,5	29,7	31	51,5
40	30	17,2	30,5	22,5	32	31,7	33	55
45	31,5	18,3	32,5	23,8	34	33,6	35,5	58,3
50	33	19,3	34	25,1	35,5	35,4	37,5	61,4
55	34	20,2	36	26	37	37,2	39	64,4
60	35,5	21,1	37	27,6	38	38,2	40,5	67,3
65	36,5	22	37,5	28,6	39	40,4	41,5	70
70	37	22,8	37,5	29,7	39,5	41,9	42,5	72,6
75	—	—	—	—	40	43,4	43,5	75,3
80	—	—	—	—	40,5	44,8	44,5	77,8
85	—	—	—	—	—	—	45,5	80,1
90	—	—	—	—	—	—	46	82,5
95	—	—	—	—	—	—	46,5	84,8
100	—	—	—	—	—	—	47	87

Напір перед стволом, $H$ , м	Діаметри насадок стволів $d_H$ , мм					
	63		76		89	
	$R_K$ , м	$Q$ , л/с	$R_K$ , м	$Q$ , л/с	$R_K$ , м	$Q$ , л/с
30	29	76,5	30,5	111	32,5	150
35	32	82,5	34	119	36,5	163
40	35	87,3	38	127	41	174
45	38	92,5	41	135	45	184
50	42	97,5	45	142	49	194
55	44	102	49	149	53	203
60	46	106	52	155	56	212
65	49	111	55	162	60	221
70	52	115	58	168	63	230
75	54	119	60,5	174	66	238
80	56	123	63	179	69	245
85	57	127	65	185	72	253
90	59	131	67	191	74	260
95	60	134	69	196	74,5	268
100	62	138	70	201	75,5	274

**ДБН В.2.5-74:2013 «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди.****Основні положення проектування», п. 6.2.12:**

При об'єднаному протипожежному водопроводі населеного пункту та виробничого об'єкта, який розташований поза межами населеного пункту, розрахункову кількість одночасних пожеж необхідно приймати:

Площа території виробничого об'єкта	Кількість мешканців у населеному пункті		
	до 10 тис.	понад 10 тис. до 25 тис.	понад 25 тис.
до 150 га	одна пожежа (на виробничому об'єкті або в населеному пункті за найбільшою витратою води)	дві пожежі (одна в населеному пункті та одна на виробничому об'єкті)	За ДБН В.2.5-74:2013 п.6.2.11 та табл.3 при цьому витрата води визначається як сума необхідного більшого (на виробничому об'єкті або в населеному пункті) та 50% необхідного меншого (на виробничому об'єкті або в населеному пункті)
більше 150 га	дві пожежі (дві в населеному пункті або дві на виробничому об'єкті по найбільшій витраті води)		

**ДБН В.2.5-74:2013 «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди.  
Основні положення проектування», п. 6.2.11:**

Розрахункова кількість одночасних пожеж на виробничому об'єкті приймається залежно від його площі:

- одна пожежа при площі до 150 га;
- дві пожежі – більш 150 га.

**ДБН В.2.5-74:2013 «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди.  
Основні положення проектування», таблиця 3 – Витрати води з  
водопровідної мережі на зовнішнє пожежогасіння в населених пунктах**

Кількість населення в населеному пункті, тис. мешканців	Розрахункова кількість одночасних пожеж	Витрата води на зовнішнє пожежогасіння в населеному пункті на одну пожежу, л/с	
		забудова будівлями висотою до двох поверхів включно незалежно від ступеня їх вогнестійкості	забудова будівлями висотою три поверхи і вище незалежно від їх ступеня вогнестійкості
До 1 включ.	1	5	10
Від 1 до 5 включ.	1	10	10
Те саме 5 – 10 включ.	1	10	15
10 – 25 включ.	2	10	15
25 – 50 включ.	2	20	25
50 – 100 включ.	2	25	35
100 – 200 включ.	3	не нормується	40
200 – 300 включ.	3	«	55
300 – 400 включ.	3	«	70
400 – 500 включ.	3	«	80
500 – 600 включ.	3	«	85
600 – 700 включ.	3	«	90
700 – 800 включ.	3	«	95
800 – 1000 включ.	3	«	100

**Додаток бв (продовження)**

**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 незалежно від їх ступенів вогнестійкості при об'ємах будівель, тис.м <sup>3</sup>				
	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 одnoseкційні 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

**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 вогнестійкост і будівель	Категорія будівлі за вибухопож ежною та пожежною небезпеко ю	Витрата води на зовнішнє пожежогасіння будівель виробничого або складського призначення з ліхтарями, а також без ліхтарів шириною не більше ніж 60 м на одну пожежу, л/с, при об'ємах будівель, тис. м <sup>3</sup>						
		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	–	–
IIIa	Г, Д	10	10	15	15	20	–	–
IIIa	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	–	–	–
IVa	Г, Д	20	25	30	40	–	–	–
IVa	В	25	30	35	50	–	–	–

**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
<b>1. Житлові будинки</b>		
підвищеної поверховості умовною висотою $26,5 \text{ м} < H \leq 47 \text{ м}$	1	2,5
висотні умовною висотою $47 \text{ м} < H \leq 73,5 \text{ м}$	2	2,5
висотні умовною висотою $73,5 \text{ м} < H \leq 100 \text{ м}$	Відповідно до ДБН В.2.2-24:2009	
<b>2. Гуртожитки, громадські будівлі і споруди, крім перелічених в 3, 5, 6, 7, 8</b>		
умовною висотою $H \leq 26,5 \text{ м}$ , об'ємом від $5000 \text{ м}^3$ до $25000 \text{ м}^3$	1	2,5
те саме об'ємом більше $25000 \text{ м}^3$	2	2,5
підвищеної поверховості умовною висотою $26,5 \text{ м} < H \leq 47 \text{ м}$	2	2,5
те саме об'ємом більше $25000 \text{ м}^3$	3	2,5
висотні умовною висотою $47 \text{ м} < H \leq 73,5 \text{ м}$	4	5
те саме і об'ємом більше $50000 \text{ м}^3$	8	5
висотні умовною висотою $73,5 \text{ м} < H \leq 100 \text{ м}$	Відповідно до ДБН В.2.2-24:2009	
<b>3. Культурно-видовищні та дозвіллеві заклади, актові та конференц-зали з кіноапаратурою</b>	Відповідно до ДБН В.2.2-16:2005	
<b>4. Адміністративно-побутові будівлі виробничих підприємств</b>		
об'ємом від $5000 \text{ м}^3$ до $25000 \text{ м}^3$	1	2,5
об'ємом більше $25000 \text{ м}^3$	2	2,5
висотні умовною висотою $H > 47 \text{ м}$ і об'ємом до $50000 \text{ м}^3$	4	2,5
те саме і об'ємом більше $50000 \text{ м}^3$	8	2,5
<b>5. Багатофункціональні будівлі</b>		
багатоповерхові умовною висотою до $26,5 \text{ м}$ , об'ємом від $5000 \text{ м}^3$ до $25000 \text{ м}^3$	2	2,5
те саме об'ємом більше $25000 \text{ м}^3$	3	2,5
підвищеної поверховості умовною висотою $26,5 \text{ м} < H \leq 47 \text{ м}$ , об'ємом до $25000 \text{ м}^3$	3	2,5
те саме об'ємом більше $25000 \text{ м}^3$	4	2,5



Продовження додатка бд

висотні умовною висотою $47 \text{ м} < H \leq 73,5 \text{ м}$	4	5
те саме і об'ємом більше $50000 \text{ м}^3$	8	5
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 $5000 \text{ м}^3$ до $25000 \text{ м}^3$	2	2,5
об'ємом від $25000 \text{ м}^3$ до $50000 \text{ м}^3$	3	2,5
об'ємом більше $50000 \text{ м}^3$	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 $0,5 \text{ л/с}$ .		

**ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація», таблиця 4 –  
Витрати 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 <sup>3</sup>							
		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, IIIa	A, B, B	2×2,5	2×5	2×5	2×5	2×5	3×5	3×5	4×5
III	B	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, IVa, V	B	2×2,5	2×5	–	–	–	–	–	–
IIIб, IV, IVa, V	Г, Д	–	2×2,5	2×2,5	–	–	–	–	–

## Характеристики насосів

Марка насоса	Напір насоса, м	Подача (витрата) насоса, м <sup>3</sup> /год
Відцентрові насоси консольного типу		
К8/18	18	8
К20	18	20
К90/20	20	90
К20/30	30	20
К45/30	30	45
К-80-50-200	50	50
К-100-65-200	50	100
К-100-65-250	80	100
Відцентрові насоси консольного типу КМ		
КМ 50-32-125	20	12,5
КМ 65-50-160	32	25
КМ 100-80-160	32	100
КМ 80-50-200	50	50
КМ 100-65-200	50	100
Відцентрово – вихрові насоси		
ЦВК 4/85	85	14,4
ЦВК 5/120	120	18
ЦВК 6,3/160	160	22,7
Відцентрові насоси типу Д		
Д200-95	23	100
Д200-36	36	200
Д320-50	50	320
Д800-57	57	800
Д500-65	65	500
Д1250-65	65	1250
Д320-70	70	320
Д630-90	90	630

**ДБН В.2.5-74:2013 «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди.  
Основні положення проектування», п. 11.3, таблиця 33**

Кількість робочих агрегатів однієї групи	Кількість резервних агрегатів у насосних станціях залежно від їх категорії		
	I	II	III
До 6 включ.	2	1	1
Від 6 до 9 включ.	2	1	–
Понад 9	2	2	–

Примітка. 1. Насосні станції, що подають воду безпосередньо в мережу протипожежного та об'єднаного протипожежного водопроводу, необхідно відносити до I категорії.

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

Висота компактної частини струменя, м	Продуктивність струменя із пожежного кран-комплекту, л/с	Тиск, МПа, на пожежному кран-комплекті з рукавом завдовжки, м			Продуктивність струменя із пожежного кран-комплекту, л/с	Тиск, МПа, на пожежному кран-комплекті з рукавом завдовжки, м			Продуктивність струменя із пожежного кран-комплекту, л/с	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

## Характеристики водонапірних башт

Об'єм бака, м <sup>3</sup>	Висота ствола башти, м	Тип башти
50	9; 12; 15; 18; 21;24	Безшатрова башта з цегляним стволом та сталевим баком. Проект ЦНДІЕП.
50	15; 18	Уніфікована башта заводського виготовлення (системи Рожновського). Проект ДіпроНДІсільгосп.
50	12; 18	Безшатрова башта зі стволом зі збірною залізобетону та сталевим баком. Проект ДПІ Київпромбуд.
100	12; 15; 18; 21;24	Безшатрова башта з цегляним стволом та сталевим баком. Проект ЦНДІЕП.
100	24	Шатрова башта зі стволом зі збірною залізобетону та сталевим баком. Проект ДПІ Київпромбуд.
200	12; 15; 18; 21;24	Безшатрова башта з цегляним стволом та сталевим баком. Проект ЦНДІЕП.
200	24; 30	Шатрова башта зі стволом зі збірною залізобетону та сталевим баком. Проект ДПІ Київпромбуд.
500	15; 18; 21;24; 30; 36	Безшатрова башта з цегляним стволом та сталевим баком. Проект ЦНДІЕП.
500	30; 36	Безшатрова башта зі стволом зі збірною залізобетону та сталевим баком. Проект ДПІ Київпромбуд.
500	21;24; 30; 36; 42	Шатрова залізобетонна башта зі сталевим баком. Проект ЦНДІЕП.
800	18; 21;24; 30; 36	Безшатрова башта з цегляним стволом та сталевим баком. Проект ЦНДІЕП.
800	21;24; 30; 36; 42	Шатрова залізобетонна башта зі сталевим баком. Проект ЦНДІЕП.
1000	18; 21;24; 30; 36	Безшатрова башта з цегляним стволом та сталевим баком. Проект ЦНДІЕП.
1000	21;24; 30; 36; 42	Шатрова залізобетонна башта зі сталевим баком. Проект ЦНДІЕП.

**Характеристики резервуарів  
(залізобетонні, проект Союзводоканалпроект)**

Об'єм, м <sup>3</sup>	Розміри, м		
	довжина	ширина	глибина
50	6	3	3,64
100	6	6	3,64
150	9	6	3,64
200	12	6	3,64
300	15	6	3,64
500	12	12	3,64
1000	24	12	3,64
1500	18	18	4,84
2000	24	18	4,84
2500	30	18	4,84
3000	27	24	4,84
4000	26	24	4,84
5000	30	36	4,84
7000	42	36	4,84
10000	60	36	4,84
15000	60	54	4,84
20000	78	54	4,84

Таблиця опорів сталевих та чавунних труб залежно від їх діаметра

$d$ , мм	Сталеві труби $A$ (для $Q$ м <sup>3</sup> /с)	Чавунні труби $A$ (для $Q$ м <sup>3</sup> /с)
20	1643000	–
25	436700	–
32	93860	–
40	44530	–
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
600	0,02262	0,02596
700	0,01098	0,01154



## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- 1 Петухова О.А. Спеціальне водопостачання: підручник / О.А. Петухова, С.А. Горносталь, Ю.В. Уваров. – Х.: НУЦЗУ, 2013. – 248 с.
2. Спеціальне водопостачання: електронний підручник / О.А.Петухова, І.А. Антіпов, М.М.Кулешов, А.М. Чернуха. – Х.: УЦЗУ, 2007.
3. 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).
4. 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).
5. Пожежна техніка. Кран-комплекти пожежні. Частина 1. Кран-комплекти пожежні з напівжорсткими рукавами. Загальні вимоги (EN 671-1:2001, MOD): ДСТУ 4401-1:2005. [Чинний від 25-05-05]. – К. : Держспоживстандарт України, 2005. – 22 с. (Національний стандарт України).
6. Пожежна техніка. Кран-комплекти пожежні. Частина 2. Кран-комплекти пожежні з плососкладаними рукавами. Загальні вимоги (EN 671-2:2001, MOD): ДСТУ 4401-2:2005. [Чинний від 01-01-06]. – К. : Держспоживстандарт України, 2005. – 20 с. (Національний стандарт України).

## ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК

А	Д
Аксометрична схема, 66	Діаметр труб, 66
В	М
Ввід втрати напору, 67 діаметр, 67 кількість, 65	Магістральний трубопровід втрати напору, 67 діаметр, 66 конфігурація, 65
Випробування на водовіддачу внутрішнього протипожежного водопроводу, 75 зовнішніх мереж високого тиску, 77 другий спосіб, 78 перший спосіб, 77 зовнішніх мереж низького тиску, 75 об'ємний спосіб, 80	Н
Витрати води на пожежогасіння, 36 внутрішнє, 37, 95, 97 загальні, 37, 91 зовнішнє, 36, 92, 93, 94	Напір на ввіді, 67 при пожежі, 68
Внутрішній протипожежний водопровід аксометрична схема, 66 вибір схеми, 68 випробування, 75 нормативні витрати, 62, 95, 97	Насосна станція кількість резервних насосів, 58, 99 розрахунок, 58, 98 тип, 58
Водовіддача, 75	Насосно-рукавна система, 5 задачі розрахунку, 5, 21 розрахунок, 9, 21, 89, 90 схеми, 5, 19 характеристика насоса, 8, 88 рукавної системи, 8
Водонапірна башта призначення, 49 розрахунок, 49 типова, 50, 101	О
Г	Опір насадки ствола, 88 рукава, 88 рукавної системи змішаної, 7 паралельної, 6 послідовної, 6 труб, 103
Гідравлічний розрахунок внутрішнього протипожежного водопроводу, 66 задачі, 46	П
	Перший закон Кірхгофа, 66 Пожежний кран-комплект кількість, 64









максимальна відстань, 63	С
обладнання, 62, 100	Ствол-водомір, 79
шафа, 62	
Пожежний резервуар	Т
об'єм, 50	Трубка Піто, 79
призначення, 50	
типовий, 51, 102	



Ліцензія АЕ № 270568 від 05.06.2013 р.  
Рік застосування 1928

# НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

**Запрошує на навчання  
за спеціальностями:**

-  **Пожезна безпека**
-  **Управління пожежною безпекою**
-  **Цивільний захист**
-  **Управління у сфері цивільного захисту**
-  **Охорона праці**
-  **Хімічна технологія**
-  **Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування**
-  **Психологія**



*Навчальний заклад готує фахівців для підрозділів  
ДСНС України та підприємств усіх форм власності.*

*Студенти мають можливість навчатись  
на військовій кафедрі підготовки офіцерів запасу*

*Телефони:*

*Поштова адреса:  
61023. м. Харків,  
вул. Чернишевська, 94*

*(057) 707-34-06 — центральна приймальна комісія  
(057) 370-06-85 — приймальна комісія (бюджетна форма навчання)  
(057) 704-14-31 — приймальна комісія (заочна форма навчання)  
(057) 707-34-37 — приймальна комісія (контрактна форма навчання)  
(057) 707-34-69 — ад'юнктура та докторантура*

**[www.nucz.u.edu.ua](http://www.nucz.u.edu.ua)**

*Навчальне видання*

**Петухова Олена Анатоліївна  
Горностаць Стелла Анатоліївна  
Уваров Юрій Володимирович**

## **СПЕЦІАЛЬНЕ ВОДОПОСТАЧАННЯ**

*Практикум  
Задачі*

Підписано до друку 25.07.14 . Формат 60x84/16.  
Папір 80 г/м<sup>2</sup>. Друк ризограф. Ум.друк. арк. 10,0  
Тираж 300 прим. Вид. № 122/14. Зам.№ 522/14 Обл.вид арк. 7,2  
Сектор редакційно-видавничої діяльності  
Національного університету цивільного захисту України  
61023, м. Харків, вул. Чернишевська, 94

[www.nuczu.edu.ua](http://www.nuczu.edu.ua)

Кп "Міська Друкарня", 61002, Харків, вул. Артема, 44  
Свідоцтво державного комітету інформаційної політики, телебачення та радіомовлення  
України про внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру видавців,  
виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції,  
№ 3613 серія ДК від 29.10.2009

[www.nuczu.edu.ua](http://www.nuczu.edu.ua)