

**УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ**

**О.А. Петухова, А.М. Чернуха, С.А. Горносталь**

# **СПЕЦІАЛЬНЕ ВОДОПОСТАЧАННЯ**

**Практикум**

**Харків 2007**

***Схвалено для використання в навчально – виховному процесі  
(Лист МНС України № 04-13977/291 від 16.11.2007)***

Спеціальне водопостачання. Практикум. Укладачі: О.А. Петухова, А.М. Чернуха, С.А. Горносталь – Харків: УЦЗУ, 2007.

Рецензенти: – начальник кафедри технічного забезпечення цивільного захисту та аварійно – рятувальних робіт Університету цивільного захисту України, к.т.н., доцент Удянський М.М.  
– доцент кафедри економічної кібернетики Харківського Державного технічного університету будівництва і архітектури, к.т.н., с.н.с. Шаповалова О.О.

Відповідальний за випуск Петухова О.А.

Практикум зі спеціального водопостачання являє собою збірник задач з навчальної дисципліни „Спеціальне водопостачання” з підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня „бакалавр” за напрямом „Пожежна безпека”. Збірник складається з теоретичних відомостей про основні поняття дисципліни «Спеціальне водопостачання», методик розв’язання типових задач, необхідних довідникових даних та списку літератури. Задачі практикуму практично спрямовані та стосуються питань профілактики та ліквідування надзвичайних ситуацій в населених пунктах

© Університет цивільного  
захисту України  
2007

## Зміст

Зміст .....	3
Вступ .....	5
1. Розрахунок насосно – рукавних систем .....	6
1.1. <i>Методика розв'язання основних типів задач</i> .....	11
Словник прийнятих скорочень .....	13
1.2. <i>Задачі</i> .....	14
2. Розрахунок насосно – рукавних систем, які подають воду до лафетного ствола .....	21
2.1. <i>Методика розв'язання основних типів задач з розрахунку НРС при подачі води до лафетних стволів</i> .....	24
Словник прийнятих скорочень .....	30
2.2. <i>Задачі</i> .....	30
3. Витрати води у протипожежних водопроводах .....	37
3.1. <i>Методика розв'язання основних типів задач</i> .....	38
Словник прийнятих скорочень .....	43
3.2. <i>Задачі</i> .....	44
4. Гідравлічний розрахунок водопровідних мереж .....	46
4.1. <i>Методика розв'язання основних типів задач</i> .....	46
Словник прийнятих скорочень .....	47
4.2. <i>Задачі</i> .....	47
5. Розрахунок водонапірних башт та пожежних резервуарів .....	49
5.1. <i>Розрахунок водонапірних башт</i> .....	49
5.2. <i>Розрахунок пожежних резервуарів</i> .....	50
5.3. <i>Методика розв'язання основних типів задач</i> .....	51
Словник прийнятих скорочень .....	54
5.4. <i>Задачі</i> .....	55
6. Вибір характеристик і основних конструктивних параметрів пожежних насосів .....	57
6.1. <i>Методика розв'язання основних типів задач</i> .....	58
Словник прийнятих скорочень .....	59
6.2. <i>Задачі</i> .....	59
7. Розрахунок внутрішнього протипожежного водопроводу .....	61
7.1. <i>Методика розв'язання основних типів задач</i> .....	63
Словник прийнятих скорочень .....	64
7.2. <i>Задачі</i> .....	65
8. Випробування на водовіддачу водопровідних мереж .....	67
8.1. <i>Методика розв'язання основних типів задач</i> .....	73
Словник прийнятих скорочень .....	76
8.2. <i>Задачі</i> .....	76
Додатки .....	81
Додаток 1. Значення опорів пожежних рукавів $S_p$ ( $S_m$ ) .....	81
Додаток 2. Значення опорів та провідності пожежних стволів $S_n$ .....	81

Додаток 3. Значення параметрів а та в характеристик пожежних насосів ..	81
Додаток 4. Таблиця напорів, витрат води та довжин компактних струменів для насадків діаметром до 25 мм .....	82
Додаток 5. Таблиця напорів, витрат води та довжин компактних струменів для лафетних стволів .....	83
Додаток 6. Вимоги СНиП 2.04.02-84* та СНиП 2.04.01-85* щодо пожежних витрат води .....	84
Додаток 7. Характеристики насосів .....	90
Додаток 8. Вимоги СНиП 2.04.02-84* щодо кількості резервних насосів ..	91
Додаток 9. Вимоги СНиП 2.04.01-85* щодо фактичних витрат води з ПК в залежності від їх обладнання .....	92
Додаток 10. Характеристики водонапірних башт та резервуарів .....	93

## Вступ

Дисципліна «Спеціальне водопостачання» вивчає основні принципи проектування, розрахунку та експлуатації окремих елементів системи протипожежного водопостачання та їх взаємодії в комплексі, а також розглядає надзвичайні ситуації, що можуть виникнути на водних об'єктах. Програмою дисципліни передбачено вивчення схем і систем протипожежного водопостачання, набуття теоретичних знань і практичних навичок щодо розрахунку систем подання води до осередку пожежі за допомогою пожежної техніки (насосно-рукавних систем) та стаціонарними засобами (системами зовнішнього та внутрішнього водопроводу), експертизи проектів з питань протипожежного водопостачання та перевірок систем протипожежного водопостачання, а також вивчення надзвичайних ситуацій що виникають на водних об'єктах, методах їх прогнозування та зниження наслідків від них.

Практикум зі спеціального водопостачання являє собою збірник задач з навчальної дисципліни „Спеціальне водопостачання” з підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня „бакалавр” за напрямом 0928 „Пожежна безпека”.

Збірник складається з теоретичних відомостей про основні поняття дисципліни «Спеціальне водопостачання», методик розв'язання типових задач, необхідних довідникових даних та списку літератури. Задачі практикуму практично спрямовані та стосуються питань профілактики та ліквідування надзвичайних ситуацій в населених пунктах.

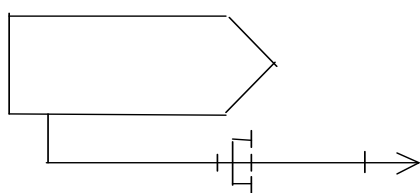
Автори бажають курсантам, студентам та слухачам успіхів у засвоєнні дисципліни «Спеціальне водопостачання» та розв'язанні запропонованих в цьому практикумі задач.

## 1. Розрахунок насосно – рукавних систем

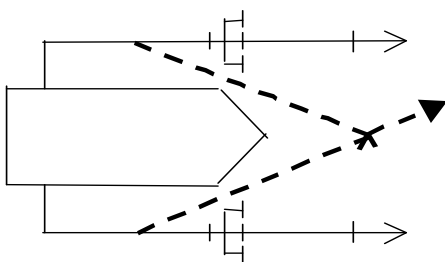
Вода до місця пожежі подається від вододжерела по рукавним системам пересувними пожежними насосами. При достатньому напорі в водопровідній мережі можлива її подача безпосередньо від пожежних гідрантів.

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

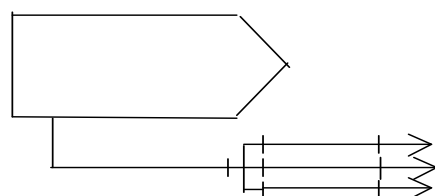
Для подачі води до місця пожежі використовують наступні схеми насосно-рукавних систем:



- з послідовним з'єднанням рукавів – використовується при необхідності подачі невеликої кількості води (наприклад, ствола першої допомоги)



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



- змішана – використовується при необхідності подачі значної кількості води

Гідравлічний розрахунок НРС зводиться до рішення трьох основних задач:

1. Визначення необхідного напору насоса по заданій витраті зі стволів.
2. Розрахунок витрати води зі стволів при заданому напорі на насосі.
3. Визначення граничної довжини рукавних ліній.

При розв'язанні будь якого типу задач з розрахунку НРС доцільно користуватися формулою

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

де  $S_c$  – опір рукавної системи, який залежить від схеми її з'єднання,  
 $z$  – висота підйому ствола, м.

Для кожної схеми НРС рукавні лінії можуть мати однакові характеристики 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

$$S_c = S_1 + S_2 + \dots + S_i + S_n,$$

де  $S_i$  – опір одного рукава (додаток 1),

$S_n$  – опір насадка ствола (додаток 2).

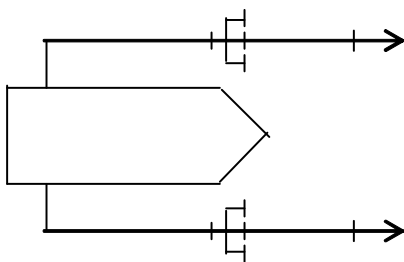
Якщо всі рукава системи мають однакові характеристики, опір визначається

$$S_c = n_p \cdot S_p + S_n,$$

де  $n_p$  – кількість рукавів,

$S_p$  – 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:



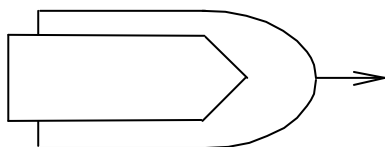
а) стволи послідовно приєднуються до кожної з паралельно прокладених рукавних ліній, тобто кількість паралельних рукавних ліній дорівнює кількості стволів, тоді для системи з різними характеристиками рукавних ліній або стволів опір визначається

$$S_c = \frac{1}{\left( \frac{1}{\sqrt{n_{p1} S_{p1} + S_{n1}}} + \frac{1}{\sqrt{n_{p2} S_{p2} + S_{n2}}} \right)^2},$$

для системи з однаковими характеристиками рукавних ліній та стволів опір визначається

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

де  $N$  – кількість паралельних рукавних ліній.



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

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

для системи з однаковими характеристиками рукавних ліній опір визначається

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

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

$$S_c = S_{м.ч.} + S_{р.ч.}$$

Опір магістральної лінії  $S_m$  визначається

$$S_{м.ч.} = n_m S_m,$$

де  $n_m$  – кількість рукавів магістральної лінії,  
 $S_m$  – опір одного рукава магістральної лінії.

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



Визначення необхідного напору насоса можливо виконувати при відомому (або визначеному) напорі на розгалуженні

$$H_n = n_m S_m Q_n^2 + H_{розг} + z_{розг},$$

де  $z_{розг}$  – висота підйому розгалуження в відношенні до осі насоса, м;  
 $H_{розг}$  – напір на розгалуженні, який визначається для найбільше навантаженої робочої рукавної лінії за формулою

$$H_{розг} = n_p S_p q^2 + S_n q^2 + z.$$

Розрахунок НРС можливо виконувати прирівнюванням головної робочої характеристики насоса та характеристики рукавної системи

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

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

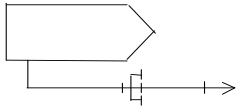
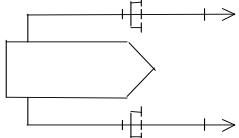
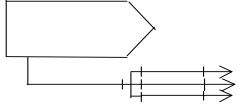
$h = S_c Q^2 + z$  - характеристики рукавної системи (опір системи визначається за вищевикладеною методикою).

Ефективне гасіння пожежі найчастіше виконується компактною частиною струменя. При визначенні витрат води зі стволів та вільних напорів можливо використовувати їх залежність від діаметру насадка ствола та радіусу (довжини) компактної частини струменю  $R_k$  (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 зведені до таблиці 1.1.

Таблиця 1.1.

## Формули для розрахунку основних типів насосно – рукавних систем

СХЕМИ НРС	ВИЗНАЧЕННЯ НАПОРУ НАСОСА	ВИЗНАЧЕННЯ ПОДАЧІ НАСОСА І ВИТРАТИ ЗІ СТВОЛА	ВИЗНАЧЕННЯ ГРАНИЧНОЇ ДОВЖИНИ РУКАВНИХ ЛІНІЙ
 <p>а) = б) ≠</p>	<p>а) <math>H_H = n_p S_p q_p^2 + H_в + z</math></p> <p>б) <math>H_H = n_M S_M Q_M^2 + n_p S_p q_p^2 + H_в + z</math></p>	<p>а) <math>Q_H = Q_M = \sqrt{\frac{H_H - z}{n_p S_p + S_H}}</math></p> <p>б) <math>Q_H = Q_M = \sqrt{\frac{H_H - z}{n_M S_M + n_p S_p + S_H}}</math></p>	<p>а) <math>L = \frac{H_H - H_в - z}{S_p q_p^2} 20, м</math></p> <p>б) <math>L = \frac{H_H - H_{розг}}{S_M Q_M^2} 20, м</math></p>
 <p>а) = б) ≠</p>	<p>а) <math>H_H = n_p S_p q_p^2 + S_H q_p^2 + z</math></p> <p>б) напір на насосі визначається для кожної лінії окремо, порівнюється і приймається рівним більшій величині</p>	<p><math>Q_H = \sum q_p</math>,</p> <p><math>q_p = \sqrt{\frac{H_H - z}{n_p S_p + S_H}}</math></p>	<p><math>L = \frac{H_H - H_в - z}{S_p q_p^2} 20, м</math></p>
 <p>а) = б) ≠</p>	<p>а) <math>H_H = n_M S_M Q_M^2 + n_p S_p q_p^2 + H_в + z</math></p> <p>б) <math>H_H = n_M S_M Q_M^2 + H_{розг}</math></p> <p><math>H_{розг} = n_p S_p q_p^2 + H_в + z</math></p> <p><math>Q_M = \sum q_p</math></p>	<p>а) <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></p> <p>б) <math>Q_H = Q_M = \sum q_p</math></p> <p><math>q_p = \sqrt{\frac{H_{розг} - z}{n_p S_p + S_H}}</math></p> <p><math>H_{розг} = n_p S_p q_p^2 + H_в + z</math></p>	<p><math>L = \frac{H_H - H_{розг}}{S_M Q_M^2} 20, м</math></p>

## 1.1. Методика розв'язання основних типів задач

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

Дано:

$d_m$

$d_p$

$d_n$

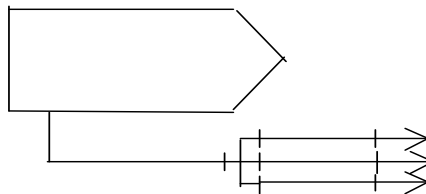
$n_p$

$n_m$

$N_p$

$S_c - ?$

Розв'язання:



1. визначаємо опір магістральної рукавної лінії (додаток 1):

$$S_{m.ч.} = n_m S_m$$

2. визначаємо опір системи робочих рукавних ліній (додаток 1, 2):

$$S_{p.ч.} = \frac{1}{\left( \frac{1}{\sqrt{n_p S_{p_1} + S_{n1}}} + \dots + \frac{1}{\sqrt{n_p S_{p_i} + S_{ni}}} \right)^2}$$

3. визначаємо опір системи:

$$S_c = S_{m.ч.} + S_{p.ч.}$$

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

Дано:

$d_p$

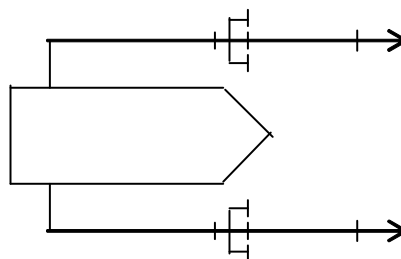
$d_n$

$n_p$

$N_p$

$S_c - ?$

Розв'язання:



1. визначаємо опір системи паралельних рукавних ліній (додаток 1, 2):

$$S_c = \frac{1}{\left( \frac{1}{\sqrt{n_p S_{p_1} + S_{n1}}} + \frac{1}{\sqrt{n_p S_{p_2} + S_{n2}}} \right)^2}$$

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

Дано:

$R_k$

$n_m$

$n_p$

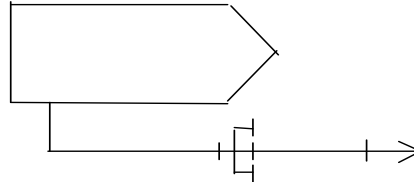
$d_m$

$d_p$

$d_n$

$H_n - ?$

Розв'язання:



1. визначаємо витрати води зі ствола  $q_p$  в залежності від діаметра насадка ствола та радіуса (довжини) компактної частини струменя (додаток 4);

2. визначаємо опір рукавної системи (додаток 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 заданими характеристиками, що приєднуються до магістральної лінії з заданими характеристиками. Визначити витрату води та напір насоса, якщо з заданої робочої лінії подається струмінь з заданим радіусом (довжиною) компактної частини.

Дано:

$R_{ki}$

$n_m$

$n_p$

$d_m$

$d_p$

$d_n$

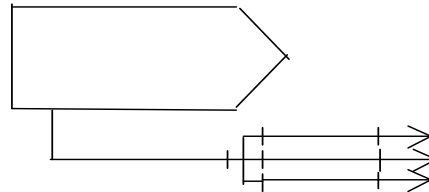
$N_p$

$z$

$H_n - ?$

$Q_n - ?$

Розв'язання:



1. визначаємо витрати води зі ствола  $q_p$  заданої робочої лінії в залежності від діаметра насадка ствола та радіуса (довжини) компактної частини струменя (додаток 4);

2. визначаємо напір на розгалуженні за даними заданої робочої лінії (додаток 1, 2):

$$H_{розг} = n_{p_i} S_{p_i} q_{p_i}^2 + S_{n_i} q_{n_i}^2 + z_i$$

3. визначаємо витрати води інших робочих рукавних ліній (виходячи з того, що напір на розгалуженні однаковий для всіх робочих рукавних ліній)  $q_{p_j}$ :

$$q_{p_j} = \sqrt{\frac{H_{розг} - z_j}{n_{p_j} S_{p_j} + S_{n_j}}}$$

4. визначаємо подачу насоса  $Q_n$ :

$$Q_n = \sum q$$

5. визначаємо напір насоса  $H_n$  (додаток 1, 2):

$$H_n = n_m S_m Q_n^2 + H_{розг} + z_{розг}$$

5. Визначити максимально можливу довжину магістральної лінії, якщо з заданої робочої лінії необхідно одержати струмінь з заданою витратою води. Задана характеристика змішаної рукавної системи. Заданий напір насоса.

Дано:

$H_n$

$q_{p_i}$

$d_m$

$d_p$

$d_n$

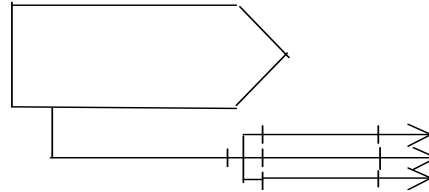
$n_p$

$N_p$

$z$

$n_m - ?$

Розв'язання:



1. визначаємо напір на розгалуженні за характеристиками заданої робочої лінії (додаток 1, 2):

$$H_{розг} = n_{p_i} S_{p_i} q_{p_i}^2 + S_{n_i} q_{n_i}^2 + z_i$$

2. визначаємо витрати води інших робочих рукавних ліній (виходячи з того, що напір на розгалуженні однаковий для всіх робочих рукавних ліній)  $q_{p_j}$ :

$$q_{p_j} = \sqrt{\frac{H_{розг} - z_j}{n_{p_j} S_{p_j} + S_{n_j}}}$$

3. визначаємо подачу насоса  $Q_n$ :

$$Q_n = \sum q$$

4. визначаємо максимально можливу довжину магістральної лінії  $n_m$  попередньо визначивши опір одного її рукава  $S_m$  (додаток 1):

$$n_m = \frac{H_n - H_{розг} - z_{розг}}{S_m Q_n^2}$$

### Словник прийнятих скорочень

$S_c$  - опір рукавної системи

$S_m$  - опір рукавів магістральної лінії

$S_p$  - опір рукавів робочої лінії

$z$  - висота підйому ствола, м

$n_p$  - кількість рукавів робочої лінії

$n_m$  - кількість рукавів магістральної лінії

$l_m$  - довжина магістральної лінії, м

$S_n$  - опір насадка ствола

$H_n$  - напір насоса, м

$Q_n$  - витрата насоса, л/с

$R_k$  - радіус (довжина) компактної частини струменю, м

$H_{розг}$  - напір на розгалуженні, м

$z_{розг}$  - висота підйому розгалуження в відношенні до осі насоса, м

$K$  – кількість працюючих насосів  
 $N_1$  – кількість паралельних рукавних ліній від одного насоса  
 $N$  – загальна кількість рукавних ліній в системі  
 $H_g$  – вільний напір, м  
 $Q_{cm}$  – витрати води зі ствола, л/с  
 $q_p$  – витрати води однієї рукавної лінії (робочої), л/с  
 $q_n$  – витрати води зі ствола (ручного), л/с  
 $q_m$  – витрати води магістральної рукавної лінії, л/с  
 $a$  – тиск насоса при нульовій подачі  
 $b$  – коефіцієнт, який враховує конструктивні особливості насоса

## 1.2. Задачі

1.2.1. Визначити опір рукавної системи при змішаному з'єднанні рукавів із такими характеристиками: магістральна лінія довжиною 140 м 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 – довжиною 100 м з рукавів діаметром 77 мм (п) та стволом з насадком діаметром 19 мм; друга – довжиною 60 м з рукавів діаметром 51 мм (п) та стволом з насадком діаметром 13 мм.

(Відповідь:  $S_c=0,33$ )

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 насадка 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:  $d_{n1} = d_{n3} = 13$  мм,  $d_{n2} = 16$  мм. Магістральна лінія довжиною 240 м, діаметром 77 мм, три робочі лінії довжиною 20 м, перша та третя діаметром 66 мм кожна, друга – діаметром 51 мм. Рукава системи прогумовані. Визначити витрату води та напір насоса, якщо третя робоча лінія забезпечує компактний струмінь радіусом (довжиною) 18 м.

(Відповідь:  $Q_n=12,42$  л/с;  $H_n=65,67$  м)

1.2.5. Визначити максимально можливу довжину магістральної лінії, якщо з другого ствола необхідно одержати струмінь витратою 6 л/с. Рукавна система

складається з магістральної лінії діаметром 77 мм та трьох робочих ліній довжиною 20 м кожна, діаметром 66 мм стволами діаметром насадків 19 мм. Стволи підняті 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 довжиною 140 м, діаметром 77 мм, три робочі лінії довжиною 20 м, перша та третя діаметром 66 мм кожна, друга – діаметром 51 мм. Рукава системи прогумовані. Визначити витрату води та напір насоса, якщо кожна робоча лінія забезпечує компактний струмінь радіусом (довжиною) не менш 18 м.

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

1.2.7. Визначити необхідний напір насоса для одержання струменя з 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 насадка 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:  $d_{н1}=13$  мм,  $d_{н2}=19$  мм. Магістральна лінія довжиною 120 м, діаметром 77 мм, робочі лінії довжиною 20 м, перша діаметром 51 мм, друга – діаметром 66 мм. Рукава системи прогумовані. Визначити витрату води 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 з другого ствола необхідно одержати струмінь витратою 5,3 л/с. Рукавна система складається з магістральної лінії діаметром 77 мм та трьох робочих ліній довжиною 20 м кожна, діаметром 66 мм, стволами діаметром насадків 16 мм. Стволи підняті на висоту  $z_1=2$  м,  $z_2=3$  м,  $z_3=5$  м. Рукава системи прогумовані. Напір насоса 75 м.

(Відповідь:  $l_m=190$  м)

1.2.10. Визначити опір рукавної системи при змішаному з'єднанні рукавів із такими характеристиками: магістральна лінія довжиною 80 м з рукавів 66 мм (п); дві робочі лінії довжиною 20 м кожна, з рукавів 51 мм (п), зі стволами перша – 16 мм, друга – 13 мм.

(Відповідь:  $S_c=0,66$ )

1.2.11. Визначити опір рукавної системи при паралельному з'єднанні двох рукавних ліній з наступними характеристиками: перша – довжиною 80

м з рукавів діаметром 66 мм (п), друга – довжиною 100 м з рукавів діаметром 77 мм (п); стволи з насадками діаметром 19 мм.

*(Відповідь:  $S_c=0,185$ )*

1.2.12. Визначити необхідний напір насоса для одержання з кожного ствола струменя з радіусом (довжиною) компактної частини не менш 17 м, якщо вода до місця пожежі подається по рукавній системі, що складається з магістральної лінії довжиною 180 м діаметром 77 мм та трьох робочих ліній довжиною 20 м, діаметром 51 мм. Діаметр насадків 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:  $d_{н1} = d_{н3} = 16$  мм,  $d_{н2} = 19$  мм. Магістральна лінія довжиною 260 м, діаметром 77 мм, три робочі лінії довжиною 20 м, перша та третя діаметром 51 мм кожна, друга – діаметром 66 мм. Рукава системи прогумовані. Визначити витрату води та напір насоса, якщо перша робоча лінія забезпечує компактний струмінь радіусом (довжиною) 17 м.

*(Відповідь:  $Q_n=16,52$  л/с;  $H_n=85,29$  м)*

1.2.14. Визначити максимально можливу довжину магістральної лінії, якщо з першого ствола необхідно одержати струмінь витратою 5,3 л/с. Рукавна система складається з магістральної лінії діаметром 77 мм та двох робочих ліній довжиною 40 м кожна, діаметром 66 мм стволами, діаметром насадків стволів 16 мм. Стволи підняті 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:  $d_{н1} = d_{н2} = 19$  мм,  $d_{н3} = 13$  мм. Магістральна лінія довжиною 200 м, діаметром 77 мм, три робочі лінії довжиною 40 м, перша та друга діаметром 66 мм кожна, третя – діаметром 51 мм. Рукава системи прогумовані. Визначити витрату води та напір насоса, якщо третя робоча лінія забезпечує подачу 4 л/с.

*(Відповідь:  $Q_n=20,94$  л/с;  $H_n=116,17$  м)*

1.2.16. Визначити необхідний напір насоса для одержання струменя з 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 довжиною 40 м, діаметром 51 мм кожна. Діаметр насадка першого ствола 13 мм, а другого – 16 мм. Висота підйому стволів 2 м. Рукава прогумовані.

*(Відповідь:  $H_n=35,7$  м)*



1.2.17. Для гасіння пожежі на торф'яному масиві введено в дію два стволи:  $d_{н1} = 16$  мм,  $d_{н2} = 19$  мм. Магістральна лінія довжиною 220 м, діаметром 77 мм, робочі лінії довжиною 40 м, перша діаметром 51 мм, друга – діаметром 66 мм. Рукава системи прогумовані. Визначити витрату води та напір насоса, якщо з кожного ствола необхідно одержати струмінь з радіусом (довжиною) компактної частини не менш 20 м.

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

1.2.18. Визначити максимально можливу довжину магістральної лінії, якщо з третього ствола необхідно одержати струмінь з радіусом (довжиною) компактної частини 19 м. Рукавна система складається з магістральної лінії діаметром 77 мм та трьох робочих ліній довжиною 40 м кожна, діаметром 51 мм, стволами діаметром насадків 13 мм. Стволи підняті 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 довжиною 240 м з рукавів 66 мм (п); три робочі лінії довжиною 20 м кожна з рукавів 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 – довжиною 180 м з рукавів діаметром 66 мм (п) та стволом з насадком діаметром 16 мм; друга – довжиною 160 м, з рукавів діаметром 77 мм (п) та стволом з насадком діаметром 19 мм.

*(Відповідь:  $S_c=0,262$ )*

1.2.21. Визначити необхідний напір насоса для одержання струменя з радіусом (довжиною) компактної частини 17 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 діаметром 51 мм. Діаметр насадка першого ствола 13 мм, другого та третього – 16 мм. Висота підйому стволів 2 м. Рукава прогумовані.

*(Відповідь:  $H_n=73,7$  м)*

1.2.22. Для гасіння пожежі на торф'яному масиві введено в дію два ствола:  $d_{н1} = 16$  мм,  $d_{н2} = 19$  мм. Магістральна лінія довжиною 80 м, діаметром 77 мм, робочі лінії довжиною 20 м кожна, перша діаметром 51 мм, друга – діаметром 66 мм. Рукава системи прогумовані. Визначити витрату води та напір насоса, якщо з кожної лінії необхідно одержати струмінь з радіусом (довжиною) компактної частини не менш 24 м.

*(Відповідь:  $Q_n=17,1$  л/с;  $H_n=85,65$  м)*

1.2.23. Визначити максимально можливу довжину магістральної лінії, якщо з кожного ствола необхідно одержати струмінь з радіусом (довжиною) компактної частини не менш 15 м. Рукавна система складається з магістральної лінії діаметром 77 мм та двох робочих ліній довжиною 40 м кожна, діаметром 66 мм, стволами діаметром насадків першого – 13 мм, другого – 16 мм. Стволи підняті 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:  $d_{н1} = d_{н3} = 19$  мм,  $d_{н2} = 13$  мм. Магістральна лінія довжиною 100 м, діаметром 77 мм, три робочі лінії довжиною 20 м кожна, перша та третя діаметром 66 мм кожна, друга – діаметром 51 мм. Рукава системи прогумовані. Визначити витрату води та напір насоса, якщо друга робоча лінія забезпечує компактний струмінь радіусом (довжиною) не менш 17 м.

*(Відповідь:  $Q_n=17,86$  л/с;  $H_n=58,8$  м)*

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

*(Відповідь:  $H_n=57,8$  м)*

1.2.26. Для гасіння пожежі на торф'яному масиві введено в дію два стволи:  $d_{н1} = 13$  мм,  $d_{н2} = 19$  мм. Магістральна лінія довжиною 120 м, діаметром 77 мм, робочі лінії довжиною 20 м кожна, перша – діаметром 51 мм, друга – діаметром 66 мм. Рукава системи прогумовані. Визначити витрату води 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)*

1.2.27. Визначити максимально можливу довжину магістральної лінії, якщо з кожного ствола необхідно одержати струмінь витратою не менш 5,3 л/с. Рукавна система складається з магістральної лінії діаметром 77 мм та трьох робочих ліній довжиною 40 м кожна, діаметром 51 мм, стволами діаметром насадків 16 мм. Стволи підняті 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 довжиною 240 м з рукавів 77 мм (п); дві робочі лінії довжиною 20 м кожна, з рукавів 51 мм (п), зі стволами перша – 13 мм, друга – 16 мм.

*(Відповідь:  $S_c=0,67$ )*

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 – довжиною 200 м з рукавів діаметром 66 мм (п) та друга – довжиною 160 м з рукавів діаметром 77 мм (п). Ствол з насадком діаметром 25 мм.

*(Відповідь:  $S_c=0,26$ )*

1.2.30. Визначити необхідний напір насоса для одержання струменя з радіусом (довжиною) компактної частини не менш 24 м, якщо вода до місця пожежі подається по рукавній системі, що складається з магістральної лінії довжиною 100 м діаметром 66 мм та двох робочих ліній довжиною 20 м діаметром 51 мм кожна. Діаметр насадка 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 ствола діаметром 16 мм кожний. Магістральна лінія довжиною 120 м, діаметром 77 мм (п), дві робочі лінії довжиною 20 м діаметром 66 мм кожна. Рукава системи прогумовані. Визначити витрату води 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 з другого ствола необхідно одержати струмінь витратою 3 л/с. Рукавна система складається з магістральної лінії діаметром 77 мм та трьох робочих ліній довжиною перша та третя 20 м кожна, діаметром 66 мм, стволами діаметром насадків 16 мм, друга – довжиною 40 м, діаметром 51 мм, діаметром насадка ствола 13 мм. Стволи підняті 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:  $d_{н1} = d_{н3} = 16$  мм,  $d_{н2} = 19$  мм. Магістральна лінія довжиною 100 м, діаметром 77 мм, три робочі лінії довжиною 20 м, діаметром 66 мм кожна. Рукава системи прогумовані. Визначити витрату води та напір насоса, якщо друга робоча лінія забезпечує компактний струмінь радіусом (довжиною) не менш 13 м.

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

1.2.34. Визначити необхідний напір насоса для одержання струменя з радіусом (довжиною) компактної частини 10 м, якщо вода до місця пожежі подається по рукавній системі, що складається з магістральної лінії

довжиною 160 м діаметром 66 мм та трьох робочих лінії довжиною 20 м, діаметром 51 мм кожна. Діаметр насадків стволів 13 мм. Висота підйому стволів 2 м. Рукава прогумовані.

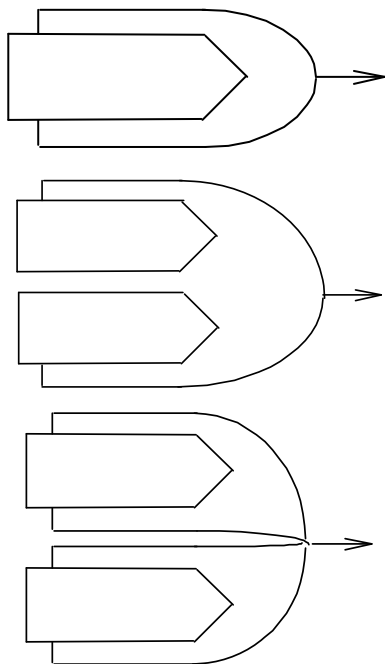
*(Відповідь:  $H_n=30,93$  м)*

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 довжиною 200 м, діаметром 77 мм, робочі лінії довжиною 20 м, діаметром 66 мм. Рукава системи прогумовані. Визначити витрату води 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 авто насосів за наступними схемами



- від одного насосу 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:

$$N = K \cdot N_1$$

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

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

$$Q_{ст} = K \cdot Q_n$$

де  $Q_{ст}$  – витрати води зі ствола, л/с,  
 $Q_n$  – подача одного насоса, л/с.

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

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

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 авто насосів при відомій головній характеристиці насоса користуються формулою:

$$K = Q_{CT} \sqrt{\frac{\frac{n S_p}{P} + b}{\frac{N_1^2}{a - H_e - z}}},$$

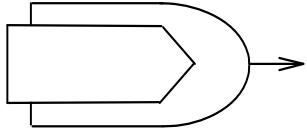
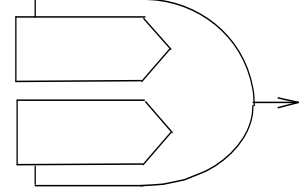
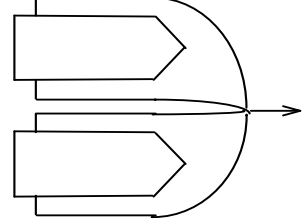
якщо відомий напір насоса, тоді кількість насосів визначається:

$$K = \frac{Q_{CT}}{N_1} \sqrt{\frac{\frac{n S_p}{P}}{H_n - H_e - z}}$$

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 НРС	Визначення необхідного напору насоса по заданій витраті зі ствола	Визначення витрати води зі ствола при заданому напорі на насосі	Визначення максимальної довжини рукавних ліній	Визначення кількості насосів
	$H_n = \frac{n_p S_p Q_{cm}^2}{N^2} + H_v + z$	а) якщо рукавні лінії мають однакові характеристики:		
	$H_n = \frac{n_p S_p Q_{cm}^2}{K^2} + H_v + z$	$Q_{cm} = \sqrt{\frac{H_n - z}{\frac{n_p S_p}{N^2} + S_n}}$	$L = \frac{H_n - H_v - z}{S_p \left( \frac{Q_{cm}}{N} \right)^2} 20$	Знаючи напір насоса : $K = \frac{Q_{cm}}{N_1} \sqrt{\frac{n_p S_p}{H_n - H_v - z}}$
	$H_n = \frac{n_p S_p Q_{cm}^2}{(N_1 \cdot K)^2} + H_v + z$	б) якщо рукавні лінії мають різні характеристики, те: $Q_{cm} = \sqrt{\frac{H_n - z}{S_{сист}}}$ $Q_n = \sqrt{\frac{a - z}{S_{сист} K^2 + b}}$		Знаючи характеристику насоса: $K = Q_{cm} \sqrt{\frac{\frac{n_p S_p}{N_1^2} + b}{a - H_v - z}}$

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

- Визначити напір насоса при подачі води до лафетного ствола заданого діаметра, якщо від пожежного автомобіля прокладена задана кількість рукавних ліній заданим діаметром та довжиною. Необхідно одержати струмінь з заданим радіусом (довжиною) компактної частини. Ствол піднятий на задану висоту.

Дано:

$d_n$

$K$

$N_1$

$d_p$

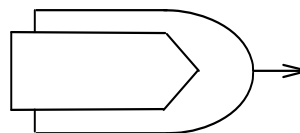
$n_p$

$R_k$

$z$

$H_n - ?$

Розв'язання:



1. визначаємо витрати води зі ствола  $Q_{ст}$  в залежності від радіуса (довжини) компактної частини струменя та діаметра насадка ствола (додаток 5)

2. визначаємо напір насоса  $H_n$  (додаток 1, 2):

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

де  $H_v = S_n Q_{ст}^2$

- Визначити витрату води з лафетного ствола, напір перед стволом заданого діаметра, якщо від заданої кількості пожежних автомобілів прокладено по заданій кількості рукавних ліній з заданим діаметром та довжиною. Задана висота підйому ствола. Насоси працюють в однаковому режимі і розвивають заданий напір.

Дано:

$d_n$

$K$

$N_1$

$d_{pi}$

$n_{pi}$

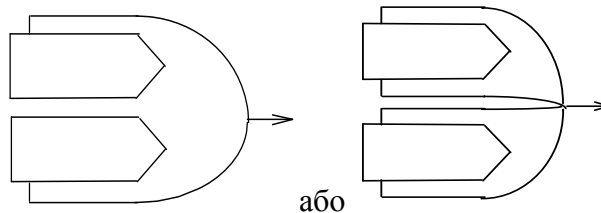
$z$

$H_n$

$Q_n - ?$

$H_v - ?$

Розв'язання:



1. визначаємо опір системи (додаток 1,2):

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

2. визначаємо витрати води зі ствола:



$$Q_{cm} = \sqrt{\frac{H_n - z}{S_c}}$$

3. визначаємо витрати води кожного насоса:

$$Q_n = \frac{Q_{cm}}{K}$$

4. визначаємо вільний напір – напір перед стволом:

$$H_в = S_n Q_{cm}^2$$

3. Визначити необхідну кількість паралельно працюючих пожежних автомобілів АЦ-40, що можуть забезпечити роботу лафетного ствола з заданою витратою, якщо від кожного насоса прокладено по заданій кількості рукавних ліній заданого діаметра та довжини. Ствол піднятий на задану висоту. Заданий діаметр ствола.

Дано:

$d_n$   
АЦ-40

$N_1$

$d_{pi}$

$n_{pi}$

$z$

$Q_{ст}$

$K - ?$

Розв'язання:

1. визначаємо коефіцієнти головної характеристики насоса ПН-40У (додаток 3)

2. визначаємо вільний напір на стволі:

$$H_в = S_n Q_{cm}^2$$

3. визначаємо кількість насосів:

$$K = Q_{cm} \sqrt{\frac{\frac{n_p S_p}{N_1^2} + b}{a - H_в - z}}$$

4. будуємо схему НРС

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

Дано:

$d_n$

$K$

$N_1$

$d_{pi}$

$n_{pi}$

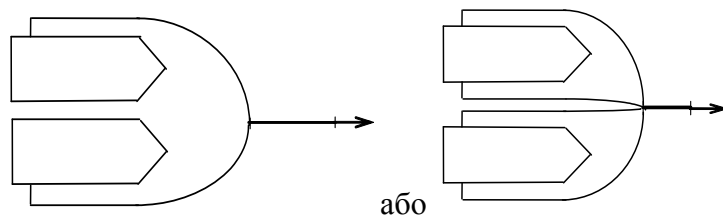
$n_m$

$d_m$

$z$

$H_n$

Розв'язання:



1. визначаємо опір системи (додаток 1, 2):

$$S_c = \frac{n_p S_p}{(KN_1)^2} + n_m S_m + S_n$$

$Q_{ст} - ?$

2. визначаємо витрати води зі ствола:

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

5. З лафетного ствола з заданим діаметром насадка потрібно одержати струмінь із заданим радіусом (довжиною) дії компактної частини. Ствол розташований на заданій відстані від водойми на заданій висоті. Визначити можливість одержання необхідного струменю, якщо є задана кількість мотопомп МП – 1400 та рукава заданого діаметра. Накреслити схему і визначити необхідні напори на мотопомпах.

Дано:

$d_n$

$K$

МП-1400

$d_{pi}$

$n_{pi}$

$z$

$R_k$

$N_1 - ?$

Схема

$H_n - ?$

Розв'язання:

1. визначаємо витрати води зі ствола в залежності від радіуса (довжини) компактної частини струменя та діаметра насадка ствола (додаток 5)
2. а) припустимо, що від кожного насоса прокладено по одній лінії, тоді напір насоса складе:

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

- б) припустимо, що від кожного насоса прокладено по дві рукавні лінії, тоді напір насоса складе:

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

3. порівнюємо визначені величини з характеристиками МП-1400 (додаток 3) та вибираємо схему НРС
4. будуємо схему НРС

6. З лафетного ствола з заданим діаметром потрібно одержати струмінь із заданим радіусом (довжиною) дії компактної частини. До лафетного ствола прокладені рукавні лінії заданого діаметра від мотопомп МП – 600. Задана кількість рукавів у кожній лінії. Лафетний ствол установлений на заданій висоті. Визначити можливість одержання необхідного струменю, накреслити схему.

Дано:

$d_n$

МП-600

$d_{pi}$

$n_{pi}$

$z$

$R_k$

$N_1 - ?$

Розв'язання:

1. визначаємо витрати води зі ствола в залежності від радіуса (довжини) компактної частини струменя та діаметра насадка ствола (додаток 5)
2. знаючи, що одна МП-600 може подати лише 10 л/с, визначаємо кількість мотопомп –  $K$

$$K = \frac{Q_{ст}}{10}$$

3. а) припустимо, що від кожного насоса прокладено по одній лінії,

К - ?  
 Схема  
 Н<sub>н</sub>-?

тоді напір насоса складе:

$$H_n = \frac{n S_p Q_{cm}^2}{(KN_1)^2} + H_v + z$$

б) припустимо, що від кожного насоса прокладено по дві рукавні лінії, тоді напір насоса складе:

$$H_n = \frac{n S_p Q_{cm}^2}{(KN_1)^2} + H_v + z$$

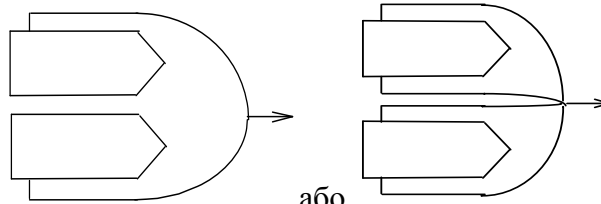
4. порівнюємо визначені величини з характеристиками МП-600 (додаток 3) та вибираємо схему НРС

5. будуємо схему НРС

7. Визначити радіус (довжину) дії компактної частини струменю і витрати з лафетного ствола з заданим діаметром насадка, що розташований щодо осі насосів ПН-40 У на заданій висоті, якщо вода подається від заданої кількості насосів. Від кожного прокладено по заданій кількості рукавних ліній заданого діаметра та довжини.

Дано:  
 d<sub>н</sub>  
 К  
 АЦ-40  
 N<sub>1</sub>  
 d<sub>рi</sub>  
 n<sub>рi</sub>  
 z

Розв'язання:



1. записуємо характеристики насоса ПН-40У (додаток 3) та рукавної системи (додаток 1, 2):

$$a - vQ_n^2 = S_{сист} Q_{cm}^2 + z,$$

знаючи, що

$$KQ_n = Q_{cm}$$

а також, що для однакових рукавних ліній опір системи визначається :

$$S_{сист} = \frac{n S_p}{(KN_1)^2} + S_n$$

знаходимо витрати води з кожного насоса:

$$Q_n = \sqrt{\frac{a - z}{\frac{n S_p}{(N_1)^2} + K^2 S_n + v}}$$

2. знаходимо витрати води зі ствола

$$Q_{cm} = KQ_n$$

3. знаходимо R<sub>к</sub> (додаток 5).

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

Дано:  
Насос

$d_p$

$d_n$

$n_p$

$N_p$

К

$H_n - ?$

$Q_n - ?$

Розв'язання:

1. записуємо характеристику насоса (додаток 3):

$$H_n = a - \epsilon Q_n^2$$

Для її побудування задаємося декількома значеннями Q

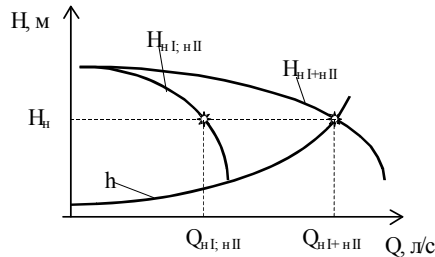
$Q_n$	0	10	20	30
$H_n$				

За значеннями рядка 1 та 2 будемо характеристику насоса.

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

Для побудування результуючої характеристики паралельної роботи насосів необхідно:

- задаємося декількома значеннями напорів,
- визначаємо подачу кожного насоса при цих значеннях напорів (вони будуть однаковими тому що насоси однакові),
- знаходимо сумарну подачу паралельно працюючих насосів при цих значеннях напорів,
- знаходимо точки з визначеними координатами та будемо результуючий графік паралельної роботи насосів.



3. записуємо характеристику рукавної системи (додаток 1, 2):

$$h = S_c Q_{cm}^2 + z,$$

$$\text{де } S_c = \frac{n p S}{N^2 p} + S_n$$

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

$Q_{ст}$	0	10	20	30
h				

За значеннями рядка 1 та 2 будемо характеристику рукавної системи.

4. Знаходимо координати точки перетину результуючої характеристики роботи насосів та рукавної системи, де  $H_n$  – є робоче значення напорів обох насосів.

5. Знаходимо витрати кожного насоса  $Q_n$  при відомих значеннях їх напорів  $H_n$ :

$$Q_{nI; II} = \sqrt{\frac{a - H_n}{\epsilon}}$$

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

Дано:

Насос

$d_p$

$d_n$

$n_p$

$N_p$

$K$

$H_n - ?$

$Q_n - ?$

Розв'язання:

1. запишемо характеристику насоса (додаток 3):

$$H_n = a - bQ_n^2$$

Для її побудування задаємося декількома значеннями  $Q$

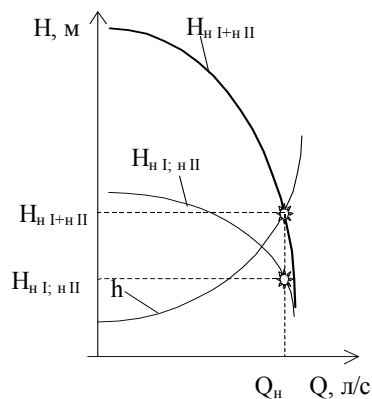
$Q_n$	0	10	20	30
$H_n$				

За значеннями рядка 1 та 2 будемо характеристику насоса.

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

Для побудування результуючої характеристики послідовної роботи насосів необхідно:

- задаємося декількома значеннями витрат води,
- визначаємо напір кожного насоса при цих значеннях витрат води (вони будуть однаковими тому що насоси однакові),
- знаходимо сумарний напір послідовно працюючих насосів при цих значеннях витрат води,
- знаходимо точки з визначеними координатами та будемо результуючий графік послідовної роботи насосів.



3. запишемо характеристику рукавної системи (додаток 1, 2):

$$h = S_c Q_{ст}^2 + z,$$

$$\text{де } S_c = \frac{n_p S_p}{N^2} + S_n$$

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

$Q_{ст}$	0	10	20	30
$h$				

За значеннями рядка 1 та 2 будемо характеристику рукавної системи.

4. Знаходимо координати точки перетину результуючої характеристики роботи насосів та рукавної системи, де  $Q_H$  – є робоче значення витрат обох насосів.

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

$$H_H = a - bQ_H^2$$

де  $Q_H$  – є робочі значення витрат насосів.

### **Словник прийнятих скорочень**

$S_c$  - опір рукавної системи

$S_m$  – опір рукавів магістральної лінії

$S_p$  – опір рукавів робочої лінії

$z$  – висота підйому ствола, м

$n_p$  – кількість рукавів робочої лінії

$n_m$  – кількість рукавів магістральної лінії

$S_n$  – опір насадка ствола

$H_n$  – напір насоса, м

$Q_n$  – витрата насоса, л/с

$R_k$  – радіус (довжина) компактної частини струменю, м

$H_{розг}$  – напір на розгалуженні, м

$z_{розг}$  – висота підйому розгалуження в відношенні до осі насоса, м

$K$  – кількість працюючих насосів

$N_l$  – кількість паралельних рукавних ліній від одного насоса

$N$  – загальна кількість рукавних ліній в системі

$H_g$  – вільний напір, м

$Q_{ст}$  – витрати води зі ствола, л/с

$a$  – тиск насоса при нульовій подачі

$b$  - коефіцієнт, який враховує конструктивні особливості насоса

### **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), довжиною 160 м кожна та закінчується стволом з насадком діаметром 25 мм.

(Відповідь:  $Q_H=11,16$  л/с;  $H_H=109,4$  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 66 мм (п) загальною довжиною 360 м та закінчується стволом з насадком діаметром 16 мм.

*(Відповідь:  $Q_n=12,4$  л/с;  $H_n=109,08$  м)*

2.2.3. З лафетного ствола з діаметром насадка 38 мм потрібно одержати струмінь із радіусом (довжиною) дії компактної частини 38 м. Ствол розташований на відстані 80 м від водойми на висоті 5 м. Визначити можливість одержання необхідного струменю, якщо є дві мотопомпи МП – 1600 і рукава діаметром 66 мм. Накреслити схему і визначити необхідні напори на мотопомпах.

*(Відповідь:  $N_1=2$ ;  $H_n=75,77$  м)*

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

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

2.2.5. Визначити радіус (довжину) дії компактної частини струменю і витрати з лафетного ствола з діаметром насадка 38 мм, що розташований на висоті 8 м в відношенні до осі насосів, якщо вода подається від двох насосів, які працюють паралельно. Від кожного прокладено по дві рукавні лінії діаметром 77 мм при кількості рукавів у кожній лінії – 9. Напір насосів 78 м.

*(Відповідь:  $Q_{cm}=38,01$  л/с;  $R_k=38$  м)*

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

*(Відповідь:  $H_n=79,76$  м)*

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

*(Відповідь:  $Q_{cm}=70,86$  л/с;  $H_g=66,3$  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 піднятий на висоту 18 м. Діаметр ствола 50 мм.

*(Відповідь:  $K=2$ )*

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

*(Відповідь:  $Q_{cm}=24,37$  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 66 мм (п) довжиною 60 м кожна та закінчується стволом з насадком діаметром 28 мм.

*(Відповідь:  $Q_n=13,22$  л/с;  $H_n=111,5$  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) загальною довжиною 440 м. Ствол має насадок діаметром 25 мм та піднятий на висоту 4 м.

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

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

*(Відповідь:  $N_1=1$ ;  $H_n=78,2$  м)*

2.2.13. З лафетного ствола з насадком діаметром 28 мм потрібно одержати струмінь із радіусом (довжиною) дії компактної частини 34 м. До лафетного ствола прокладені рукавні лінії діаметром 66 мм від насосів ПН – 40У. Кількість рукавів у кожній лінії – 10. Лафетний ствол установлений на 2 м вище насосів. Визначити можливість одержання необхідного струменю, накреслити схему.

*(Відповідь:  $N_1=2$ ;  $K=1$ ;  $H_n=91,4$  м)*

2.2.14. Визначити радіус (довжину) дії компактної частини струменю і витрати з лафетного ствола з діаметром насадка 50 мм, що розташований на висоті 6 м в відношенні до осі насосів, якщо вода подається від чотирьох паралельно працюючих насосів. Від кожного насоса прокладена одна рукавна лінія діаметром 77 мм при кількості рукавів у кожній лінії – 6. Напір насосів 95 м.

*(Відповідь:  $Q_{cm}=68,8$  л/с;  $R_k=40,5$  м)*



2.2.15. Визначити напір насоса при подачі води до лафетного ствола з діаметром насадка 50 мм, якщо від пожежного автомобіля прокладені дві рукавні лінії діаметром 77 мм (рукава прогумовані), довжиною 160 м кожна. Необхідно одержати струмінь довжиною 21 м. Ствол піднятий на висоту 3 м.  
(Відповідь:  $H_n=68,4$  м)

2.2.16. Визначити витрату води з лафетного ствола, напір перед насадком 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 паралельно в однаковому режимі і розвивають напір 87 м.

(Відповідь:  $Q_{cm}=34,7$  л/с;  $H_g=48,16$  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 піднятий на висоту 10 м. Діаметр ствола 38 мм.

(Відповідь:  $K=2$ )

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

(Відповідь:  $Q_{cm}=64,05$  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 66 мм (п) довжиною 100 м кожна та закінчується стволом з насадком діаметром 28 мм.

(Відповідь:  $Q_n=11,9$  л/с;  $H_n=100,33$  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 насадок діаметром 25 мм.

(Відповідь:  $Q_n=29,11$  л/с;  $H_n=110,5$  м)

2.2.21. З лафетного ствола з діаметром насадка 28 мм потрібно одержати струмінь із радіусом (довжиною) дії компактної частини 37 м. Ствол розташований на відстані 180 м від водойми на висоті 15 м. Визначити можливість одержання необхідного струменю, якщо є два насоса 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 насадком діаметром 32 мм потрібно одержати струмінь із радіусом (довжиною) дії компактної частини 20 м. До лафетного ствола прокладені рукавні лінії діаметром 77 мм від насосів ПН-40У. Число рукавів у кожній лінії – 16. Лафетний ствол установлений на 2 м вище насосів. Визначити можливість одержання необхідного струменю, накреслити схему.

*(Відповідь:  $N_1=1$ ;  $K=1$ ;  $H_n=82,6$  м)*

2.2.23. Визначити радіус (довжину) дії компактної частини струменю і витрати з лафетного ствола з діаметром насадка 50 мм, що розташований на висоті 5 м в відношенні до осі насосів, якщо вода подається від трьох насосів. Від кожного прокладено по дві рукавні лінії діаметром 66 мм при кількості рукавів у кожній лінії – 5. Напір паралельно працюючих насосів 70 м.

*(Відповідь:  $Q_{cm}=60,2$  л/с;  $R_k=37$  м)*

2.2.24. Визначити напір насоса при подачі води до лафетного ствола з діаметром насадка 38 мм, якщо від пожежного автомобіля прокладені дві рукавні лінії діаметром 66 мм (рукава прогумовані), довжиною 140 м кожна. Необхідно одержати струмінь довжиною 27 м. Ствол піднятий на висоту 3 м.

*(Відповідь:  $H_n=77,7$  м)*

2.2.25. Визначити витрату води з лафетного ствола, напір перед насадком діаметром 38 мм, якщо від кожного з трьох пожежних насосів прокладено по дві прогумовані рукавні лінії діаметром 66 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:  $Q_{cm}=42,35$  л/с;  $H_e=71,76$  м)*

2.2.26. 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 піднятий на висоту 18 м. Діаметр ствола 50 мм.

*(Відповідь:  $K=2$ )*

2.2.27. Визначити витрату води з лафетного ствола з діаметром насадка 50 мм, якщо від кожного з трьох пожежних автомобілів прокладено по дві прогумовані рукавні лінії діаметром 66 мм довжиною 80 м, 100 м та 120 м. Ствол піднятий на висоту 4 м. Насоси працюють в однаковому режимі і розвивають напір 95 м.

*(Відповідь:  $Q_{cm}=71,5$  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) довжиною 260 м кожна та закінчується стволом з насадком 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 насадок діаметром 22 мм.

*(Відповідь:  $Q_n=23,95$  л/с;  $H_n=110,9$  м)*

2.2.30. З лафетного ствола з діаметром насадка 38 мм потрібно одержати струмінь із витратою 40,4 л/с. Ствол розташований на відстані 180 м від водойми на висоті 3 м. Визначити можливість одержання необхідного струменю, якщо є два паралельно працюючих насоса 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 насадком діаметром 28 мм потрібно одержати струмінь із радіусом (довжиною) дії компактної частини 30 м. До лафетного ствола прокладені рукавні лінії діаметром 66 мм від мотопомп МП – 1600. Кількість рукавів у кожній лінії – 5. Лафетний ствол установлений на 3 м вище мотопомп. Визначити можливість одержання необхідного струменю, накреслити схему.

*(Відповідь:  $N_1=1$ ;  $K=1$ ;  $H_n=92,9$  м)*

2.2.32. Визначити радіус (довжину) дії компактної частини струменю і витрати з лафетного ствола з діаметром насадка 50 мм, що розташований на висоті 4 м в відношенні до осі насосів, якщо вода подається від двох насосів ПН-40У. Від кожного прокладено одна рукавна лінія діаметром 77 мм з кількістю рукавів у кожній лінії – 14.

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

2.2.33. Визначити напір насоса при подачі води до лафетного ствола з діаметром насадка 28 мм, якщо від пожежного автомобіля прокладені дві рукавні лінії діаметром 77 мм (рукава прогумовані), довжиною 120 м кожна. Необхідно одержати струмінь з радіусом (довжиною) компактної частини 26 м. Ствол піднятий на висоту 2 м.

*(Відповідь:  $H_n=36,74$  м)*

2.2.34. Визначити витрату води з лафетного ствола, напір перед насадком діаметром 50 мм, якщо від кожного з трьох пожежних автомобілів

прокладена одна прогумована рукавна лінія діаметром 77 мм, довжиною від першого та третього насоса 120 м, а від другого – 140 м . Висота підйому ствола 3 м. Насоси працюють паралельно в однаковому режимі і розвивають напір 85 м.

*(Відповідь:  $Q_{cm}=58,8$  л/с;  $H_g=45,64$  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 піднятий на висоту 5 м. Діаметр ствола 50 мм.

*(Відповідь:  $K=2$ )*

### 3. Витрати води у протипожежних водопроводах

Розрахункові витрати води для пожежогасіння  $Q_{пож}$  в населеному пункті та розташованому в ньому промисловому підприємстві визначаються за СНиП 2.04.02-84\* п. 2.23 (або за додатком 6 цього практикуму).

Витрати води на гасіння однієї пожежі умовно складаються з наступного:

- 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;

Витрати на зовнішнє пожежогасіння (гасіння пожежі за допомогою пересувної пожежної техніки від зовнішніх пожежних гідрантів) визначають за вимогами СНиП 2.04.02-84\* відповідно:

- табл. 5 та табл.6 - для районів міської забудови (додаток 6 цього практикуму);
- табл. 7 та табл.8 – для виробничих будівель (додаток 6 цього практикуму).

*2.12. Расход воды на наружное пожаротушение (на один пожар) и количество одновременных пожаров в населенном пункте для расчета магистральных (расчетных кольцевых) линий водопроводной сети должны приниматься по табл. 5.*

*2.13. Расход воды на наружное пожаротушение (на один пожар) жилых и общественных зданий для расчета соединительных и распределительных линий водопроводной сети, а также водопроводной сети внутри микрорайона или квартала следует принимать для здания, требующего наибольшего расхода воды, по табл. 6.*

Витрати на внутрішнє пожежогасіння (від внутрішніх пожежних кранів) складаються з кількості струменів на кожен точку приміщення та витрат води на один струмінь, визначаються за вимогами СНиП 2.04.01-85\* відповідно:

- табл. 1 та п. 6.2, 6.3 - для будівлі, що потребує найбільших витрат у міській забудові -  $n_{стр} \cdot q_{н.п.}^{вн.пож}$  (додаток 6 цього практикуму);
- табл. 2 – для виробничих будівель  $n_{стр} \cdot q_{вир}^{вн.пож}$ . (додаток 6 цього практикуму).

Витрати для населеного пункту можна визначити за формулою:

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

Відповідно для виробничого підприємства:

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

**Загальні розрахункові пожежні витрати  $Q_{\text{пож}}$**  визначаються за умовою, що водопровід забезпечує одночасно гасіння пожеж у населеному пункті та на виробничому підприємстві, тобто за вимогами п. 2.23 СНиП 2.04.02-84\* залежно від площі виробничого підприємства та кількості населення в населеному пункті ( табл. у додатку 6)

$$Q^{\text{пож}} = f(Q_{\text{н.п.}}^{\text{пож}}; Q_{\text{вир}}^{\text{пож}})$$

**2.23.** При объединенном противопожарном водопроводе населенного пункта и промышленного или сельскохозяйственного предприятия, расположенных вне населенного пункта, расчетное количество одновременных пожаров должно приниматься:

при площади территории предприятия до 150 га при числе жителей в населенном пункте до 10 тыс. чел. — один пожар (на предприятии или в населенном пункте по наибольшему расходу воды); то же, при числе жителей в населенном пункте свыше 10 до 25 тыс. чел. — два пожара (один на предприятии и один в населенном пункте);

при площади территории предприятия свыше 150 га и при числе жителей в населенном пункте до 25 тыс. чел. — два пожара (два на предприятии или два в населенном пункте по наибольшему расходу);

при числе жителей в населенном пункте более 25 тыс. чел. — согласно п. 2.22 и табл. 5, при этом расход воды следует определять как сумму потребного большего расхода (на предприятии или в населенном пункте) и 50 % потребного меньшего расхода (на предприятии или в населенном пункте);

при нескольких промышленных предприятиях и одном населенном пункте — согласно требованиям органов Государственного пожарного надзора.

### 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 ступеню вогнестійкості, категорії за пожежовибухонебезпекою та об'ємом.

Дано:	Розв'язання:
$N_{\text{м}} < 10$ тис.	1. визначаємо $Q_{\text{н.п.}}^{\text{пож}}$ - витрати води на пожежогасіння в населеному пункті: $Q_{\text{н.п.}}^{\text{пож}} = n_{\text{пожеж}} \cdot (Q_{\text{н.п.}}^{\text{зов.пож}} + n_{\text{стр}} \cdot q_{\text{н.п.}}^{\text{вн.пож}}), \text{ л/с,}$ де $n_{\text{пожеж}} = 1$ - розрахункова кількість одночасних пожеж (для кількості мешканців менш 10 тис – одна пожежа) (додаток 6 або СНиП 2.04.02-84* табл. 5);
$n_{\text{пов}}$	
$S_{\text{вир}} < 150$ га	
Ступінь вогнестійкості	
Категорія	

за  
пожежови  
бухонебез  
пекою

$V_{\text{вир. буд.}}$

$Q_{\text{пож}} - ?$

$Q_{\text{н.п.}}^{\text{зов.пож}}$  - витрати води на зовнішнє пожежогасіння в населеному пункті на одну пожежу приймаються в залежності від кількості мешканців та поверховості будівель населеного пункту, л/с (додаток 6 або СНиП 2.04.02-84\* табл. 5);

$n_{\text{стр.}}, q_{\text{н.п.}}^{\text{вн.пож}}$  - кількість струменів на кожен приміщення та

мінімальні витрати води на внутрішнє пожежогасіння на один струмінь, л/с (приймається для житлових будівель в залежності від їх поверховості) (додаток 6 або СНиП 2.04.01-85\* табл. 1);

2. визначаємо  $Q_{\text{вир}}^{\text{пож}}$  - витрати води на пожежогасіння на виробничому об'єкті:

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

де  $n_{\text{пожеж}} = 1$  - розрахункова кількість одночасних пожеж (для виробничого об'єкта площею до 150 га – одна пожежа) (додаток 6 або СНиП 2.04.02-84\* п. 2.22);

$Q_{\text{вир}}^{\text{зов.пож}}$  - витрати води на зовнішнє пожежогасіння на виробничому об'єкті на одну пожежу (приймаються в залежності від об'єму будівлі виробничого об'єкта, ступеня її вогнестійкості, категорії за пожежовибухонебезпечкою), л/с (додаток 6 або СНиП 2.04.02-84\* табл. 7);

$n_{\text{стр.}}, q_{\text{вир}}^{\text{вн.пож}}$  - кількість струменів на кожен приміщення та

мінімальні витрати води на внутрішнє пожежогасіння на один струмінь, л/с (приймається для виробничих будівель в залежності від їх об'єму, ступеня вогнестійкості, категорії за пожежовибухонебезпечкою) (додаток 6 або СНиП 2.04.01-85\* табл. 2);

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 по найбільшій витраті 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 ступеню вогнестійкості, категорії за пожежовибухонебезпечкою та об'ємом.

Дано:  
 $10000 < N_M < 25000$   
 $n_{пов}$   
 $S_{вир} < 150$  га  
 Ступінь  
 вогнестійкості  
 Категорія  
 за  
 пожежовибухонебезпекою  
 $V_{вир. буд.}$

$Q_{пож}$  - ?

Розв'язання:

1. визначаємо  $Q_{н.п.}^{пож}$  - витрати води на пожежогасіння в населеному пункті:

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

де  $n_{пожеж} = 2$  - розрахункова кількість одночасних пожеж (для кількості мешканців від 10000 до 25000 – дві пожежі) (додаток 6 або СНиП 2.04.02-84\* табл. 5);

$Q_{н.п.}^{зов.пож}$  - витрати води на зовнішнє пожежогасіння в населеному пункті на одну пожежу приймаються в залежності від кількості мешканців та поверховості будівель населеного пункту, л/с (додаток 6 або СНиП 2.04.02-84\* табл. 5);

$n_{стр}$ ,  $q_{н.п.}^{вн.пож}$  - кількість струменів на кожену точку приміщення та мінімальні витрати води на внутрішнє пожежогасіння на один струмінь, л/с (приймається для житлових будівель в залежності від їх поверховості) (додаток 6 або СНиП 2.04.01-85\* табл. 1);

2. визначаємо  $Q_{вир}^{пож}$  - витрати води на пожежогасіння на виробничому об'єкті:

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

де  $n_{пожеж} = 1$  - розрахункова кількість одночасних пожеж (для виробничого об'єкта площею до 150 га – одна пожежа) (додаток 6 або СНиП 2.04.02-84\* п. 2.22);

$Q_{вир}^{зов.пож}$  - витрати води на зовнішнє пожежогасіння на виробничому об'єкті на одну пожежу (приймаються в залежності від об'єму будівлі виробничого об'єкта, ступеня її вогнестійкості, категорії за пожежовибухонебезпекою), л/с (додаток 6 або СНиП 2.04.02-84\* табл. 7);

$n_{стр}$ ,  $q_{вир}^{вн.пож}$  - кількість струменів на кожену точку приміщення та мінімальні витрати води на внутрішнє пожежогасіння на один струмінь, л/с (приймається для виробничих будівель в залежності від їх об'єму, ступеня вогнестійкості, категорії за пожежовибухонебезпекою) (додаток 6 або СНиП 2.04.01-85\* табл. 2);

3. визначаємо  $Q_{пож}$  - 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 визначено, що кількість одночасних пожеж в населеному пункті дорівнює двом,  $Q_{н.п.}^{пож} =$



$$1 * (Q_{н.п.}^{зov.пож} + n_{стр} \cdot q_{н.п.}^{вн.пож}),$$

$$- Q_{пож} = (1 * (Q_{н.п.}^{зov.пож} + n_{стр} \cdot q_{н.п.}^{вн.пож})) +$$

$$(1 * (Q_{вир}^{зov.пож} + n_{стр} \cdot q_{вир}^{вн.пож})).$$

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 ступеню вогнестійкості, категорії за пожежовибухонебезпекою та об'ємом.

Дано:  
 $N_M > 25000$   
 $n_{пов}$   
 $V_{вир. буд.}$   
 Ступінь  
 вогнестійкості  
 Категорія  
 за  
 пожежовибухонебезпекою

$Q_{пож} - ?$

Розв'язання:

1. визначаємо  $Q_{н.п.}^{пож}$  - витрати води на пожежогасіння в населеному пункті:

$$Q_{н.п.}^{пож} = n_{пожеж} \cdot (Q_{н.п.}^{зov.пож} + n_{стр} \cdot q_{н.п.}^{вн.пож}), \text{ л/с,}$$

де  $n_{пожеж} = 2; 3$  або  $4$  - розрахункова кількість одночасних пожеж (для кількості мешканців понад 25000 – дві, три або чотири пожежі) (додаток 6 або СНиП 2.04.02-84\* табл. 5);

$Q_{н.п.}^{зov.пож}$  - витрати води на зовнішнє пожежогасіння в населеному пункті на одну пожежу приймаються в залежності від кількості мешканців та поверховості будівель населеного пункту, л/с (додаток 6 або СНиП 2.04.02-84\* табл. 5);

$n_{стр}, q_{н.п.}^{вн.пож}$  - кількість струменів на кожную точку приміщення та

мінімальні витрати води на внутрішнє пожежогасіння на один струмінь, л/с (приймається для житлових будівель в залежності від їх поверховості) (додаток 6 або СНиП 2.04.01-85\* табл. 1);

2. визначаємо  $Q_{вир}^{пож}$  - витрати води на пожежогасіння на виробничому об'єкті:

$$Q_{вир}^{пож} = n_{пожеж} (Q_{вир}^{зov.пож} + n_{стр} \cdot q_{вир}^{вн.пож}), \text{ л/с.}$$

де  $n_{пожеж} = 1$  або  $2$  - розрахункова кількість одночасних пожеж (для виробничого об'єкта площею до 150 га – одна пожежа, при площі понад 150 га – дві пожежі) (додаток 6 або СНиП 2.04.02-84\* п. 2.22);

$Q_{вир}^{зov.пож}$  - витрати води на зовнішнє пожежогасіння на промисловому об'єкті на одну пожежу (приймаються в залежності від об'єму будівлі виробничого об'єкта, ступеня її вогнестійкості, категорії за пожежовибухонебезпекою), л/с (додаток 6 або СНиП 2.04.02-84\* табл. 7);

$n_{стр}$ ;  $q_{вир}^{вн.пож}$  - кількість струменів на кожну точку приміщення та мінімальні витрати води на внутрішнє пожежогасіння на один струмінь, л/с (приймається для виробничих будівель в залежності від їх об'єму, ступеня вогнестійкості, категорії за пожежовибухонебезпекою) (додаток 6 або СНиП 2.04.01-85\* табл. 2);

3. визначаємо  $Q_{пож}$  - загальні розрахункові пожежні витрати:

- для населеного пункту з кількістю мешканців понад 25000 в незалежності від площі виробничого об'єкта приймається як сума необхідного більшого (на підприємства або в населеному пункті) та 50% необхідного меншого (на підприємства або в населеному пункті);

- порівнюємо  $Q_{н.п.}^{пож}$  та  $Q_{вир}^{пож}$  і визначаємо більшу з них;

-  $Q_{пож} = (\text{більшій з } Q_{н.п.}^{пож} \text{ або } Q_{вир}^{пож}) + (\text{меншій з } Q_{н.п.}^{пож} \text{ та } Q_{вир}^{пож})/2$ .

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 ступеню вогнестійкості, категорії за пожежовибухонебезпекою та об'ємом.

Дано:

$N_M < 25000$

$n_{пов}$

$S_{вир} > 150$  га

$V_{вир. буд.}$

Ступінь вогнестійкості

Категорія за

пожежовибухонебезпекою

$Q_{пож} - ?$

Розв'язання:

1. визначаємо  $Q_{н.п.}^{пож}$  - витрати води на пожежогасіння в населеному пункті:

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

де  $n_{пожеж} = 1$  або  $2$  - розрахункова кількість одночасних пожеж (для кількості мешканців до 25000 – одна або дві пожежі) (додаток 6 або СНиП 2.04.02-84\* табл. 5);

$Q_{н.п.}^{зов.пож}$  - витрати води на зовнішнє пожежогасіння в населеному пункті на одну пожежу приймаються в залежності від кількості мешканців та поверховості будівель населеного пункту, л/с (додаток 6 або СНиП 2.04.02-84\* табл. 5);

$n_{стр}$ ;  $q_{н.п.}^{вн.пож}$  - кількість струменів на кожну точку приміщення та

мінімальні витрати води на внутрішнє пожежогасіння на один струмінь, л/с (приймається для житлових будівель в залежності від їх поверховості) (додаток 6 або СНиП 2.04.01-85\* табл. 1);

2. визначаємо  $Q_{вир}^{пож}$  - витрати води на пожежогасіння на виробничому об'єкті:

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

де  $n_{пожеж} = 2$  - розрахункова кількість одночасних пожеж (для виробничого об'єкта площею понад 150 га – дві пожежі) (додаток 6 або СНиП 2.04.02-84\* п. 2.22);

$Q_{вир}^{зов.пож}$  - витрати води на зовнішнє пожежогасіння на виробничому об'єкті на одну пожежу (приймаються в залежності від об'єму будівлі виробничого об'єкта, ступеня її вогнестійкості, категорії за пожежовибухонебезпекою), л/с (додаток 6 або СНиП 2.04.02-84\* табл. 7);

$n_{стр}$ ,  $q_{вир}^{вн.пож}$  - кількість струменів на кожен точку приміщення та мінімальні витрати води на внутрішнє пожежогасіння на один струмінь, л/с (приймається для виробничих будівель в залежності від їх об'єму, ступеня вогнестійкості, категорії за пожежовибухонебезпекою) (додаток 6 або СНиП 2.04.01-85\* табл. 2);

3. визначаємо  $Q_{пож}$  - 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 по найбільшій витраті води);

- порівнюємо  $Q_{н.п.}^{пож}$  та  $Q_{вир}^{пож}$  і визначаємо більшу з них;

-  $Q_{пож} = (\text{більшій з } Q_{н.п.}^{пож} \text{ або } Q_{вир}^{пож})$

### Словник прийнятих скорочень

$N_m$  – кількість мешканців, чоловік

$n_{пов}$  – кількість поверхів

$S_{вир}$  – площа території підприємства, га

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

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

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

$n_{пожеж}$  - кількість одночасних пожеж

$Q_{н.п.}^{зов.пож}$  - витрати на зовнішнє пожежогасіння в населеному пункті,

л/с

$n_{стр}$  – кількість струменів

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

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

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

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

### 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 ступеню вогнестійкості, категорії за пожежовибухонебезпекою Б, висотою 24 м та об'ємом 25000 м<sup>3</sup>.

(Відповідь:  $Q_{пож}=30$  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 ступеню вогнестійкості, категорії за пожежовибухонебезпекою В, висотою 24 м та об'ємом 15000 м<sup>3</sup>.

(Відповідь:  $Q_{пож}=30$  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 ступеню вогнестійкості, категорії за пожежовибухонебезпекою В, висотою 26 м та об'ємом 55000 м<sup>3</sup>.

(Відповідь:  $Q_{пож}=50$  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 ступеню вогнестійкості, категорії за пожежовибухонебезпекою Б, висотою 22 м та об'ємом 5000 м<sup>3</sup>.

*(Відповідь:  $Q_{пож}=42,5$  л/с)*

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

*(Відповідь:  $Q_{пож}=70$  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 ступеню вогнестійкості, категорії за пожежовибухонебезпекою Б, висотою 8 м та об'ємом 8000 м<sup>3</sup>.

*(Відповідь:  $Q_{пож}=70$  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 ступеню вогнестійкості, категорії за пожежовибухонебезпекою Б, висотою 22 м та об'ємом 22000 м<sup>3</sup>.

*(Відповідь:  $Q_{пож}=60$  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, л/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 більш 2,5 м/с, тобто

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

Якщо швидкість руху води перебільшує 2,5 м/с, тоді необхідно збільшити діаметри труб.

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

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

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

Дано:	Розв'язання:
Тип та характеристика будівлі	1. визначаємо нормативні витрати води на внутрішнє пожежогасіння (додаток 6 або СНиП 2.04.01-85* табл. 1, 2)
$d$	2. визначаємо нормативні витрати води на зовнішнє пожежогасіння (додаток 6 або СНиП 2.04.02-84* табл. 5 - 8)
$Q_{г-п}$	3. визначаємо загальні витрати, що повинна пропустити мережа:
	$Q = Q_{\text{пож}}^{\text{зов}} + Q_{\text{пож}}^{\text{вн}} + Q_{г-п}$
	4. визначаємо швидкість руху води в мережі:

$v_{пож} - ?$

$$v_{пож} = \frac{4Q}{\pi d^2},$$

при  $v_{пож} \leq 2,5 \text{ м/с}$  - діаметр прийнятий вірно та мережа пропустить витрати води на пожежогасіння.

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

Дано:

Тип та характеристика будівлі

$Q_{г-п}$

$v_{пож} - ?$

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 (додаток 6 або СНиП 2.04.01-85\* табл. 1, 2)

3. визначаємо нормативні витрати води на зовнішнє пожежогасіння (додаток 6 або СНиП 2.04.02-84\* табл. 5 - 8)

4. визначаємо загальні витрати, що повинна пропустити мережа:

$$Q = Q_{пож}^{зоб} + Q_{пож}^{вн} + Q_{г-п}$$

4. визначаємо швидкість руху води в мережі:

$$v_{пож} = \frac{4Q}{\pi d^2},$$

при  $v_{пож} \leq 2,5 \text{ м/с}$  - діаметр прийнятий вірно та мережа пропустить витрати води на пожежогасіння.

### Словник прийнятих скорочень

$q$  – витрата води в мережі, л/с;

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

$v_{пож}$  - швидкість руху при пропуску пожежних витрат води, л/с

$d$  – діаметр трубопроводу, мм

$Q_{г-п}$  - розрахункові максимальні годинні витрати води для всіх водоспоживачів, м<sup>3</sup>/год.

### 4.2. Задачі

4.2.1. Зовнішня водопровідна мережа має діаметр 150 мм та подає воду на господарчо – питні потреби у кількості 20 л/с. Перевірити вірність визначення діаметру 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 господарчо – питні потреби у кількості 10 л/с. Перевірити вірність визначення діаметру труб та можливість цієї мережі подати воду на пожежогасіння виробничої будівлі I ступеню вогнестійкості, категорії за пожежовибухонебезпекою 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 господарчо – питні потреби у кількості 13 л/с. Перевірити вірність визначення діаметру 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 господарчо – питні потреби у кількості 12 л/с. Визначити діаметр труб та можливість цієї мережі подати воду на пожежогасіння виробничої будівлі II ступеню вогнестійкості, категорії за пожежовибухонебезпекою 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 господарчо – 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:  $d=200 \text{ мм}$ , зможе)*



## 5. Розрахунок водонапірних башт та пожежних резервуарів

### 5.1. Розрахунок водонапірних башт

Водонапірна башта призначена для:

- регулювання нерівномірності водоспоживання;
- збереження недоторканого запасу води;
- створення необхідного напору у водопровідній мережі.

Багато водонапірну башту встановлювати на самій високій точці мережі, тоді з урахування рельєфу місцевості можна фактичну висоту башти проектувати меншою.

Висоту водонапірної башти визначають виходячи з умови, що в годину максимального водоспоживання повинний бути забезпечений необхідний вільний напір  $H_v$  у найбільше віддаленій точці водопровідної мережі, тобто в диктуючій точці.

Об'єм баку водонапірної башти визначається відповідно до СНиП 2.04.02-84\* п. 9.1

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

де  $W_{\text{рег}}$  - регулюючий об'єм баку (може прийматися в розмірі до 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 баку водонапірної башти складається з двох величин

$$W_{\text{НЗ}} = W_{\text{НПЗ}} + W_{\text{НЗ}_{\text{г-п}}}, \text{ м}^3,$$

де  $W_{\text{НПЗ}} = \frac{(Q_{\text{пож}}^{\text{вн.}} + Q_{\text{пож}}^{\text{зовн}}) \cdot \tau \cdot 60}{1000}$  - запас води, необхідний на  $\tau = 10$

хвилин гасіння пожежі, поки не включаться до роботи пожежні насоси – підвищувачі, що забезпечать подачу пожежних витрат води в мережу (СНиП 2.04.02-84\* п. 9.5),  $\text{м}^3$ ;  $Q_{\text{пож}}^{\text{вн}}$  - витрати води на внутрішнє пожежогасіння

однієї пожежі (додаток 6 цього практикуму), л/с;  $Q_{\text{пож}}^{\text{зовн}}$  - витрати води на внутрішнє пожежогасіння (додаток 6 цього практикуму), л/с;

$W_{\text{НЗ}_{\text{г-п}}} = \frac{\tau \cdot Q_{\text{г-п}}}{60}$  - запас води, що необхідний на господарчо-питні

потреби в годину максимального водоспоживання, протягом  $\tau = 10$  хвилин (СНиП 2.04.02-84\* п.9.5),  $\text{м}^3$ ;  $Q_{\text{г-п}}$  - розрахункові максимальні годинні витрати води для всіх водоспоживачів,  $\text{м}^3/\text{год}$ .

Висоту водонапірної башти визначають

$$H_{BB} = h_m + H_e + (z_{д.т.} - z_{BB}), \text{ м,}$$

де  $h_m$  - втрати напору в мережі, м;

$H_e = 10 + 4 \cdot (n - 1)$  - вільний напір в диктуючій точці, м;  $n$  - поверховість будівлі, яка розташована в диктуючій точці;

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

$z_{BB}$  - геодезична відмітка встановлення водонапірної башти, м.

Типова конструкція башти вибирається по її висоті та об'єму баку за допомогою додатку 10.

## 5.2. Розрахунок пожежних резервуарів

Пожежні резервуари можуть виконувати роль регулюючих та запасних ємностей.

Загальний об'єм резервуарів складається з двох величин (СНиП 2.04.02-84\* п.9.1)

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

де  $W_{рег}$  - регулюючий об'єм резервуарів (може прийматися в розмірі до 20 % від максимальних добових витрат води для всіх водоспоживачів),  $\text{м}^3$ ;

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

Недоторканий запас води в резервуарах відповідно до СНиП 2.04.02-84\* п.9.4. визначається як сума недоторканого запасу для пожежогасіння з гідрантів та внутрішніх пожежних кранів (пп.2.12-2.17, 2.20, 2.22-2.24); спеціальних засобів пожежогасіння (спринклерів, дренчерів та інших, що не мають власних резервуарів), обумовлених відповідно до пп.2.18-2.19 та недоторканого запасу води максимальних господарчо - питних потреб на весь період пожежогасіння з урахуванням вказівок п.2.21.

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

де  $W_{НПЗ} = \tau \cdot Q_{пож}$  - запас води, необхідний на  $\tau = 3$  години гасіння пожежі (СНиП 2.04.02-84\* п. 9.4),  $\text{м}^3$ ;  $Q_{пож}$  - витрати води на пожежогасіння (враховуються витрати води на зовнішнє та внутрішнє пожежогасіння, які приймаються за додатком б), л/с;

$W_{НЗг-н} = \tau \cdot Q_{г-н}$  - запас води, що необхідний на господарчо-питні потреби в годину максимального водоспоживання, протягом трьох годин

гасіння пожежі (СНиП 2.04.02-84\* п.9.4, 2.21, 2.24), м<sup>3</sup>;  $Q_{z-n}$  - розрахункові максимальні годинні витрати води для всіх водоспоживачів, м<sup>3</sup>/год;

$W_{АУПГ} = \tau_{АУПГ} \cdot Q_{АУПГ}$  - запас води, необхідний на  $\tau_{АУПГ} = 1$  год роботи автоматичної установки пожежогасіння, м<sup>3</sup>;  $Q_{АУПГ}$  - витрати води на автоматичну установку пожежогасіння, л/с.

Відповідно до СНиП 2.04.02-84\* п.9.21, загальна кількість резервуарів в одному вузлі повинна бути не менше двох.

Вибір типового резервуара здійснюється за допомогою додатку 10 цього практикуму.

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

### 5.3. Методика розв'язання основних типів задач

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

Дано:	Розв'язання:
Тип та характеристика будівлі	1. визначаємо нормативні витрати води на внутрішнє пожежогасіння (додаток 6 або СНиП 2.04.01-85* табл. 1, 2)
$Q_{\max \text{ доб}}$	2. визначаємо нормативні витрати води на зовнішнє пожежогасіння (додаток 6 або СНиП 2.04.02-84* табл. 5 - 8)
$Q_{z-n}$	3. визначаємо об'єм регулюючого запасу води, який приймаємо 10% від максимальних добових витрат води:
$z_{\text{д.т.}}$	$W_{\text{рег}} = \frac{10 \cdot Q_{\max \text{ доб}}}{100}$
$z_{\text{ВБ}}$	4. визначаємо об'єм недоторканого запасу води:
$h_{\text{м}}$	$W_{\text{НЗ}} = W_{\text{НПЗ}} + W_{\text{НЗ } z-n}$
$W_{\text{б ВБ}} - ?$	$W_{\text{НПЗ}} = \tau \left( Q_{\text{пож}}^{\text{зоб}} + Q_{\text{пож}}^{\text{вн}} \right)$
	$W_{\text{НЗ } z-n} = \tau \cdot Q_{z-n}$
	$\tau = 10$ хвилин
	5. визначаємо об'єм баку:
	$W_{\text{б ВБ}} = W_{\text{рег}} + W_{\text{НЗ}}$
	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 в диктуючій точці, м; n -

поверховість заданої будівлі;

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

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

7. приймається типова водонапірна башти (додаток 10).

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

Дано:	Розв'язання:
Тип та характеристика будівлі	1. визначаємо нормативні витрати води на внутрішнє пожежогасіння (додаток 6 або СНиП 2.04.01-85* табл. 1, 2)
$Q_{\max \text{ доб}}$	2. визначаємо нормативні витрати води на зовнішнє пожежогасіння (додаток 6 або СНиП 2.04.02-84* табл. 5 - 8)
$Q_{z-n}$	3. визначаємо пожежні витрати води $Q_{\text{пож}} = Q_{\text{вн. пож}} + Q_{\text{зов. пож}}$
$Q_{\text{АУПГ}}$	4. визначаємо об'єм регулюючого запасу води, який приймаємо 20% від максимальних добових витрат води: $W_{\text{рег}} = \frac{20 \cdot Q_{\max \text{ доб}}}{100}$
$W_{\text{ПР}} - ?$	5. визначаємо об'єм недоторканого запасу води: $W_{\text{НЗ}} = W_{\text{НПЗ}} + W_{\text{НЗ}_{z-n}} + W_{\text{АУПГ}}$ $W_{\text{НЗ}_{z-n}} = \tau \cdot Q_{z-n}$ $W_{\text{НПЗ}} = \tau \cdot Q_{\text{пож}}$ $W_{\text{АУПГ}} = \tau_{\text{АУПГ}} \cdot Q_{\text{АУПГ}}$ $\tau = 3$ години; $\tau_{\text{АУПГ}} = 1$ година
	6. визначаємо об'єм ПР: $W_{\text{ПР}} = W_{\text{рег}} + W_{\text{НЗ}}$
	7. приймається типовий пожежний резервуар (додаток 10).

3. Сформулюйте пункт експертного висновку та обґрунтуйте його вимогами нормативних документів щодо наступного проектного рішення: біля заданої будівлі запроектований пожежний резервуар заданого об'єму.

Дано:	Розв'язання:
Тип та характеристика будівлі	1. визначаємо нормативні витрати води на внутрішнє пожежогасіння (додаток 6 або СНиП 2.04.01-85* табл. 1, 2)
$Q_{\max \text{ доб}}$	2. визначаємо нормативні витрати води на зовнішнє пожежогасіння (додаток 6 або СНиП 2.04.02-84* табл. 5 - 8)
$Q_{z-n}$	3. визначаємо пожежні витрати води $Q_{\text{пож}} = Q_{\text{вн. пож}} + Q_{\text{зов. пож}}$
	4. визначаємо об'єм регулюючого запасу води, який приймаємо 20% від максимальних добових витрат води:

$Q_{АУПГ}$ $W_{ПР}$ - ?	$W_{рег} = \frac{20 \cdot Q_{\max \text{ доб}}}{100}$ <p>5. визначаємо об'єм недоторканого запасу води:</p> $W_{НЗ} = W_{НПЗ} + W_{НЗ \text{ з-n}} + W_{АУПГ}$ $W_{НЗ \text{ з-n}} = \tau \cdot Q_{\text{з-n}}$ $W_{НПЗ} = \tau \cdot Q_{\text{пож}}$ $W_{АУПГ} = \tau_{АУПГ} Q_{АУПГ}$ <p><math>\tau=3</math> години;  <math>\tau_{АУПГ}=1</math> година</p> <p>6. визначаємо об'єм ПР:</p> $W_{ПР} = W_{рег} + W_{НЗ}$ <p>7. порівнюємо розрахований об'єм пожежного резервуара з тим, що заданий за умовами задачі:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- якщо розрахований об'єм пожежного резервуара співпадає з заданим за умовами задачі, тоді експертний висновок не складається, тому що запроєктоване рішення відповідає вимогам нормативних документів, що підтвердилося розрахунком;</li> <li>- якщо розрахований об'єм пожежного резервуара не відповідає заданому за умовами задачі, тоді формулюється пункт експертного висновку, в якому вказується якому пункту якого нормативного документа не відповідає запроєктоване рішення.</li> </ul>
-------------------------------	--

4. Сформулюйте пункт експертного висновку та обґрунтуйте його вимогами нормативних документів щодо наступного проектного рішення: біля заданої будівлі запроєктована водонапірна башта.

Дано: Тип та характеристика будівлі $Q_{\max \text{ доб}}$ $Q_{\text{з-n}}$ $Z_{\text{д.т.}}$ $Z_{\text{ВБ}}$ $h_{\text{м}}$ $W_{\text{б ВБ}}$ $H_{\text{ВБ}}$ - ?	Розв'язання: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. визначаємо нормативні витрати води на внутрішнє пожежогасіння (додаток 6 або СНиП 2.04.01-85* табл. 1, 2)</li> <li>2. визначаємо нормативні витрати води на зовнішнє пожежогасіння (додаток 6 або СНиП 2.04.02-84* табл. 5 - 8)</li> <li>3. визначаємо об'єм регулюючого запасу води, який приймаємо 10% від максимальних добових витрат води:</li> </ol> $W_{рег} = \frac{10 \cdot Q_{\max \text{ доб}}}{100}$ <p>4. визначаємо об'єм недоторканого запасу води:</p> $W_{НЗ} = W_{НПЗ} + W_{НЗ \text{ з-n}}$ $W_{НПЗ} = \tau \left( Q_{\text{пож}}^{30\%} + Q_{\text{пож}}^{6\%} \right)$ $W_{НЗ \text{ з-n}} = \tau \cdot Q_{\text{з-n}}$ <p><math>\tau=10</math> хвилин</p> <p>5. визначаємо об'єм баку:</p>
---	---

$$W_{\text{б ВБ}} = W_{\text{рез}} + W_{\text{НЗ}}$$

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 в диктуючій точці, м;  $n$  – поверховість заданої будівлі;

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

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

7. порівнюємо розраховані об'єм та висоту водонапірної башти з тими, що задані за умовами задачі:

- якщо розраховані об'єм та висота водонапірної башти співпадають з заданим за умовами задачі, тоді експертний висновок не складається, тому що запроєктоване рішення відповідає вимогам нормативних документів, що підтвердилося розрахунком;

- якщо розраховані об'єм та висота водонапірної башти не відповідають заданим за умовами задачі, тоді формулюється пункт експертного висновку, в якому вказується якому пункту якого нормативного документа не відповідає запроєктоване рішення.

### Словник прийнятих скорочень

$W_{\text{б ВБ}}$  - об'єм баку водонапірної башти, м<sup>3</sup>

$W_{\text{рез}}$  - регулюючий об'єм баку водонапірної башти або резервуару, м<sup>3</sup>;

$W_{\text{НЗ}}$  - об'єм недоторканного запасу води, м<sup>3</sup>

$W_{\text{НПЗ}}$  - недоторканий запас води, м<sup>3</sup>

$W_{\text{НЗ}_{z-n}}$  - запас води, що необхідний на господарчо-питні потреби в годину максимального водоспоживання, м<sup>3</sup>

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

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

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

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

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

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

$z_{BB}$  - геодезична відмітка встановлення водонапірної башти, м  
 $\tau$  – час, на який зберігаються пожежні витрати води, хв  
 $H_{BB}$  - висота водонапірної, м  
 $h_m$  - втрати напору в мережі, м  
 $W_{PP}$  - загальний об'єм пожежного резервуара, м<sup>3</sup>  
 $W_{AUPP}$  - запас води, необхідний на одну годину роботи автоматичної  
установки пожежогасіння, м<sup>3</sup>  
 $Q_{AUPP}$  – витрати води на автоматичну установку пожежогасіння, л/с  
 $\tau_{AUPP}$  – час роботи автоматичної установки пожежогасіння, год

### 5.4. Задачі

5.4.1. Визначити необхідний об'єм баку та висоту водонапірної башти, якщо вона забезпечує збереження води на пожежогасіння триповерхової виробничої будівлі III ступеню вогнестійкості, категорії за пожежовибухонебезпекою В, об'ємом 13000 м<sup>3</sup>, максимальні добові витрати води складають 30 м<sup>3</sup>/доб, максимальні годинні витрати на господарчо-питні потреби – 3 м<sup>3</sup>/год. Водонапірну башту передбачається розташувати на відмітці 192 м, а будівля розташована на відмітці 187 м. Втрати напору в мережі складають 3 м. Прийняти типову водонапірну башту.

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

5.4.2. Визначити необхідний об'єм пожежного резервуару, якщо він забезпечує збереження води на пожежогасіння десятиповерхової громадської будівлі об'ємом 20000 м<sup>3</sup>, максимальні добові витрати води складають 15 м<sup>3</sup>/доб, максимальні годинні витрати на господарчо-питні потреби – 1,3 м<sup>3</sup>/год, витрати води на роботу автоматичної установки пожежогасіння – 35 л/с. Прийняти 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. Сформулюйте пункт експертного висновку та обґрунтуйте його вимогами нормативних документів щодо наступного проектного рішення: у п'ятиповерховій громадській будівлі запроєктований пожежний резервуар об'ємом 50 м<sup>3</sup>, об'єм будівлі – 45000 м<sup>3</sup>, максимальні добові витрати води складають 18 м<sup>3</sup>/доб, максимальні годинні витрати на господарчо-питні потреби – 0,5 м<sup>3</sup>/год, витрати води на роботу установки автоматичного пожежогасіння 30 л/с.

*(Відповідь: необхідно сформулювати пункт експертного висновку)*

5.4.4. Визначити необхідний об'єм баку та висоту водонапірної башти, якщо вона забезпечує збереження води на пожежогасіння шестиповерхової громадської будівлі, об'ємом  $26000 \text{ м}^3$ , максимальні добові витрати води складають  $10 \text{ м}^3/\text{доб}$ , максимальні годинні витрати на господарчо-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 складають 2 м. Прийняти типову водонапірну башту.

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

5.4.5. Визначити необхідний об'єм пожежного резервуару, якщо він забезпечує збереження води на пожежогасіння шістнадцятиповерхової житлової будівлі об'ємом  $20000 \text{ м}^3$ , максимальні добові витрати води складають  $7 \text{ м}^3/\text{доб}$ , максимальні годинні витрати на господарчо-питні потреби –  $4 \text{ м}^3/\text{год}$ . Прийняти 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. Сформулюйте пункт експертного висновку та обґрунтуйте його вимогами нормативних документів щодо наступного проектного рішення: біля десятиповерхової громадській будівлі запроектована водонапірна башта об'ємом  $50 \text{ м}^3$ , висотою 24 м. Об'єм будівлі –  $15000 \text{ м}^3$ , максимальні добові витрати води складають  $15 \text{ м}^3/\text{доб}$ , максимальні годинні витрати на господарчо-питні потреби –  $1,2 \text{ м}^3/\text{год}$ . Водонапірну башту передбачається розташувати на відмітці 190 м, а будівля розташована на відмітці 189 м. Втрати напору в мережі складають 5 м.

*(Відповідь: необхідно сформулювати пункт експертного висновку)*



## 6. Вибір характеристик і основних конструктивних параметрів пожежних насосів

**Тип насосної станції** визначається виходячи з наступного:

- якщо напір, який повинні створювати насоси станції до пожежі більший, ніж напір насосів при пожежі  $H_n^{z-n} \geq H_n^{пож}$  - насосна станція проектується за принципом **низького тиску**, 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;
- якщо напір, який повинні створювати насоси станції до пожежі менший, ніж напір насосів при пожежі  $H_n^{z-n} < H_n^{пож}$  - насосна станція проектується за принципом **високого тиску**, 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 який необхідний при пожежі.

Для вибору насосів необхідно знати витрати води насосної станції та напір, який вона повинна створювати при двох режимах роботи – до пожежі та під час пожежі.

**Розрахункові витрати насосів** насосної станції **при пожежі** визначаються в залежності від того, якого типу проектується насосна станція – високого або низького тиску.

Для насосних станцій **низького тиску** витрати визначаються:

$$Q_n^{пож} = Q_{пож}, \text{ м}^3/\text{ГОД},$$

де  $Q_{пож}$  - нормативні пожежні витрати води, л/с.

Для насосних станцій **високого тиску** витрати визначаються:

$$Q_n^{пож} = Q_{z-n} + Q_{пож}, \text{ м}^3/\text{ГОД}.$$

Насоси насосних станцій підключаються між собою за паралельною схемою, тому при визначенні марки насоса необхідно керуватися тим, що

кожний з насосів повинен створювати розрахунковий напір, а загальна подача насосів приймається як сума подачі кожного. Параметри типових насосів надані у додатку 7.

Кількість резервних насосів, що встановлюється в насосній станції визначається за СНиП 2.04.02-84\* п.7.3, таблиця 32 (додаток 8 цього практикуму).

Доцільно розрахункові параметри насосів, прийняті насоси, їх характеристики та кількість заносити до таблиці 6.1. Але при цьому необхідно звернути увагу на наступне:

- до колонки 1 в окремі рядки заносяться:
- робочі насоси:
  - господарчо-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 додатку 7 та 8. При цьому необхідно враховувати, що насоси працюють паралельно, тобто підбір насосів здійснюється за необхідним напором, а подача необхідної кількості води забезпечується встановленням в 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!!!

### 6.1. Методика розв'язання основних типів задач

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

<p>Дано:</p> $H_n^{г-п}$ $H_n^{пож}$ $Q_n^{г-п}$ $Q_n^{пож}$	<p>Розв'язання:</p> <p>1. визначаємо тип НС:  при <math>H_n^{г-п} \geq H_n^{пож}</math> - НС низького тиску;  при <math>H_n^{г-п} &lt; H_n^{пож}</math> - НС високого тиску.</p> <p>2. вибираємо робочі насоси (додаток 7):</p> <p style="text-align: center;"><b><i>а) для НС низького тиску:</i></b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Тип насосів</th> <th>H</th> <th>Q</th> <th>марка</th> <th>H</th> <th>Q</th> <th>кількість</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Господарчо – питні</td> <td><math>H_n^{г-п}</math></td> <td><math>Q_n^{г-п}</math></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>пожежні</td> <td><math>H_n^{г-п}</math></td> <td><math>Q_n^{пож}</math></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;"><b><i>б) для НС високого тиску:</i></b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Тип насосів</th> <th>H</th> <th>Q</th> <th>марка</th> <th>H</th> <th>Q</th> <th>кількість</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Господарчо – питні</td> <td><math>H_n^{г-п}</math></td> <td><math>Q_n^{г-п}</math></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>пожежні</td> <td><math>H_n^{пож}</math></td> <td><math>Q_n^{г-п+пож}</math></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>3. вибираємо резервні насоси (додаток 8 або СНиП 2.04.02-84* п. 7.3. табл. 32)</p> <p>4. визначаємо загальну кількість насосів в НС.</p>	Тип насосів	H	Q	марка	H	Q	кількість	Господарчо – питні	$H_n^{г-п}$	$Q_n^{г-п}$					пожежні	$H_n^{г-п}$	$Q_n^{пож}$					Тип насосів	H	Q	марка	H	Q	кількість	Господарчо – питні	$H_n^{г-п}$	$Q_n^{г-п}$					пожежні	$H_n^{пож}$	$Q_n^{г-п+пож}$				
Тип насосів	H	Q	марка	H	Q	кількість																																					
Господарчо – питні	$H_n^{г-п}$	$Q_n^{г-п}$																																									
пожежні	$H_n^{г-п}$	$Q_n^{пож}$																																									
Тип насосів	H	Q	марка	H	Q	кількість																																					
Господарчо – питні	$H_n^{г-п}$	$Q_n^{г-п}$																																									
пожежні	$H_n^{пож}$	$Q_n^{г-п+пож}$																																									

### ***Словник прийнятих скорочень***

- $H_n^{г-п}$  - напір господарчо – питних насосів, м
- $H_n^{пож}$  - напір пожежних насосів, м
- $Q_{пож}$  - нормативні пожежні витрати води, л/с
- $Q_{г-п}$  - витрати води, що подає насосна станція при режимі роботи до пожежі, м<sup>3</sup>/год
- $Q_n^{пож}$  - витрати води, що подає насосна станція при режимі роботи при пожежі, м<sup>3</sup>/год
- $Q_n^{г-п+пож}$  – витрати води, що подає насосна станція високого тиску при пожежі (складаються з витрат води насосної станції до пожежі та при пожежі), м<sup>3</sup>/год

### ***6.2. Задачі***

6.2.1. Визначити тип насосної станції, марку та кількість насосів для насосної станції першої категорії надійності, що повинна забезпечити подачу води в

кількості 50 м<sup>3</sup>/год з напором 30 м до зовнішньої мережі об'єднаного водопроводу на господарчо – питні потреби, та в кількості 30 м<sup>3</sup>/год з напором 25 м – на пожежогасіння.

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

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

*(Відповідь: високого тиску, К 80-50-200 – 4 насоса)*

6.2.3. Визначити тип насосної станції, марку та кількість насосів для насосної станції першої категорії надійності, що повинна забезпечити подачу води в кількості 15 м<sup>3</sup>/год з напором 30 м до зовнішньої мережі об'єднаного водопроводу на господарчо – 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 насоса)*

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

*(Відповідь: низького тиску, К 45/30 – 4 насоса)*

## 7. Розрахунок внутрішнього протипожежного водопроводу

1. Перед початком розрахунку системи внутрішнього протипожежного водопроводу (ВПВ), потрібно визначити необхідність його влаштування в даній будівлі та мінімальну витрату води на пожежогасіння.

В залежності від типу будівлі, необхідність влаштування ВПВ, а також мінімальні витрати води на пожежогасіння та кількість струменів на кожному приміщенні визначається за допомогою п. 6.1. СНиП 2.04.01-85\* (додаток 6 цього практикуму).

Для будівлі житлового або громадського призначення кількість струменів на кожному приміщенні (n) та витрату кожного струменя (q) визначають за допомогою СНиП 2.04.01-85\* таблиця 1 (додаток 6).

Для будівлі виробничого призначення кількість струменів на кожному приміщенні (n) та витрату кожного струменя (q) визначають в залежності від категорії будівлі за пожежовибухонебезпекою, ступеня вогнестійкості та об'єму будівлі за допомогою СНиП 2.04.01-85\* таблиця 2 (додаток 6).

2. Визначається обладнання пожежних кранів, тобто діаметр пожежного крану, діаметр та довжина пожежного рукава, діаметр насадка ствола.

Визначення діаметру пожежного крану виконується згідно п. 6.8 прим.2 СНиП 2.04.01-85\*.

### *Примечания к п. 6.8 СНиП 2.04.01-85\*: ...*

*2. Для получения пожарных струй с расходом воды до 4 л/с следует применять пожарные краны и рукава диаметром 50 мм, для получения пожарных струй большей производительности — диаметром 65 мм. При технико-экономическом обосновании допускается применять пожарные краны диаметром 50 мм, производительностью свыше 4 л/с.*

Діаметр рукава приймається рівним діаметру пожежного крану.

Довжина пожежного рукава може бути 10, 15 або 20 м (п. 6.14 СНиП 2.04.01-85\*). Вибір довжини пожежного рукава для пожежного крану виконується в залежності від конфігурації будівлі та особливостей приміщень в яких проектується ВПВ.

Діаметр насадка ствола для ВПВ може бути 13 або 19 мм. Рекомендується приймати діаметр насадка в відповідності до діаметра пожежного крану.

3. Визначається мінімальний радіус компактної частини струменя за допомогою п. 6.8 СНиП 2.04.01-85\*.

*п. 6.8 СНиП 2.04.01-85\* ... Наименьшую высоту и радиус действия компактной части пожарной струи следует принимать **равными***

**высоте помещения**, считая от пола до наивысшей точки перекрытия (покрытия), но не менее:

6 м — в жилых, общественных, производственных и вспомогательных зданиях промышленных предприятий высотой до 50 м;

8 м — в жилых зданиях высотой свыше 50 м;

16 м — в общественных, производственных и вспомогательных зданиях промышленных предприятий высотой свыше 50 м.

4. За допомогою СНиП 2.04.01-85\* табл.3 (додаток 9) визначаються фактичні параметри розрахункових величин (фактичний радіус компактної частини струменю, фактичні витрати води з пожежного крану, напір на пожежному крані) в залежності від прийнятого обладнання пожежних кранів.

5. Для забезпечення умов зрошення приміщення необхідною кількістю струменів, пожежні крани (ПК) повинні встановлюватися один від одного на відстані не більше:

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

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;

$R_{пр.к.}$  - проекція радіуса компактної частини струменю, м, що визначається за формулою:

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

де  $R_k$  – фактичний радіус компактної частини струменю, м;

$z$  – висота приміщення, м;

1,35 – висота встановлення ПК над підлогою, м (СНиП 2.04.01-85\* п. 6.13).

6. Визначення кількості пожежних кранів виконується в два етапи:

1) визначається кількість ПК на одному поверсі (рекомендується виконувати графічно на плані будівлі).

2) визначається загальна кількість ПК в будівлі.

При розташуванні ПК в плані будівлі, необхідно враховувати наступне:

- відстань між ПК повинна бути не більше  $L$ , що визначалось за формулою (7.1),

- кількість ПК повинна бути такою, щоб кожна точка приміщення зрошувалась кількістю струменів, не менш нормативної.

Загальна кількість ПК в будівлі визначається:

$$N_{ПК} = n_{пов} \times n_{ПК},$$

де  $n_{пов}$  – кількість поверхів у будівлі;  
 $n_{ПК}$  – кількість ПК на одному поверсі будівлі.

### 7.1. Методика розв'язання основних типів задач

1. Визначити необхідну кількість пожежних кранів (ПК) в заданій будівлі.

<p>Дано:          Тип та характеристика будівлі  <math>N_{ПК} - ?</math></p>	<p>Розв'язання:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>визначаємо нормативні витрати води на внутрішнє пожежогасіння (додаток 6 або СНиП 2.04.01-85* табл. 1, 2)</li> <li>визначаємо обладнання пожежних кранів:  <math>d_{ПК}</math> - СНиП 2.04.01-85* п.6.8 прим.2  <math>l_p</math>  <math>d_n</math></li> <li>визначаємо мінімальний радіус компактної частини струменю СНиП 2.04.01-85* п.6.8</li> <li>визначаємо фактичні розрахункові величини (додаток 9 або СНиП 2.04.01-85* таблиця 3):  <math>Q_{факт},</math>  <math>R_{к факт},</math>  <math>H_{ПК}</math></li> <li>визначаємо <math>R_{пр к}</math>  <math display="block">R_{пр к} = \sqrt{R_{к факт}^2 - (z - 1,35)^2}</math></li> <li>визначаємо відстань між ПК:  <math display="block">L_{ПК} = k \sqrt{\left(R_{пр к} + l_p\right)^2 - \left(\frac{B}{2}\right)^2}</math></li> <li>графічно визначаємо кількість ПК на одному поверсі <math>n_{ПК}</math></li> <li>визначаємо загальну кількість ПК у будівлі:  <math display="block">N_{ПК} = n_{пов} n_{ПК}</math></li> </ol>
--	---

2. Сформулюйте пункт експертного висновку про правильність запроєктованого рішення: в заданій будівлі запроєктована задана кількість пожежних кранів з заданим обладнанням.

<p>Дано:          Тип та характеристика будівлі          - ?</p>	<p>Розв'язання:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>визначаємо нормативні витрати води на внутрішнє пожежогасіння (додаток 6 або СНиП 2.04.01-85* табл. 1, 2)</li> <li>визначаємо обладнання пожежних кранів:  <math>d_{ПК}</math> - СНиП 2.04.01-85* п.6.8 прим.2  <math>l_p</math>  <math>d_n</math></li> <li>визначаємо мінімальний радіус компактної частини струменю СНиП 2.04.01-85* п.6.8</li> </ol>
--	--

4. визначаємо фактичні розрахункові величини (додаток 9 або СНиП 2.04.01-85\* таблиця 3):

$$\begin{array}{l} Q_{\text{факт}}, \\ R_{\text{к факт}}, \\ H_{\text{ПК}} \end{array}$$

5. визначаємо  $R_{\text{пр к}}$

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

6. визначаємо відстань між ПК:

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

7. графічно визначаємо кількість ПК на одному поверсі  $n_{\text{ПК}}$

8. визначаємо загальну кількість ПК у будівлі:

$$N_{\text{ПК}} = n_{\text{пов}} n_{\text{ПК}}$$

9. порівнюємо загальну кількість ПК, що розрахована з заданою за умовами задачі:

- якщо розрахована кількість ПК співпадає з заданою за умовами задачі, тоді експертний висновок не складається, тому що запроєктоване рішення відповідає вимогам нормативних документів, що підтвердилося розрахунком;

- якщо розрахована кількість ПК не відповідає заданій за умовами задачі, тоді формулюється пункт експертного висновку, в якому вказується якому пункту якого нормативного документа не відповідає запроєктоване рішення.

### Словник прийнятих скорочень

$L_{\text{ПК}}$  - найбільша відстань між пожежними кранами, м

$k$  - коефіцієнт, який залежить від нормативної кількості струменів на кожну точку приміщення

$l_p$  - довжина пожежного рукава, м

$d_{\text{ПК}}$  - діаметр пожежного крана, мм

$d_n$  - діаметр насадка ствола пожежного крана, мм

$q_{\text{факт}}$  - фактичні витрати води з пожежного крана, л/с

$R_{\text{к факт}}$  - фактичний радіус компактної частини струменя з пожежного крана, м

$H_{\text{ПК}}$  - напір у пожежного крана, м

$B$  - ширина будівлі, м

$R_{\text{пр к}}$  - проекція радіуса компактної частини струменю, м

$R_{\text{к}}$  - фактичний радіус компактної частини струменю, м

$z$  - висота приміщення, м

$1,35$  - висота встановлення ПК над підлогою, м

$N_{\text{ПК}}$  - загальна кількість ПК в будівлі

$n_{\text{пов}}$  - кількість поверхів у будівлі

$n_{\text{ПК}}$  - кількість ПК на одному поверсі будівлі



## 7.2. Задачі

7.2.1. Визначити необхідну кількість пожежних кранів (ПК) в виробничій п'ятиповерховій будівлі II ступеню вогнестійкості, категорії за пожежовибухонебезпекою В. Висота кожного поверху 4 м, ширина будівлі 30 м, довжина – 70 м.

*(Відповідь: 20 ПК)*

7.2.2. Сформулюйте пункт експертного висновку про правильність запроєктованого рішення: в одноповерховій виробничій будівлі III ступеню вогнестійкості категорії за пожежовибухонебезпекою Г розміром 60x18x6 м запроєктовано три пожежних крани Ø50 мм з рукавами довжиною 15 м та стволами РС-50.

*(Відповідь: необхідно сформулювати пункт експертного висновку)*

7.2.3. Визначити необхідну кількість пожежних кранів (ПК) в житловій шістнадцятиповерховій будівлі. Висота кожного поверху 3 м, ширина будівлі 24 м, довжина – 30 м, довжина коридорів 3 м.

*(Відповідь: 48 ПК)*

7.2.4. Сформулюйте пункт експертного висновку про правильність запроєктованого рішення: в шестиповерховому гуртожитку (висота кожного поверху 4 м, ширина будівлі 24 м, довжина – 60 м, довжина коридорів 30 м) запроєктовано 24 пожежних крани Ø50 мм з рукавами довжиною 20 м та стволами діаметром насадка 19 мм.

*(Відповідь: проектне рішення відповідає вимогам норм)*

7.2.5. Визначити необхідну кількість пожежних кранів (ПК) в громадській дев'ятиповерховій будівлі. Висота кожного поверху 4 м, ширина будівлі 18 м, довжина – 36 м.

*(Відповідь: 9 ПК)*

7.2.6. Сформулюйте пункт експертного висновку про правильність запроєктованого рішення: в чотирьохповерховій будівлі управління розміром 40x18м з висотою кожного поверху 4 м запроєктовано чотири пожежних крани Ø50 мм з рукавами довжиною 20 м та стволами діаметром насадка 13 мм.

*(Відповідь: необхідно сформулювати пункт експертного висновку)*

7.2.7. Визначити необхідну кількість пожежних кранів (ПК) в допоміжній триповерховій будівлі. Висота кожного поверху 4 м, ширина будівлі 36 м, довжина – 60 м.

*(Відповідь: 12 ПК)*

7.2.8. Сформулюйте пункт експертного висновку про правильність запроектованого рішення: в шістнадцятиповерховій житловій будівлі (висота кожного поверху 3 м, ширина будівлі 12 м, довжина – 18 м) запроектовано 16 пожежних кранів Ø50 мм з рукавами довжиною 10 м та стволами діаметром насадка 13 мм.

*(Відповідь: необхідно сформулювати пункт експертного висновку)*

## **8. Випробування на водовіддачу водопровідних мереж**

Водовіддача - максимальна кількість води, що можна забрати з мережі на пожежогасіння. Ціль випробування водопровідних мереж на водовіддачу в тому, щоб визначити дійсний напір і витрату води, порівняти з нормативними та зробити висновок про можливість мережі забезпечити подачу необхідної кількості води.

**Випробування внутрішніх водопровідних мереж** на водовіддачу здійснюються в наступному порядку:

– визначаються нормативні витрати води на пожежогасіння (мінімальні витрати та кількість струменів на кожну точку приміщення) (СНиП 2.04.01-85\*, п.6.1, табл.1, 2);

– вибирають пожежні крани, що повинні приймати участь у випробуваннях (кількість ПК для випробування дорівнює кількості струменів на кожну точку приміщення, та вони повинні бути найбільш віддалені від вводу в мережу будівлі);

– випробування проводять в години мінімального тиску у зовнішній мережі і максимальних витрат на господарчо-питні або виробничі потреби у внутрішній;

– від ПК прокладають рукава з стволами і вимірюють витрати води; злив води проводять на вулицю через віконні отвори;

– порівнюються витрати води, які визначені при випробуванні, з нормативними, та робиться висновок; водопровід буде відповідати вимогам норм, якщо витрати не менше нормативних для цієї споруди.

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

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

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

Для одержання в ході випробування більш вірних значень водовіддачі, необхідно створити такі умови випробувань, які будуть відповідати найгіршим. Для цього рекомендується 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 створення вакууму при відкачці 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.

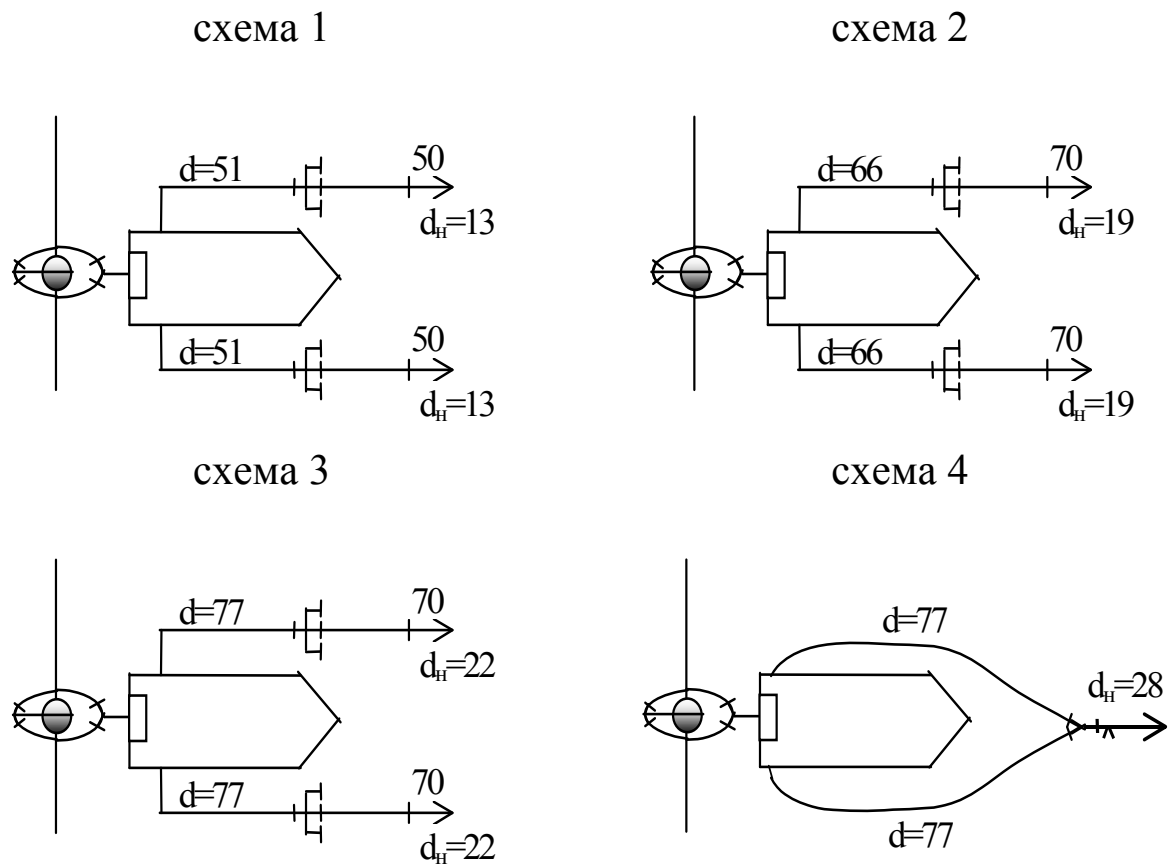


Рис. 8.1 – Схеми НПС для проведення випробувань на водовіддачу зовнішніх мереж

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 в максимальному режимі - показання мановакуумметра на всмоктувальній лінії та показання манометрів стовпів-водомірів.

Випробування закінчуються, якщо тиск на мановакуумметрі дорівнює 3 м, тому що при меншому тиску відбувається зрив роботи насоса та відбір води з мережі неможливий.

При надлишковому напорі 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 відбувся зрив роботи насосів).

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

Після закінчення 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 більше 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 визначаються за умови, що у всмоктуючій лінії кожного насоса при відборі води надлишковий тиск був приблизно 3 м. Одна із можливих схем встановлення автонасосів на гідранти показана на рис.8.2.

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

Після проведення випробувань на підставі протоколу, складається акт випробувань.

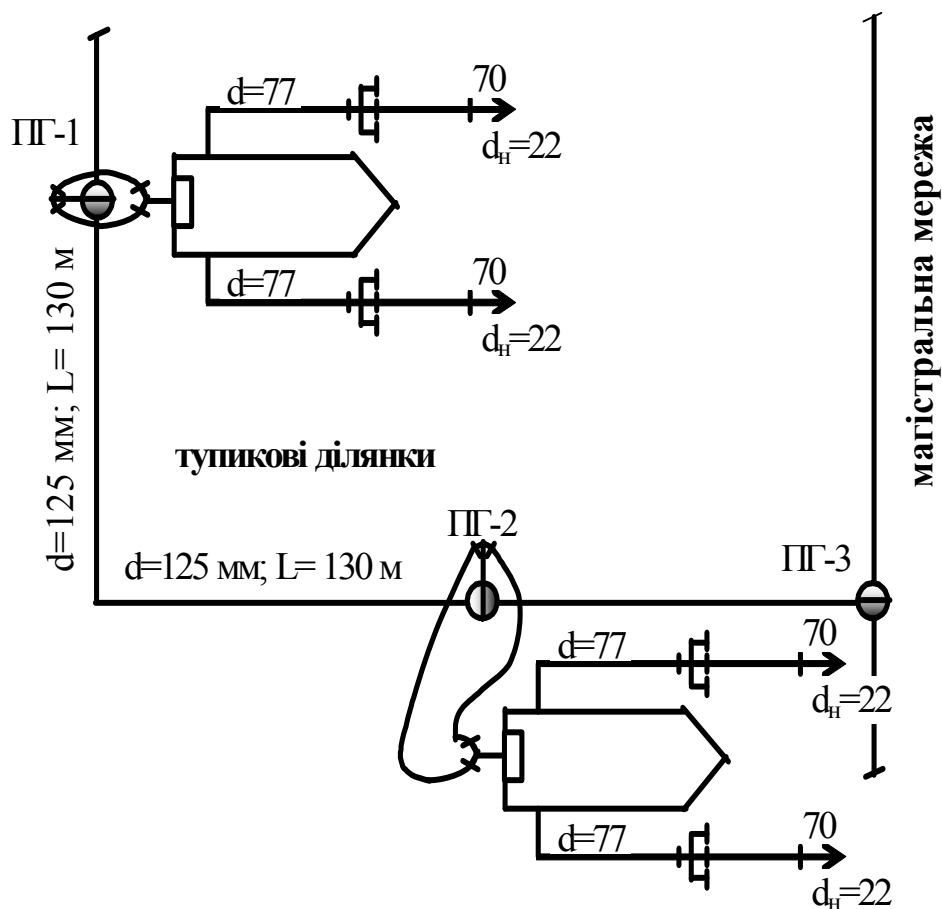


Рис. 8.2 – Схема проведення випробувань на водовіддачу зовнішньої мережі низького тиску

**Випробування зовнішніх водопровідних мереж високого тиску** може 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.** Згідно норм визначають величину витрати води на пожежогасіння (*пожежні витрати води складаються з нормативних витрат води на зовнішнє та внутрішнє пожежогасіння*).

Визначають кількість пожежних струменів, що потрібно подати від гідрантів:

$$n_c = Q_{\text{пож}} / q_1$$

де  $n_c$  - необхідна кількість пожежних струменів;

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

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

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

$$n_{\text{гг}} = n_c / 2,$$

де  $n_{\text{гг}}$  – кількість працюючих гідрантів.

На гідранти встановлюють пожежні колонки і від них прокладають рукавні лінії довжиною 120 м зі стволами з діаметром насадка 19 мм. Стволи встановлюють на самій високій точці будівлі (рис.8.3).

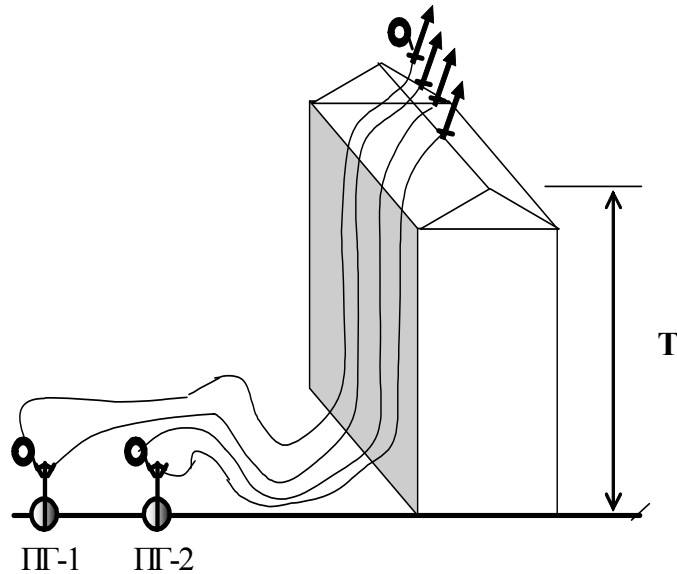


Рис.8.3 – Схема проведення випробувань на водовіддачу зовнішніх мереж високого тиску за першим способом

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

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

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

- для рукавних ліній діаметром 66 мм (н) з стволами діаметром насадка 19 мм

$$Q = 1.9\sqrt{H_k - T};$$

де Q – повні витрати води від гідранта, л/с;

$H_k$  – показання манометра колонки, м;

T – висота розташування стволів (дорівнює висоті будівлі), м;

- для рукавних ліній діаметром 77 мм (н) з стволами насадка 19 мм

$$Q = 2.2\sqrt{H_k - T}.$$

**Другий спосіб.** Підготовка і проведення випробувань здійснюється у тій же послідовності, що і для першого способу з тією лише різницею, що рукавні лінії прокладають по поверхні землі.

Витрату води від ствола визначають:

- для рукавних ліній діаметром 66 мм (н) з стволами діаметром насадка 19 мм

$$Q = 1.9\sqrt{H_K} ;$$

- для рукавних ліній діаметром 77 мм (н) з стволами діаметром насадка 19 мм:

$$Q = 2.2\sqrt{H_K} .$$

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 менш 5 л/с;
- сумарні витрати - не менш  $Q_{\text{пож.}}$ ;
- довжина компактної частини струменя від кожного ствола - не менше 10 м.

**Ствол – водомір** це звичайний пожежний ствол для одержання компактного струменя, додатково обладнаний манометром і змінними насадками з отворами різних діаметрів.

Водовіддачу водопровідної мережі за допомогою ствола – водоміра можливо визначити через провідність –  $p$  ( $p = \omega\sqrt{2g}$ )

$$Q = p\sqrt{H_M} ,$$

де –  $H_M$  – показання манометра, встановленого на стволі-водомірі, м;  
 $p$  – провідність насадка пожежного ствола, величина якої у залежності від діаметра насадка наведена у додатку 2 цього практикуму.

**Трубка Піто** призначена для вимірювання витрат води з пожежних стволів. Для визначення швидкісного напору за допомогою трубки Піто її необхідно ввести у струмінь на відстані від насадка ствола, що дорівнює половині його діаметра, так, щоб зріз кінця трубки був перпендикулярний до струменя. Витрати води визначаються

$$Q = \frac{\pi d^2}{4} \sqrt{2gH_M}$$

де –  $H_M$  – показання манометра трубки Піто, м;  
 $d$  – діаметр насадка пожежного ствола.

**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 менш 500 – 1000 л), л;

t – час заповнення бака, с.

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

### 8.1. Методика розв'язання основних типів задач

1. При виконанні випробувань на водовіддачу зовнішнього протипожежного водопроводу високого тиску, що забезпечує пожежогасіння заданої будівлі, була використана задана кількість пожежних гідрантів, на які були встановлені колонки з манометрами. Заданий спосіб проведення випробувань та показання манометру кожної колонки. Перевірте вірність організації випробувань та визначите водовіддачу мережі.

<p>Дано: ЗПВВТ Тип та характеристика будівлі <math>n_{ПГ}</math> спосіб випробування <math>z</math> <math>H_M</math></p>	<p>Розв'язання:</p> <p>1. визначаємо пожежні витрати води, які складаються з витрат води на зовнішнє та внутрішнє пожежогасіння (додаток 6 або СНиП 2.04.02-84* табл. 5 – 8 та СНиП 2.04.01-85* табл. 1, 2)</p> <p>2. визначаємо кількість рукавних ліній</p> $n_{р.л.} = \frac{Q_{пож}}{5}$ <p>3. визначаємо кількість пожежних гідрантів:</p> $n_{ПГ} = \frac{n_{р.л.}}{2}$ <p>4. визначаємо фактичні витрати води (додаток 1 та 2)</p> $Q_{факт} = n_{р.л.} \sqrt{\frac{H_M - T}{n_p S_p + S_n}}$ <p>де T – висота встановлення ствола (для першого способу проведення випробувань дорівнює висоті будівлі – z, а для другого – дорівнює нулю), м</p> <p>5. порівнюємо фактичні та нормативні пожежні витрати та робимо висновок про можливість забезпечення мережею пропуску нормативних витрат води</p>
<p>Вірність організації - ? <math>Q_{факт}</math> - ?</p>	

2. Визначити фактичну водовіддачу внутрішньої 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.

Дано: ВПВ Тип та характерис тика будівлі Об'ємний спосіб випробува ння $W$ $t$	Розв'язання: 1. визначаємо нормативні витрати води на внутрішнє пожежогасіння $q$ та кількість струменів на кожен приміщення $n_{стр}$ (додаток 6 або СНиП 2.04.01-85* табл. 1, 2) 2. визначаємо кількість пожежних кранів, яка дорівнює кількості струменів на кожен приміщення $n_{ПК} = n_{стр}$ 3. визначаємо фактичні витрати води $Q_{факт} = \frac{W}{t}$ 4. порівнюємо фактичні та нормативні витрати та робимо висновок про можливість забезпечення мережею пропуску нормативних витрат води $Q_{факт} - ?$
---	---

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. Необхідно визначити водовіддачу мережі при проведенні випробувань за допомогою трубки Піто.

Дано: ЗПВНТ Тип та характерис тика будівлі Трубка Піто $d_n$ $H_m$	Розв'язання: 1. визначаємо пожежні витрати води, які складаються з витрат води на зовнішнє та внутрішнє пожежогасіння (додаток 6 або СНиП 2.04.02-84* табл. 5 – 8 та СНиП 2.04.01-85* табл. 1, 2) 2. визначаємо кількість рукавних ліній $n_{р.л.} = \frac{Q_{пож}}{5}$ 3. визначаємо кількість пожежних гідрантів: $n_{ПГ} = \frac{n_{р.л.}}{2}$ 4. визначаємо фактичні витрати води $Q = n_{р.л.} \cdot \frac{\pi d_n^2}{4} \sqrt{2gH_m}$ 5. порівнюємо фактичні та нормативні пожежні витрати та робимо висновок про можливість забезпечення мережею пропуску нормативних витрат води $Q_{факт} - ?$
---	--

4. Визначити фактичну водовіддачу внутрішньої 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 ствола-водоміра.

Дано: ВПВ Тип та характерис- тика будівлі Ствол - водомір $d_n$ $H_m$ <hr/> $Q_{факт} - ?$	Розв'язання: 1. визначаємо нормативні витрати води на внутрішнє пожежогасіння $q$ та кількість струменів на кожну точку приміщення $n_{стр}$ (додаток 6 або СНиП 2.04.01-85* табл. 1, 2) 2. визначаємо кількість пожежних кранів, яка дорівнює кількості струменів на кожну точку приміщення $n_{ПК} = n_{стр}$ 3. визначаємо фактичні витрати води в залежності від провідності насадка ствола (додаток 2) $Q_{факт} = n_{ПК} (p \sqrt{H_m})$ 4. порівнюємо фактичні та нормативні витрати та робимо висновок про можливість забезпечення мережею пропуску нормативних витрат води
--	---

5. Визначити фактичну водовіддачу водопровідної мережі, порівняти її з нормативною та зробити висновок про можливість цієї мережі забезпечити подачу води на пожежогасіння. Необхідно визначити водовіддачу зовнішньої мережі високого тиску при проведенні випробувань першим способом – стволи встановлюються на самій високій точці будівлі.

Дано: ЗПВВТ Тип та характерис- тика будівлі Перший спосіб $d_p$ $z$ $H_m$ <hr/> $Q_{факт} - ?$	Розв'язання: 1. визначаємо пожежні витрати води, які складаються з витрат води на зовнішнє та внутрішнє пожежогасіння (додаток 6 або СНиП 2.04.02-84* табл. 5 – 8 та СНиП 2.04.01-85* табл. 1, 2) 2. визначаємо кількість рукавних ліній $n_{р.л.} = \frac{Q_{пож}}{5}$ 3. визначаємо кількість пожежних гідрантів: $n_{ПГ} = \frac{n_{р.л.}}{2}$ 4. визначаємо фактичні витрати води: - для рукавів діаметром 66 мм (п): $Q_{факт} = n_{ПГ} (1,9 \sqrt{H_m - T});$ - для рукавів діаметром 77 мм (п): $Q_{факт} = n_{ПГ} (2,2 \sqrt{H_m - T})$ де $T$ – висота встановлення ствола (для першого способу проведення випробувань дорівнює висоті будівлі – $z$ ), м 5. порівнюємо фактичні та нормативні пожежні витрати та робимо висновок про можливість забезпечення мережею пропуску нормативних витрат води
---	---

6. Визначити фактичну водовіддачу водопровідної мережі, порівняти її з нормативною та зробити висновок про можливість цієї мережі забезпечити подачу води на пожежогасіння. Необхідно визначити водовіддачу зовнішньої мережі високого тиску при проведенні випробувань другим способом – тобто рукавні лінії прокладаються по поверхні землі.

Дано: ЗПВВТ Тип та характеристика будівлі Другий спосіб $d_p$ $H_m$ <hr/> $Q_{\text{факт}} - ?$	Розв'язання: 1. визначаємо пожежні витрати води, які складаються з витрат води на зовнішнє та внутрішнє пожежогасіння (додаток 6 або СНиП 2.04.02-84* табл. 5 – 8 та СНиП 2.04.01-85* табл. 1, 2) 2. визначаємо кількість рукавних ліній $n_{p.л.} = \frac{Q_{\text{пож}}}{5}$ 3. визначаємо кількість пожежних гідрантів: $n_{\text{ПГ}} = \frac{n_{p.л.}}{2}$ 4. визначаємо фактичні витрати води: - для рукавів діаметром 66 мм (п): $Q_{\text{факт}} = n_{\text{ПГ}} (1,9\sqrt{H_m});$ - для рукавів діаметром 77 мм (п): $Q_{\text{факт}} = n_{\text{ПГ}} (2,2\sqrt{H_m})$ 5. порівнюємо фактичні та нормативні витрати та робимо висновок про можливість забезпечення мережею пропуску нормативних витрат води
---	---

### *Словник прийнятих скорочень*

- $n_c$  - кількість пожежних струменів, що потрібно подати від гідрантів
- $Q_{\text{пож}}$  – витрата води для цілей пожежогасіння (сумарні на внутрішнє та зовнішнє пожежогасіння), л/с;
- $q_1 = 5$  л/с – продуктивність одного пожежного струменя від одного пожежного гідранта, л/с
- $n_{\text{ПГ}}$  – кількість працюючих гідрантів
- $Q$  – повні витрати води від гідранта, л/с
- $H_k$  – показання манометра колонки, м
- $T$  – висота розташування стволів (дорівнює висоті будівлі), м
- $H_m$  – показання манометра, м
- $p$  – провідність насадка пожежного ствола
- $d$  – діаметр насадка пожежного ствола, мм
- $W$  – об'єм бака, л
- $t$  – час заповнення бака, с
- ЗПВВТ* – зовнішній протипожежний водопровід високого тиску
- ЗПВНТ* – зовнішній протипожежний водопровід низького тиску
- $n_{p.л.}$  – кількість рукавних ліній
- ВПВ* – внутрішній протипожежний водопровід

### *8.2. Задачі*

8.2.1. При виконанні випробувань на водовіддачу зовнішнього протипожежного водопроводу високого тиску, що забезпечує пожежогасіння

виробничого об'єкту з будівлями I ступеня вогнестійкості, категорії Б за пожежовибухонебезпекою, об'ємом 12000 м<sup>3</sup>, був використаний один пожежний гідрант, на який була встановлена колонка з манометром. Випробування виконувались за другим способом (рукавні лінії довжиною 120 м, діаметром рукавів 77 мм(н) зі стволами РСП-70 прокладались по поверхні землі). Показання манометру колонки склало 5,5 атм. Перевірте вірність організації випробувань та визначите водовіддачу мережі за наданими результатами випробувань.

*(Відповідь:  $Q_{\text{факт}}=16,3$  л/с, мережа не зможе забезпечити подачу  $Q_{\text{норм}}$  випробування організовані невірно)*

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 шістнадцятиповерхової будівлі. Необхідно визначити водовіддачу мережі при проведенні випробувань об'ємним способом, при цьому використовувався бак об'ємом 1 м<sup>3</sup> та час його заповнення від двох пожежних кранів, що розташовані на шістнадцятому поверсі, склав 150 с.

*(Відповідь:  $Q_{\text{факт}}=6,66$  л/с, мережа зможе забезпечити подачу  $Q_{\text{норм}}$  випробування організовані 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 об'ємом 13000 м<sup>3</sup>. Необхідно визначити водовіддачу мережі при проведенні випробувань за допомогою трубки Піто, при цьому використовувалися два пожежних гідранта, від кожного було прокладено по дві рукавні лінії зі стволами діаметром насадків 19 мм. Показання манометрів кожної трубки Піто – 2 атм.

*(Відповідь:  $Q_{\text{факт}}=22,5$  л/с, мережа зможе забезпечити подачу  $Q_{\text{норм}}$  випробування організовані невірно)*

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 пожежовибухонебезпекою, об'ємом 24000 м<sup>3</sup>. Необхідно визначити водовіддачу мережі при проведенні випробувань за допомогою ствола-водоміра, якщо було використано два пожежних крана, 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  $Q_{\text{норм}}$  випробування організовані вірно)*

8.2.5. Визначити фактичну водовіддачу водопровідної мережі, порівняти її з нормативною та зробити висновок про можливість цієї мережі забезпечити

подачу води на пожежогасіння виробничої будівлі I ступеня вогнестійкості, категорії Б за пожежовибухонебезпекою, об'ємом 65000 м<sup>3</sup>, висотою 42 м. Необхідно визначити водовіддачу зовнішньої мережі високого тиску при проведенні випробувань першим способом – стволи встановлюються на самій високій точці будівлі. Використовувалися три пожежних гідранти, від кожного було прокладено по дві рукавні лінії діаметром рукавів 66 мм. Показання манометрів кожної колонки – 6 атм.

*(Відповідь:  $Q_{факт}=24,2$  л/с, мережа не зможе забезпечити подачу  $Q_{норм}$  випробування організовані невірною)*

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

*(Відповідь:  $Q_{факт}=77,8$  л/с, мережа зможе забезпечити подачу  $Q_{норм}$  випробування організовані вірно)*

8.2.7. При виконанні випробувань на водовіддачу зовнішнього протипожежного водопроводу високого тиску, що забезпечує пожежогасіння виробничого об'єкту з будівлями II ступеня вогнестійкості, категорії Б за пожежовибухонебезпекою, об'ємом 35000 м<sup>3</sup>, висотою 28 м, було використано два пожежних гідранта, на яких були встановлені 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 вірність організації випробувань та визначите водовіддачу мережі за наданими результатами випробувань.

*(Відповідь:  $Q_{факт}=24,9$  л/с, мережа не зможе забезпечити подачу  $Q_{норм}$  випробування організовані невірною)*

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 пожежовибухонебезпекою, 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> та час його заповнення від двох пожежних кранів, що розташовані у найвищої точки будівлі, склав 260 с.

*(Відповідь:  $Q_{факт}=7,69$  л/с, мережа не зможе забезпечити подачу  $Q_{норм}$  випробування організовані 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 об'ємом 16000 м<sup>3</sup>. Необхідно визначити водовіддачу мережі при проведенні випробувань за допомогою трубки Піто, при цьому використовувалися два пожежних гідранта, від кожного було прокладено по дві рукавні лінії зі стволами діаметром насадків 19 мм. Показання манометрів кожної трубки Піто – 24 м.

*(Відповідь:  $Q_{\text{факт}}=24,6$  л/с, мережа зможе забезпечити подачу  $Q_{\text{норм}}$  випробування організовані 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 пожежовибухонебезпекою, об'ємом 6000 м<sup>3</sup>. Необхідно визначити водовіддачу мережі при проведенні випробувань за допомогою ствола-водоміра, якщо був використаний один пожежний кран, від якого була прокладена рукавна лінія зі стволом діаметром 19 мм. Показання манометра ствола-водоміра – 2 атм.

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

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

*(Відповідь:  $Q_{\text{факт}}=17,6$  л/с, мережа не зможе забезпечити подачу  $Q_{\text{норм}}$  випробування організовані вірно)*

8.2.12. Визначити фактичну водовіддачу водопровідної мережі, порівняти її з нормативною та зробити висновок про можливість цієї мережі забезпечити подачу води на пожежогасіння виробничої будівлі I ступеня вогнестійкості, категорії Б за пожежовибухонебезпекою, об'ємом 40000 м<sup>3</sup>. Необхідно визначити водовіддачу зовнішньої мережі високого тиску при проведенні випробувань другим способом – тобто рукавні лінії прокладаються по поверхні землі. Використовувалися два пожежних гідрантів, від кожного було прокладено по дві рукавні лінії діаметром рукавів 66 мм. Показання манометрів кожної колонки – 4 атм.

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



## Додатки

**Додаток 1. Значення опорів пожежних рукавів  $S_p$  ( $S_m$ )**

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

**Додаток 2. Значення опорів та провідності пожежних стволів  $S_n$**

<b>d, мм</b>	$S_n$	$p$	<b>d, мм</b>	$S_n$	$p$
<b>13</b>	2,89	0,588	<b>28</b>	0,134	2,73
<b>16</b>	1,26	0,891	<b>32</b>	0,079	3,56
<b>19</b>	0,634	1,26	<b>38</b>	0,040	5,02
<b>22</b>	0,353	1,68	<b>50</b>	0,0132	8,7
<b>25</b>	0,212	2,17	<b>65</b>	0,0053	13,74

**Додаток 3. Значення параметрів  $a$  та  $b$  характеристик пожежних насосів**

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

**Додаток 4. Таблиця напорів, витрат води та довжин компактних струменів для насадків діаметром до 25 мм**

Радіус (довжина) дії компактної частини струменю, $R_k$ , м	Діаметри насадків стволів $d_n$ , мм							
	13		16		19		22	
	$H_B$ , м	$q_n$ , л/с	$H_B$ , м	$q_n$ , л/с	$H_B$ , м	$q_n$ , л/с	$H_B$ , м	$q_n$ , 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
<b>17</b>	<b>33,2</b>	<b>3,4</b>	<b>29,2</b>	<b>4,8</b>	<b>27,1</b>	<b>6,5</b>	<b>25,7</b>	<b>8,5</b>
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

$H_B$  – напір перед стволом (вільний напір), м;

$q_n$  – витрати води зі ствола, л/с;

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

$d_n$  – діаметр насадка ствола, мм.

**Додаток 5. Таблиця напорів, витрат води та довжин компактних струменів для лафетних стволів**

Напір у ствола, Н <sub>в</sub> , м	Діаметри насадків стволів d <sub>н</sub> , мм							
	28		32		38		50	
	R <sub>к</sub> , м	Q <sub>ст</sub> , л/с	R <sub>к</sub> , м	Q <sub>ст</sub> , л/с	R <sub>к</sub> , м	Q <sub>ст</sub> , л/с	R <sub>к</sub> , м	Q <sub>ст</sub> , 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 у ствола, Н <sub>в</sub> , м	Діаметри насадків, мм					
	63		76		89	
	R <sub>к</sub> , м	Q <sub>ст</sub> , л/с	R <sub>к</sub> , м	Q <sub>ст</sub> , л/с	R <sub>к</sub> , м	Q <sub>ст</sub> , л/с
20	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-
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

**Додаток 6. Вимоги СНиП 2.04.02-84\* та СНиП 2.04.01-85\* щодо пожежних витрат води**

СНиП 2.04.02-84\* п. 2.23:

При об'єднаному протипожежному водопроводі населеного пункту та виробничого підприємства, розрахункову кількість одночасних пожеж необхідно приймати:

Площа території підприємства:	Кількість мешканців у населеному пункті		
	до 10 тис.	св. 10 тис. до 25 тис.	св. 25 тис.
- до 150 га	одна пожежа (на підприємстві або в населеному пункті по найбільшій витраті води)	дві пожежі (одна в населеному пункті та одна на підприємстві)	За СНиП 2.04.02-84* п.2.22 та табл.5 при цьому витрата води визначається як
- св. 150 га	дві пожежі (дві в населеному пункті або дві на підприємстві по найбільшій витраті води)		сума необхідного більшого (на підприємства або в населеному пункті) та 50% необхідного меншого (на підприємства або в населеному пункті)

СНиП 2.04.02-84\* п. 2.22:

Розрахункова кількість одночасних пожеж на виробничому підприємстві приймається в залежності від його площі:

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

СНиП 2.04.02-84\* таблиця 5:

Норми витрат води на зовнішнє пожежогасіння у населених пунктах

Кількість мешканців, тис. чол., не більше	Розрахункова кількість одночасних пожеж	Витрати води на 1 пожежу на зовнішнє пожежогасіння, л/с	
		будівлі до 2 поверхів включно	будівлі на 3 поверхи та більше
5	1	10	10
10	1	10	15
25	2	10	15
50	2	20	25
100	2	25	35
200	3	-	40
300	3	-	55
400	3	-	70
500	3	-	80
600	3	-	85
700	3	-	90
800	3	-	95
1000	3	-	100
2000	4	-	100

СНиП 2.04.02-84\* таблиця 6:

Норми витрат води на зовнішнє пожежогасіння житлових та громадських будівель

Призначення будівлі	Витрати води на одну пожежу, л/с, на зовнішнє пожежогасіння житлових та громадських будівель в незалежності від їх ступеню вогнестійкості при об'ємах будівель, тис. м <sup>3</sup>				
	до 1	понад 1 до 5	понад 5 до 25	понад 25 до 50	понад 50 до 150
Житлові будівлі односекційні та багато секційні при кількості поверхів:					
до 2	10	10	—	—	—
понад 2 до 12	10	15	15	20	—
понад 12 до 16	—	—	20	25	—
понад 16 до 25	—	—	—	25	30
Громадські будівлі при кількості поверхів:					
до 2	10	10	15	—	—
понад 2 до 6	10	15	20	25	30
понад 6 до 12	—	—	25	30	35
понад 12 до 16	—	—	—	30	35

СНиП 2.04.02-84\* таблица 7:

Нормы витрат води на зовнішнє пожежогасіння промислових підприємств

Степень огнестойкости зданий	Категория помещений по пожарной опасности	Расход воды на наружное пожаротушение производственных зданий с фонарями, а также без фонарей шириной до 60 м на один пожар, л/с, при объемах зданий, тыс. м <sup>3</sup>						
		до 3	св. 3 до 5	св. 5 до 20	св. 20 до 50	св. 50 до 200	св. 200 до 400	св. 400 до 600
I и II	Г, Д,	10	10	10	10	15	20	25
I и 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	—	—
IV и V	Г, Д	10	15	20	30	—	—	—
IV и V	В	15	20	25	40	—	—	—

## СНиП 2.04.01-85\* таблиця 1:

Норми витрат води на пожежогасіння та кількість струменів для житлових та громадських будівель

Житлові, громадські та допоміжні будівлі та приміщення	Кількість струменів	Мінімальні витрати води на внутрішнє пожежогасіння, л/с на один струмінь
1. Житлові будівлі:		
– при кількості поверхів від 12 до 16	1	2,5
- те ж при загальній довжині коридорів понад 10 м	2	2,5
- при кількості поверхів понад 16 до 25	2	2,5
- теж при загальній довжині коридорів понад 10 м	3	2,5
2. Будівлі управлінь:		
- висотою від 6 до 10 поверхів та об'ємом до 25000 м <sup>3</sup>	1	2,5
- теж об'ємом понад 25000 м <sup>3</sup>	2	2,5
- висотою понад 10 поверхів та об'ємом до 25000 м <sup>3</sup>	2	2,5
- теж об'ємом понад 25000 м <sup>3</sup>	3	2,5
3. Клуби з естрадою, театри, кінотеатри, актові та конференц-зали, що обладнані кіноапаратурою.	Згідно ДБН В.2.2-16-2005	
4. Гуртожитки та громадські будівлі, що не зазначені в п. 2:		
- при кількості поверхів до 10 та об'ємом від 5000 до 25000 м <sup>3</sup>	1	2,5
- теж об'ємом понад 25000 м <sup>3</sup>	2	2,5
- при кількості поверхів понад 10 та об'ємом до 25000 м <sup>3</sup>	2	2,5
- те ж об'ємом понад 25000 м <sup>3</sup>	3	2,5
5. Допоміжні будівлі промислових підприємств об'ємом, м <sup>3</sup> :		
- від 5000 до 25000	1	2,5
- понад 25000	2	2,5



СНиП 2.04.01-85\* таблиця 2:

Норми витрат води на внутрішнє пожежогасіння промислових підприємств

Ступінь вогнестійкості	Категорія за пожежовибухо- небезпекою	Кількість струменів та мінімальні витрати води, л/с, на один струмінь, на внутрішнє пожежогасіння у виробничих будівлях та сховищах висотою до 50 м та об'ємом, тис. м <sup>3</sup>				
		від 0,5 до 5	понад 5 до 50	понад 50 до 200	понад 200 до 400	понад 400 до 800
I и II	A, B, B	2*2,5	2*5	2*5	3*5	4*5
III	B	2*2,5	2*5	2*5	—	—
III	Г, Д	—	2*2,5	2*2,5	—	—
IV и V	B	2*2,5	2*5	—	—	—
IV и V	Г, Д	—	2*2,5	—	—	—

**Додаток 7. Характеристики насосів**

Марка насоса	Напір насоса, м	Подача (витрата) насоса, м <sup>3</sup> /год
1	2	3
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

**Додаток 8. Вимоги СНиП 2.04.02-84\* щодо кількості резервних насосів**  
СНиП 2.04.02-84\* п. 7.3 таблиця 32

Кількість робочих агрегатів однієї групи	Кількість резервних агрегатів в насосних станціях для категорій		
	I	II	III
До 6	2	1	1
Св. 6 до 9	2	1	-
Св. 9	2	2	-

**Примітка:** 1. Насосні станції, що подають воду безпосередньо в мережу протипожежного та об'єднаного протипожежного водопроводу, необхідно відносити до I категорії.

**Додаток 9. Вимоги СНиП 2.04.01-85\* щодо фактичних витрат води з ПК в залежності від їх обладнання**

**Таблиця 3 СНиП 2.04.01-85\***

Висота компактної частини струменя або приміщення, м	Витрата пожежного струменя, л/с			Напір у пожежного крана з рукавами довжиною, м			Витрата пожежного струменя, л/с			Напір у пожежного крана з рукавами довжиною, м		
	10	15	20	10	15	20	10	15	20	10	15	20
	Діаметр насадка пожежного ствола, мм											
	13				16				19			
<b>Пожежні крани d = 50 мм</b>												
6	-	-	-	-	2,6	9,2	9,6	10	3,4	8,8	9,6	10,4
8	-	-	-	-	2,9	12	12,5	13	4,1	12,9	13,8	14,8
10	-	-	-	-	3,3	15,1	15,7	16,4	4,6	16	17,3	18,5
12	2,6	20,2	20,6	21	3,7	19,2	19,6	21	5,2	20,6	22,3	24
14	2,8	23,6	24,1	24,5	4,2	24,8	25,5	26,3	-	-	-	-
16	3,2	31,6	32,2	32,8	4,6	29,3	30	31,8	-	-	-	-
18	3,6	39	39,8	40,6	5,1	36	38	40	-	-	-	-
<b>Пожежні крани d = 65 мм</b>												
6	-	-	-	-	2,6	8,8	8,9	9	3,4	7,8	8	8,3
8	-	-	-	-	2,9	11	11,2	11,4	4,1	11,4	11,7	12,1
10	-	-	-	-	3,3	14	14,3	14,6	4,6	14,3	14,7	15,1
12	2,6	9,8	19,9	20,1	3,7	18	18,3	18,6	5,2	18,2	19	19,9
14	2,8	23	23,1	23,3	4,2	23	23,3	23,5	5,7	21,8	22,4	23
16	3,2	31	31,3	31,5	4,6	27,6	28	28,4	6,3	26,6	27,3	28
18	3,6	38	38,3	38,5	5,1	33,8	34,2	34,6	7	32,9	33,8	34,8
20	4	46,4	46,7	47	5,6	41,2	41,8	44,4	7,5	37,2	38,5	39,7

**Додаток 10. Характеристики водонапірних башт та резервуарів**

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 із збірної 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	Безшатрова башта зі стволом із збірної 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	Безшатрова башта зі стволом із збірної 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 із збірної залізобетону та сталевим баком. Проект ДПІ Київпромбуд.
500	21;24; 30; 36; 42	Безшатрова залізобетонна башта з 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	Безшатрова залізобетонна башта з 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

*Навчальне видання*

**Петухова** Олена Анатоліївна  
**Чернуха** Андрій Миколайович  
**Горноста́ль** Стелла Анатоліївна

**СПЕЦІАЛЬНЕ ВОДОПОСТАЧАННЯ**  
**практикум**

Підписано до друку \_\_\_\_\_ р. Формат 60x84/8.  
Папір газетний. Друк ризограф. Ум.друк. арк. \_.  
Тираж \_\_\_ прим. Вид.№ . Зам.№

Розмножувально-копіювальний сектор  
Університет цивільного захисту України  
61023 м. Харків, вул. Чернишевського, 94