

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

О.А. Петухова, Р.Е. Черепаха, Д.В. Колесніков

ПРОТИПОЖЕЖНЕ ВОДОПОСТАЧАННЯ

Практикум

з навчальної дисципліни «Противопожежне водопостачання»
для підготовки фахівців
за освітньо-професійними програмами «Пожежна безпека»,
«Аудит пожежної та техногенної безпеки»,
«Пожежогасіння та аварійно-рятувальні роботи»
за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти
в галузі знань 26 «Цивільна безпека»
за спеціальністю 261 «Пожежна безпека»

Харків 2024

УДК 614.8
ББК

Авторський колектив
Петухова Олена Анатоліївна
Черпаха Ростислав Елійович
Колесніков Денис Валерійович

Рецензенти:

доктор технічних наук, професор Єременко Сергій Анатолійович, заступник начальника Інституту державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту з навчальної роботи; Мокієнко Дмитро Юрійович, начальник 1 державної пожежно-рятувальної частини 2 державного пожежного-рятувального загону Головного управління ДСНС України у Черкаській області; Кирилов Олексій Андрійович, директор Приватного науково-виробничого підприємства “Прометей-Сервіс”

Рекомендовано до друку і використання в освітньому процесі
вченою радою НУЦЗ України
(протокол від 28.11.2024 р. № 5)

Протипожежне водопостачання: практикум / О.А. Петухова, Р.Е. Черпаха, Д.В. Колесніков – Х.: НУЦЗ України, 2024 – 118 с.

ISBN

Практикум являє собою навчальне видання з навчальної дисципліни «Протипожежне водопостачання» для підготовки фахівців за освітньо-професійними програмами «Пожежна безпека», «Аудит пожежної та техногенної безпеки», «Пожежогасіння та аварійно-рятувальні роботи» за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти в галузі знань 26 «Цивільна безпека» за спеціальністю 261 «Пожежна безпека». Практикум відповідає програмі дисципліни «Протипожежне водопостачання», містить практичні завдання та вправи, що сприяють засвоєнню набутих знань, умінь і навичок.

УДК 614.8
ББК

ISBN

© Петухова О.А., Черпаха Р.Е., Колесніков Д.В., 2024
© НУЦЗУ, 2024

ЗМІСТ

Зміст	2
Вступ	4
1 Витрати води у протипожежних водопроводах	5
1.1 Методика розв'язання основних типів задач	7
1.2 Задачі	13
2 Гідравлічний розрахунок водопровідних мереж	15
2.1 Методика розв'язання основних типів задач	16
2.2 Задачі	18
3 Розрахунок пожежних резервуарів та водонапірних башт	20
3.1 Розрахунок пожежних резервуарів	20
3.2 Розрахунок водонапірних башт	21
3.3 Методика розв'язання основних типів задач	23
3.4 Задачі	30
4 Вибір характеристик і основних конструктивних параметрів пожежних насосів	32
4.1 Методика розв'язання основних типів задач	33
4.2 Задачі	34
5 Розрахунок внутрішнього протипожежного водопроводу	36
5.1 Методика розв'язання основних типів задач	43
5.2 Задачі	47
6 Розрахунок насосно-рукавних систем	49
6.1 Методика розв'язання основних типів задач	55
6.2 Задачі	58
7 Розрахунок насосно-рукавних систем, які подають воду до лафетного ствола65	
7.1 Методика розв'язання основних типів задач з розрахунку НРС при подачі води до лафетних стволів	69
7.2 Задачі	78
8 Випробування на водовіддачу водопровідних мереж	84
8.1 Методика розв'язання основних типів задач	93
8.2 Задачі	97
Додатки	101
Додаток 1. Нормативні витрати води на пожежогасіння	101
Додаток 2. Таблиця опорів сталевих та чавунних труб залежно від їх діаметра	107
Додаток 3. Характеристики резервуарів	107
Додаток 4. Характеристики водонапірних башт	108
Додаток 5. Характеристики насосів	108
Додаток 6. Визначення кількості резервних насосів	109
Додаток 7. Витрати води з ПКК в залежності від характеристик обладнання109	
Додаток 8. Значення опорів пожежних рукавів S_p (S_M)	110
Додаток 9. Значення опорів та провідності пожежних стволів	110
Додаток 10. Значення параметрів a та b характеристик пожежних насосів111	

Додаток 11. Таблиця напорів, витрат води та довжин компактних струменів для насадок діаметром до 25 мм	111
Додаток 12. Таблиця напорів, витрат води та довжин компактних струменів для лафетних стволів	112
Список літератури	114
Предметний покажчик	115

ВСТУП

Дисципліна «Протипожежне водопостачання» є професійною обов'язковою для підготовки за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти у галузі знань 26 «Цивільна безпека» за спеціальністю 261 «Пожежна безпека» за освітньо-професійними програмами «Пожежна безпека», «Аудит пожежної та техногенної безпеки», «Пожежогасіння та аварійно-рятувальні роботи», вивчається з метою набуття здобувачами вищої освіти професійно-орієнтованих знань, необхідних для аналізу стану систем протипожежного водопостачання та прийняття рішень щодо подальших дій для підвищення рівня протипожежної безпеки.

Практикум відповідає програмі дисципліни «Протипожежне водопостачання», яка погоджена Департаментом запобігання надзвичайним ситуаціям ДСНС України (лист від 14.08.2024 № 26-18014/261-1) та містить навчальні матеріали за всіма її розділами.

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

Автори бажають здобувачам вищої освіти успіхів у засвоєнні дисципліни «Протипожежне водопостачання» та розв'язанні запропонованих у цьому практикумі задач.

1 ВИТРАТИ ВОДИ У ПРОТИПОЖЕЖНИХ ВОДОПРОВОДАХ

Витрати води на пожежогасіння умовно розподіляються на чотири складові:

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

Розрахункові витрати води для пожежогасіння $Q_{\text{пож}}$ в населеному пункті та розташованому в ньому виробничому об'єкті визначаються за ДБН В.2.5-74 п. 6.2.12 (додаток 1а).

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

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

Витрати на зовнішнє пожежогасіння (гасіння пожежі за допомогою пересувної пожежної техніки від зовнішніх пожежних гідрантів) визначають за вимогами [1] відповідно:

- табл. 3 та 4 – для районів міської забудови (табл. 3 та 4 [1] – наведені у додатку 1в);
- табл. 5 та 6 – для виробничих будівель (табл. 5 [1] – наведена у додатку 1г).

Витрати води на зовнішнє пожежогасіння для населеного пункту приймаються за табл. 3 [1] (залежно від кількості населення та поверховості забудови – $Q_{\text{н.п.}}^{\text{зов.пож}} = n_{\text{пож}} Q_{\text{од.пож}}$) з урахуванням того, що витрата води на зовнішнє пожежогасіння в населеному пункті повинна бути не меншою за витрату води на пожежогасіння житлових і громадських будівель, зазначених у табл. 4 [1] (додаток 1в).

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

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

Витрати води на зовнішнє пожежогасіння виробничих будівель визначають залежно від ступеня вогнестійкості, категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою, об'єму та ширини будівлі за табл. 5 або табл. 6 [1] ($Q_{\text{вир}}^{\text{зов.пож}}$). При цьому для виробничих об'єктів із площею до 150 га пожежні витрати розраховують на одну пожежу, а для виробничих об'єктів із площею більше 150 га – на дві пожежі (додаток 1б).

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

– табл. 3 – для житлових будівель – $Q_{\text{н.п.}}^{\text{вн.пож}}$ (табл. 3 [2] – наведена у додатку 1д);

– табл. 4 – для виробничих будівель $Q_{\text{вир}}^{\text{вн.пож}}$ (табл. 4 [2] – наведена у додатку 1е).

Витрати води на пожежогасіння населеного пункту можна визначити за формулою:

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

відповідно для виробничого об'єкта:

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

Загальні розрахункові пожежні витрати $Q_{\text{пож}}$ визначаються за умови, що водопровід забезпечує одночасно гасіння пожеж у населеному пункті та на виробничому об'єкті, тобто за вимогами п. 6.2.12 [1] залежно від площі виробничого об'єкта та кількості населення в населеному пункті (додаток 1а).

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

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

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

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

– при кількості населення у населеному пункті більше ніж 25 тис. жителів – згідно п. 6.2.11 і за таблицею 3, при цьому витрати води слід

визначати як суму потрібної більшої витрати (на підприємстві або в населеному пункті) і 50 % потрібної меншої витрати (на підприємстві або в населеному пункті);

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

Список умовних позначень основних величин

N_M – кількість мешканців, осіб

$n_{пов}$ – кількість поверхів

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

$n_{пож}$ – кількість одночасних пожеж

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

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

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

$Q_{од.пож}$ – витрати води на зовнішнє пожежогасіння однієї пожежі, л/с

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

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

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

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

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

$V_{вир.буд.}$ – об'єм виробничої будівлі, м³

1.1 Методика розв'язання основних типів задач

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

Дано:

$N_M < 10$ тис.

$n_{пов}$

$S_{вир} < 150$ га

ступінь вогнестійкості

Розв'язання:

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

<p>категорія вибухопожежною пожежною небезпекою</p>	<p>за та</p>	$Q_{\text{Н.П.}}^{\text{ПОЖ}} = n_{\text{ПОЖ}} \left(Q_{\text{Н.П.}}^{\text{ЗОВ.ПОЖ}} + n_{\text{СТР}} q_{\text{Н.П.}}^{\text{ВН.ПОЖ}} \right), \text{ л/с,}$
<p>$V_{\text{вир. буд.}}$ $Q_{\text{ПОЖ}} - ?$</p>		<p>де $n_{\text{ПОЖ}} = 1$ – розрахункова кількість одночасних пожеж (для кількості мешканців менше 10 тис. – одна пожежа) (додаток 1в або [1], табл. 3);</p>
		<p>$Q_{\text{Н.П.}}^{\text{ЗОВ.ПОЖ}}$ – витрати води на зовнішнє пожежогасіння в населеному пункті на одну пожежу приймаються залежно від кількості мешканців та поверховості будівель населеного пункту, л/с (додаток 1в або [1], табл. 3);</p>
		<p>$n_{\text{СТР}}, q_{\text{Н.П.}}^{\text{ВН.ПОЖ}}$ – кількість струменів на кожную точку приміщення та мінімальні витрати води на внутрішнє пожежогасіння на один струмінь, л/с (приймається для житлових будівель залежно від їх поверховості) (додаток 1д або [2], табл. 3).</p>
		<p>2) Визначаємо $Q_{\text{Вир}}^{\text{ПОЖ}}$ – витрати води на пожежогасіння на виробничому об'єкті:</p>
		$Q_{\text{Вир}}^{\text{ПОЖ}} = n_{\text{ПОЖ}} \left(Q_{\text{Вир}}^{\text{ЗОВ.ПОЖ}} + n_{\text{СТР}} q_{\text{Вир}}^{\text{ВН.ПОЖ}} \right), \text{ л/с,}$
		<p>де $n_{\text{ПОЖ}} = 1$ – розрахункова кількість одночасних пожеж (для виробничого об'єкта площею до 150 га – одна пожежа) (додаток 1б або [1] п. 6.2.11);</p>
		<p>$Q_{\text{Вир}}^{\text{ЗОВ.ПОЖ}}$ – витрати води на зовнішнє пожежогасіння на виробничому об'єкті на одну пожежу (приймаються залежно від об'єму будівлі виробничого об'єкта, ступеня її вогнестійкості, категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою), л/с (додаток 1г або [1], табл. 5);</p>
		<p>$n_{\text{СТР}}, q_{\text{Вир}}^{\text{ВН.ПОЖ}}$ – кількість струменів на кожную точку приміщення та мінімальні витрати води на внутрішнє пожежогасіння на один струмінь, л/с (приймається для виробничих будівель залежно від їх об'єму, ступеня вогнестійкості, категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою) (додаток 1е або [2], табл. 4).</p>
		<p>3) Визначаємо $Q_{\text{ПОЖ}}$ – загальні розрахункові пожежні витрати:</p>
		<p>– для населеного пункту з кількістю мешканців до 10 тис. та площею виробничого об'єкта до 150 га</p>

приймається одна пожежа (на підприємстві або в населеному пункті за найбільшою витратою води);

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

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

Відповідь: $Q_{\text{пож}} = \underline{\hspace{2cm}}$ л/с.

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

Дано:

$$10000 < N_{\text{м}} < 25000$$

$n_{\text{пов}}$

$$S_{\text{вир}} < 150 \text{ га}$$

ступінь

вогнестійкості

категорія

за

вибухопожежною

та пожежною

небезпекою

$V_{\text{вир. буд.}}$

Розв'язання:

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

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

де $n_{\text{пож}} = 2$ – розрахункова кількість одночасних пожеж (для кількості мешканців від 10000 до 25000 – дві пожежі) (додаток 1в або [1], табл. 3);

$Q_{\text{н.п.}}^{\text{зов.пож}}$ – витрати води на зовнішнє пожежогасіння в населеному пункті на одну пожежу приймаються залежно від кількості мешканців та поверховості будівель населеного пункту, л/с (додаток 1в або [1], табл. 3);

$n_{\text{стр}}, q_{\text{н.п.}}^{\text{вн.пож}}$ – кількість струменів на кожну точку приміщення та мінімальні витрати води на внутрішнє пожежогасіння на один струмінь, л/с (приймається для житлових будівель залежно від їх поверховості) (додаток 1д або [2], табл. 3).

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

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

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

$Q_{\text{пож}} = ?$

$Q_{\text{вир}}^{\text{зов.пож}}$ – витрати води на зовнішнє пожежогасіння на виробничому об'єкті на одну пожежу (приймаються залежно від об'єму будівлі виробничого об'єкта, ступеня її вогнестійкості, категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою), л/с (додаток 1г або [1], табл. 5);

$n_{\text{стр}}, q_{\text{вир}}^{\text{вн.пож}}$ – кількість струменів на кожну точку приміщення та мінімальні витрати води на внутрішнє пожежогасіння на один струмінь, л/с (приймається для виробничих будівель залежно від їх об'єму, ступеня вогнестійкості, категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою) (додаток 1е або [2], табл. 4).

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

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

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

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

тоді загальні витрати відповідно до п. 6.2.12 [1] визначаються:

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

Відповідь: $Q_{\text{пож}} = \underline{\hspace{2cm}}$ л/с.

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

Дано:

Розв'язання:

$N_M > 25000$
 $n_{\text{пов}}$
 $V_{\text{вир. буд.}}$
 ступінь
 вогнестійкості
 категорія за
 вибухопожежно
 ою та
 пожежною
 небезпекою

$Q_{\text{пож}} - ?$

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

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

де $n_{\text{пож}} = 2; 3$ або 4 – розрахункова кількість одночасних пожеж (для кількості мешканців понад 25000 – дві, три або чотири пожежі) (додаток 1в або [1], табл. 3);

$Q_{\text{н.п.}}^{\text{зов.пож}}$ – витрати води на зовнішнє пожежогасіння в населеному пункті на одну пожежу приймаються залежно від кількості мешканців та поверховості будівель населеного пункту, л/с (додаток 1в або [1], табл. 3);

$n_{\text{стр}}, q_{\text{н.п.}}^{\text{вн.пож}}$ – кількість струменів на кожну точку приміщення та мінімальні витрати води на внутрішнє пожежогасіння на один струмінь, л/с (приймається для житлових будівель залежно від їх поверховості) (додаток 1д або [2], табл. 3).

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

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

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

$Q_{\text{вир}}^{\text{зов.пож}}$ – витрати води на зовнішнє пожежогасіння на виробничому об'єкті на одну пожежу (приймаються залежно від об'єму будівлі виробничого об'єкта, ступеня її вогнестійкості, категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою), л/с (додаток 1г або [1], табл. 5);

$n_{\text{стр}}, q_{\text{вир}}^{\text{вн.пож}}$ – кількість струменів на кожну точку приміщення та мінімальні витрати води на внутрішнє пожежогасіння на один струмінь, л/с (приймається для виробничих будівель залежно від їх об'єму, ступеня вогнестійкості, категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою) (додаток 1е або [2], табл. 4).

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

– для населеного пункту з кількістю мешканців понад 25000

незалежно від площі виробничого об'єкта приймається як сума необхідної більшої витрати води (на підприємстві або в населеному пункті) та 50% необхідної меншої витрати води (на підприємстві або в населеному пункті);

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

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

Відповідь: $Q_{\text{пож}} = \underline{\hspace{2cm}}$ л/с.

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

Дано:

$$N_{\text{м}} < 25000$$

$n_{\text{пов}}$

$$S_{\text{вир}} > 150 \text{ га}$$

$V_{\text{вир. буд.}}$

ступінь

вогнестійкості

категорія за

вибухопожежн

ою та

пожежною

небезпекою

$$Q_{\text{пож}} - ?$$

Розв'язання:

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

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

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

$Q_{\text{н.п.}}^{\text{зов.пож}}$ – витрати води на зовнішнє пожежогасіння в населеному пункті на одну пожежу приймаються залежно від кількості мешканців та поверховості будівель населеного пункту, л/с (додаток 1в або [1], табл. 3);

$n_{\text{стр}}, q_{\text{н.п.}}^{\text{вн.пож}}$ – кількість струменів на кожну точку приміщення та мінімальні витрати води на внутрішнє пожежогасіння на один струмінь, л/с (приймається для житлових будівель залежно від їх поверховості) (додаток 1д або [2], табл. 3).

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

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

де $n_{\text{пож}} = 2$ – розрахункова кількість одночасних пожеж (для

виробничого об'єкта площею понад 150 га – дві пожежі) (додаток 1б або [1], п. 6.2.11);

$Q_{\text{вир}}^{\text{зов.пож}}$ – витрати води на зовнішнє пожежогасіння на виробничому об'єкті на одну пожежу (приймаються залежно від об'єму будівлі виробничого об'єкта, ступеня її вогнестійкості, категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою), л/с (додаток 1г або [1], табл. 5);

$n_{\text{стр}}, q_{\text{вир}}^{\text{вн.пож}}$ – кількість струменів на кожну точку приміщення та мінімальні витрати води на внутрішнє пожежогасіння на один струмінь, л/с (приймається для виробничих будівель залежно від їх об'єму, ступеня вогнестійкості, категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою) (додаток 1е або [2], табл. 4).

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

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

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

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

Відповідь: $Q_{\text{пож}} = \underline{\hspace{2cm}}$ л/с.

1.2 Задачі

1.2.1. Визначити витрати води на пожежогасіння населеного пункту з кількістю мешканців 8 тисяч та одноповерховими будівлями. Водопровідна мережа населеного пункту забезпечує подачу води для потреб промислового підприємства площею до 150 га з будівлями I ступеня вогнестійкості, категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою Б, висотою 24 м та об'ємом 25000 м³.

(Відповідь: $Q_{\text{пож}}=30$ л/с)

1.2.2. Визначити витрати води на пожежогасіння населеного пункту з кількістю мешканців 8 тисяч та триповерховими будівлями. Водопровідна мережа населеного пункту забезпечує подачу води для потреб промислового підприємства площею до 150 га з будівлями III ступеня вогнестійкості, категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою В, висотою 24 м та об'ємом 15000 м³.

(Відповідь: $Q_{\text{пож}}=30$ л/с)

1.2.3. Визначити витрати води на пожежогасіння населеного пункту з кількістю мешканців 12 тисяч та одноповерховими будівлями. Водопровідна мережа населеного пункту забезпечує подачу води для потреб промислового підприємства площею до 150 га з будівлями II ступеня вогнестійкості, категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою В, висотою 26 м та об'ємом 55000 м³.

(Відповідь: $Q_{\text{пож}}=50$ л/с)

1.2.4. Визначити витрати води на пожежогасіння населеного пункту з кількістю мешканців 21 тисяча та дванадцятиповерховими будівлями. Водопровідна мережа населеного пункту забезпечує подачу води для потреб промислового підприємства площею до 150 га з будівлями II ступеня вогнестійкості, категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою Б, висотою 22 м та об'ємом 4000 м³.

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

1.2.5. Визначити витрати води на пожежогасіння населеного пункту з кількістю мешканців 30 тисяч та житловими будівлями висотою 50 м. Водопровідна мережа населеного пункту забезпечує подачу води для потреб промислового підприємства площею до 150 га з будівлями III ступеня вогнестійкості, категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою Г, висотою 12 м та об'ємом 22000 м³.

(Відповідь: $Q_{\text{пож}}=75$ л/с)

1.2.6. Визначити витрати води на пожежогасіння населеного пункту з кількістю мешканців 40 тисяч та одноповерховими будівлями. Водопровідна мережа населеного пункту забезпечує подачу води для потреб промислового підприємства площею понад 150 га з будівлями II ступеня вогнестійкості, категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою Б, висотою 8 м та об'ємом 8000 м³.

(Відповідь: $Q_{\text{пож}}=70$ л/с)

1.2.7. Визначити витрати води на пожежогасіння населеного пункту з кількістю мешканців 14 тисяч та одноповерховими будівлями. Водопровідна мережа населеного пункту забезпечує подачу води для потреб промислового підприємства площею понад 150 га з будівлями I ступеня вогнестійкості, категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою Б, висотою 22 м та об'ємом 22000 м³.

(Відповідь: $Q_{\text{пож}}=60$ л/с)

2 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 при її роботі в режимах до пожежі та при пожежі.

Діаметри труб визначаються:

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

де q – витрата води в мережі, м³/с;

$v = (0,7 - 1,2)$ – швидкість руху води в мережі, м/с.

Вибрані при розрахунку мережі до пожежі діаметри труб перевіряються на можливість пропуску пожежних витрат води $q_{\text{п о ж}}$, при цьому швидкість руху води при пожежі $v_{\text{п о ж}}$ повинна бути не більше 2,5 м/с; $v_{\text{п о ж}}$ визначається:

$$v_{\text{п о ж}} = \frac{4q_{\text{п о ж}}}{\pi \cdot d^2}, \text{ м,}$$

де $q_{\text{п о ж}}$ – витрата води в мережі при її роботі в режимі при пожежі, м³/с;

d – діаметр труб, що були визначені при розрахунку мережі до пожежі, м.

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

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

Список умовних позначень основних величин

d – діаметр труб, мм або м (1 м = 1000 мм)

$d_{\text{тип}}$ – типовий (фактичний) діаметр труб, мм або м

$Q_{\text{Г-П}}$ – витрати води на господарсько-питні потреби, л/с або м³/с (1 м³ = 1000 л)

$Q_{\text{Пож}}$ – витрати води на пожежогасіння, л/с або м³/с

$Q_{\text{Пож}}^{\text{ЗОВ}}$ – витрати води на зовнішнє пожежогасіння, л/с або м³/с

$q_{\text{п о ж}}^{\text{в н}}$ – витрати води на внутрішнє пожежогасіння, л/с

q – витрата води в мережі при її роботі в режимі до пожежі, л/с або м³/с

$Q_{\text{п о ж}}$ – витрата води в мережі при її роботі в режимі при пожежі, л/с або м³/с

v – швидкість руху води в мережі, м/с

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

2.1 Методика розв'язання основних типів задач

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

Дано:

тип та
характеристика
будівлі
 d

$Q_{\text{г-п}}$

$v_{\text{Пож}} - ?$

Розв'язання:

1) Визначаємо нормативні витрати води на внутрішнє пожежогасіння (додатки 1д, 1е або [2], табл. 3, 4):

$$q_{\text{п о ж}}^{\text{в н}} = \text{_____ л/с}$$

2) Визначаємо нормативні витрати води на зовнішнє пожежогасіння (додаток 1в, 1г або [1], табл. 3 – 6):

$$Q_{\text{п о ж}}^{\text{з о в}} = \text{_____ л/с}$$

3) Визначаємо загальні витрати, які повинна пропустити мережа при її роботі при пожежі*:

$$q_{\text{п о ж}} = Q_{\text{п о ж}}^{\text{з о в}} + q_{\text{п о ж}}^{\text{в н}} + Q_{\text{г - п}} = \text{_____ л/с}$$

*: Звертаємо увагу на те, що витрати на внутрішнє та зовнішнє пожежогасіння вимірюються в л/с, а витрати води на господарсько-питні потреби можуть мати інші одиниці виміру. У такому випадку перед визначенням $q_{\text{п о ж}}$ всі складові формули необхідно привести до однакових одиниць виміру

4) Визначаємо швидкість руху води в мережі при пропуску витрат води на пожежогасіння**:

$$v_{\text{п о ж}} = \frac{4q_{\text{п о ж}}}{\pi \cdot d^2}, \text{ м/с,}$$

при $v_{\text{Пож}} \leq 2,5 \text{ м/с}$ – діаметр прийнято правильно, а мережа пропустить витрати води на пожежогасіння

** : Звертаємо увагу на те, що $q_{\text{п о ж}}$ вимірюються в л/с, а діаметр труб в мм, тому необхідно $q_{\text{п о ж}}$ перевести в м³/с, а діаметр труб в м, тоді

формула визначення швидкості руху води в мережі при пропуску витрат води на пожежогасіння буде мати вигляд:

$$v_{\text{п о ж}} = \frac{4 \cdot 1000000 \cdot q_{\text{п о ж}}}{1000 \cdot \pi \cdot d^2}, \text{ м/с.}$$

Відповідь: діаметр прийнятий (не)правильно, мережа (не) зможе подати воду на пожежогасіння ($v_{\text{п о ж}} = \underline{\hspace{2cm}}$ м/с).

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

Дано:

тип та
характеристика
будівлі
 $Q_{\text{г-п}}$

Розв'язання:

1) Визначаємо діаметр труб*:

$$d = \sqrt{\frac{4Q_{\text{г-п}}}{\pi \cdot v}}, \text{ м,}$$

$v = (0,7 - 1,2)$ – швидкість руху води, м/с;

$Q_{\text{г-п}}$ – витрати води на господарсько-питні потреби, л/с або м³/с

*: Звертаємо увагу на те, що якщо витрати води на господарсько-питні потреби мають одиниці виміру л/с, то їх необхідно перевести у м³/с, тоді формула визначення діаметрів труб буде мати вигляд:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\text{г-п}}}{1000 \cdot \pi \cdot v}}, \text{ м}$$

2) Визначаємо типовий діаметр труб $d_{\text{тип}}$ відповідно до додатку

2: рекомендується типовий діаметр приймати найближчий більший ніж розрахунковий**:

$$d_{\text{тип}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ мм}$$

** : Звертаємо увагу на те, що за розрахунком діаметр труб визначений у м, а в додатку 2 значення діаметрів наведені в мм, тобто розрахований діаметр необхідно перевести в мм ($1 \text{ м} = 1000 \text{ мм}$)

3) Визначаємо нормативні витрати води на внутрішнє пожежогасіння (додатки 1д, 1е або [2], табл. 3, 4):

$$q_{\text{п о ж}}^{\text{в н}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ л/с}$$

4) Визначаємо нормативні витрати води на зовнішнє пожежогасіння (додаток 1в, 1г або [1], табл. 3 – 6):

$$Q_{\text{п о ж}}^{\text{з о в}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ л/с}$$

5) Визначаємо загальні витрати, що повинна пропустити мережа при її роботі при пожежі***:

$$q_{\text{п о ж}} = Q_{\text{п о ж}}^{\text{з о в}} + q_{\text{п о ж}}^{\text{в н}} + Q_{\text{г-п}}, \text{ л/с,}$$

***: Звертаємо увагу на те, що витрати на внутрішнє та зовнішнє пожежогасіння вимірюються в л/с, а витрати води на господарсько-питні потреби можуть мати інші одиниці виміру. У такому випадку перед визначенням $Q_{\text{пож}}$ всі складові формули необхідно привести до однакових одиниць виміру ($1 \text{ м}^3 = 1000 \text{ л}$)

б) Визначаємо швидкість руху води в мережі при пропуску витрат води на пожежогасіння***:

$$v_{\text{пож}} = \frac{4q_{\text{пож}}}{\pi \cdot d_{\text{тип}}^2}, \text{ м/с,}$$

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

***: Звертаємо увагу на те, що $Q_{\text{пож}}$ вимірюються в л/с, а діаметр труб в мм, тому необхідно $Q_{\text{пож}}$ перевести в $\text{м}^3/\text{с}$, а діаметр труб в м, тоді формула визначення швидкості руху води в мережі при пропуску витрат води на пожежогасіння буде мати вигляд:

$$v_{\text{пож}} = \frac{4 \cdot 1000000 \cdot q_{\text{пож}}}{1000 \cdot \pi \cdot d_{\text{тип}}^2}, \text{ м/с.}$$

Відповідь: $d_{\text{тип}} = \underline{\hspace{2cm}}$ мм, мережа зможе подати воду на пожежогасіння ($v_{\text{пож}} = \underline{\hspace{2cm}}$ м/с).

2.2 Задачі

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

(Відповідь: діаметр прийнятий неправильно, мережа не зможе подати воду на пожежогасіння ($v_{\text{пож}} = 2,83 \text{ м/с}$))

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

(Відповідь: діаметр прийнятий правильно, мережа зможе подати воду на пожежогасіння ($v_{\text{пож}} = 0,82 \text{ м/с}$))

2.2.3. Зовнішня водопровідна мережа має діаметр 200 мм та подає воду на господарсько-питні потреби у кількості 13 л/с. Перевірити правильність визначення діаметра труб та можливість цієї мережі подати воду на пожежогасіння тринадцятиповерхової громадської будівлі об'ємом 28000 м³.

(Відповідь: діаметр прийнятий правильно, мережа зможе подати воду на пожежогасіння ($v_{\text{ПОЖ}} = 1,6 \text{ м/с}$))

2.2.4. Зовнішня водопровідна мережа подає воду на господарсько-питні потреби у кількості 12 л/с. Визначити діаметр труб та можливість цієї мережі подати воду на пожежогасіння виробничої будівлі II ступеня вогнестійкості, категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою В, висотою 22 м та об'ємом 7000 м³.

(Відповідь: $d_{\text{min}} = 150 \text{ мм}$, мережа зможе подати воду на пожежогасіння ($v_{\text{ПОЖ}} = 2,12 \text{ м/с}$))

2.2.5. Зовнішня водопровідна мережа подає воду на господарсько-питні потреби у кількості 20 л/с. Визначити діаметр труб та можливість цієї мережі подати воду на пожежогасіння п'ятиповерхової житлової будівлі об'ємом 12000 м³.

(Відповідь: $d_{\text{min}} = 150 \text{ мм}$, мережа зможе подати воду на пожежогасіння ($v_{\text{ПОЖ}} = 1,98 \text{ м/с}$))

3 РОЗРАХУНОК ПОЖЕЖНИХ РЕЗЕРВУАРІВ ТА ВОДОНАПІРНИХ БАШТ

3.1 Розрахунок пожежних резервуарів

Резервуари чистої води (РЧВ) призначені для:

- регулювання нерівномірності роботи споруд, які подають та забирають воду з РЧВ;
- збереження недоторканного запасу води на потреби пожежогасіння.

Пожежні резервуари є окремим випадком РЧВ та можуть так само виконувати роль регулюючих та запасних ємностей.

Загальний об'єм резервуарів може складатись з двох величин:

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

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

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

Недоторканний запас (НЗ) води в резервуарах чистої води визначається як сума недоторканного запасу для пожежогасіння з гідрантів та внутрішніх пожежних кран-комплектів, спеціальних засобів пожежогасіння (спринклерів, дренчерів та інших засобів, що не мають власних резервуарів) та недоторканного запасу води на максимальні господарсько-питні потреби на весь період пожежогасіння:

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

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

пожежі, м^3 ; $Q_{\text{пож}}$ – витрати води на пожежогасіння, л/с; $\tau = 3$ години – термін гасіння пожежі, який визначається згідно з п. 6.2.13 [1];

$W_{\text{НЗ Г-П}} = \tau(Q_{\text{max год}} - Q_{\text{душ}}^{\text{в max год}})$ – запас води, необхідний на потреби населеного пункту та виробничого підприємства за годину максимального водоспоживання (без урахування витрат води на прийняття душу працівниками на підприємстві) протягом τ годин гасіння пожежі, м^3 ; $Q_{\text{max год}}$ – розрахункова максимальна годинна витрата води для всіх водоспоживачів водопровідної мережі, $\text{м}^3/\text{год}$; $Q_{\text{душ}}^{\text{в max год}}$ – витрата води на прийняття душу за годину максимального водоспоживання, якщо вона припадає на цей час, $\text{м}^3/\text{год}$.

Відповідно до [1], п.13.2.10, загальна кількість резервуарів в одному вузлі повинна бути не менше двох.

Вибір типового резервуара здійснюється за допомогою додатка 3 цього

практикуму.

3.2 Розрахунок водонапірних башт

Водонапірна башта призначена для:

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

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

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

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

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

Об'єм бака водонапірної башти визначається:

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

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

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

Недоторканий запас води бака водонапірної башти складається з двох величин:

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

де $W_{\text{НПЗ}} = \frac{(Q_{\text{п о ж}}^{\text{з о в}} + q_{\text{п о ж}}^{\text{в н}}) \cdot \tau \cdot 60}{1000}$ запас води, м^3 , необхідний на $\tau = 10$

хвилин гасіння однієї зовнішньої $Q_{\text{п о ж}}^{\text{з о в}}$ та однієї внутрішньої $q_{\text{п о ж}}^{\text{в н}}$

пожеж (одиниці виміру витрат води – л/с) ([1] п. 13.1.5); за цей час включаються до роботи пожежні насоси-підвищувачі, що забезпечують подачу пожежних витрат води в мережу;

$W_{\text{НЗГ-П}} = \frac{\tau \cdot Q_{\text{Г-П}}}{60}$ – запас води, м^3 , необхідний для господарсько-

питних потреб у годину максимального водоспоживання, протягом $\tau = 10$ хвилин ([1], п.13.1.5), ; $Q_{\text{Г-П}}$ – розрахункові максимальні годинні витрати

води для всіх водоспоживачів, м³/год.

Висоту водонапірної башти визначають:

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

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

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

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

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

Типова конструкція башти обирається за її висотою та об'ємом бака (додаток 4).

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

Список умовних позначень основних величин

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

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

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

n – поверховість будівлі, яка розташована в диктуючій точці

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

$Q_{\text{п о ж}}^{\text{з о в}}$ – витрати води на зовнішнє пожежогасіння, л/с

$q_{\text{п о ж}}^{\text{в н}}$ – витрати води на внутрішнє пожежогасіння, л/с

$W_{\text{ІР}}$ – об'єм пожежного резервуара, м³

$W_{\text{ІВ}}$ – об'єм пожежного водоймища, м³

$W_{\text{б ВБ}}$ – об'єм бака водонапірної башти, м³

$W_{\text{рег}}$ – регулюючий об'єм бака водонапірної башти або резервуара, м³

$W_{\text{НЗ}}$ – об'єм недоторканного запасу води, м³

$W_{\text{НПЗ}}$ – недоторканий пожежний запас води, м³

$W_{\text{НЗГ-п}}$ – запас води, необхідний на господарсько-питні потреби в

годину максимального водоспоживання, м³

$W_{\text{АУПГ}}$ – запас води, необхідний на одну годину роботи автоматичної установки пожежогасіння, м³

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

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

τ – час, на який зберігаються пожежні витрати води, хвилини або

ГОДИНИ

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

3.3 Методика розв'язання основних типів задач

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

Дано:

тип та характеристика будівлі

$Q_{\text{max.доб}}$

$Q_{\text{Г-П}}$

$Q_{\text{АУПГ}}$

$W_{\text{ПР}} - ?$

Розв'язання:

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

$$Q_{\text{П О Ж}}^{\text{З О В}} = \text{_____ л/с}$$

2) Визначаємо нормативні витрати води на внутрішнє пожежогасіння (додатки 1д, 1е або [2], табл. 3, 4):

$$q_{\text{П О Ж}}^{\text{В Н}} = \text{_____ л/с}$$

3) Визначаємо пожежні витрати води:

$$Q_{\text{П О Ж}} = Q_{\text{П О Ж}}^{\text{З О В}} + q_{\text{П О Ж}}^{\text{В Н}}, \text{ л/с}$$

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

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

5) Для визначення об'єму недоторканного запасу води визначаємо:

- об'єм недоторканного пожежного запасу*:

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

де $\tau=3$ години;

*: Звертаємо увагу на те, що витрати на пожежогасіння вимірюються в л/с, а час, на який зберігаються пожежні витрати води, у годинах. У такому випадку перед визначенням $W_{\text{НПЗ}}$ всі складові формули необхідно привести до однакових одиниць виміру ($1 \text{ м}^3 = 1000 \text{ л}$, $1 \text{ година} = 3600 \text{ с}$), тоді формула визначення об'єму недоторканного пожежного запасу води буде мати вигляд:

$$W_{\text{НПЗ}} = \frac{\tau \cdot 3600 \cdot Q_{\text{п о ж}}}{1000}, \text{ м}^3$$

- об'єм недоторканного запасу на господарсько-питні потреби:

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

- об'єм запасу води на роботу автоматичних установок пожежогасіння (АУПГ)**:

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

$\tau_{\text{АУПГ}} = 1$ година

***: Звертаємо увагу на те, що витрати на роботу АУПГ вимірюються в л/с, а час, на який зберігаються пожежні витрати води, у годинах. У такому випадку перед визначенням $W_{\text{АУПГ}}$ всі складові формули необхідно привести до однакових одиниць виміру (1 м³ = 1000 л, 1 година = 3600 с), тоді формула визначення об'єму запасу води на роботу АУПГ буде мати вигляд:*

$$W_{\text{АУПГ}} = \frac{\tau \cdot 3600 \cdot Q_{\text{АУПГ}}}{1000}, \text{ м}^3$$

і тоді об'єм недоторканного запасу визначається:

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

б) Визначаємо об'єм ПР:

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

7) Обираємо типовий пожежний резервуар (додаток 3):

- типовий проєкт***: _____
- об'єм типовий: _____ м³
- довжина: _____ м
- ширина: _____ м
- глибина: _____ м

****: При проєктуванні двох або більшої кількості резервуарів, типовий резервуар та його розміри приймаються з урахуванням їх кількості.*

Відповідь: $W_{\text{ПР}} =$ _____ м³, типовий пожежний резервуар _____ (об'єм _____ м³, довжина _____ м, ширина _____ м, глибина _____ м).

2. Перевірте правильність проєктного рішення щодо наступного: біля заданої будівлі запроєктовано пожежний резервуар заданого об'єму.

Дано:
тип та характеристика будівлі

$Q_{\text{max.доб}}$

$Q_{\text{Г-П}}$

$Q_{\text{АУПГ}}$

$W_{\text{ПР(тип)}}$

правильність проектного рішення – ?

Розв'язання:

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

$$Q_{\text{П О Ж}}^{\text{З О В}} = \text{_____ л/с}$$

2) Визначаємо нормативні витрати води на внутрішнє пожежогасіння (додатки 1д, 1е або [2], табл. 3, 4):

$$q_{\text{П О Ж}}^{\text{В Н}} = \text{_____ л/с}$$

3) Визначаємо пожежні витрати води:

$$Q_{\text{П О Ж}} = Q_{\text{П О Ж}}^{\text{З О В}} + q_{\text{П О Ж}}^{\text{В Н}}, \text{ л/с}$$

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

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

5) Для визначення об'єму недоторканного запасу води визначаємо:

- об'єм недоторканного пожежного запасу*:

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

де $\tau=3$ години;

*: Звертаємо увагу на те, що витрати на пожежогасіння вимірюються в л/с, а час, на який зберігаються пожежні витрати води, у годинах. У такому випадку перед визначенням $W_{\text{НПЗ}}$ всі складові формули необхідно привести до однакових одиниць виміру (1 м³ = 1000 л, 1 година = 3600 с), тоді формула визначення об'єму недоторканного пожежного запасу води буде мати вигляд:

$$W_{\text{НПЗ}} = \frac{\tau \cdot 3600 \cdot Q_{\text{ПОЖ}}}{1000}, \text{ м}^3$$

- об'єм недоторканного запасу на господарсько-питні потреби:

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

- об'єм запасу води на роботу автоматичних установок пожежогасіння (АУПГ)**:

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

$\tau_{\text{АУПГ}} = 1$ година

***: Звертаємо увагу на те, що витрати на роботу АУПГ вимірюються в л/с, а час, на який зберігаються пожежні витрати води, у годинах. У такому випадку перед визначенням $W_{\text{АУПГ}}$ всі складові формули необхідно привести до однакових одиниць виміру ($1 \text{ м}^3 = 1000 \text{ л}$, $1 \text{ година} = 3600 \text{ с}$), тоді формула визначення об'єму запасу води на роботу АУПГ буде мати вигляд:*

$$W_{\text{АУПГ}} = \frac{\tau \cdot 3600 \cdot Q_{\text{АУПГ}}}{1000}, \text{ м}^3$$

і тоді об'єм недоторканного запасу визначається:

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

б) Визначаємо об'єм ПР:

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

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

– якщо розрахований об'єм пожежного резервуара є меншим або дорівнює об'єму резервуара із заданим за умовами задачі, то його запроєктовано правильно;

– якщо розрахований об'єм пожежного резервуара є більшим, ніж заданий за умовами задачі, тоді він запроєктований неправильно, необхідно запропонувати інший типовий резервуар та вказати його характеристики:

- типовий проєкт: _____
- об'єм типовий: _____ м^3
- довжина: _____ м
- ширина: _____ м
- глибина: _____ м

Відповідь: $W_{\text{ПР}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ м}^3$;

пожежний резервуар запроєктовано правильно (або: пожежний резервуар запроєктовано неправильно, пропонується типовий пожежний резервуар _____ (об'єм _____ м^3 , довжина _____ м , ширина _____ м , глибина _____ м)).

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

Дано: тип та характеристика будівлі

n

$Q_{\text{max.доб}}$

$Q_{\text{Г-П}}$

$z_{\text{д.т.}}$

$z_{\text{ВБ}}$

$h_{\text{м}}$

$W_{\text{б ВБ}} - ?$

$H_{\text{ВБ}} - ?$

Розв'язання:

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

$$Q_{\text{п о ж}}^{\text{з о в}} = \text{_____ л/с}$$

2) Визначаємо нормативні витрати води на внутрішнє пожежогасіння (додатки 1д, 1е або [2], табл. 3, 4):

$$q_{\text{п о ж}}^{\text{в н}} = \text{_____ л/с}$$

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

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

4) Для визначення об'єму недоторканного запасу води визначаємо:

- об'єм недоторканного пожежного запасу*:

$$W_{\text{НПЗ}} = \tau(Q_{\text{п о ж}}^{\text{з о в}} + q_{\text{п о ж}}^{\text{в н}}), \text{ м}^3$$

де $\tau=10$ хвилин;

*: Звертаємо увагу на те, що витрати на пожежогасіння вимірюються в л/с, а час, на який зберігаються пожежні витрати води, у хвилинах. У такому випадку перед визначенням $W_{\text{НПЗ}}$ всі складові формули необхідно привести до однакових одиниць виміру (1 м³ = 1000 л, 1 хвилина = 60 с), тоді формула визначення об'єму недоторканного пожежного запасу води буде мати вигляд:

$$W_{\text{НПЗ}} = \frac{\tau \cdot 60 \cdot (Q_{\text{п о ж}}^{\text{з о в}} + q_{\text{п о ж}}^{\text{в н}})}{1000}, \text{ м}^3$$

- об'єм недоторканного запасу на господарсько-питні потреби**:

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

** : Звертаємо увагу на те, що витрати на господарсько-питні потреби вимірюються в м³/год, а час, на який вони зберігаються, у хвилинах. У такому випадку перед визначенням $W_{\text{НЗ Г-П}}$ всі складові формули необхідно привести до однакових одиниць виміру (1 хвилина = 60 с), тоді формула визначення об'єму недоторканного запасу води на господарсько-питні потреби буде мати вигляд:

$$W_{\text{НЗ Г-П}} = \frac{\tau \cdot Q_{\text{Г-П}}}{60}, \text{ м}^3$$

і тоді об'єм недоторканного запасу визначається:

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

5) Визначаємо об'єм бака:

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

6) Визначаємо висоту башти:

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

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

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

n – поверховість будівель;

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

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

7) Обираємо типову водонапірну башту (додаток 4):

- типовий проєкт: _____

- об'єм типовий: _____ м^3

- висота типова: _____ м

Відповідь: $W_{\text{бВБ}} = \text{_____} \text{ м}^3$, $H_{\text{ВБ}} = \text{_____} \text{ м}$, типова водонапірна башта
 _____ (об'єм _____ м^3 , висота _____ м).

4. Перевірте правильність проєктного рішення щодо наступного: біля заданої будівлі запроектовано водонапірну башту.

Дано:

Розв'язання:

тип та
 характеристика будівлі
 n

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

$$Q_{\text{п о ж}}^{\text{з о в}} = \text{_____} \text{ л/с}$$

$Q_{\text{тах.доб}}$

2) Визначаємо нормативні витрати води на внутрішнє пожежогасіння (додатки 1д, 1е або [2], табл. 3, 4):

$Q_{\text{г-п}}$

$$q_{\text{п о ж}}^{\text{в н}} = \text{_____} \text{ л/с}$$

$z_{\text{д.т.}}$

$z_{\text{ВБ}}$

$h_{\text{м}}$

$W_{\text{бВБ}}$

$H_{\text{ВБ}}$

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

правильність
проектного
рішення – ?

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

4) Для визначення об'єму недоторканного запасу води визначаємо:

- об'єм недоторканного пожежного запасу*:

$$W_{\text{НПЗ}} = \tau(Q_{\text{пож}}^{\text{з о в}} + q_{\text{пож}}^{\text{в н}}), \text{ м}^3$$

де $\tau=10$ хвилин;

*: Звертаємо увагу на те, що витрати на пожежогасіння вимірюються в л/с, а час, на який зберігаються пожежні витрати води, у хвилинах. У такому випадку перед визначенням $W_{\text{НПЗ}}$ всі складові формули необхідно привести до однакових одиниць виміру ($1 \text{ м}^3 = 1000 \text{ л}$, $1 \text{ хвилина} = 60 \text{ с}$), тоді формула визначення об'єму недоторканного пожежного запасу води буде мати вигляд:

$$W_{\text{НПЗ}} = \frac{\tau \cdot 60 \cdot (Q_{\text{пож}}^{\text{з о в}} + q_{\text{пож}}^{\text{в н}})}{1000}, \text{ м}^3$$

- об'єм недоторканного запасу на господарсько-питні потреби**:

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

** : Звертаємо увагу на те, що витрати на господарсько-питні потреби вимірюються в $\text{м}^3/\text{год}$, а час, на який вони зберігаються, у хвилинах. У такому випадку перед визначенням $W_{\text{НЗГ-П}}$ всі складові формули необхідно привести до однакових одиниць виміру ($1 \text{ хвилина} = 60 \text{ с}$), тоді формула визначення об'єму недоторканного запасу води на господарсько-питні потреби буде мати вигляд:

$$W_{\text{НЗГ-П}} = \frac{\tau \cdot Q_{\text{Г-П}}}{60}, \text{ м}^3$$

і тоді об'єм недоторканного запасу визначається:

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

5) Визначаємо об'єм бака:

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

б) Визначаємо висоту башти:

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

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

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

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

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

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

– якщо розраховані об'єм та висота водонапірної башти дорівнюють або є меншими, ніж задані за умовами задачі, то водонапірну башту запроєктовано правильно;

– якщо розраховані об'єм та висота водонапірної башти є більшими, ніж задані за умовами задачі, то її запроєктовано неправильно, необхідно запропонувати іншу типову водонапірну башту та вказати її характеристики:

- типовий проєкт: _____

- об'єм типовий: _____ м³

- висота типова: _____ м.

Відповідь: $W_{бвб} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ м}^3$, $H_{вбб} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ м}$,

водонапірну башту запроєктовано правильно (або: водонапірну башту запроєктовано неправильно, пропонується типова водонапірна башта _____ (об'єм _____ м³, висота _____ м)).

3.4 Задачі

3.4.1. Визначити необхідний об'єм пожежного резервуара, якщо він забезпечує збереження води на пожежогасіння десятиповерхової громадської будівлі (висота кожного поверху – 4 м) об'ємом 20000 м³; максимальні добові витрати води становлять 15 м³/доб, максимальні годинні витрати на господарсько-питні потреби – 1,3 м³/год, витрати води на роботу автоматичної установки пожежогасіння – 35 л/с. Обрати типовий пожежний резервуар.

(Відповідь: $W_{пр} = 456,9 \text{ м}^3$, типовий пожежний резервуар “типовий проєкт: резервуари залізобетонні” (об'єм 500 м³, довжина 12 м, ширина 12 м, глибина 3,64 м)).

3.4.2. Перевірте правильність проєктного рішення щодо наступного: у п'ятиповерховій громадській будівлі (висота кожного поверху – 4 м) запроєктовано пожежний резервуар об'ємом 50 м³, об'єм будівлі – 45000 м³; максимальні добові витрати води становлять 18 м³/доб, максимальні годинні витрати на господарсько-питні потреби – 0,5 м³/год, витрати води на роботу установки автоматичного пожежогасіння – 30 л/с.

(Відповідь: $W_{пр} = 437,1 \text{ м}^3$, пожежний резервуар запроєктовано неправильно, пропонується типовий пожежний резервуар “типовий проєкт: резервуари залізобетонні” (об'єм 500 м³, довжина 12 м, ширина 12 м, глибина 3,64 м)).

3.4.3. Визначити необхідний об'єм бака та висоту водонапірної башти, якщо вона забезпечує збереження води на пожежогасіння триповерхової виробничої будівлі III ступеня вогнестійкості, категорії за вибухопожежною

та пожежною небезпекою В, об'ємом 13000 м³; максимальні добові витрати води становлять 30 м³/доб, максимальні годинні витрати на господарсько-питні потреби – 3 м³/год. Водонапірну башту передбачається розташувати на відмітці 192 м, а будівля розташована на відмітці 187 м. Втрати напору в мережі становлять 3 м. Обрати типову водонапірну башту.

(Відповідь: $W_{бвб} = 21,5 \text{ м}^3$, $H_{вб} = 16 \text{ м}$, типова водонапірна башта: шатрова башта зі стволом із збірного залізобетону та сталевим баком. Проект ДПІ Київпромбуд (об'єм 50 м³, висота 18 м))

3.4.4. Перевірте правильність проєктного рішення та обґрунтуйте його вимогами нормативних документів щодо наступного: біля десятиповерхової громадської будівлі (висота кожного поверху – 3 м) запроєктовано водонапірну башту об'ємом 50 м³, висотою 24 м. Об'єм будівлі – 15000 м³. Максимальні добові витрати води становлять 15 м³/доб, максимальні годинні витрати на господарсько-питні потреби – 1,2 м³/год. Водонапірну башту передбачається розташувати на відмітці 190 м, а будівля розташована на відмітці 180 м. Втрати напору в мережі становлять 5 м.

(Відповідь: $W_{бвб} = 19,7 \text{ м}^3$, $H_{вб} = 41 \text{ м}$, водонапірну башту запроєктовано неправильно, пропонується типова шатрова башта зі стволом із збірного залізобетону та сталевим баком. Проект ДПІ Київпромбуд (об'єм 50 м³, висота 42 м)).

3.4.5. Визначити необхідний об'єм пожежного резервуара, якщо він забезпечує збереження води на пожежогасіння шістнадцятиповерхової житлової будівлі (висота кожного поверху – 3 м) об'ємом 20000 м³; максимальні добові витрати води становлять 7 м³/доб, максимальні годинні витрати на господарсько-питні потреби – 4 м³/год. Обрати типовий пожежний резервуар.

(Відповідь: $W_{пр} = 283,4 \text{ м}^3$, типовий пожежний резервуар “типовий проєкт: резервуари залізобетонні” (об'єм 300 м³, довжина 15 м, ширина 6 м, глибина 3,64 м)).

3.4.6. Визначити необхідний об'єм бака та висоту водонапірної башти, якщо вона забезпечує збереження води на пожежогасіння шестиповерхової громадської будівлі (висота кожного поверху – 4 м) об'ємом 26000 м³; максимальні добові витрати води становлять 10 м³/доб, максимальні годинні витрати на господарсько-питні потреби – 2 м³/год. Водонапірну башту передбачається розташувати на відмітці 192 м, а будівля розташована на відмітці 182 м. Втрати напору в мережі становлять 2 м. Обрати типову водонапірну башту.

(Відповідь: $W_{бвб} = 19,33 \text{ м}^3$, $H_{вб} = 22 \text{ м}$, типова шатрова башта зі стволом із збірного залізобетону та сталевим баком. Проект ДПІ Київпромбуд (об'єм 50 м³, висота 24 м)).

4 ВИБІР ХАРАКТЕРИСТИК І ОСНОВНИХ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ПОЖЕЖНИХ НАСОСІВ

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

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

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

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

Для насосних станцій низького тиску витрати визначаються:

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

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

Для насосних станцій високого тиску витрати визначаються за формулою:

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

Насоси насосних станцій підключаються між собою за паралельною схемою, тому при визначенні марки насоса необхідно керуватися тим, що кожен з насосів повинен створювати розрахунковий напір, а загальна подача насосів приймається як сума подач кожного з них. Параметри типових насосів наведено у додатку 5.

Кількість резервних насосів, що встановлюються в насосній станції, визначається за [1], таблиця 35 (додаток 6 до цього практикуму).

Доцільно розрахункові параметри насосів, прийняті насоси, їх характеристики та кількість заносити до таблиці 4.1. Але при цьому необхідно звернути увагу на те, що до колонки 1 в окремі рядки заносяться:

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

Таблиця 4.1 – Вибір насосів насосної станції першого підйому

Група насосів	Розрахункові параметри насосів		Прийняті насоси та їх параметри			Кількість
	витрати, м ³ /год	напір, м	марка насоса	витрати, м ³ /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 5. При цьому необхідно врахувати, що насоси працюють паралельно, тобто вибір насосів здійснюється за необхідним напором, а подача необхідної кількості води забезпечується встановленням у насосній станції декількох насосів.

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

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

Список умовних позначень основних величин

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

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

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

$Q_{НС}$ – витрати води, що подає насосна станція при режимі роботи до пожежі, м³/год

$Q_{НС}^{пож}$ – витрати води, що подає насосна станція при режимі роботи при пожежі, м³/год

4.1 Методика розв'язання основних типів задач

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

Дано:

$H_{НС}$

$H_{НС}^{пож}$

$Q_{НС}$

$Q_{НС}^{пож}$

тип та кількість насосів в НС – ?

Розв'язання:

1) Визначаємо тип НС:

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

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

2) Обираємо робочі насоси (додаток 5):

а) для НС низького тиску:

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

б) для НС високого тиску:

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

3) Обираємо резервні насоси (додаток 6 або [1], табл. 35):

марка – _____

кількість – _____

4) Визначаємо загальну кількість насосів у НС.

Відповідь: насосна станція будується за принципом високого (низького) тиску, кількість насосів марки _____: робочих – ____, резервних – ____.

4.2 Задачі

4.2.1. Визначити тип насосної станції, марку та кількість насосів для насосної станції, що повинна забезпечити подачу води в кількості 50 м³/год з напором 30 м до зовнішньої мережі об'єднаного водопроводу на господарсько-питні потреби та в кількості 30 м³/год з напором 25 м – на пожежогасіння.

(Відповідь: насосна станція будується за принципом низького тиску, кількість насосів марки K 45/30: робочих – 3, резервних – 2)

4.2.2. Визначити тип насосної станції, марку та кількість насосів для насосної станції, що повинна забезпечити подачу води в кількості 45 м³/год з напором 35 м до зовнішньої мережі об'єднаного водопроводу на господарсько-питні потреби та в кількості 45 м³/год з напором 60 м – на пожежогасіння.

(Відповідь: насосна станція будується за принципом високого тиску, кількість насосів марки K 100-65-250: робочих – 1, резервних – 2, та марки K 80-50-200: робочих – 1, резервних – 1 (на складі))

4.2.3. Визначити тип насосної станції, марку та кількість насосів для насосної станції, що повинна забезпечити подачу води в кількості 15 м³/год з напором 30 м до зовнішньої мережі об'єднаного водопроводу на господарсько-питні потреби та в кількості 80 м³/год з напором 55 м – на пожежогасіння.

(Відповідь: насосна станція будується за принципом високого тиску, кількість насосів марки K 100-65-250: робочих – 1, резервних – 2, та марки K 20/30: робочих – 1, резервних – 1 (на складі))

4.2.4. Визначити тип насосної станції, марку та кількість насосів для насосної станції, що повинна забезпечити подачу води в кількості 85 м³/год з напором 30 м до зовнішньої мережі об'єднаного водопроводу на господарсько-питні потреби та в кількості 40 м³/год з напором 30 м – на пожежогасіння

(Відповідь: насосна станція будується за принципом низького тиску, кількість насосів марки K 45/30: робочих – 3, резервних – 2)

5 РОЗРАХУНОК ВНУТРІШНЬОГО ПРОТИПОЖЕЖНОГО ВОДОПРОВОДУ

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

Залежно від типу будівлі необхідність проектування ВПВ, а також мінімальні витрати води на пожежогасіння та кількість струменів на кожну точку приміщення визначаються за допомогою п. 8.1 [2]. Для будівлі житлового або громадського призначення кількість струменів на кожну точку приміщення (n) та витрату кожного струменя (q) визначають за допомогою таблиці 3 [2]. Для будівлі виробничого призначення кількість струменів на кожну точку приміщення (n) та витрату кожного струменя (q) визначають залежно від категорії будівлі за вибухопожежною та пожежною небезпекою, ступеня вогнестійкості та об'єму будівлі за допомогою таблиці 4 [2] (табл. 3 [2] – додаток 1д цього практикуму; табл.4 [2] – додаток 1е).

Визначення характеристик обладнання пожежних кран-комплектів складається з визначення:

- діаметра пожежного кран-комплекту;
- діаметра пожежного рукава;
- довжини пожежного рукава;
- діаметра насадка ствола.

Визначення діаметра пожежного кран-комплекту виконується згідно з п. 8.7 прим.2 [2].

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

Діаметр рукава приймається відповідним до діаметру пожежного кран-комплекту.

Довжина пожежного рукава може бути 10, 15 або 20 м [2, п. 8.7 прим.1]. Вибір довжини пожежного рукава для пожежного кран-комплекту здійснюється 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 у відповідності до діаметра пожежного кран-комплекту.

У шафах пожежних кран-комплектів у будинках, будівлях, спорудах будь-якого призначення, окрім розміщення в них пожежного кран-комплекту діаметром 50 мм або 65 мм, в якості первинного засобу пожежогасіння слід перебачити розташування пожежного кран-комплекту діаметром 25 мм (крім складських споруд) [2, п. 8.13].

У квартирах житлових будинків умовною висотою понад 47 м в якості первинного пристрою пожежогасіння слід передбачати установку внутрішнього квартирної пожежного кран-комплекту відповідно до вимог ДБН В.2.2-15 «Житлові будівлі» та ДБН В.2.2-41 «Висотні будівлі», який забезпечує можливість подавання води у будь-яку точку квартири з урахуванням струменя води 3 м [2, п. 8.3].

Мінімальний радіус компактної частини струменя визначається за допомогою п. 8.7 [2].

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

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

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

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

За допомогою [2, табл.5] (додаток 7) визначаються фактичні параметри розрахункових величин (фактичний радіус компактної частини струменя, фактичні витрати води з пожежного кран-комплекту, напір на пожежному кран-комплекті) залежно від прийнятого обладнання пожежних кран-комплектів.

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

$$L_{\text{ПКК}} = k \sqrt{\left(R_{\text{к пр}} + l_{\text{р}}\right)^2 - \left(\frac{b}{2}\right)^2}, \text{ м}, \quad (5.1)$$

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

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

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

b – ширина будівлі, м;

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

$$R_{\text{к пр.}} = \sqrt{R_{\text{к факт}}^2 - (z - 1,35)^2}, \text{ м}, \quad (5.2)$$

де $R_{\text{к факт}}$ – фактичний радіус компактної частини струменя (табл.5 [2] – додаток 7), м;

z – висота приміщення, м;

1,35 – висота встановлення ПКК над підлогою ([2], п.8.12), м.

Визначення кількості пожежних кран-комплектів виконується у два етапи:

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

– визначається загальна кількість ПКК у будівлі.

При розташуванні ПКК у плані будівлі необхідно враховувати наступне:

– відстань між ПКК повинна бути не більше $L_{ПКК}$, що визначалась за формулою (5.1);

– кількість ПКК має бути такою, щоб кожна точка приміщення зрошувалась кількістю струменів, не меншою за нормативну (рис. 5.1).

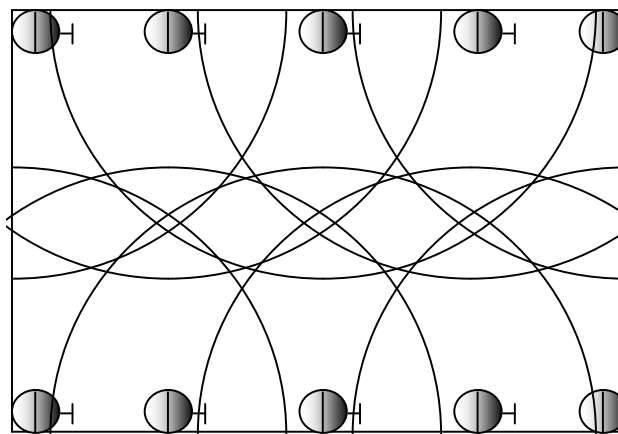


Рисунок 5.1 – Приклад розташування пожежних кран-комплектів у плані будівлі

Загальна кількість ПКК у будівлі визначається:

$$N_{ПКК} = n_{пов} \cdot n_{ПКК},$$

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

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

Кількість пожежних кран-комплектів діаметром 25 мм, які додатково розташовуються у шафах пожежних кран-комплектів, визначається:

$$n_{ПКК(25)} = N_{ПКК},$$

де $n_{ПКК(25)}$ – кількість пожежних кран-комплектів діаметром 25 мм.

Кількість квартирних пожежних кран-комплектів, що встановлюються у квартирах житлових будинків умовною висотою понад 47 м, визначається:

$$n_{ПКК(кв)} = n_{кв},$$

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

$n_{\text{кв}}$ – кількість квартир.

Для роботи квартирних ПКК необхідно передбачати витрати води на пожежогащення кількістю 0,5 л/с ([2], примітка до табл. 3).

Конфігурація магістрального трубопроводу та кількість введень визначаються виходячи з наступного.

Згідно з [2, п.10.1] магістральна мережа, що забезпечує подачу води до ПКК, може бути кільцевої або тупикової конфігурації, а також приєднуватись до зовнішньої мережі одним або декількома введеннями (при цьому кожне введення розраховується на 100% пропуск води).

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

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

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

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

Два введення і більше треба передбачати для:

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

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

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

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

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

б) лазень при числі місць 200 і більше;

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

При цьому кожне водопровідне введення розраховується на 100 % розрахункових витрат води.

Знаючи конфігурацію магістрального трубопроводу та кількість введень в будівлю можна побудувати аксонометричну схему мережі та виконати її гідравлічний розрахунок. У розрахунку беруть участь ПКК, що розташовані в диктуючій точці (диктуюча точка – точка, найбільш високо та далеко розташована від введення в будівлю), в кількості, яка дорівнює кількості струменів на кожну точку приміщення n .

На аксонометричній схемі позначають розрахункові ділянки та напрямки руху води, які розраховуються так, щоб вода рухалась від точки живлення мережі до диктуючої точки найкоротшим шляхом (рис.5.2).

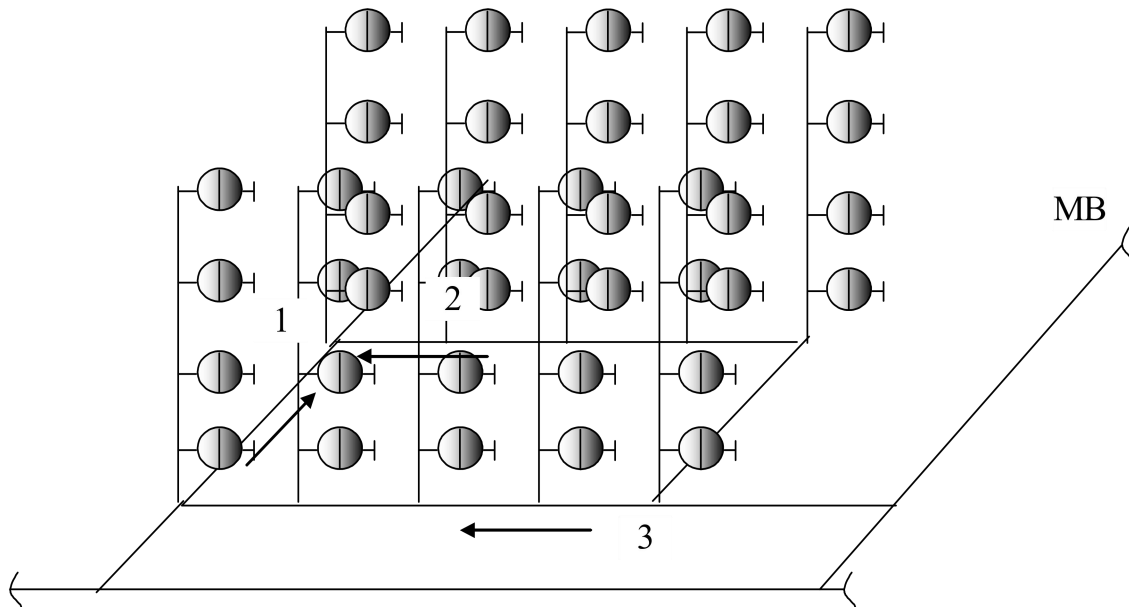


Рисунок 5.2 – Приклад побудовання аксонометричної схеми ВВП будівлі та підготовки її до розрахунку

Гідравлічний розрахунок мережі виконується згідно з [2], п. 11.1 – 11.7, з метою:

- визначення діаметрів труб для пропуску пожежних витрат води;
- визначення втрат напору в мережі.

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

Для визначення витрати води розрахункової ділянки використовується перший закон Кірхгофа: сума витрат води для вузла повинна дорівнювати нулю, за умови, що витрати води, що входять до вузла, – умовно позитивні, а ті, що виходять з вузла, – умовно негативні.

Діаметр труб магістральної мережі повинен бути:

- однаковим по всій довжині;
- не менше діаметра ПКК;
- визначається за формулою:

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

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

$q_{\text{діл}}$ – витрати води найбільше навантаженої ділянки, м³/с.

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

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

де v – швидкість руху води у трубах введення, м/с;

$q_{\text{ВВ}}$ – витрати води, які повинні пропустити труби введення (для окремої системи ВПВ дорівнюють фактичним витратам води на пожежогасіння з урахуванням кількості струменів), м³/с.

Втрати напору в магістральному трубопроводі визначаються:

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

де A – питомий опір труб магістрального трубопроводу (додаток 2);

l – довжина магістрального трубопроводу, м;

$q_{\text{діл}}$ – витрати води найбільше навантаженої ділянки, м³/с.

Втрати напору в трубах введення визначаються:

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

де A – питомий опір труб введення (додаток 2);

$l_{\text{ВВ}}$ – довжина введення, м;

$q_{\text{ВВ}}$ – витрати води, які повинні пропустити труби введення, м³/с.

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

$$H = k_{\text{М}}(h_{\text{М}} + h_{\text{ВВ}}) + h_{\text{вод}} + H_{\text{В}} + z, \text{ м,} \quad (5.3)$$

де $h_{\text{М}}$ – втрати напору в частині мережі, що з'єднує точку водоживлення мережі та диктуючу, при роботі мережі до пожежі (визначається залежно від конфігурації мережі: для тупикової – як сума втрат напору ділянок; для кільцевої – як середньоарифметичне втрат напору в півкільцях, де втрати напору в півкільцях визначаються як сума втрат напору на розрахункових ділянках, що складають це півкільце, з урахуванням другого закону Кірхгофа: втрати напору в півкільцях повинні бути однаковими, або відрізнятись не більше ніж на 0,5 м при роботі мережі до пожежі та не більше ніж на 1 м –при пожежі), м;

$k_{\text{М}}$ – коефіцієнт урахування місцевих опорів ([2], п.11.7);

$h_{\text{ВВ}}$ – втрати напору в трубах введення (до пожежі), м;

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

$H_{\text{В}}$ – необхідний вільний напір біля водорозбірного приладу, м;

z – висота розташування диктуючої точки відносно введення в будівлю, м.

Значення k_m приймаються наступними ([2], п.11.7):

– 1,3 – у системах питних водопроводів житлових та громадських будинків;
– 1,2 – у системах об'єднаного питного та протипожежного водопроводів житлових та громадських будинків, а також у мережах виробничих водопроводів;

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

– 1,1 – у системах протипожежних водопроводів.

Необхідний напір на введенні в будівлю при роботі мережі під час пожежі визначається:

$$H_{\text{ПОЖ}} = k_m (h_m + h_{\text{ВВ}}) + H_{\text{ПКК}} + z_{\text{ПКК}}, \text{ м}, \quad (5.4)$$

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

$h_{\text{ВВ}}$ – втрати напору в трубах введення під час пожежі, м;

$H_{\text{ПКК}}$ – необхідний напір у ПКК, м;

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

Вибір схеми ВПВ виконується згідно п.14.1, 15.1 [2].

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

Список умовних позначень основних величин

b – ширина будівлі, м

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

d_n – діаметр насадка ствола пожежного кран-комплекту, мм

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

H_v – необхідний вільний напір біля водорозбірного приладу, м

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

k_m – коефіцієнт урахування місцевих опорів

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

l_p – довжина пожежного рукава, м

$N_{\text{ПКК}}$ – загальна кількість ПКК у будівлі

$N_{\text{ПКК}}(25)$ – кількість пожежних кран-комплектів діаметром 25 мм

$N_{\text{ПКК}}(\text{КВ})$ – кількість внутрішніх квартирних пожежних кран-комплектів

n – кількість струменів на кожну точку приміщення

$n_{\text{КВ}}$ – кількість квартир у житловому будинку

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

$n_{\text{ПКК}}$ – кількість ПКК на одному поверсі будівлі

$R_{\text{к}}$ – радіус компактної частини струменя (мінімальний) з пожежного кран-комплекту, м

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

$R_{\text{к пр.}}$ – проекція радіуса компактної частини струменя, м

q – витрати води з пожежного кран-комплекту (мінімальні), л/с

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

v – швидкість руху води в мережі (до пожежі (1 – 1,5) м/с, під час гасіння пожежі до 3 м/с)

z – висота приміщення, м

1,35 – висота встановлення ПКК над підлогою, м

ВПВ – внутрішній протипожежний водопровід

ПКК – пожежний кран-комплект

ПКК₍₂₅₎ – пожежний кран-комплект діаметром 25 мм

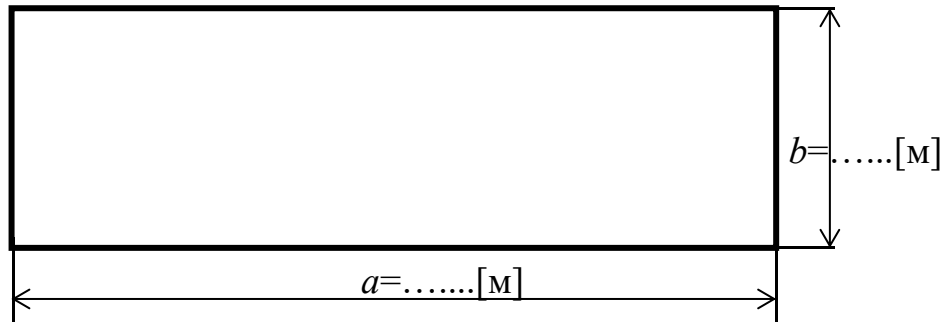
5.1 Методика розв'язання основних типів задач

1. Визначити схему ВПВ для заданої будівлі.

Дано:	Розв'язання:
тип та характеристика будівлі	1) Визначаємо нормативні витрати води на внутрішнє пожежогасіння ([2], табл. 3, 4 – додаток 1д або 1е): $n \cdot q = \underline{\hspace{2cm}}$ л/с.
$H_{\text{Гар}}$	2) Визначаємо характеристики обладнання пожежних кран-комплектів ([2], п.8.7 прим.1, 2 – розділ 5): $d_{\text{ПКК}} = \underline{\hspace{2cm}}$ мм, $l_{\text{р}} = \underline{\hspace{2cm}}$ м, $d_{\text{н}} = \underline{\hspace{2cm}}$ мм.
$H_{\text{Пож}} - ?$	3) Визначаємо мінімальний радіус компактної частини струменя ([2], п.8.7 – розділ 5): $R_{\text{к}} = \underline{\hspace{2cm}}$ м.
схема ВПВ	4) Визначаємо фактичні розрахункові величини ([2], таблиця 5 – додаток 7): $q_{\text{факт}} = \underline{\hspace{2cm}}$ л/с, $R_{\text{к факт}} = \underline{\hspace{2cm}}$ м, $H_{\text{ПКК}} = \underline{\hspace{2cm}}$ МПа = $\underline{\hspace{2cm}}$ м.
– ?	5) Визначаємо $R_{\text{к пр.}}$: $R_{\text{к пр.}} = \sqrt{R_{\text{к факт}}^2 - (z - 1,35)^2} = \underline{\hspace{2cm}}$ м.
	6) Визначаємо відстань між ПКК:

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

7) Графічно визначаємо кількість ПКК на одному поверсі:



$$n_{\text{ПКК}} = \text{.....}$$

8) Визначаємо загальну кількість ПКК у будівлі:

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

9) Визначаємо кількість додаткових ПКК діаметром 25 мм, які розташовуються у шафах пожежних кран-комплектів як первинний засіб пожежогасіння ([2], п. 8.13):

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

Для житлових будинків умовною висотою понад 47 м визначаємо кількість квартирних ПКК, які забезпечують можливість подавання води у будь-яку точку квартири з урахуванням струменя води 3 м ([2], п. 8.3):

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

де $N_{\text{ПКК (кв)}}$ – кількість внутрішніх квартирних ПКК;

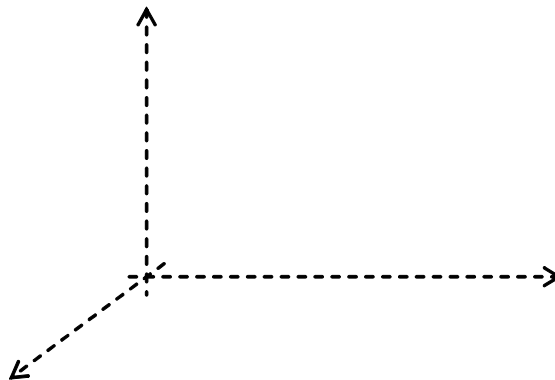
$n_{\text{кв}}$ – кількість квартир.

10) Визначаємо конфігурацію магістрального трубопроводу та кількість введень у будівлю ([2], п.10.1 – розділ 5):

– конфігурація магістрального трубопроводу: _____,

– кількість введень: _____.

11) Будуємо аксонометричну схему системи ВПВ будівлі:



та визначаємо необхідний напір на введенні в будівлю при

роботі мережі під час гасіння пожежі:

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

де $k_M = \text{_____}$ – коефіцієнт урахування місцевих опорів ([2], п.11.7 – розділ 5);

$$h_M = Alq_{\text{діл}}^2 = \text{_____ м} \text{ – втрати напору в мережі при її}$$

роботі під час гасіння пожежі, м ($A = \text{_____}$ – питомий опір труб визначається за додатком 2 в залежності від діаметру

$$\text{труб, який визначається } d = \sqrt{\frac{4q_{\text{діл}}}{\pi v}} = \text{_____ м; } l = \text{_____ м}$$

– довжина магістрального трубопроводу визначається за планом поверху, що наведений у п.7 даного розрахунку; $q_{\text{діл}} = \text{_____ л/с}$ – витрати води найбільш навантаженої ділянки за аксонометричною схемою);

$$h_{\text{ВВ}} = Al_{\text{ВВ}}q_{\text{ВВ}}^2 = \text{_____ м} \text{ – втрати напору в трубах}$$

введення під час гасіння пожежі ($A = \text{_____}$ – питомий опір труб введення визначається за додатком 2 в залежності від діаметру труб введення, який визначається

$$d_{\text{ВВ}} = \sqrt{\frac{4q_{\text{ВВ}}}{\pi v}} = \text{_____ м; } l_{\text{ВВ}} = \text{_____ м} \text{ – довжина введення}$$

за вихідними даними; $q_{\text{ВВ}} = n \cdot q_{\text{факт}} = \text{_____ л/с}$ – витрати води на введенні);

$$H_{\text{ПКК}} = \text{_____ м} \text{ – напір у ПКК;}$$

$$z_{\text{ПКК}} = (n_{\text{пов}} - 1) \cdot z_{\text{пов}} + 1,35 + z_{\text{заг}} = \text{_____ м} \text{ – висота}$$

розміщення найбільш віддаленого від введення ПКК;

$n_{\text{пов}} = \text{_____}$ – кількість поверхів у будівлі; $z_{\text{пов}} = \text{_____ м}$ – висота одного поверху; $z_{\text{заг}} = \text{_____ м}$ – заглиблення введення відносно підлоги першого поверху, м; 1,35 – висота розташування ПКК над підлогою, м.

12) Порівнюємо необхідний напір на введенні в будівлю при роботі мережі під час гасіння пожежі $H_{\text{пож}}$ з гарантованим напором на введенні $H_{\text{гар}}$:

$$H_{\text{пож}} = \text{_____} \quad ??? \quad H_{\text{гар}} = \text{_____}$$

та робимо вибір схеми ВПВ – з підвищувальними установками або без підвищувальних установок:

схема ВПВ: _____.

Відповідь: $H_{\text{пож}} = \text{_____ м,}$ схема ВПВ _____.

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

Дано:
тип та характеристика будівлі
 $N_{\text{ПКК}}$
 $N_{\text{ПКК (25)}}$
 $N_{\text{ПКК (кв)}}$
 $d_{\text{ПКК}}$
 l_p
 d_H
правильність запроєктованого рішення – ?

Розв'язання:

1) Визначаємо нормативні витрати води на внутрішнє пожежогасіння ([2], табл. 3, 4 – додаток 1д або 1е):

$$n \cdot q = \text{_____ л/с.}$$

2) Визначаємо характеристики обладнання пожежних кран-комплектів, що вимагаються за нормами ([2], п.8.7 прим.1, 2 – розділ 5):

$$d_{\text{ПКК}} = \text{_____ мм,}$$

$$l_p = \text{_____ м,}$$

$$d_H = \text{_____ мм.}$$

3) Визначаємо мінімальний радіус компактної частини струменя ([2], п.8.7 – розділ 5):

$$R_k = \text{_____ м.}$$

4) Визначаємо фактичні розрахункові величини ([2], таблиця 5 – додаток 7):

$$q_{\text{факт}} = \text{_____ л/с,}$$

$$R_{k \text{ факт}} = \text{_____ м,}$$

$$H_{\text{ПКК}} = \text{_____ МПа} = \text{_____ м.}$$

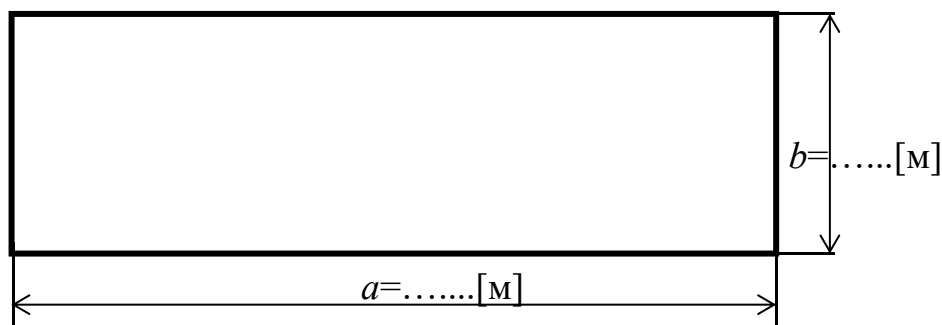
5) Визначаємо $R_{k \text{ пр.}}$:

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

6) Визначаємо відстань між ПКК:

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

7) Графічно визначаємо кількість ПКК на одному поверсі:



$$n_{\text{ПКК}} = \text{_____}.$$

8) Визначаємо загальну кількість ПКК у будівлі:

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

9) Визначаємо кількість додаткових ПКК діаметром 25 мм, які розташовуються у шафах пожежних кран-комплектів як первинний засіб пожежогасіння ([2], п. 8.13):

$$N_{\text{ПКК (25)}} = N_{\text{ПКК}} = \text{_____}.$$

Для житлових будинків умовною висотою понад 47 м визначаємо кількість квартирних ПКК, які забезпечують

можливість подавання води у будь-яку точку квартири з урахуванням струменя води 3 м ([2], п. 8.3):

$$N_{\text{ПКК (кв)}} = n_{\text{кв}} = \underline{\hspace{2cm}},$$

де $N_{\text{ПКК (кв)}}$ – кількість внутрішніх квартирних ПКК;

$n_{\text{кв}}$ – кількість квартир.

10) Порівнюємо:

– характеристики обладнання ПКК, що вимагаються за нормами з тими, що задані за умовами задачі: якщо однакові – ця частина запроєктованого рішення відповідає вимогам норм, якщо різні – не відповідає;

– кількість основних, додаткових та квартирних ПКК, що вимагається за нормами з тими, що задані за умовами задачі: якщо однакові – ця частина запроєктованого рішення відповідає вимогам норм, якщо різні – не відповідає.

Відповідь: характеристики обладнання ПКК повинні бути: $d_{\text{ПКК}} = \underline{\hspace{1cm}}$ мм, $l_p = \underline{\hspace{1cm}}$ м, $d_n = \underline{\hspace{1cm}}$ мм, запроєктоване рішення відповідає (не відповідає) вимогам норм; кількість ПКК повинна бути: $N_{\text{ПКК}} = \underline{\hspace{1cm}}$, $N_{\text{ПКК (25)}} = \underline{\hspace{1cm}}$, $N_{\text{ПКК (кв)}} = \underline{\hspace{1cm}}$, запроєктоване рішення відповідає (не відповідає) вимогам норм.

5.2 Задачі

5.2.1. Визначити схему ВПВ для виробничої п'ятиповерхової будівлі II ступеня вогнестійкості, категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою В. Висота кожного поверху – 4 м, ширина будівлі – 30 м, довжина – 70 м. Гарантований напір зовнішньої мережі становить 28 м. Відстань від будівлі до зовнішньої мережі – 15 м. Глибина залягання зовнішньої мережі – 1,2 м.

(Відповідь: $H_{\text{пож}} = 71$ м, схема ВПВ з насосами-підвищувачами)

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

(Відповідь: характеристики обладнання ПКК повинні бути: $d_{\text{ПКК}} = 50$ мм, $l_p = 15$ або 20 м, $d_n = 13$ мм; запроєктоване рішення не відповідає вимогам норм, тому що кількість ПКК повинна бути: $N_{\text{ПКК}} = 4$, $N_{\text{ПКК (25)}} = 4$, $N_{\text{ПКК (кв)}} = 0$)

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

(Відповідь: в шафах: 54 ПКК діаметром 50 мм та 54 ПКК діаметром 25 мм;

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

(Відповідь: характеристики обладнання ПКК повинні бути: $d_{\text{ПКК}}=50$ мм, $l_p=20$ м, $d_n=13$ мм тому запроєктоване рішення не відповідає вимогам норм; кількість ПКК повинна бути: $N_{\text{ПКК}} = 24$, $N_{\text{ПКК}(25)} = 24$, $N_{\text{ПКК}(кв)} = 0$ тобто запроєктоване рішення не відповідає вимогам норм тому що треба встановити 24 ПКК діаметром 25 мм)

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

(Відповідь: $H_{\text{пож}} = 68,25$ м, схема ВПВ з насосами-підвищувачами)

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

(Відповідь: характеристики обладнання ПКК повинні бути: $d_{\text{ПКК}}=50$ мм, $l_p=20$ м, $d_n=13$ мм; кількість ПКК повинна бути: $N_{\text{ПКК}} = 4$, $N_{\text{ПКК}(25)} = 4$, $N_{\text{ПКК}(кв)} = 0$; тобто запроєктовані рішення відповідають вимогам норм)

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

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

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

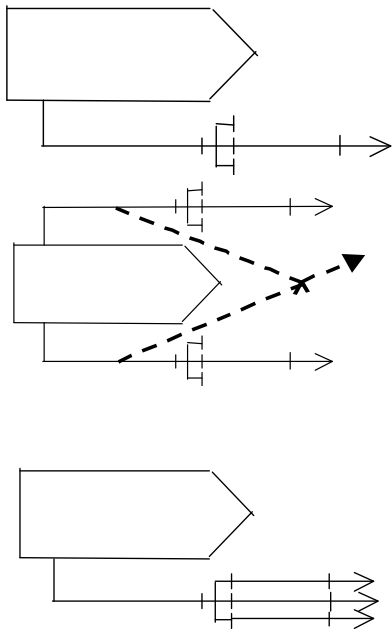
(Відповідь: $H_{\text{пож}} = 43,67$ м, схема ВПВ з насосами-підвищувачами)

6 РОЗРАХУНОК НАСОСНО-РУКАВНИХ СИСТЕМ

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

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

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



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

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

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

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

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

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

$$H = S_c Q^2 + z, \text{ м} \quad (6.1)$$

де H – необхідний напір насоса, м;
 S_c – опір рукавної системи, який залежить від схеми її з'єднання;
 Q – витрати насосно-рукавної системи, л/с;

z – висота підйому води відносно осі насоса, м.

Для кожної схеми НРС рукавні лінії можуть мати однакові або різні характеристики.

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

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

де S_{pi} – опір одного рукава (додаток 8);

S_H – опір насадка ствола (додаток 9).

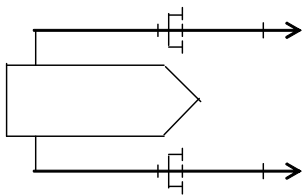
Якщо всі рукава системи мають однакові характеристики, опір визначається так:

$$S_c = n_p S_p + S_H,$$

де n_p – кількість рукавів в одній рукавній лінії;

S_p – опір одного рукава.

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



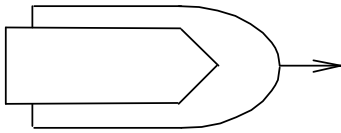
а) стволи послідовно приєднуються до кожної з паралельно прокладених рукавних ліній, тобто кількість паралельних рукавних ліній дорівнює кількості стволів, тоді для системи з різними характеристиками рукавних ліній або стволів опір визначається за формулою:

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

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

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

де N – кількість паралельно прокладених рукавних ліній зі стволами;



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

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

а для системи з однаковими характеристиками рукавних ліній опір визначається:

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

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

$$S_c = S_{м.ч.} + S_{р.ч.},$$

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

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

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

$$S_{м.ч.} = n_m S_m,$$

де n_m – кількість рукавів магістральної лінії;

S_m – опір одного рукава магістральної лінії (додаток 8).

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

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

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

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

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

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

або

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

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

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

$$a - bQ^2 = S_c Q^2 + z, \quad (6.2)$$

де $a - bQ^2 = H$ – головна робоча характеристика насоса; a, b – коефіцієнти, що залежать від конструктивних особливостей насоса (додаток 10);

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

Ефективне гасіння пожежі найчастіше виконується компактною частиною струменя. При визначенні витрат води зі стволів та вільних напорів можна використовувати їх залежність від діаметра насадка ствола та радіуса (довжини) компактної частини струменя R_k (додаток 11). При цьому необхідно пам'ятати, що робочий струмінь має радіус (довжину) компактної частини 17 м.

Основні формули для розв'язання всіх типів задач зведено до таблиці 6.1.

Список умовних позначень основних величин

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

S_c – опір рукавної системи

S_m – опір одного рукава магістральної лінії

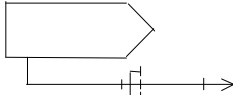
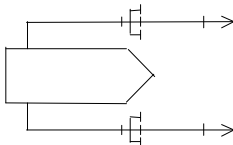
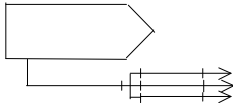
S_p – опір одного рукава робочої лінії

S_n – опір насадка ствола

z – висота підйому ствола, м

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

Таблиця 6.1 – Формули для розрахунку основних типів насосно-рукавних систем

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

6.1 Методика розв'язання основних типів задач

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

Дано:

d_M

d_p

d_H

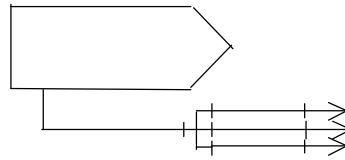
n_p

n_M

N

$S_c = ?$

Розв'язання:



1) Визначаємо опір магістральної рукавної лінії (опір одного рукава визначаємо за додатком 8):

$$S_{M.ч.} = n_M S_M.$$

2) Визначаємо опір системи робочих рукавних ліній (опір рукавів та насадків стволів визначаємо за додатками 8, 9):

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

3) Визначаємо опір системи:

$$S_c = S_{M.ч.} + S_{p.ч.}$$

Відповідь: $S_c =$ _____

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

Дано:

d_p

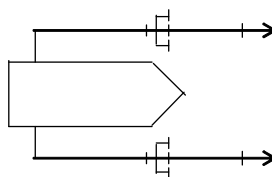
d_H

n_p

N

$S_c = ?$

Розв'язання:



1) Визначаємо опір системи паралельних рукавних ліній (опір рукавів та насадків стволів визначаємо за додатками 8, 9):

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

Відповідь: $S_c =$ _____

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

Дано:

R_k

n_m

n_p

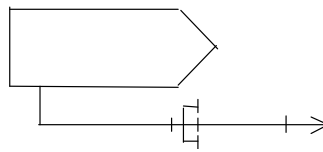
d_m

d_p

d_n

$H_n - ?$

Розв'язання:



1) Визначаємо витрати води зі ствола q_p залежно від діаметра насадка ствола d_n та радіуса (довжини) компактної частини струменя R_k (додаток 11):

$$q_p = \text{_____ л/с}$$

2) Визначаємо опір рукавної системи (опір рукавів та насадка ствола визначаємо за додатками 8, 9):

$$S_c = S_{m.ч.} + S_{p.ч.};$$

$$S_{m.ч.} = n_m S_m;$$

$$S_{p.ч.} = n_p S_p + S_n.$$

3) Визначаємо H_n :

$$H_n = S_c q_p^2 + z, \text{ м}$$

Відповідь: $H_n = \text{_____ м}$

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

Дано:

R_{ki}

n_m

n_p

d_m

d_p

d_n

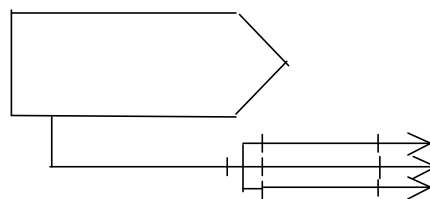
N

z

$H_n - ?$

$Q_n - ?$

Розв'язання:



1) Визначаємо витрати води зі ствола q_p заданої робочої лінії залежно від діаметра насадка ствола d_n та радіуса (довжини) компактної частини струменя R_k (додаток 11):

$$q_p = \text{_____ л/с}$$

2) Визначаємо напір на розгалуженні за даними заданої робочої лінії (опір рукавів та насадка ствола визначаємо за додатками 8, 9):

$$H_{розг} = n_{pi} S_{pi} q_{pi}^2 + S_{ni} q_{pi}^2 + z_i, \text{ м}$$

3) Визначаємо витрати води інших робочих рукавних ліній

(виходячи з того, що напір на розгалуженні є однаковим для всіх робочих рукавних ліній):

$$q_{pi} = \sqrt{\frac{H_{розг} - z_i}{n_{pi}S_{pi} + S_{Hi}}}, \text{ л/с}$$

4) Визначаємо подачу насоса Q_H :

$$Q_H = \sum q_p, \text{ л/с}$$

5) Визначаємо напір насоса H_H (опір рукавів визначаємо за додатком 8):

$$H_H = n_M S_M Q_H^2 + H_{розг} + z_{розг}, \text{ м}$$

Відповідь: $H_H = \underline{\hspace{2cm}}$ м, $Q_H = \underline{\hspace{2cm}}$ л/с

5. Визначити максимальну кількість рукавів магістральної лінії, якщо із заданої робочої лінії необхідно одержати струмінь із заданою витратою води. Задано характеристику змішаної рукавної системи. Задано напір насоса.

Дано:

H_H

q_{pi}

d_M

d_p

d_H

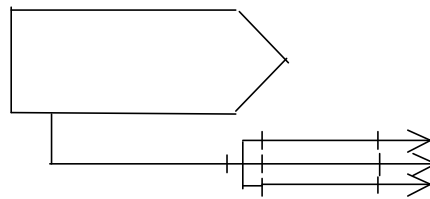
n_p

N

z

$n_M - ?$

Розв'язання:



1) Визначаємо напір на розгалуженні за характеристиками заданої робочої лінії (опір рукавів та насадка ствола визначаємо за додатками 8, 9):

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

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

$$q_{pi} = \sqrt{\frac{H_{розг} - z_i}{n_{pi}S_{pi} + S_{Hi}}}, \text{ л/с}$$

3) Визначаємо подачу насоса Q_H :

$$Q_H = \sum q_p, \text{ л/с}$$

4) Визначаємо максимально кількість рукавів магістральної лінії n_M , попередньо визначивши опір одного її рукава S_M (додаток 8):

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

Відповідь: $n_M =$ _____

6.2 Задачі

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

(Відповідь: $S_c=0,22$)

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

(Відповідь: $S_c=0,33$)

6.2.3. 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)

6.2.4. Для гасіння пожежі на торф'яному масиві введено в дію три стволи: $d_{n1} = d_{n3} = 13$ мм, $d_{n2} = 16$ мм. Магістральна лінія має довжину 240 м, діаметр – 77 мм, три робочі лінії мають довжину 20 м кожна, перша та третя мають діаметр 66 мм кожна, друга – діаметр 51 мм. Рукава системи прогумовані. Визначити витрату та напір насоса, якщо третя робоча лінія забезпечує компактний струмінь радіусом (довжиною) 18 м.

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

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

(Відповідь: $n_m=10$)

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

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

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

(Відповідь: $H_n=49,33$ м)

6.2.8. Для гасіння пожежі на торф'яному масиві введено в дію два стволи: $d_{н1} = 13$ мм, $d_{н2} = 19$ мм. Магістральна лінія має довжину 120 м, діаметр – 77 мм; довжина робочих ліній – 20 м кожна, діаметр першої – 51 мм, другої – 66 мм. Рукава системи прогумовані. Визначити витрату та напір насоса, якщо з другого ствола необхідно одержати струмінь з витратою 7,1 л/с.

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

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

(Відповідь: $n_m=9$)

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

(Відповідь: $S_c=0,63$)

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

(Відповідь: $S_c=0,18$)

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

(Відповідь: $H_n=70,6$ м)

6.2.13. Для гасіння пожежі на торф'яному масиві введено в дію три стволи: $d_{н1} = d_{н3} = 16$ мм, $d_{н2} = 19$ мм. Магістральна лінія має довжину 260 м, діаметр – 77 мм; довжина робочих ліній – 20 м кожна, перша та третя мають діаметр 51 мм кожна, діаметр другої – 66 мм. Рукава системи прогумовані. Визначити витрату та напір насоса, якщо перша робоча лінія забезпечує компактний струмінь радіусом (довжиною) 17 м.

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

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

(Відповідь: $n_m=27$)

6.2.15. Для гасіння пожежі на торф'яному масиві введено в дію три стволи: $d_{н1} = d_{н2} = 19$ мм, $d_{н3} = 13$ мм. Магістральна лінія має довжину 200 м, діаметр – 77 мм; довжина робочих ліній – 40 м кожна, перша та друга мають діаметр 66 мм кожна, діаметр третьої – 51 мм. Рукава системи прогумовані. Визначити витрату та напір насоса, якщо третя робоча лінія забезпечує подачу 4 л/с.

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

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

(Відповідь: $H_n=33,81$ м)

6.2.17. Для гасіння пожежі на торф'яному масиві введено в дію два стволи: $d_{н1} = 16$ мм, $d_{н2} = 19$ мм. Магістральна лінія має довжину 220 м,

діаметр – 77 мм; довжина робочих ліній – 40 м кожна, діаметр першої – 51 мм, другої – 66 мм. Рукава системи прогумовані. Визначити витрату та напір насоса, якщо з кожного ствола необхідно одержати струмінь радіусом (довжиною) компактної частини не менше 20 м.

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

6.2.18. Визначити максимально можливу довжину магістральної лінії, якщо рукавна система складається з магістральної лінії діаметром 77 мм та трьох робочих ліній (довжина кожної з них – 40 м, та діаметр кожної з них – 51 мм); стволи мають насадки діаметром 13 мм. З третього ствола необхідно одержати струмінь радіусом (довжиною) компактної частини 19 м. Стволи піднято на висоту: $z_1=5$ м, $z_2=7$ м, $z_3=3$ м. Рукава системи прогумовані. Напір насоса – 92 м.

(Відповідь: $n_m=23$)

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

(Відповідь: $S_c=0,66$)

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

(Відповідь: $S_c=0,26$)

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

(Відповідь: $H_n=57,8$ м)

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

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

6.2.23. Визначити максимально можливу довжину магістральної лінії, якщо рукавна система складається з магістральної лінії діаметром 77 мм та двох робочих ліній довжиною 40 м кожна (діаметр кожної з них – 51 мм); насадки на стволах робочих ліній мають діаметр: перша – 13 мм, друга – 16 мм. З кожного ствола необхідно одержати струмінь радіусом (довжиною) компактної частини не менше 20 м. Стволи піднято на висоту: $z_1=2$ м, $z_2=4$ м. Рукава системи прогумовані. Напір насоса – 83 м.

(Відповідь: $n_m=21$)

6.2.24. Для гасіння пожежі на торф'яному масиві введено в дію три стволи: $d_{н1} = d_{н3} = 19$ мм, $d_{н2} = 13$ мм. Магістральна лінія має довжину 100 м, діаметр – 77 мм; три робочі лінії мають довжину 20 м кожна, перша та третя – діаметр 66 мм кожна, друга – діаметр 51 мм. Рукава системи прогумовані. Визначити витрату та напір насоса, якщо друга робоча лінія забезпечує компактний струмінь радіусом (довжиною) не менше 17 м.

(Відповідь: $Q_n=17,9$ л/с; $H_n=58,8$ м)

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

(Відповідь: $H_n=57,8$ м)

6.2.26. Для гасіння пожежі на торф'яному масиві введено в дію два стволи: $d_{н1} = 16$ мм, $d_{н2} = 13$ мм. Магістральна лінія має довжину 80 м, діаметр – 77 мм; робочі лінії мають довжину 40 м кожна, перша має діаметр 51 мм, друга – 66 мм. Рукава системи прогумовані. Визначити витрату та напір насоса, якщо з другого ствола необхідно одержати струмінь з витратою 3,8 л/с.

(Відповідь: $Q_n=9,1$ л/с; $H_n=47,7$ м)

6.2.27. Визначити максимально можливу довжину магістральної лінії, якщо рукавна система складається з магістральної лінії діаметром 77 мм та трьох робочих ліній (довжина кожної – 40 м, діаметр – 51 мм); діаметр насадок на стволах дорівнює 16 мм. З кожного ствола необхідно одержати струмінь витратою не менше 5,3 л/с. Стволи піднято на висоту: $z_1=2$ м, $z_2=3$ м, $z_3=5$ м. Рукава системи прогумовані. Напір насоса – 70 м.

(Відповідь: $n_m=5$)

6.2.28. Визначити опір рукавної системи при змішаному з'єднанні рукавів із такими характеристиками: магістральна лінія має довжину 240 м і

складається з рукавів 77 мм (п); дві робочі лінії мають довжину 20 м кожна, складаються з рукавів 51 мм (п); стволи мають насадки діаметром: перша – 13 мм, друга – 16 мм.

(Відповідь: $S_c=0,67$)

6.2.29. Визначити опір рукавної системи, що подає воду до одного лафетного ствола при паралельному з'єднанні двох рукавних ліній з наступними характеристиками: перша має довжину 200 м і складається з рукавів діаметром 66 мм (п), друга – довжину 160 м і рукави діаметром 77 мм (п). Діаметр насадка ствола – 25 мм.

(Відповідь: $S_c=0,26$)

6.2.30. Визначити необхідний напір насоса для одержання струменя радіусом (довжиною) компактної частини не менше 24 м, якщо вода до місця пожежі подається по рукавній системі, що складається з магістральної лінії довжиною 100 м і діаметром 77 мм, та двох робочих ліній довжиною 20 м і діаметром 51 мм кожна. Діаметр насадки першого ствола – 13 мм, другого – 16 мм. Висота підйому стволів – 6 м. Рукава прогумовані.

(Відповідь: $H_n=103,7$ м)

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

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

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

(Відповідь: $n_m=23$)

6.2.33. Для гасіння пожежі на торф'яному масиві введено в дію три стволи: $d_{н1} = d_{н3} = 16$ мм, $d_{н2} = 19$ мм. Магістральна лінія має довжину 100 м, діаметр – 77 мм; три робочі лінії мають довжину 20 м та діаметр 66 мм кожна. Рукава системи прогумовані. Визначити витрату та напір насоса, якщо друга робоча лінія забезпечує компактний струмінь радіусом (довжиною) не менше 13 м.

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

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

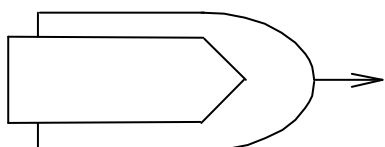
(Відповідь: $H_n=41,9$ м)

6.2.35. Для гасіння пожежі на торф'яному масиві введено в дію два стволи: $d_{n1} = 13$ мм, $d_{n2} = 16$ мм. Магістральна лінія має довжину 200 м, діаметр – 77 мм; робочі лінії мають довжину 20 м та діаметр 66 мм кожна. Рукава системи прогумовані. Визначити витрату та напір насоса, якщо з другого ствола необхідно одержати струмінь з витратою 5,9 л/с.

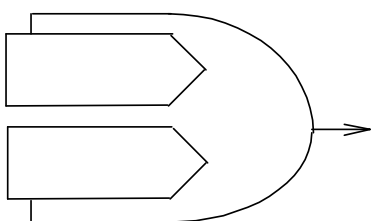
(Відповідь: $Q_n=9,8$ л/с; $H_n=59,5$ м)

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

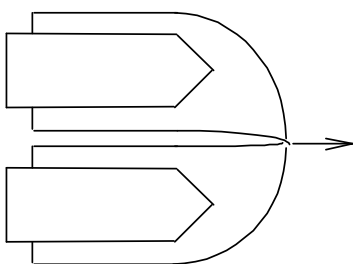
При гасінні значних пожеж використовують потужні водяні струмені від лафетних стволів. Подача води до лафетних стволів може забезпечуватись від декількох пожежних автонасосів, що працюють за однією з наступних паралельних схем:



– від одного насоса прокладаються паралельно дві рукавні лінії;



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



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

Загальна кількість паралельних рукавних ліній в системі визначається за формулою:

$$N = K \cdot N_1,$$

де N – загальна кількість паралельних рукавних ліній в системі;
 N_1 – кількість паралельних рукавних ліній, прокладених від одного насоса;
 K – кількість насосів, що працюють за паралельною схемою.

Вибір схеми залежить від:

- віддаленості вододжерела від осередку пожежі;
- можливої подачі насоса (насосів).

Схема з одним насосом та двома паралельними рукавними лініями використовується за умови, що кількість води, необхідної для роботи лафетного ствола, не перебільшує можливу подачу насоса; при цьому відстань від вододжерела до осередку пожежі незначна.

Схеми з декількома насосами використовуються за умови, що необхідна

кількість води більша, ніж подача одного насоса, при цьому за рахунок паралельного прокладання декількох рукавних ліній (це значно підвищує ефективність використання напору, що створюють насоси) воду можна подати на значну відстань.

Гідравлічний розрахунокнасосно-рукавних систем, що подають воду до лафетного ствола, зводиться до розв'язання **чотирьох основних задач**:

1. Визначення необхідного напору кожного насоса за заданою витратою з лафетного ствола.

2. Визначення фактичної витрати води з лафетного ствола та подачу кожного насоса при заданому напорі на насосах.

3. Визначення максимально можливої довжини рукавних ліній.

4. Визначення необхідної кількості насосів, що працюють за паралельною схемою.

Розв'язання перших трьох задач гідравлічного розрахунку насосно-рукавних систем, що забезпечують подачу води до лафетного ствола (визначення напору насосів, подачі води зі стволів, максимальної довжини рукавних ліній), виконується аналогічно до розв'язання задач для основних схем насосно-рукавних систем (розділ 6.1). При цьому необхідно враховувати, що витрати води зі ствола та подача однакових насосів пов'язані між собою наступним чином:

$$Q_{\text{ст}} = K Q_{\text{н}}, \text{ л/с,}$$

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

Залежність витрат води з лафетного ствола та вільного напору перед стволом від його діаметра та радіуса компактної частини струменя, що одержується зі ствола, для лафетних стволів з діаметром насадка від 28 мм до 89 мм наведені у додатку 12. Вільний тиск перед стволом залежить від витрат води зі ствола та опору насадка ствола і може бути визначений:

$$H_{\text{в}} = S_{\text{н}} Q_{\text{ст}}^2, \text{ м,}$$

де $H_{\text{в}}$ – вільний тиск перед стволом, м.

Для визначення необхідної кількості пожежних автонасосів (четверта задача гідравлічного розрахунку) за відомою головною характеристикою насоса користуються формулою:

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

де n_p – кількість рукавів в кожній рукавній лінії;

S_p – опір одного рукава, який залежить від діаметра та матеріалу рукава (додаток 8);

N_1 – кількість паралельних рукавних ліній від одного насоса;

a , b – коефіцієнти, що залежать від конструктивних особливостей насоса, визначаються за додатком 10;

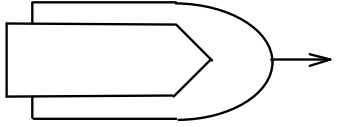
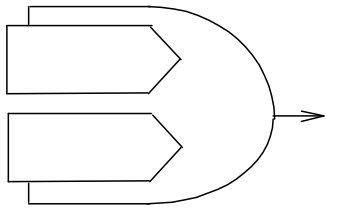
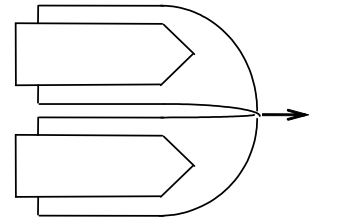
z – висота підйому ствола відносно осі насоса, м.

При відомому напорі насосів їх кількість визначається:

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

Основні формули для розв'язання всіх типів задач при подачі води до лафетного ствола наведені у таблиці 7.1.

Таблиця 7.1 – Формули для розрахунку насосно-рукавних систем, що подають воду до лафетного ствола

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

Список умовних позначень основних величин

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

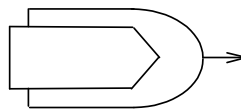
7.1 Методика розв'язання основних типів задач з розрахунку НРС при подачі води до лафетних стволів

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

Дано:

d_n
 K
 N_1
 d_p
 n_p
 R_k
 z

Розв'язання:



1) Визначаємо витрати води зі ствола $Q_{ст}$ залежно від радіуса (довжини) компактної частини струменя R_k та діаметра насадка ствола d_n (додаток 12):

$$Q_{ст} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ л/с}$$

$H_H - ?$

2) Визначаємо напір насоса H_H (опір рукавів та насадка ствола визначаємо за додатками 8, 9):

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

де $H_B = S_H Q_{CT}^2$, м.

Відповідь: $H_H = \underline{\hspace{2cm}}$ м

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

Дано:

d_H

K

N_1

d_{pi}

n_{pi}

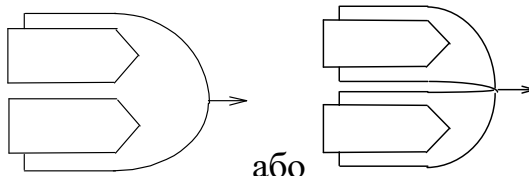
z

H_H

$Q_H - ?$

$H_B - ?$

Розв'язання:



1) Визначаємо опір системи (опір рукавів та насадка ствола визначаємо за додатками 8, 9):

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

2) Визначаємо витрати води зі ствола:

$$Q_{CT} = \sqrt{\frac{H_H - z}{S_c}}, \text{ л/с}$$

3) Визначаємо витрати води з кожного насоса:

$$Q_H = \frac{Q_{CT}}{K}, \text{ л/с}$$

4) Визначаємо вільний напір – напір перед стволом:

$$H_B = S_H Q_{CT}^2, \text{ м}$$

Відповідь: $Q_H = \underline{\hspace{2cm}}$ л/с, $H_B = \underline{\hspace{2cm}}$ м

3. Визначити необхідну кількість паралельно працюючих пожежних автомобілів АЦ-40, що можуть забезпечити роботу лафетного ствола із заданою витратою, якщо від кожного насоса прокладено задану кількість

рукавних ліній заданих діаметра та довжини. Ствол піднято на задану висоту. Задано діаметр насадка ствола.

Дано:

d_H
АЦ-40

N_1

d_{pi}

n_{pi}

z

$Q_{ст}$

$K - ?$

Схема – ?

Розв'язання:

1) Визначаємо коефіцієнти головної характеристики насоса ПН-40У (додаток 10):

$$a = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$b = \underline{\hspace{2cm}}$$

2) Визначаємо вільний напір на стволі (опір насадка ствола визначаємо за додатком 9):

$$H_B = S_H Q_{ст}^2, \text{ м}$$

3) Визначаємо кількість насосів (опір рукавів визначаємо за додатком 8):

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

4) Будуємо схему НРС.

Відповідь: $K = \underline{\hspace{2cm}}$, схема $\underline{\hspace{2cm}}$.

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

Дано:

d_H

K

N_1

d_{pi}

n_{pi}

n_M

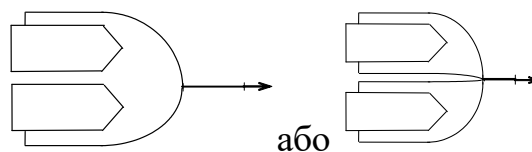
d_M

z

H_H

$Q_{ст} - ?$

Розв'язання:



1) Визначаємо опір системи (опір рукавів та насадка ствола визначаємо за додатками 8, 9):

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

2) Визначаємо витрати води зі ствола:

$$Q_{ст} = \sqrt{\frac{H_H - z}{S_c}}, \text{ л/с}$$

Відповідь: $Q_{ст} = \underline{\hspace{2cm}}$ л/с

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

Дано:

d_n

K

насос

d_{pi}

n_{pi}

z

R_k

$N_1 - ?$

Схема – ?

$H_n - ?$

Розв'язання:

1) Визначаємо витрати води зі ствола $Q_{ст}$ залежно від радіуса (довжини) компактної частини струменя R_k та діаметра насадка ствола d_n (додаток 12):

$$Q_{ст} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ л/с}$$

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

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

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

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

3) Порівнюємо визначені величини з характеристиками заданого насоса (коефіцієнт a характеризує максимальний тиск, який може створити насос, визначаємо за додатком 10) та обираємо схему НРС.

4) Будуємо схему НРС.

Відповідь: $N_1 = \underline{\hspace{2cm}}$, схема $\underline{\hspace{2cm}}$, $H_n = \underline{\hspace{2cm}}$ м

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

Дано:

d_H
насос
 d_{pi}
 n_{pi}
 z
 R_K

$N_1 - ?$

$K - ?$

Схема

$H_H - ?$

Розв'язання:

1) Визначаємо витрати води зі ствола $Q_{ст}$ залежно від радіуса (довжини) компактної частини струменя R_K та діаметра насадка ствола d_H (додаток 12):

$$Q_{ст} = \text{_____ л/с}$$

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

$$K = \frac{Q_{ст}}{Q_{хар\ н}}$$

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

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

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

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

4) Порівнюємо визначені величини з характеристиками заданого насоса (коефіцієнт a характеризує максимальний тиск, який може створити насос, визначаємо за додатком 10) та обираємо схему НРС.

5) Будуємо схему НРС.

Відповідь: $N_1 = \text{_____}$, $K = \text{_____}$, *схема* _____,

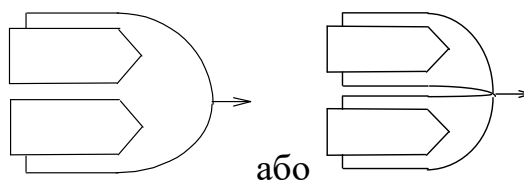
$H_H = \text{_____ м}$

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

Дано:

d_H
 K
ПН-40У
 N_1
 d_{pi}
 n_{pi}

Розв'язання:



z

$R_k - ?$

$Q_{ст} - ?$

1) Записуємо характеристики насоса ПН-40У (коефіцієнти a та b визначаємо за додатком 10) та рукавної системи:

$$a - bQ_H^2 = S_c Q_{ст}^2 + z,$$

знаючи, що

$$KQ_H = Q_{ст},$$

а також те, що для однакових рукавних ліній опір системи визначається (опір рукавів та насадка ствола визначаємо за додатками 8, 9):

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

Визначаємо витрати води з кожного насоса:

$$Q_H = \sqrt{\frac{a - z}{\frac{n_p S_p}{N_1^2} + K^2 S_H + b}}, \text{ л/с}$$

2) Розраховуємо витрати води зі ствола:

$$Q_{ст} = KQ_H, \text{ л/с}$$

3) Знаходимо R_k , м (додаток 12).

Відповідь: $R_k = \underline{\hspace{2cm}}$ м, $Q_{ст} = \underline{\hspace{2cm}}$ л/с

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

Дано:

насос

d_p

d_H

n_p

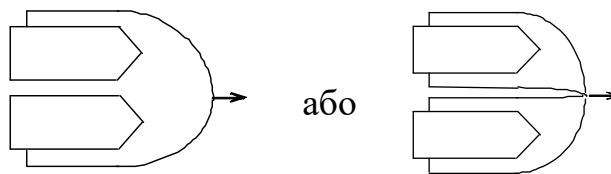
N

K

$H_H - ?$

$Q_H - ?$

Розв'язання:



1) Записуємо характеристику насоса (коефіцієнти a та b визначаємо за додатком 10):

$$H_H = a - bQ_H^2 = \underline{\hspace{4cm}}$$

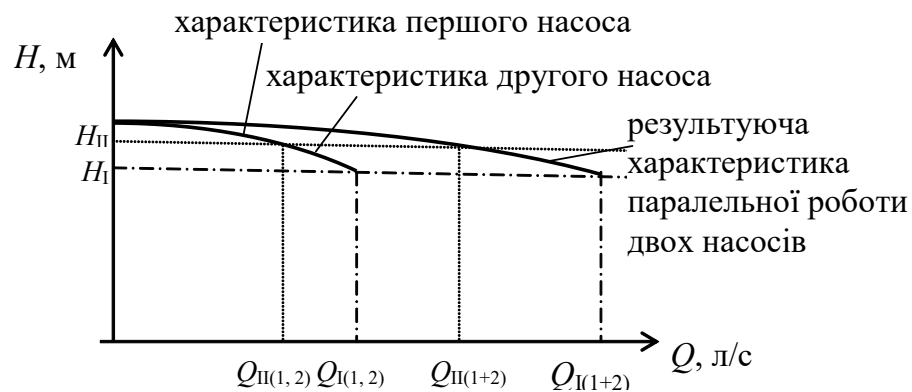
Для її побудування задаємося декількома значеннями Q_H

$Q_H, \text{ л/с}$	0	10	20	30
$H_H, \text{ м}$				

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

2) Будуюмо результуючу характеристику паралельної роботи насосів, знаючи, що насоси є однаковими, тому при їх паралельній роботі повинні бути однаковими значення напорів. Для побудування результуючої характеристики паралельної роботи насосів:

- задаємося декількома значеннями напорів;
- визначаємо подачу кожного насоса за цих значень напорів (вони будуть однаковими, тому що насоси є однаковими);
- знаходимо сумарну подачу паралельно працюючих насосів за цих значень напорів;
- будуюмо точки з визначеними координатами та за ними – результуючий графік паралельної роботи насосів.



3) Записуємо характеристику рукавної системи (опір рукавів та насадка ствола визначаємо за додатками 8, 9):

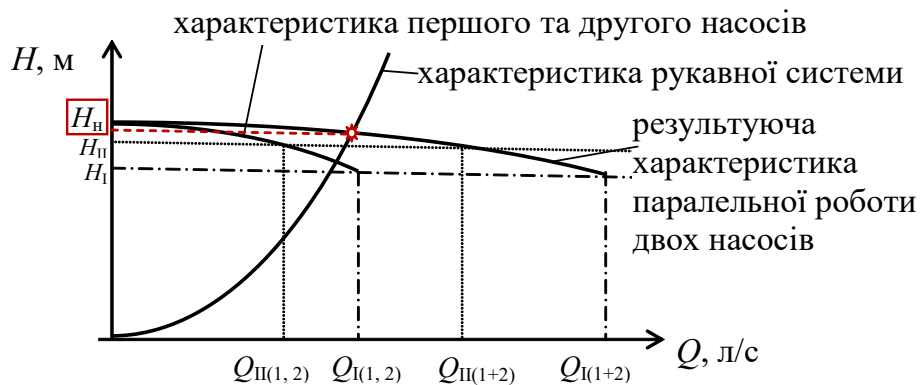
$$h_c = z + S_c Q_{ст}^2, \text{ м}$$

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

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

$Q_{ст}, \text{ л/с}$	0	10	20	30
$h_c, \text{ м}$				

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



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

$$H_n = \underline{\hspace{2cm}} \text{ м}$$

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

$$Q_{I;II} = \sqrt{\frac{a - H_n}{b}}, \text{ л/с}$$

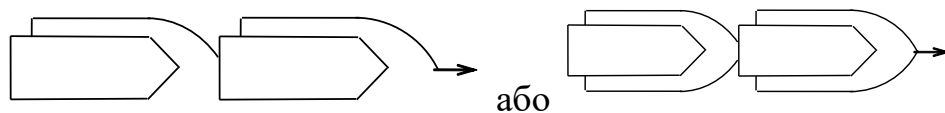
де H_n – робочі значення напору насоса, що визначено за графіком, м.

Відповідь: $H_n = \underline{\hspace{2cm}}$ м, $Q_n = \underline{\hspace{2cm}}$ л/с

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
 K

Розв'язання:



1) Записуємо характеристику насоса (коефіцієнти a та b визначаємо за додатком 10):

$$H_n = a - bQ_n^2 = \underline{\hspace{2cm}}$$

Для її побудування задаємося декількома значеннями Q_n .

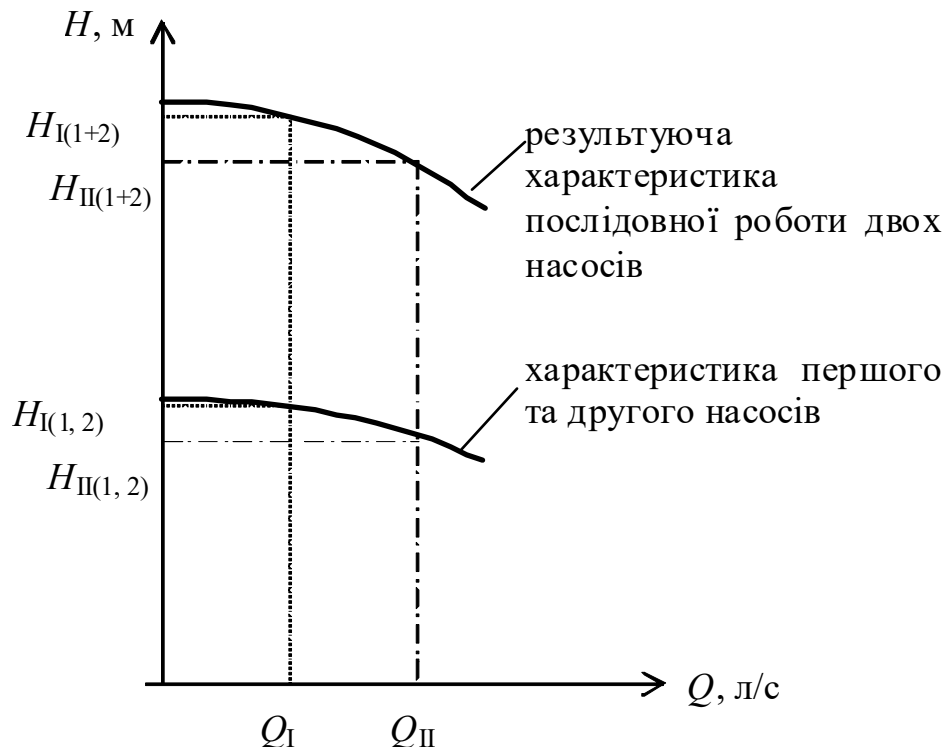
Q_n , л/с	0	10	20	30
H_n , м				

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

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

Для побудування результуючої характеристики послідовної роботи насосів:

- задаємо декількома значеннями витрат води;
- розраховуємо напір кожного насоса за цих значень витрат води (вони будуть однаковими, тому що насоси є однаковими);
- визначаємо сумарний напір послідовно працюючих насосів за цих значень витрат води;
- будуємо точки з визначеними координатами та за ними – результуючий графік послідовної роботи насосів.



3) Записуємо характеристику рукавної системи (опір рукавів та насадка ствола визначаємо за додатками 8, 9):

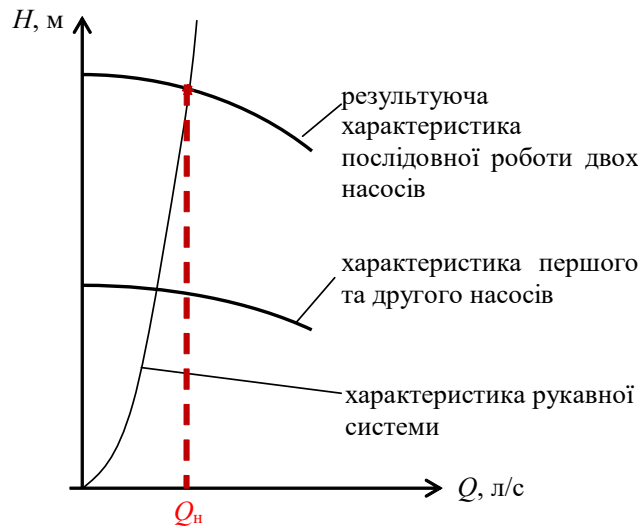
$$h_c = z + S_c Q_{ст}^2, \text{ м}$$

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

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

$Q_{ст}, \text{ л/с}$	0	10	20	30
$h_c, \text{ м}$				

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



4) Знаходимо координати точки перетину результуючої характеристики роботи насосів та рукавної системи, де Q_n – є робоче значення витрат кожного насоса:

$$Q_n = \text{_____ л/с}$$

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

$$H_n = a - bQ_n^2, \text{ м,}$$

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

Відповідь: $H_n = \text{_____ м, } Q_n = \text{_____ л/с}$

7.2 Задачі

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

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

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

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

7.2.3. З лафетного ствола з діаметром насадка 38 мм потрібно одержати струмінь із радіусом (довжиною) дії компактної частини 38 м. Ствол розташовано на відстані 80 м від водойми на висоті 5 м. Визначити можливість одержання необхідного струменя, якщо є два насоси ПН-60Б і

рукава діаметром 77 мм. Накреслити схему і визначити необхідні напори на насосах.

(Відповідь: $N_1=1; H_n=85,3$ м)

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

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

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

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

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

(Відповідь: $H_n=79,8$ м)

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

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

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

(Відповідь: $K=2$)

7.2.9. 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 кожна, довжиною 100 м та 140 м. Ствол піднято на висоту 10 м. Насоси працюють в однаковому режимі і розвивають напір 70 м.

(Відповідь: $Q_{cm}=24,4$ л/с)

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

(Відповідь: $Q_n=13,7$ л/с; $H_n=111,4$ м)

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

(Відповідь: $Q_n=26,3$ л/с; $H_n=103,8$ м)

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

(Відповідь: $N_1=1$; $H_n=78,2$ м)

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

(Відповідь: $N_1=2$; $K=1$; $H_n=72$ м)

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

(Відповідь: $Q_{cm}=68,8$ л/с; $R_k=41$ м)

7.2.15. Визначити напір насоса при подачі води до лафетного ствола з діаметром насадка 50 мм, якщо від двох пожежних автомобілів прокладено чотири рукавні лінії діаметром 77 мм (рукава прогумовані), довжиною 160 м кожна. Необхідно одержати струмінь довжиною 33 м. Ствол піднято на висоту 3 м.

(Відповідь: $H_n=65,6$ м)

7.2.16. Визначити витрату води з лафетного ствола з насадком діаметром 38 мм, напір перед стволом, якщо від кожного з двох пожежних насосів прокладено по одній прогумованій рукавній лінії діаметром 77 мм, довжиною від одного насоса 120 м, а від другого – 180 м. Висота підйому

ствола – 6 м. Насоси працюють в однаковому режимі і розвивають напір 87 м.
(Відповідь: $Q_{cm}=34,7$ л/с; $H_e=48,2$ м)

7.2.17. Визначити необхідну кількість паралельно працюючих насосів ПН-40У, що можуть забезпечити роботу лафетного ствола з витратою 33,6 л/с, якщо від кожного насоса прокладено по одній прогумованій рукавній лінії діаметром 77 мм і довжиною 180 м кожна. Ствол піднято на висоту 10 м. Діаметр насадка ствола – 38 мм.

(Відповідь: $K=2$)

7.2.18. 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 кожна, довжиною, відповідно, 220 м та 160 м. Ствол піднято на висоту 5 м. Насоси працюють в однаковому режимі і розвивають напір 95 м.

(Відповідь: $Q_{cm}=64$ л/с)

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

(Відповідь: $Q_n=12,8$ л/с; $H_n=100$ м)

7.2.20. 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: $Q_n=29,1$ л/с; $H_n=110,5$ м)

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

(Відповідь: $N_1=1$; $H_n=102,2$ м)

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

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

7.2.23. Визначити радіус (довжину) дії компактної частини струменя і витрати з лафетного ствола з діаметром насадка 50 мм, розташованого на

висоті 5 м відносно осі насосів, якщо вода подається від трьох насосів. Від кожного прокладено по дві рукавні лінії діаметром 89 мм (п), за кількості рукавів у кожній лінії – 5. Напір насосів – 70 м.

(Відповідь: $Q_{cm}=67,7$ л/с; $R_k=41$ м)

7.2.24. Визначити напір насоса при подачі води до лафетного ствола з діаметром насадка 38 мм, якщо від пожежного автомобіля прокладено дві рукавні лінії діаметром 89 мм (рукава прогумовані), довжиною 140 м кожна. Необхідно одержати струмінь довжиною 39 м. Ствол піднято на висоту 3 м.

(Відповідь: $H_n=88,3$ м)

7.2.25. Визначити витрату води з лафетного ствола з насадком діаметром 38 мм, напір перед стволом, якщо від кожного з трьох пожежних насосів прокладено по дві прогумовані рукавні лінії діаметром 89 мм, довжиною від одного насоса 60 м, а від другого та третього – 160 м. Висота підйому ствола – 4 м. Насоси працюють в однаковому режимі і розвивають напір 85 м.

(Відповідь: $Q_{cm}=44,4$ л/с; $H_e=78,9$ м)

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

(Відповідь: $K=1$)

7.2.27. 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 89 мм кожна, довжиною від 1-го – 80 м кожна, від 2-го – 100 м кожна та від 3-го – 120 м кожна лінія. Ствол піднято на висоту 4 м. Насоси працюють в однаковому режимі і розвивають напір 95 м.

(Відповідь: $Q_{cm}=80,2$ л/с)

7.2.28. Побудувати результуючу характеристику паралельної роботи двох насосів ПНС-110 при їх роботі на лафетний ствол та знайти їх робочі точки, якщо рукавна система складається з двох рукавних ліній діаметром 77 мм (п) та довжиною 260 м кожна та закінчується стволом з насадком діаметром 50 мм.

(Відповідь: $Q_n=21,2$ л/с; $H_n=111,1$ м)

7.2.29. 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: $Q_n=24$ л/с; $H_n=111$ м)

7.2.30. З лафетного ствола з діаметром насадка 38 мм потрібно

одержати струмінь із витратою 40,4 л/с. Ствол розташовано на відстані 180 м від водойми на висоті 3 м. Визначити можливість одержання необхідного струменя, якщо є два насоси ПН-40У і рукава діаметром 77 мм. Накреслити схему і визначити необхідні напори на насосах.

(Відповідь: $N_1=2$; $H_n=82,1$ м)

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

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

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

(Відповідь: $Q_{cm}=39,6$ л/с; $R_k=23$ м)

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

(Відповідь: $H_n=71,7$ м)

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

(Відповідь: $Q_{cm}=58,8$ л/с; $H_e=45,6$ м)

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

(Відповідь: $K=2$)

8 ВИПРОБУВАННЯ НА ВОДОВІДДАЧУ ВОДОПРОВІДНИХ МЕРЕЖ

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

Випробування внутрішніх водопровідних мереж

Послідовність випробувань систем внутрішнього протипожежного водопроводу пропонується наступною:

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

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

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

Випробування зовнішніх водопровідних мереж низького тиску

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

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

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

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

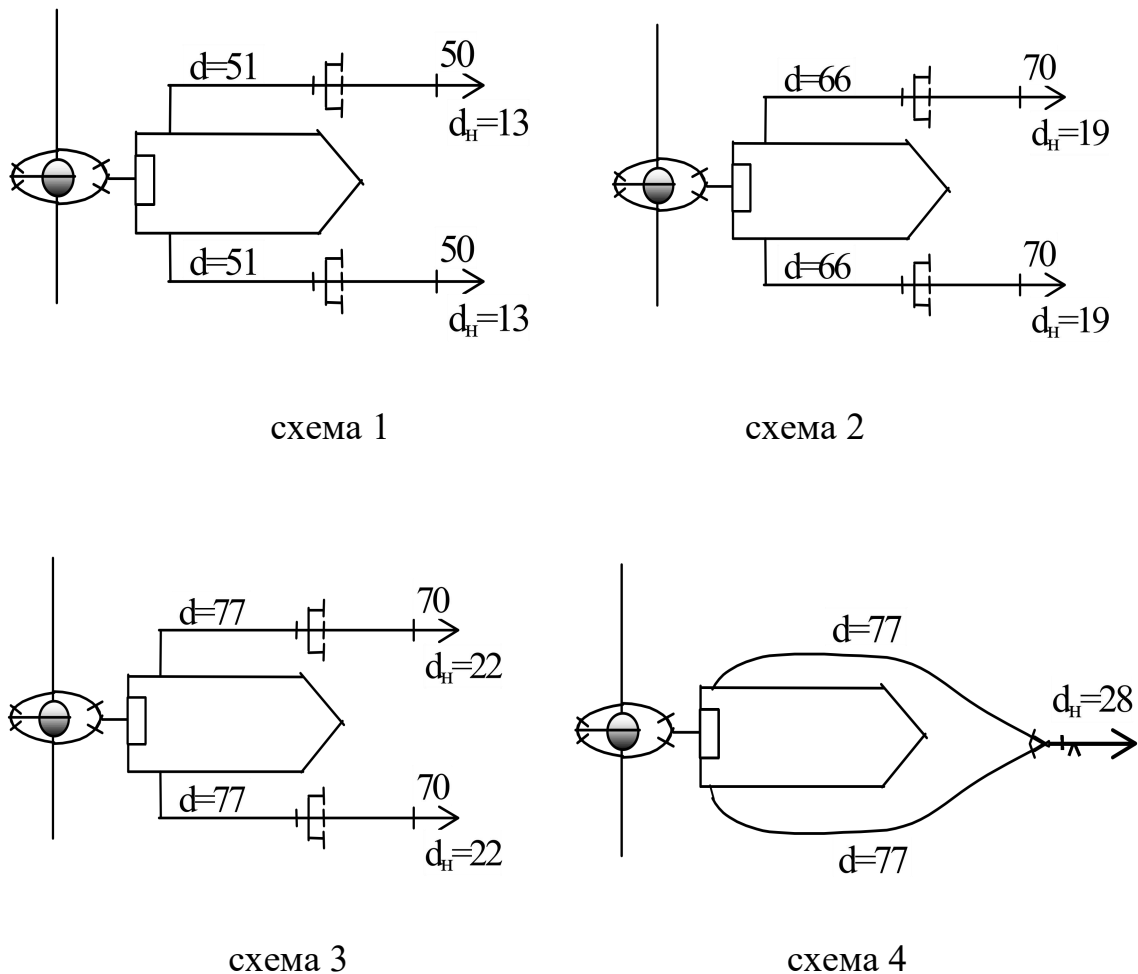


Рисунок 8.1 – Схеми НПС для проведення випробувань на водовіддачу зовнішніх мереж

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

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

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

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

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

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

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

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



Рисунок 8.2 – Патент на корисну модель на спосіб визначення забезпеченості об'єкта необхідною кількістю води на потреби пожежогашіння від зовнішнього водопроводу

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

Після проведення випробувань на підставі протоколу складається акт випробувань.

Такий спосіб визначення забезпеченості об'єкта необхідною кількістю води на потреби пожежогашіння від зовнішнього водопроводу відповідає регламентуючим документам та запатентований (рис. 8.2) – патент на корисну модель UA 155407 U A62C 35/20 (u 2023 01771, замовлено 17.04.2023; опубл. 28.02.2024, Бюл. № 9).

Випробування зовнішніх водопровідних мереж високого тиску

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

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

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

Місце та час проведення випробувань визначаються з урахуванням стандартних вимог.

Перший спосіб (рис. 8.3)

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

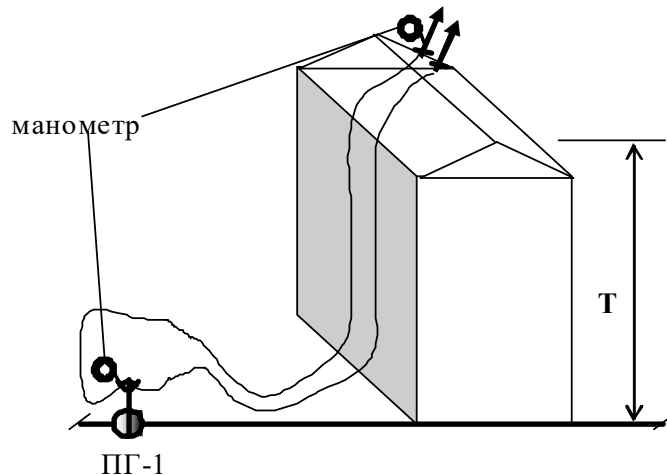


Рисунок 8.3 – Схема проведення випробувань на водовіддачу зовнішніх мереж високого тиску за першим способом

Визначають кількість рукавних ліній, що потрібно подати від гідрантів:

$$n_{р.л.} = Q_{пож} / q_1, \quad (8.1)$$

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

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

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

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

$$n_{ПГ} = n_{р.л.} / 2,$$

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

На гідранти встановлюють пожежні колонки і від них прокладають рукавні лінії довжиною 120 м зі стволами з діаметром насадка 19 мм. Стволи встановлюють на найвищій точці будівлі. Рукава можуть бути діаметром 66 мм або 77 мм, при цьому бажано використовувати непрогумовані рукава для того, щоб створити при випробуваннях найгірші умови.

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

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

Другий спосіб

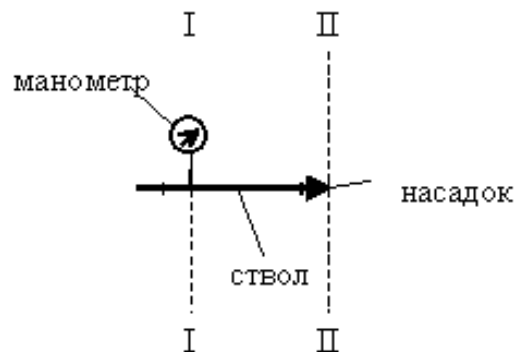
Підготовка, проведення випробувань та перерахунок вимірних величин здійснюється у тій же послідовності, що і для першого способу, з тією лише різницею, що рукавні лінії прокладають по поверхні землі.

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

- кількість води з кожного ствола – не менше 5 л/с;
- сумарні витрати – не менше $Q_{\text{норм}}$ ($Q_{\text{пож}}$);
- довжина компактної частини струменя від кожного ствола – не менше 10 м.

Основні *прилади*, що використовуються для проведення випробувань водопровідних мереж на водовіддачу (визначення витрат води у водопровідних мережах): ствол-водомір, трубка Піто, тарована пожежна колонка, манометр (встановлений на пожежному автонасосі), бак визначеного об'єму, пристрій "СВ".

Ствол-водомір – це звичайний пожежний ствол додатково обладнаний манометром і змінними насадками з отворами різних діаметрів.



а

б

Рисунок 8.4 – Ствол-водомір:

а) звичайний вигляд; б) розрахункова схема.

Для вимірювання кількості води стволем-водоміром його підключають до пожежного рукава, пускають воду, знімають показання манометру, які перераховують у кількість води за формулою:

$$Q = \frac{\pi d^2}{4} \sqrt{2gH}, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (8.2)$$

де d – діаметр насадка ствола, який приєднується до ствола-водоміра, м;
 g – прискорення вільного падіння, м/с²;
 H – показання манометра ствола-водоміра, м.

Визначати водовіддачу водопровідної мережі за допомогою ствола-водоміра можна через провідність – p , яка визначається як

$$p = \omega \sqrt{2g} = \frac{\pi d_H^2}{4} \sqrt{2g},$$

та її значення для різних діаметрів насадків стволів зведені до додатку 9. Тоді:

$$Q = p \sqrt{H}, \text{ л/с}, \quad (8.3)$$

де p – провідність насадка пожежного ствола (ствола-водоміра), величина якої залежить від діаметра його насадка (додаток 9).

Витрати води можуть бути визначені згідно з графіками (рис.8.5).

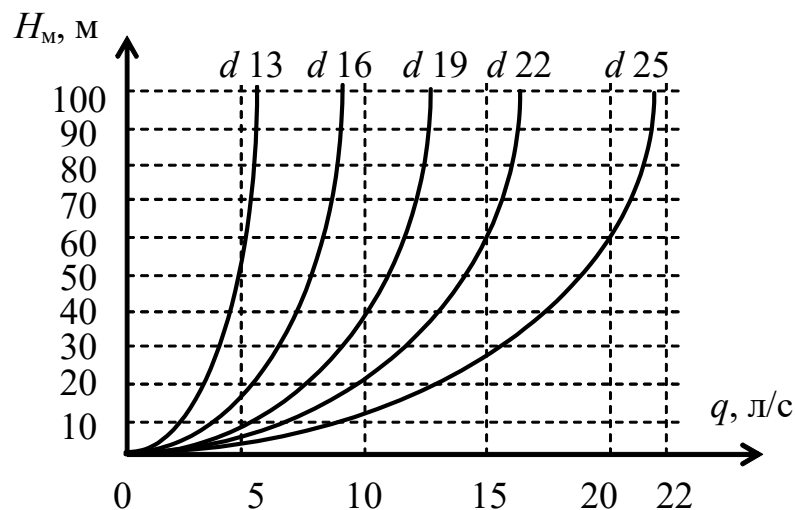


Рисунок 8.5 – Графіки для визначення витрати води за показаннями манометра ствола-водоміра

Трубка Піто призначена для вимірювання витрат води з пожежних стволів.

Для визначення кількості води за допомогою трубки Піто її необхідно ввести у струмінь на відстань від насадка ствола, що дорівнює половині його діаметра, так, щоб зріз кінця трубки був перпендикулярний до струменя (рис.8.6), зняти показання манометра трубки та перерахувати їх у витрати води.

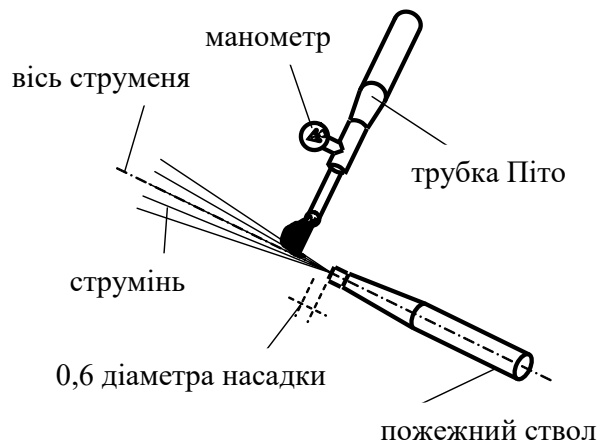


Рисунок 8.6 – Використання трубки Піто для визначення кількості води

Витрати води розраховуються так само, як і при використанні ствола-водоміра, тобто за формулами (8.2) або (8.3).

Тарована пожежна колонка – звичайна пожежна колонка, яка додатково обладнана манометром, за показниками якого вимірюють тиск в мережі та перераховують його у витрати води за формулою (8.3), в якій p – провідність колонки, величина якої визначається її таруванням [3].

Витрати води можуть бути визначені **за допомогою манометра насоса пожежного автомобіля** при проведенні випробувань за схемами, наведеними на рис. 8.1.

За показаннями манометра насоса вимірюється тиск, який перераховується у водовіддачу мережі за формулами:

– для схем 1 – 3 (рис. 8.1):

$$Q = 2 \sqrt{\frac{H_M}{nS_p + S_H}}, \text{ л/с}, \quad (8.4)$$

де H_M – показання манометра, встановленого на насосі пожежного автомобіля, м;

n – кількість рукавів однієї рукавної лінії (рекомендується прокладати в кожній рукавній лінії один рукав, тобто у формулі (8.4) можна прийняти $n=1$;

S_H – опір насадка ствола (додаток 8);

S_p – опір одного пожежного рукава (додаток 9).

– для схеми 4 (рис. 8.1):

$$Q = \sqrt{\frac{H_M}{\frac{nS_p}{4} + S_H}}, \text{ л/с.} \quad (8.5)$$

Найбільш простий та точний спосіб визначення водовіддачі водопровідних мереж – **за часом заповнення бака** або іншої ємності визначеного об'єму. Об'єм бака повинен бути не менше 500-1000 л (для цих цілей можна використати ємність пожежної автоцистерни). При використанні такого способу бажано від всіх стволів, які залучені для випробувань, одночасно здійснювати подачу води до однієї ємності. Тоді водовіддача буде визначатись за формулою:

$$Q = \frac{W}{t}, \text{ л/с,} \quad (8.6)$$

де W – об'єм бака, л;
 t – час заповнення бака, с.

В Національному університеті цивільного захисту України викладачами кафедри пожежної профілактики в населених пунктах запропонований **пристрій “СВ”** – пристрій для визначення водовіддачі водопровідних мереж, що містить корпус з манометром та з'єднувальними головками типу Богданова.

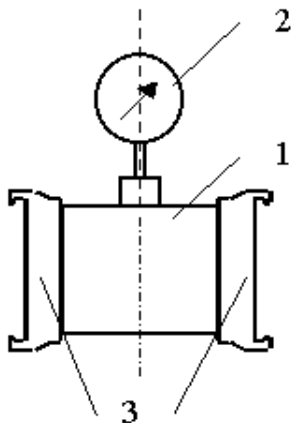


Рис. 8.7 – Пристрій для визначення водовіддачі водопровідних мереж:

1 – корпус, 2 – манометр, 3 – з'єднувальні головки типу Богданова

Корпус виконаний у вигляді прямого кругового циліндра, на боковій поверхні якого встановлений манометр, а в торцях розташовані з'єднувальні головки типу Богданова (рис. 8.7).

Пристрій для визначення водовіддачі водопровідних мереж працює наступним чином. При проведенні випробувань на водовіддачу зовнішньої або внутрішньої водопровідної мережі пристрій для визначення водовіддачі водопровідних мереж за допомогою з'єднувальних

головок 3 встановлюється між пожежним рукавом та пожежним стволом.



Рис. 8.8 – Деклараційний патент на пристрій "СВ"

При подачі води на пристрій для визначення водовіддачі водопровідних мереж манометр 2 вимірює її тиск, який перераховується у витрати за формулою (8.2), де d – діаметр насадка ствола, який приєднується до пристрою, м; H – показання манометра пристрою, м.

Винахід запатентований (рис.8.8) – деклараційний патент 9520 U Україна, 7G 08B 17/06 (№ 20040907327, замовлено 07.09.2004; опубл. 17.10.2005, Бюл. № 10).

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

Список умовних позначень основних величин

ЗПВВТ – зовнішній протипожежний водопровід високого тиску

ЗПВНТ – зовнішній протипожежний водопровід низького тиску

ВПВ – внутрішній протипожежний водопровід

d_n – діаметр насадки пожежного ствола, мм

d_p – діаметр рукава, мм

H_m – показання манометра, м або атм (1 атм = 10 м)

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

n_p – кількість рукавів робочої лінії

$n_{р.л.}$ – кількість рукавних ліній

$n_{пг}$ – кількість пожежних гідрантів

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

p – провідність насадки пожежного ствола або провідність пожежної колонки

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

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

S_p – опір одного рукава робочої лінії

S_n – опір насадка ствола

T – висота встановлення ствола, м

t – час заповнення бака, с

W – об'єм бака, л

z – висота будівлі, м

R_k – довжина (радіус) компактної частини струменя зі ствола, м

8.1 Методика розв'язання основних типів задач

1. При виконанні випробувань на водовіддачу зовнішнього протипожежного водопроводу високого тиску (ЗПВВТ), що забезпечує пожежогасіння заданої будівлі, було використано задану кількість пожежних гідрантів. Задано спосіб проведення випробувань та результати вимірювань (пристрій, показання манометра, довжина компактної частини струменя з кожного ствола). Перевірте правильність організації випробувань та визначте водовіддачу мережі.

Дано:
тип мережі – ЗПВВТ
тип і характеристика будівлі
 $n_{\text{ПГ}}$
 $n_{\text{р.л.}}$
 $d_{\text{р}}$
спосіб проведення випробування (перший, другий)
 $R_{\text{к}}$
 z
 $H_{\text{м}}$

 $Q_{\text{факт}} - ?$
можливість забезпечити пожежогасіння – ?
правильність організації – ?

Розв'язання:

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

$$Q_{\text{ПОЖ}}^{\text{ЗОВ}} = \text{_____ л/с}$$

2) Визначаємо нормативні витрати води на внутрішнє пожежогасіння (додатки 1д, 1е або [2], табл. 3, 4):

$$q_{\text{ПОЖ}}^{\text{ВН}} = \text{_____ л/с}$$

3) Визначаємо загальні пожежні витрати води:

$$Q_{\text{ПОЖ}} = Q_{\text{ПОЖ}}^{\text{ЗОВ}} + q_{\text{ПОЖ}}^{\text{ВН}} = \text{_____ л/с}$$

4) Визначаємо необхідну кількість рукавних ліній:

$$n_{\text{р.л.}} = Q_{\text{ПОЖ}} / 5 = \text{_____}$$

5) Визначаємо необхідну кількість пожежних гідрантів:

$$n_{\text{ПГ}} = n_{\text{р.л.}} / 2 = \text{_____}$$

6) Порівнюємо задану за умовами задачі та необхідну кількість пожежних гідрантів і робимо висновок про правильність (якщо кількість гідрантів, що необхідно задіяти при випробуваннях, є не більшою ніж кількість гідрантів, що використовувалися при проведенні випробувань за умовами задачі) або неправильність організації випробувань мережі на водовіддачу:

випробування організовані: _____

7) Визначаємо фактичні витрати води. При використанні стволів-водомірів, трубок Піто, тарованих колонок або пристроїв “СВ” фактична водовіддача може бути визначена (опір рукавів та стволів наведені у додатках 8 та 9):

$$Q_{\text{факт}} = n_{\text{р.л.}} \sqrt{\frac{H_{\text{м}} - T}{n_{\text{р}} S_{\text{р}} + S_{\text{н}}}}, \text{ л/с,}$$

де T – висота встановлення стволів (для першого способу проведення випробувань дорівнює висоті будівлі – z , а для другого – нулю), м;

$n_{р.л.}$ – кількість рукавних ліній, що задана за умовами задачі, тобто фактично була задіяна при проведенні випробувань;
 $n_p = 6$ – кількість рукавів у одній рукавній лінії (для ЗПВВТ);
 S_p – опір рукавів (додаток 8);
 S_n – опір насадків стволів (для випробувань ЗПВВТ використовуються стволи з насадками діаметром 19 мм) (додаток 9).

8) Порівнюємо фактичні $Q_{факт}$ та нормативні $Q_{пож}$ витрати:

$$Q_{факт} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ л/с} \quad ??? \quad Q_{пож} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ л/с},$$

порівнюємо довжину компактної частини струменя, що одержано з кожного ствола з необхідною - 10 м:

$$R_k = \underline{\hspace{2cm}} \text{ м} \quad ??? \quad 10 \text{ м}$$

та робимо висновок про можливість забезпечення мережею пожежогасіння:

мережа забезпечує (не забезпечує) можливість пожежогасіння

Відповідь: $Q_{факт} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ л/с}$, мережа забезпечує (не забезпечує) можливість пожежогасіння, випробування організовані правильно (неправильно)

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

Дано:
тип мережі,
тип і
характеристи
ка будівлі,
об'ємний
спосіб
 $n_{пг}$ ($n_{пкк}$)
 W
 t

 $Q_{факт}$ – ?
можливість
забезпечити
пожежогасін
ня – ?
правильність

Розв'язання:

1) Визначаємо нормативні витрати води на пожежогасіння, при цьому при проведенні випробувань внутрішніх мереж пожежні витрати складаються з нормативних витрат на внутрішнє пожежогасіння, а для зовнішніх мереж - з суми витрат на зовнішнє та внутрішнє пожежогасіння (додатки 1в – 1е):

$$Q_{пож} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ л/с}$$

2) а) Для внутрішнього протипожежного водопроводу (ВПВ):
– визначаємо кількість пожежних кран-комплектів, яка дорівнює кількості струменів на кожную точку приміщення:

$$n_{пкк} = n_{стр} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Порівнюємо задану за умовами задачі та необхідну кількість пожежних кран-комплектів та робимо висновок про правильність (якщо кількість ПКК, що необхідно задіяти при випробуваннях, є не більшою ніж кількість ПКК, що

організації – використувувалися при проведенні випробувань за умовами задачі)?

або неправильність організації випробувань мережі на водовіддачу:

випробування організовані: _____

б) Для зовнішнього протипожежного водопроводу (ЗПВ):

– визначаємо кількість рукавних ліній $n_{р.л.} = \frac{Q_{пож}}{5} = \underline{\hspace{2cm}}$;

– визначаємо кількість пожежних гідрантів

$$n_{гг} = \frac{n_{р.л.}}{2} = \underline{\hspace{2cm}}.$$

Порівнюємо задану за умовами задачі та необхідну кількість пожежних гідрантів і робимо висновок про правильність (якщо кількість гідрантів, що необхідно задіяти при випробуваннях, є не більшою ніж кількість гідрантів, що використувувалися при проведенні випробувань за умовами задачі) або неправильність організації випробувань мережі на водовіддачу:

випробування організовані: _____

3) Визначаємо фактичні витрати води:

$$Q_{факт} = \frac{W}{t}, \text{ л/с,}$$

4) Порівнюємо фактичні $Q_{факт}$ та нормативні $Q_{пож}$ витрати та робимо висновок про можливість забезпечення мережею подачі нормативних витрат води:

$Q_{факт} = \underline{\hspace{2cm}}$ л/с ??? $Q_{пож} = \underline{\hspace{2cm}}$ л/с,
мережа забезпечує (не забезпечує) пропуск води на пожежогасіння.

Відповідь: $Q_{факт} = \underline{\hspace{2cm}}$ л/с, мережа забезпечує (не забезпечує) пропуск води на пожежогасіння, випробування організовані правильно (неправильно)

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

Дано:
тип мережі,
тип і
характеристи
ка будівлі,
трубка Піто
(ствол-
водомір,
пристрій
“СВ”)
 $n_{ПГ}$ ($n_{ПКК}$)
 d_H
 H_M
 $Q_{факт}$ - ?
можливість
забезпечити
пожежогасін
ня - ?
правильність
організації -
?

Розв'язання:

1) Визначаємо нормативні витрати води на пожежогасіння (додатки 1в – 1е)

$$Q_{пож} = \text{_____} \text{ л/с}$$

2) а) Для внутрішнього протипожежного водопроводу (ВПВ):
- визначаємо кількість необхідних рукавних ліній, яка залежить від кількості пожежних кран-комплектів та дорівнює кількості струменів на кожну точку приміщення:

$$n_{р.л.} = n_{ПКК} = n_{стр} = \text{_____}$$

Порівнюємо задану за умовами задачі та необхідну кількість пожежних кран-комплектів і робимо висновок про правильність (якщо кількість ПКК, що необхідно задіяти при випробуваннях, є не більшою ніж кількість ПКК, що використовувалися при проведенні випробувань за умовами задачі) або неправильність організації випробувань мережі на водовіддачу:

випробування організовані: _____

б) Для зовнішнього протипожежного водопроводу (ЗПВ):

– визначаємо кількість рукавних ліній $n_{р.л.} = \frac{Q_{пож}}{5} = \text{_____}$;

– визначаємо кількість пожежних гідрантів

$$n_{ПГ} = \frac{n_{р.л.}}{2} = \text{_____}$$

Порівнюємо задану за умовами задачі та необхідну кількість пожежних гідрантів і робимо висновок про правильність (якщо кількість гідрантів, що необхідно задіяти при випробуваннях, є не більшою ніж кількість гідрантів, що використовувалися при проведенні випробувань за умовами задачі) або неправильність організації випробувань мережі на водовіддачу:

випробування організовані: _____

3) Визначаємо фактичні витрати води:

$$Q_{факт} = n_{р.л.} \cdot \frac{\pi d_H^2}{4} \sqrt{2gH_M}, \text{ л/с}$$

4) Порівнюємо фактичні $Q_{факт}$ та нормативні $Q_{пож}$ витрати та робимо висновок про можливість забезпечення мережею пропуску нормативних витрат води:

$Q_{факт} = \text{_____} \text{ л/с}$??? $Q_{пож} = \text{_____} \text{ л/с}$,
мережа забезпечує (не забезпечує) пропуск води на пожежогасіння.

Відповідь: $Q_{\text{факт}} = \underline{\hspace{2cm}}$ л/с, мережа забезпечує (не забезпечує) пропуск води на пожежогасіння, випробування організовані правильно (неправильно)

8.2 Задачі

8.2.1. При виконанні випробувань на водовіддачу зовнішнього протипожежного водопроводу високого тиску, що забезпечує пожежогасіння виробничого об'єкта з будівлями I ступеня вогнестійкості, категорії Б за вибухопожежною та пожежною небезпекою, об'ємом 12000 м³, було використано два пожежних гідранти, на яких було встановлено колонки з манометрами. Випробування виконувались другим способом (рукавні лінії довжиною 120 м, діаметром рукавів 77 мм(н) зі стволами РСП-70 прокладались по поверхні землі). Показання манометрів колонок – 5,5 атм. З кожного ствола одержаний струмінь з довжиною компактної частини 13 м. Перевірте правильність організації випробувань та визначте водовіддачу мережі за наданими результатами випробувань.

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

8.2.2. Визначити фактичну водовіддачу внутрішньої водопровідної мережі, порівняти її з нормативною та зробити висновок про можливість цієї мережі забезпечити подачу води на пожежогасіння житлової будівлі висотою 56 м. Необхідно визначити водовіддачу мережі при проведенні випробувань об'ємним способом; при цьому використовувався бак об'ємом 1 м³, час його заповнення від двох пожежних кран-комплектів, розташованих на верхньому поверсі, дорівнює 150 с.

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

8.2.3. Визначити фактичну водовіддачу зовнішньої водопровідної мережі низького тиску, порівняти її з нормативною та зробити висновок про можливість цієї мережі забезпечити подачу води на пожежогасіння п'ятиповерхової громадської будівлі (висота одного поверху – 4 м) об'ємом 13000 м³. Необхідно визначити водовіддачу мережі при проведенні випробувань за допомогою трубки Піто; при цьому використовувалися два пожежних гідранти, від кожного було прокладено по дві рукавні лінії зі стволами з діаметром насадків 19 мм. Показання манометрів кожної трубки Піто – 2 атм.

(Відповідь: $Q_{\text{факт}}=22,4$ л/с, мережа не зможе забезпечити подачу $Q_{\text{пож}}$, випробування організовано неправильно)

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

мережі забезпечити подачу води на пожежогасіння виробничої будівлі II ступеня вогнестійкості, категорії В за вибухопожежною та пожежною небезпекою, об'ємом 24000 м³. Необхідно визначити водовіддачу мережі при проведенні випробувань за допомогою ствола-водоміра, якщо було використано два пожежних кран-комплекти, від яких прокладалися рукавні лінії зі стволами діаметром 19 мм. Показання манометрів кожного ствола-водоміра – 18 м.

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

8.2.5. Визначити фактичну водовіддачу зовнішньої водопровідної мережі високого тиску, порівняти її з нормативною та зробити висновок про можливість цієї мережі забезпечити подачу води на пожежогасіння виробничої будівлі I ступеня вогнестійкості, категорії Б за вибухопожежною та пожежною небезпекою, об'ємом 65000 м³, висотою 42 м. Випробування проведені першим способом – стволи встановлюються на самій високій точці будівлі, з кожного ствола одержаний струмінь з довжиною компактної частини 15 м. Використовувалися три пожежних гідранти, від кожного з яких було прокладено по дві рукавні лінії з діаметром рукавів 66 мм (н). Показання манометрів стволів-водомірів – 6 атм.

(Відповідь: $Q_{\text{факт}}=24,3$ л/с, мережа не зможе забезпечити пожежогасіння, випробування організовано неправильно)

8.2.6. Визначити фактичну водовіддачу зовнішньої водопровідної мережі високого тиску, порівняти її з нормативною та зробити висновок про можливість цієї мережі забезпечити подачу води на пожежогасіння виробничої будівлі II ступеня вогнестійкості, категорії Б за вибухопожежною та пожежною небезпекою, об'ємом 240000 м³. Випробування проведені другим способом – рукавні лінії прокладаються по поверхні землі, з кожного ствола одержаний струмінь з довжиною компактної частини 14 м. Використовувалися п'ять пожежних гідрантів, від кожного з яких було прокладено по дві рукавні лінії з діаметром рукавів 77 мм (п). Показання манометрів стволів-водомірів – 3,5 атм.

(Відповідь: $Q_{\text{факт}}=69,5$ л/с, мережа зможе забезпечити пожежогасіння, випробування організовано правильно)

8.2.7. При виконанні випробувань на водовіддачу зовнішнього протипожежного водопроводу низького тиску, що забезпечує пожежогасіння виробничого об'єкта з будівлями II ступеня вогнестійкості, категорії Б за вибухопожежною та пожежною небезпекою, об'ємом 35000 м³, висотою 28 м, було використано два пожежних гідранти, від яких прокладені по дві рукавні лінії зі стволами діаметром насадків 16 мм. Показання манометрів пристроїв "СВ" склали 60 м. Перевірте правильність організації випробувань та визначте водовіддачу мережі за наданими результатами випробувань.

(Відповідь: $Q_{\text{факт}}=28,6$ л/с, мережа не зможе забезпечити пожежогасіння, випробування організовано неправильно)

8.2.8. Визначити фактичну водовіддачу внутрішньої водопровідної мережі, порівняти її з нормативною та зробити висновок про можливість цієї мережі забезпечити подачу води на пожежогасіння виробничої будівлі III ступеня вогнестійкості, категорії В за вибухопожежною та пожежною небезпекою, об'ємом 16000 м³. Необхідно визначити водовіддачу мережі при проведенні випробувань об'ємним способом; при цьому використовувався бак об'ємом 2 м³, час його заповнення від двох пожежних кран-комплектів, розташованих у найвищій точці будівлі, дорівнює 260 с.

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

8.2.9. Визначити фактичну водовіддачу зовнішньої водопровідної мережі низького тиску, порівняти її з нормативною та зробити висновок про можливість цієї мережі забезпечити подачу води на пожежогасіння дев'ятиповерхової житлової будівлі (висота одного поверху – 3,5 м) об'ємом 16000 м³. Необхідно визначити водовіддачу мережі при проведенні випробувань за допомогою трубки Піто, при цьому використовувалися два пожежних гідранти, від кожного з яких було прокладено по дві рукавні лінії зі стволами з діаметром насадків 19 мм. Показання манометрів кожної трубки Піто – 24 м.

(Відповідь: $Q_{\text{факт}}=24,6$ л/с, мережа зможе забезпечити пожежогасіння, випробування організовано правильно)

8.2.10. Визначити фактичну водовіддачу внутрішньої водопровідної мережі, порівняти її з нормативною та зробити висновок про можливість цієї мережі забезпечити подачу води на пожежогасіння виробничої будівлі III ступеня вогнестійкості, категорії Г за вибухопожежною та пожежною небезпекою, об'ємом 6000 м³. Необхідно визначити водовіддачу мережі при проведенні випробувань за допомогою ствола-водоміра, якщо було використано один пожежний кран-комплект, від якого було прокладено рукавну лінію зі стволом діаметром 19 мм. Показання манометра ствола-водоміра – 2 атм.

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

8.2.11. Визначити фактичну водовіддачу зовнішньої водопровідної мережі високого тиску, порівняти її з нормативною та зробити висновок про можливість цієї мережі забезпечити подачу води на пожежогасіння виробничої будівлі I ступеня вогнестійкості, категорії Б за вибухопожежною та пожежною небезпекою, об'ємом 55000 м³, висотою 36 м. Випробування проведені першим способом – стволи встановлюються на найвищій точці будівлі. Використовувалися чотири пожежних гідранти, від кожного з яких було прокладено по дві рукавні лінії з діаметром рукавів 77 мм (п). З кожного ствола одержаний струмінь довжиною компактною частини не менш 10 м. Показання

манометрів кожної колонки – 4 атм.

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

8.2.12. Визначити фактичну водовіддачу зовнішньої водопровідної мережі низького тиску, порівняти її з нормативною та зробити висновок про можливість цієї мережі забезпечити подачу води на пожежогасіння виробничої будівлі I ступеня вогнестійкості, категорії Б за вибухопожежною та пожежною небезпекою, об'ємом 40000 м³. Випробування проведені за показаннями манометра тарованої колонки з провідністю 3,16. Використовувалися два пожежних гідранти, від кожного з яких було прокладено по дві рукавні лінії. Показання манометрів кожної колонки – 4 атм.

(Відповідь: $Q_{\text{факт}}=40$ л/с, мережа зможе забезпечити пожежогасіння, випробування організовано неправильно)

ДОДАТКИ

Додаток 1. Нормативні витрати води на пожежогасіння

Додаток 1а

ДБН В.2.5-74 «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди», п. 6.2.12: При об'єднаному протипожежному водопроводі населеного пункту та виробничого підприємства розрахункову кількість одночасних пожеж необхідно приймати:

Площа території виробничого об'єкта	Кількість мешканців у населеному пункті		
	до 10 тис. включно	від 10 тис. до 25 тис.	більше ніж 25 тис.
до 150 га	одна пожежа (на виробничому об'єкті або в населеному пункті за найбільшою витратою води)	дві пожежі (одна в населеному пункті та одна на виробничому об'єкті)	За ДБН В.2.5-74 п.6.2.11 та табл.3 при цьому витрата води визначається як сума потрібної більшої витрати (на виробничому об'єкті або в населеному пункті) та 50% потрібної меншої витрати (на виробничому об'єкті або в населеному пункті)
більше 150 га	дві пожежі (дві в населеному пункті або дві на виробничому об'єкті за найбільшою витратою води)		

Додаток 1б

ДБН В.2.5-74 «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди», п. 6.2.11: Розрахункова кількість одночасних пожеж на виробничому об'єкті приймається залежно від його площі:

- одна пожежа – при площі до 150 га включно;
- дві пожежі – при площі більше ніж 150 га.

Додаток 1в

ДБН В.2.5-74 «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди», таблиця 3

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

Примітка: витрата води на зовнішнє пожежогасіння в населеному пункті повинна бути не меншою за витрати води на пожежогасіння житлових і громадських будівель, зазначених у табл. 4 (додаток 1в).

Додаток 1в (продовження)

ДБН В.2.5-74 «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди», таблиця 4

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

ДБН В.2.5-74 «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди», таблиця 5

Ступінь вогнестійкості будівель	Категорія будівель за вибухопожежною та пожежною небезпекою	Витрата води на одну пожежу, л/с, на зовнішнє пожежогасіння будівель виробничого або складського призначення (з ліхтарями та без ліхтарів) шириною не більше ніж 60 м при їх об'ємі, тис. м ³						
		до 3 включ.	від 3 до 5 включ.	від 5 до 20 включ.	від 20 до 50 включ.	від 50 до 200 включ.	від 200 до 400 включ.	від 400 до 600 включ.
I, II	Г, Д	10	10	10	10	15	20	25
I, II	А, Б, В	10	10	15	20	30	35	40
III	Г, Д	10	10	15	25	35	–	–
III	В	10	15	20	30	40	–	–
IIIа	Г, Д	10	10	15	15	20	–	–
IIIа	А, Б, В	15	15	20	25	35	–	–
IIIб	Г, Д	15	20	25	35	–	–	–
IIIб	В	20	25	30	45	–	–	–
IV	Г, Д	10	15	20	30	–	–	–
IV, V	В, Д	15	20	25	40	–	–	–
IVа	Г, Д	20	25	30	40	–	–	–
IVа	В	25	30	35	50	–	–	–

ДБН В.2.5-64 «Внутрішній водопровід та каналізація», таблиця 3

Тип будинку, будівлі, споруди	Кількість струменів	Мінімальна витрата води на внутрішнє пожежогасіння, л/с, на один струмінь
1. Житлові будинки		
підвищеної поверховості умовною висотою $26,5 \text{ м} < H \leq 47 \text{ м}$	1	2,5
висотні умовною висотою $47 \text{ м} < H \leq 73,5 \text{ м}$	2	2,5
висотні умовною висотою $73,5 \text{ м} < H \leq 100 \text{ м}$	Відповідно до ДБН В.2.2-41	
2. Гуртожитки, громадські будівлі і споруди, крім перелічених в 3, 5, 6, 7, 8		
умовною висотою $H \leq 26,5 \text{ м}$ і об'ємом від 5000 м^3 до 25000 м^3	1	2,5
умовною висотою $H \leq 26,5 \text{ м}$ і об'ємом більше 25000 м^3	2	2,5
підвищеної поверховості умовною висотою $26,5 \text{ м} < H \leq 47 \text{ м}$ і об'ємом до 25000 м^3	2	2,5
підвищеної поверховості умовною висотою $26,5 \text{ м} < H \leq 47 \text{ м}$ і об'ємом більше 25000 м^3	3	2,5
висотні умовною висотою $47 \text{ м} < H \leq 73,5 \text{ м}$ і об'ємом до 50000 м^3	4	5
висотні умовною висотою $47 \text{ м} < H \leq 73,5 \text{ м}$ і об'ємом більше 50000 м^3	8	5
висотні умовною висотою $73,5 \text{ м} < H \leq 100 \text{ м}$	Відповідно до ДБН В.2.2-41	
3. Культурно-видовищні та дозвіллєві заклади, актові та конференц-зали з кіноапаратурою	Відповідно до ДБН В.2.2-16	
4. Адміністративно-побутові будівлі виробничих підприємств		
умовною висотою $H \leq 47 \text{ м}$ і об'ємом від 5000 м^3 до 25000 м^3	1	2,5
умовною висотою $H \leq 47 \text{ м}$ і об'ємом більше 25000 м^3	2	2,5
висотні умовною висотою $H > 47 \text{ м}$ і об'ємом до 50000 м^3	4	2,5
висотні умовною висотою $H > 47 \text{ м}$ і об'ємом більше 50000 м^3	8	2,5
5. Багатофункціональні будівлі		
багатоповерхові умовною висотою до $26,5 \text{ м}$ і об'ємом від 5000 м^3 до 25000 м^3	2	2,5
багатоповерхові умовною висотою до	3	2,5

26,5 м і об'ємом більше 25000 м ³		
підвищеної поверховості умовною висотою 26,5 м < Н ≤ 47 м і об'ємом до 25000 м ³	3	2,5
підвищеної поверховості умовною висотою 26,5 м < Н ≤ 47 м і об'ємом більше 25000 м ³	4	2,5
висотні умовною висотою 47 м < Н ≤ 73,5 м і об'ємом до 50000 м ³	4	5
висотні умовною висотою 47 м < Н ≤ 73,5 м і об'ємом більше 50000 м ³	8	5
6. Культові будівлі та споруди різних конфесій	Відповідно до посібника з проектування культових будинків та споруд різних конфесій та ДБН В.2.2-9	
7. Підприємства торгівлі		
об'ємом від 5000 м ³ до 25000 м ³	2	2,5
об'ємом від 25000 м ³ до 50000 м ³	3	2,5
об'ємом більше 50000 м ³	4	2,5
8. Спортивні та фізкультурно-оздоровчі споруди	Відповідно до ДБН В.2.2-13	
Примітка. За наявності установки у квартирі пожежного кран-комплекту, відгалуження до окремого крана мінімальна витрата води на пожежогасіння квартири приймається 0,5 л/с.		

Додаток 1е

ДБН В.2.5-64 «Внутрішній водопровід та каналізація», таблиця 4

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

Додаток 2. Таблиця опорів сталевих та чавунних труб залежно від їх діаметра

d , мм	Сталеві труби A (для Q м ³ /с)	Чавунні труби A (для Q м ³ /с)
20	1643000	–
25	436700	–
32	93860	–
40	44530	–
50	11080	13360
70	2893	–
80	1168	1044
100	267	339,1
125	86,2	103,5
150	33,9	39,54
175	20,79	–
200	6,959	8,608
250	2,187	2,638
300	0,8466	0,9863
350	0,3731	0,4368
400	0,1859	0,2191
450	0,09928	0,1187
500	0,05784	0,06782
600	0,02262	0,02596
700	0,01098	0,01154

Додаток 3. Характеристики резервуарів

Типовий проект: резервуари залізобетонні

Об'єм, м ³	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

Додаток 4. Характеристики водонапірних башт

Об'єм бака, м ³	Висота ствола башти, м	Тип башти
50	18; 21; 24; 30; 36; 42; 48; 54	Шатрова башта зі стволом із збірною залізобетону та сталевим баком. Проєкт ДПІ Київпромбуд
100	18; 21; 24; 30; 36; 42; 48; 54	Шатрова башта зі стволом із збірною залізобетону та сталевим баком. Проєкт ДПІ Київпромбуд
200	18; 21; 24; 30; 36; 42; 48; 54	Шатрова башта зі стволом із збірною залізобетону та сталевим баком. Проєкт ДПІ Київпромбуд
500	18; 21; 24; 30; 36; 42; 48; 54	Шатрова залізобетонна башта з сталевим баком. Проєкт ДПІ Київпромбуд
800	18; 21; 24; 30; 36; 42; 48; 54	Шатрова залізобетонна башта з сталевим баком. Проєкт ДПІ Київпромбуд
1000	18; 21; 24; 30; 36; 42; 48; 54	Шатрова залізобетонна башта з сталевим баком. Проєкт ДПІ Київпромбуд
1200	18; 21; 24; 30; 36; 42; 48; 54	Шатрова залізобетонна башта з сталевим баком. Проєкт ДПІ Київпромбуд

Додаток 5. Характеристики насосів

Марка насоса	Напір насоса, м	Подача (витрата) насоса, м ³ /год
Відцентрові насоси консольного типу		
К8/18	18	8
К20	18	20
К90/20	20	90
К20/30	30	20
К45/30	30	45
К-80-50-200	50	50
К-100-65-200	50	100
К-100-65-250	80	100
Відцентрові насоси консольного типу КМ		
КМ 50-32-125	20	12,5
КМ 65-50-160	32	25

КМ 100-80-160	32	100
КМ 80-50-200	50	50
КМ 100-65-200	50	100
Відцентрово – вихрові насоси		
ЦВК 4/85	85	14,4
ЦВК 5/120	120	18
ЦВК 6,3/160	160	22,7
Відцентрові насоси типу Д		
Д200-95	23	100
Д200-36	36	200
Д320-50	50	320
Д800-57	57	800
Д500-65	65	500
Д1250-65	65	1250
Д320-70	70	320
Д630-90	90	630

Додаток 6. Визначення кількості резервних насосів

ДБН В.2.5-74 «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування», таблиця 35

Кількість робочих агрегатів однієї групи	Кількість резервних агрегатів у насосних станціях залежно від їх категорії		
	I	II	III
До 6 включ.	2	1	1
Від 6 до 9 включ.	2	1	–
Понад 9	2	2	–

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

Додаток 7. Витрати води з ПКК в залежності від характеристик об'єкта

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

компактної частини із пожежного кран-	Тиск, МПа, на пожежному кран-комплекті з рукавом завдовжки, м	із пожежного кран-	Тиск, МПа, на пожежному кран-комплекті з рукавом завдовжки, м	із пожежного кран-	Тиск, МПа, на пожежному кран-комплекті з рукавом завдовжки, м

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

Додаток 8. Значення опорів пожежних рукавів S_p (S_m)

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

Додаток 9. Значення опорів та провідності пожежних стволів

d , мм	S_H	p	d , мм	S_H	p
13	2,89	0,588	28	0,134	2,73

d , мм	S_H	p	d , мм	S_H	p
16	1,26	0,891	32	0,079	3,56
19	0,634	1,26	38	0,040	5,02
22	0,353	1,68	50	0,0132	8,7
25	0,212	2,17	65	0,0053	13,74

Додаток 10. Значення параметрів a та b характеристик пожежних насосів

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

Додаток 11. Таблиця напорів, витрат води та довжин компактих струменів для насадок діаметром до 25 мм

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

H – напір перед стволом (вільний напір), м;
 Q – витрати води зі ствола, л/с;
 R_k – радіус (довжина) дії компактної частини струменя, м;
 d_n – діаметр насадка ствола, мм.

Додаток 12. Таблиця напорів, витрат води та довжин компактих струменів для лафетних стволів

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

Продовження додатку 12

Напір перед стволом, H , м	Діаметри насадок стволів d_n , мм					
	63		76		89	
	R_k , м	Q , л/с	R_k , м	Q , л/с	R_k , м	Q , л/с
30	29	76,5	30,5	111	32,5	150
35	32	82,5	34	119	36,5	163
40	35	87,3	38	127	41	174
45	38	92,5	41	135	45	184
50	42	97,5	45	142	49	194
55	44	102	49	149	53	203
60	46	106	52	155	56	212
65	49	111	55	162	60	221

70	52	115	58	168	63	230
75	54	119	60,5	174	66	238
80	56	123	63	179	69	245
85	57	127	65	185	72	253
90	59	131	67	191	74	260
95	60	134	69	196	74,5	268
100	62	138	70	201	75,5	274

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. ДБН В.2.5-74. – [Чинний від 01-01-14]. – К.: Мінрегіон України, 2013. – 172 с. (Державні будівельні норми України).
2. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво. ДБН В.2.5-64. – [Чинний від 01-03-13]. – К.: Держбуд України, 2013. – 135 с. (Державні будівельні норми України).
3. Протипожежне водопостачання: Підручник / О.А. Петухова, В.А. Андронов, С.А. Горносталь, Р.Е. Черепаха. – Х.: Друкарня Мадрид, 2022. – 280 с.

ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК

В

- Введення
втрати напору, 41
діаметр труб, 41
кількість, 39
необхідний напір
до пожежі, 41
при пожежі, 42
- Випробування на водовіддачу
внутрішнього протипожежного водопроводу,
84
за показаннями манометра насоса, 90
зовнішніх мереж високого тиску, 86
другий спосіб, 88
перший спосіб, 87
зовнішніх мереж низького тиску, 84
об'ємний спосіб, 91
пристрій, 91
ствол-водомір, 88
тарована колонка, 90
трубка Піто, 89
- Витрати води на пожежогасіння
внутрішнє, 6, 36
виробничий об'єкт, 106
житлові та громадські будівлі, 105
загальні, 6
зовнішнє, 5
виробничий об'єкт, 104
житлові та громадські будівлі, 103
населений пункт, 102
- Внутрішній протипожежний водопровід
аксонометрична схема, 40
вибір схеми, 42
випробування, 84
- Водовіддача, 84
- Водонапірна башта
призначення, 21
типова, 22, 108

Г

- Гідравлічний розрахунок, мета
внутрішня мережа, 40
зовнішня мережа, 15

З

- Закон Кірхгофа
другий, 41
перший, 40

К

- Кількість одночасних пожеж
виробничий об'єкт, 6, 101
населений пункт, 5, 102
населений пункт з виробничим об'єктом, 6,
101

М

- Магістральний трубопровід
втрати напору, 41
діаметр труб, 40
конфігурація, 39

Н

- Насосна станція
каталог насосів, 108
кількість резервних насосів, 32, 109
розрахунок, 32
тип, 32
- Насосно-рукавна система, 49
задачі розрахунку
загальні схеми, 49
на лафетний ствол, 66
схеми, 49
змішана, 49
на лафетний ствол, 65
паралельна, 49
последовна, 49
таблиця напорів, витрат води
для лафетних стволів, 112
для ручних стволів, 111
формули для розрахунку, 54, 68
вільний тиск, 66
кількість пожежних автонасосів, 66, 67
характеристика
насос, 52, 111
рукавна система, 52

О

- Опір
насадка пожежного ствола, 110
пожежного рукава, 110
труб, 107

П

- Пожежний кран-комплект
кількість, 38
максимальна відстань, 37
обладнання, 36, 109
додатковий ПКК, 36

квартирний, 37	
рукав	
діаметр, 36	
довжина, 36	
ствол	
діаметр насадка, 36	
Пожежний резервуар	
об'єм, 20	
призначення, 20	
типовий, 20, 107	
	С
Ствол-водомір, 88	
	Т
Тарована колонка, 90	
Трубка Піто, 89	
	Ш
Швидкість руху води	
у внутрішній мережі, 40	

Навчальне видання

Петухова Олена Анатоліївна
Черпаха Ростислав Елійович
Колесніков Денис Валерійович

ПРОТИПОЖЕЖНЕ ВОДОПОСТАЧАННЯ

Практикум
Задачі

Підписано до друку _____. Формат 60x84/16.
Папір 80 г/м². Друк ризограф. Ум.друк. арк. 10,0
Тираж _____ прим. Вид. № _____. Зам.№ _____ Обл.вид арк. _____
Сектор редакційно-видавничої діяльності
Національного університету цивільного захисту України
61023, м. Черкаси, вул. Онопрієнка, 8

www.nuczu.edu.ua