

**Кафедра пожежної профілактики в населених пунктах
Національного університету цивільного захисту України**

ПРОТИПОЖЕЖНЕ ВОДОПОСТАЧАННЯ

**Методичні вказівки для виконання курсового проекту на тему
«Протипожежне водопостачання населеного пункту»
для здобувачів вищої освіти
за спеціальністю 261 "Пожежна безпека"**

Харків 2017

Друкується за рішенням кафедри
пожежної профілактики в населених
пунктах НУЦЗ України
Протокол № 8 від 18.04.17 р.

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

Рецензент: кандидат технічних наук, доцент Ю.В. Уваров, начальник
науково-методичного центру навчальних закладів сфери
цивільного захисту

Протипожежне водопостачання: методичні вказівки для виконання
курсowego проекту на тему «Протипожежне водопостачання населеного
пункту» для здобувачів вищої освіти за спеціальністю 261 "Пожежна
безпека"/ Укладачі: О.А. Петухова, С.А. Горносталь, А.М. Чернуха. –
Х.: НУЦЗУ, 2017. – 69 с.

Відповідальний за випуск Петухова О.А.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
ЗАВДАННЯ	5
МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДЛЯ ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ ..	11
1. Трасування водопровідної мережі	11
2. Визначення розрахункових витрат води на потреби водоспоживачів ...	12
3. Гідравлічний розрахунок водопровідної мережі	21
4. Визначення режиму роботи насосної станції другого підйому.....	34
5. Розрахунок резервуарів чистої води.....	35
6. Розрахунок водонапірної башти	38
7. Вибір насосів для насосних станцій та визначення їх типу	41
Висновки.....	47
ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ ГРАФІЧНОЇ ЧАСТИНИ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ	48
1. Генеральний план	48
2. Насосна станція.....	48
3. Резервуари чистої води	50
4. Водонапірна башта	51
Література	52
Додатки.....	53

ВСТУП

Метою виконання курсового проекту з дисципліни „Протипожежне водопостачання” на тему “Протипожежне водопостачання населеного пункту” являється одержання здобувачами вищої освіти навичок використання нормативних документів щодо визначення вірності вибору параметрів водопровідних мереж у проектах водопостачання населених пунктів.

Актуальність цих питань підкреслюється великим переліком недоліків, що виявлені у проектах під час проведення їх перевірки. Так, наприклад, у багатьох проектах невірно визначенні необхідні витрати води на цілі пожежогашіння, об’єм недоторканого запасу води у резервуарах та баках водонапірних башт, нераціонально прийняті марки насосів-підвищувачів, які забезпечують подачу води до пожежних гідрантів, пожежних кран-комплектів або до установок автоматичного пожежогашіння.

Склад та об’єм курсового проекту

Курсовий проект складається з розрахунково-пояснювальної записки (РПЗ) та графічної частини (ГЧ). До РПЗ вносяться розрахунки, обґрунтування прийнятих рішень, необхідні таблиці, графіки та схеми.

Зміст розрахунково-пояснювальної записки курсового проекту:

Назва розділу	№ сторінки
<i>Вихідні дані</i>	
<i>Зміст</i>	
<i>Вступ</i>	
<i>1. Трасування водопровідної мережі</i>	
<i>2. Визначення розрахункових витрат води на потреби водоспоживачів</i>	
<i>3. Гідравлічний розрахунок водопровідної мережі</i>	
<i>4. Визначення режиму роботи насосної станції другого підйому</i>	
<i>5. Розрахунок резервуарів чистої води</i>	
<i>6. Розрахунок водонапірної башти</i>	
<i>7. Вибір насосів для насосних станцій та визначення їх типу</i>	
<i>Висновки</i>	
<i>Список літератури</i>	

Графічна частина повинна включати:

1 – генеральний план населеного пункту разом зі схемою системи водопостачання;

2 – план насосної станції (першого або другого підйому);

- 3 – схема водонапірної башти;
- 4 – схема резервуару чистої води.

РПЗ та ГЧ виконуються власноручно на стандартних аркушах формату А4. Креслення виконуються з додержанням масштабу, правил ЄСКД та стандартних умовних позначень.

Протягом всієї РПЗ необхідно робити посилання на використану літературу, наприклад [1, п.3.4]. Список використаної літератури складається у порядку наявності посилань, або за абеткою.

Всі наведені формули нумеруються, наприклад (1.1) (що означає: перша формула першого розділу), надаються пояснення всіх величин, та одиниці їх виміру. Аналогічно нумерують таблиці та рисунки, які обов'язково повинні мати назви.

На кожній сторінці РПЗ повинна бути рамка зі штампом (додаток 12). **Шифр, який вказується в штампі:** назва навчального закладу, номер факультету, шифр залікової книжки, випускаюча кафедра, тип документу (для розрахунково-пояснювальної записки – РПЗ, для графічної частини – ГЧ). Наприклад,

НУЦЗУ.4.???-??.ПІНП.РПЗ
НУЦЗУ.4.???-??.ПІНП.ГЧ

Сторінки нумеруються, починаючи з титульного аркуша, на якому номер не вказується.

ЗАВДАННЯ

При виконанні курсового проекту на тему “Протипожежне водопостачання населеного пункту” необхідно запроектувати водопровідну мережу заданого населеного пункту таким чином, щоб вона змогла подати необхідну кількість води всім водоспоживачам населеного пункту та виробничого об'єкта при двох режимах її роботи: під час гасіння пожежі та до неї, з необхідним напором, що створюється за допомогою насосної станції другого підйому та водонапірної башти; в якості регулюючої ємності між насосними станціями першого та другого підйомів запроектувати резервуар чистої води.

Вибір вихідних даних для виконання курсового проекту здійснюється відповідно номеру залікової книжки (двох останніх цифр номеру залікової книжки).

Вихідні дані складаються з наступного:

- вихідні дані по населеному пункту (таблиця 1) надають номер генерального плану населеного пункту, опис кількості мешканців, кількості поливок зелених насаджень у населеному пункті за добу, поверховість будівель та ступінь благоустрою районів житлової забудови;

- вихідні дані по виробничому об'єкту (таблиця 2) надають тип виробничого об'єкта з описом одиниць виміру та кількості продукції, що випуска-

ється, необхідну кількість води для її виробництва, опис виробничого корпусу та його пожежонебезпеку, а також опис кількості змін та працівників, що працюють протягом кожної зміни.

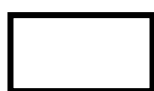
Таблиця 1 – Вихідні дані по населеному пункту

Остання цифра номеру зал. книжки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Номер генерального плану	1		2			3		4		
Довжина населеного пункту, м	1500	2100	2400	1400	1800	2300	1300	2500	2600	2700
Ширина населеного пункту, м	1200	1400	1800	1100	1200	1500	1300	1400	1500	1200
Кількість мешканців у населеному пункті, тис. осіб	24	20	12	18	16	14	10	22	8	26
Кількість поливок за добу ($n_{\text{пол}}$)	3	2	1	1	3	2	1	1	3	2
Тривалість однієї поливки ($\tau_{\text{пол}}$), годин	2	3	4	6	2	3	4	6	2	3
Передостання цифра номеру залікової книжки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Поверховість будівлі (висота одного поверху 3 м)	2	3	4	5	2	3	4	5	2	3
Ступінь благоустрою житлової забудови	Внутрішній водопровід, каналізація і центральне гаряче водопостачання			Внутрішній водопровід, каналізація і ванни з місцевими водонагрівачами			Внутрішній водопровід, каналізація, без ванн			

Таблиця 2 – Вихідні дані по виробничому об'єкту

Остання цифра номеру залікової книжки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Виробничий об'єкт	Деревообробний завод	Пластмасовий завод	Льонокомбінат	Прядильно-ткацька фабрика	Шкіряна фабрика	Борошномельний завод	Хлібопекарня	Молокозавод	Цукровий завод	Авторемонтний завод
Одиниця виміру продукції, що випускається	1 м ³	1 продукції	1 т тканини	1 т пряжи	1 т шкіри	1 т зерна	1 т хліба	1 т молока	1 т буряків	1 автомобіль
Кількість продукції, що випускається за зміну	50	20	1	1	1	4	2	2	4	5
Витрати води на виробничі потреби для випуску одиниці продукції, м ³ /(одиниця продукції)	5	35	360	480	90	2	5	6	1,5	19
Об'єм виробничого корпусу, тис.м ³	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Категорія виробництва за пожежовибухонебезпекою	Б	Б	В	В	В	Г	В	Г	В	Б
Ступінь вогнестійкості будівлі	I	II	II	III	II	III	II	III	II	I
Передостання цифра номеру залікової книжки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Кількість робочих змін	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
Кількість працівників, що працюють в зміні	400	150	300	250	380	350	400	450	500	55
Кількість працівників в зміні, що приймають душ, %	40	60	80	70	80	80	50	50	60	100
Площа виробничого об'єкта, га	< 150									

Умовні позначення до генеральних планів



Житлові квартали населеного пункту



Виробничий об'єкт

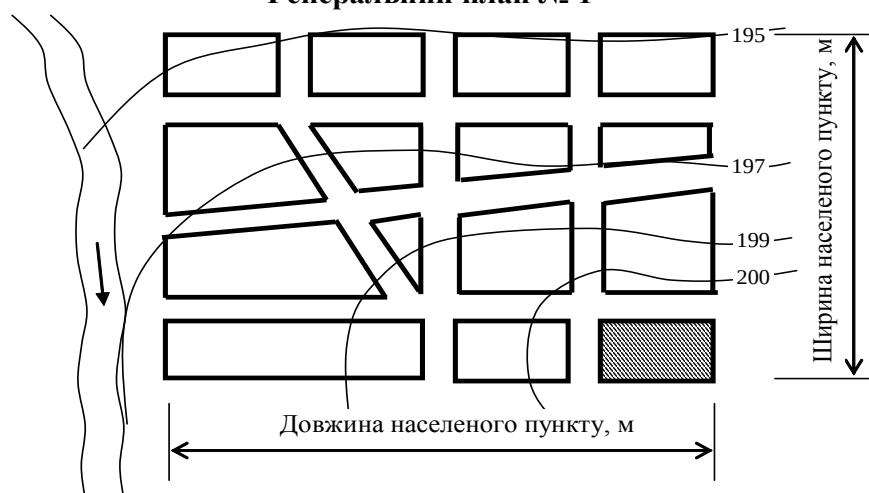


Річка, що являється вододжерелом для системи водопостачання населеного пункту та виробничого об'єкта

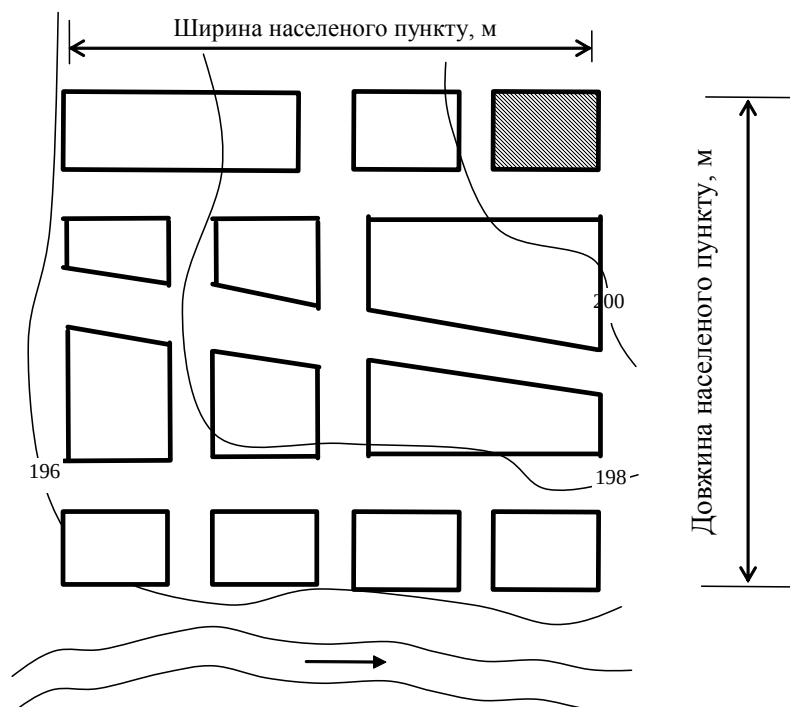


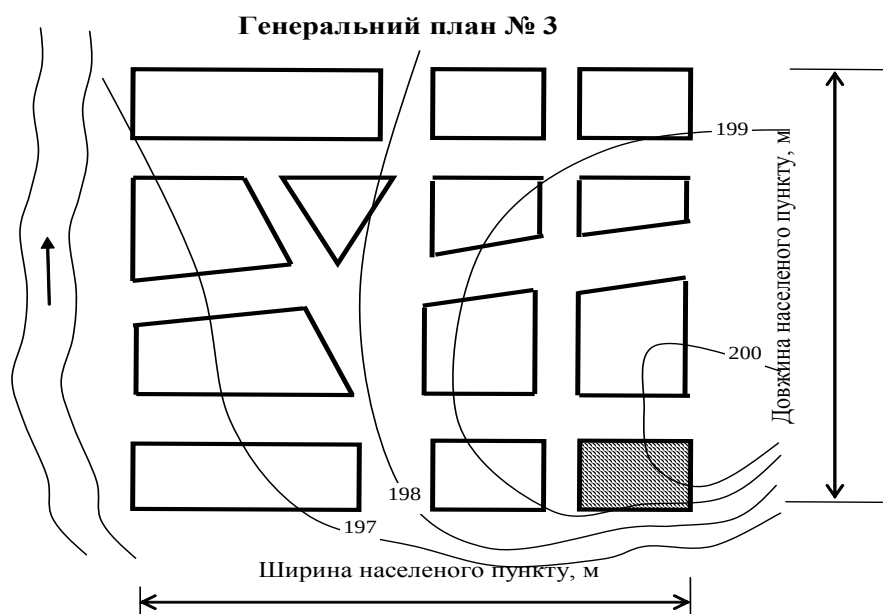
Відмітки поверхні землі з горизонталями

Генеральний план № 1

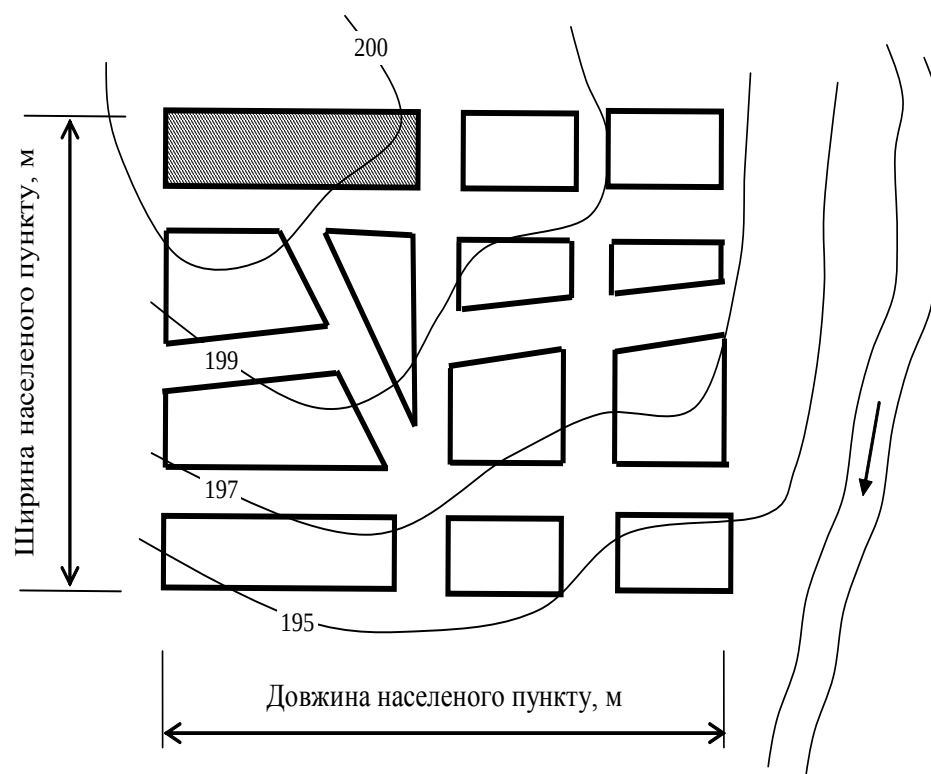


Генеральний план № 2





Генеральный план № 4



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДЛЯ ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

1 Трасування водопровідної мережі

Трасування мережі – це надання мережі визначеної геометричної форми в плані. Розташування ліній водопровідної мережі залежить:

- від характеру планування об'єкта, що постачається водою, розміщення окремих споживачів, розташування проїздів, форми і розмірів житлових кварталів, цехів, зелених насаджень;
- від рельєфу місцевості.

Водопровідні мережі розділяються на магістральні (для транспортування транзитних мас води) та розподільчі (для транспортування води з магістралей до окремих будівель). Мережі можуть бути кільцевої або тупикової конфігурації. Найчастіше магістральні мережі влаштовують кільцевими, а розподільчі – тупиковими.

Магістральні мережі варто прокладати по найбільш піднятих точках території. При цих умовах наявність достатніх вільних напорів у магістральній мережі забезпечує створення достатніх напорів і в розподільчій (що не розраховується) мережі, яка живиться від магістральної та розташовується на більш низьких позначках.

При виконанні курсового проекту необхідно виконати гідравлічний розрахунок **магістральних** ліній, які забезпечують подачу води до окремих районів та великих споживачів найкоротшим шляхом.

Пожежні гідранти розташовуються на ділянках магістральної мережі на відстані не більш **150 – 200 м** один від одного.

Так, наприклад, для населеного пункту магістральну водопровідну мережу можна прокласти такою, що вона буде складатися з 2 кілець, 8 розрахункових ділянок та 7 вузлів (рис.1.1).

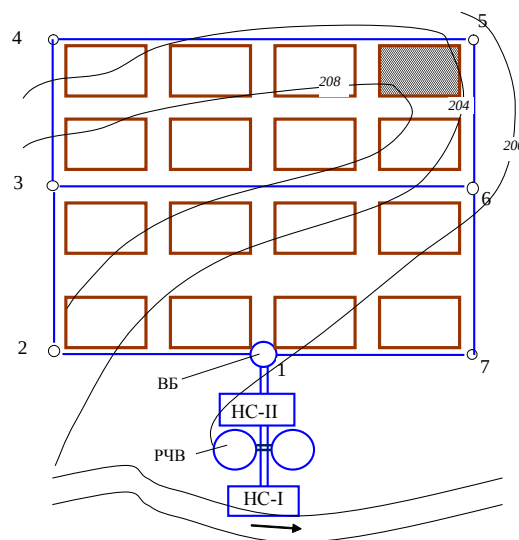


Рис. 1.1 – Трасування водопровідної мережі населеного пункту

2 Визначення розрахункових витрат води на потреби водоспоживачів

Вода у населеному пункті та на виробничому об'єкті в основному споживається на наступні потреби:

- господарсько-питні потреби населення;
- поливка вулиць та зелених насаджень;
- водоспоживання громадських будівель;
- виробничі потреби виробничого об'єкта;
- господарсько-питні потреби працівників виробничого об'єкта;
- прийняття душу працівниками виробничого об'єкта;
- потреби пожежогасіння (зовнішнього та внутрішнього).

2.1 Господарсько-питні потреби населення

Розрахункова добова витрата води (середня за рік) на господарсько-питні потреби населення визначається відповідно до [3] п. 6.1.1 табл.1, п. 6.1.2 (додаток 2) з урахуванням неврахованих витрат води приймаються у відсотках від загального водоспоживання в залежності від черги будівництва та кількості населення в розмірі 5 % – 20 % ([3] п. 6.1.1 прим. 3, 4). Для малих населених пунктів невраховані витрати складають 10 % від загального водоспоживання.

$$Q_{\text{сер.доб}} = 1,1 \cdot \frac{q_m N_m}{1000}, \text{ м}^3/\text{доб}, \quad (2.1)$$

де N_m – кількість мешканців у населеному пункті (за вихідними даними), осіб;

q_m – питома середньодобова (за рік) норма питного водоспоживання (додаток 2).

ДБН В.2.5-74:2013 п. 6.1.1

Примітка 3. Невраховані витрати слід приймати у відсотках від загального водоспоживання:

- на першу чергу будівництва: у малих і середніх містах – 5 %, у великих і значних – 7 %, у найзначніших – 10 %;
- на розрахунковий строк: у малих і середніх містах – 10 %, у великих і значних – 15 %, у найзначніших – 20 %.

Примітка 4. Градація міст з визначенням кількості населення в них прийнята згідно з ДБН 360:

- найзначніші (крупніші) – понад 1000 тис. мешканців;
- значні (крупні) – понад 500 до 1000 тис. включ. мешканців;
- великі – « 250 « 500 «;
- середні – « 50 « 250 «;
- малі – « 10 « 50 «;

до групи малих міст входять селища міського типу - понад 5 до 10 тис. включ. мешканців.

Розрахункова витрата в добу найбільшого водоспоживання для господарсько-питних потреб населення:

$$Q_{\text{max доб}} = K_{\text{max доб}} Q_{\text{сер.доб}}, \text{ м}^3/\text{доб}, \quad (2.2)$$

де $K_{\text{max доб}} = 1,1 - 1,3$ – коефіцієнт добової нерівномірності водоспоживання ([3] п. 6.1.2), який враховує уклад життя населення, режим роботи виробничих об'єктів, ступінь благоустрою будівель, зміни водоспоживання за порою року та днями тижня.

Розрахункова годинна максимальна витрата води:

$$q_{\text{max год}} = \frac{Q_{\text{max доб}}}{24} K_{\text{max год}}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (2.3)$$

де $K_{\text{max год}}$ – коефіцієнт годинної нерівномірності водоспоживання ([3] п.6.1.2), який визначається за формулою:

$$K_{\text{max год}} = \alpha_{\text{max}} \beta_{\text{max}}, \quad (2.4)$$

де $\alpha_{\text{max}} = 1,2 - 1,4$ – коефіцієнт, що враховує ступінь благоустрою будівель, режим роботи виробничих об'єктів і ін.([3] п.6.1.2);

β_{max} – коефіцієнт, що враховує кількість мешканців у населеному пункті (додаток 3).

Коефіцієнт $K_{\text{max год}}$ використовується для визначення режиму водопостачання у населеному пункті за додатком 5а.

2.2 Поливка вулиць та зелених насаджень

Витрати води на поливку вулиць та зелених насаджень визначаються в відповідності з [3] п. 6.1.3, п. 6.1.4 додаток А.1, в залежності від площі території, що вони займають та кліматичних умов. При відсутності цих даних витрата води на поливку та мийку вулиць, поливку зелених насаджень визначається за [3] додаток А.2, що відповідає формулі:

$$Q_{\text{пол. доб}} = \frac{q_{\text{пол}} N_{\text{м}}}{1000}, \text{ м}^3/\text{доб}, \quad (2.5)$$

де $q_{\text{пол}} = 40 - 55$ л/доб – норма витрати води на поливку вулиць та зелених насаджень в перерахунку на одного мешканця для малих населених пунктів (приймається в залежності від кліматичних умов).

Годинна витрата води на поливку визначається в залежності від кількості поливок за добу – $n_{\text{пол}}$, та тривалості однієї поливки – $\tau_{\text{пол}}$ (за вихідними даними):

$$Q_{\text{пол. год}} = \frac{Q_{\text{пол. доб}}}{n_{\text{пол}} \tau_{\text{пол}}}, \text{ м}^3/\text{год.} \quad (2.6)$$

При визначенні годин доби, що відводяться на поливку, необхідно враховувати, що поливки повинні здійснюватися протягом доби рівномірно, при цьому, бажано, не планувати забір води з мережі для поливальних цілей в години максимального господарсько-питного водоспоживання мешканцями населеного пункту.

2.3 Витрата води на виробничі потреби виробничого об'єкта

Витрата води на виробничі потреби визначається в залежності від кількості продукції, що випускається за зміну, та кількості води, що потрібна для випуску одиниці продукції.

Змінне водоспоживання на виробничі потреби визначається:

$$Q_{\text{вир. зм}} = N_{\text{прод.}} q_{\text{вир. зм}}^{\text{од. прод.}}, \text{ м}^3/\text{зм}, \quad (2.7)$$

де $N_{\text{прод.}}$ – кількість продукції, що випускається за зміну (за вихідними даними);

$q_{\text{вир. зм}}^{\text{од. прод.}}$ – витрати води на виробничі потреби для випуску одиниці продукції, $\text{м}^3/(\text{одиниця продукції})$, (за вихідними даними).

Споживання води протягом однієї зміни здійснюється за технологічним регламентом. При відсутності таких даних можна водоспоживання прийняти **рівномірним протягом зміни**, тоді витрати води за годину визначаються:

$$Q_{\text{вир. год}} = \frac{Q_{\text{вир. зм}}}{8}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (2.8)$$

де 8 – тривалість однієї зміни, год. При цьому необхідно враховувати, що при роботі в три зміни, графік роботи протягом доби пропонується прийняти наступним: перша зміна працює з 8.00 до 16.00, друга зміна – з 16.00 до 24.00, третя – з 0.00 до 8.00. При роботі в дві зміни (за вихідними даними) графік роботи протягом доби такий: перша зміна працює з 8.00 до 16.00, друга зміна – з 16.00 до 24.00, з 0.00 до 8.00 – не працює, тобто витрати води на виробничі та господарсько-питні потреби в ці години дорівнюють 0.

Добове водоспоживання на виробничі потреби:

$$Q_{\text{вир. доб}} = Q_{\text{вир. зм}} n_{\text{зм}}, \text{ м}^3/\text{доб}, \quad (2.9)$$

де $n_{\text{зм}}$ – кількість робочих змін.

2.4 Господарсько-питні потреби працівників на виробничому об'єкті

Витрати води на господарсько-питні потреби за кожну зміну можна визначити:

$$Q_{\text{Г-П. зм}} = \frac{N_{\text{прац}} q_{\text{Г-П}}}{1000}, \text{ м}^3/\text{зм}, \quad (2.10)$$

де $N_{\text{прац}}$ – кількість працівників в зміні;

$q_{\text{Г-П}} = 25 \text{ л}/(\text{зм} \cdot \text{робоч.})$ - норма водоспоживання на одного працівника [2, А.2].

Рівномірність водоспоживання протягом зміни визначається згідно з коефіцієнтом $K_{\text{год}} = 3$ ([3], п. 6.1.5). Значення погодинних відсотків водоспоживання протягом однієї зміни наведені у додатку 5б.

Добове водоспоживання визначається за формулою:

$$Q_{\text{Г-П. доб}} = Q_{\text{Г-П. зм}} n_{\text{зм}}, \text{ м}^3/\text{доб}. \quad (2.11)$$

2.5 Витрата води на прийняття душу працівниками виробничого об'єкта

Годинна витрата води на одну душову кабінку складає 500 л, а тривалість прийняття душу по закінченні зміни – 45 хвилин (протягом 45 хвилин наступного першого часу по закінченні робочої зміни). Кількість встановлених душових кабін визначається за кількістю працівників, що приймають душ після робочої зміни, та кількості працівників, що одночасно обслуговуються однією душовою кабінкою (приймається в залежності від санітарних характеристик виробничого процесу – табл. 2.1).

Розрахункова витрата води на прийняття душу для зміни:

$$Q_{\text{душ. зм}} = \frac{N_{\text{душ. кабін}} q_{\text{душ}} \cdot 45}{1000 \cdot 60}, \text{ м}^3/\text{зм}, \quad (2.12)$$

де $q_{\text{душ}} = 500 \text{ л}/\text{год}$ – годинна витрата води на одну душову кабінку;

$N_{\text{душ. кабін}}$ – кількість встановлених душових кабін, яка визначається:

$$N_{\text{душ.кабін}} = \frac{N_{\text{прац}} \cdot \%_{\text{душ}}}{100 N_{\text{душ.каб}}}, \quad (2.13)$$

де $\%_{\text{душ}}$ – відсоток кількості працівників в зміну, що приймають душ (за вихідними даними);

$N_{\text{душ.каб}}$ – кількість працівників, що одночасно обслуговуються однією душовою кабінною (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Розрахункова кількість працівників, що приймають душ, на одну душову кабінку в залежності від санітарних характеристик виробничого процесу

Група виробничих процесів	Санітарні характеристики	Розрахункова кількість працівників на одну душову кабінку
1	Не викликають забруднення одягу та рук	15
	Викликають забруднення одягу та рук	7
2	Із виділенням великої кількості пилу або особо забруднених речовин	3
	Із застосуванням води	5

Розрахункова витрата води на прийняття душу за добу:

$$Q_{\text{душ.доб}} = Q_{\text{душ.зм}} n_{\text{зм}}, \text{ м}^3/\text{доб.} \quad (2.14)$$

2.6 Визначення погодинного водоспоживання населеного пункту та виробничого об'єкта

Протягом доби водоспоживання на деякі потреби здійснюється дуже нерівномірно. При проектуванні мережі необхідно враховувати цю нерівномірність та визначати необхідні діаметри труб таким чином, щоб запроектована мережа змогла пропустити необхідну кількість води в будь-яку годину доби.

Для визначення години найбільшого водоспоживання необхідно визначити кількість води, що споживається водоспоживачами кожну годину. Зручно це виконувати табличним способом (таблиця 2.2).

Таблиця 2.2 – Погодинне водоспоживання в населеному пункті та на виробничому об’єкті

Години доби	Населений пункт		Виробничий об’єкт					Всього за добу	
	на г-п потреби мешканців	на поливку	на виробничі потреби	на душ	на г-п потреби працівників				
	%,	м³	м³	м³	м³	%,	м³	м³	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0–1									
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
23–24									
Всього	100	$Q_{\text{max доб}}$	$Q_{\text{пол. доб}}$	$Q_{\text{вир. доб}}$	$Q_{\text{душ. доб}}$	$n_{\text{зм}} \cdot 100$	$Q_{\text{г-п доб}}$	$Q_{\text{розр}}$	100

Примітка:

Колонка 1 “Години доби” складається з опису кожного часу доби, починаючи з “0 – 1”, закінчуючи “23 – 24”.

Колонка 2 описує нерівномірність погодинного водоспоживання на господарсько-питні потреби та заповнюється за допомогою додатка 5а.

Колонка 3 містить результати розрахунку погодинного водоспоживання на господарсько-питні потреби в залежності від добових витрат та відсотків, вказаних у колонці 2.

Колонка 4 містить дані про години доби, в які здійснюється поливка зелених насаджень.

Колонка 5 описує годинні витрати води на виробничі потреби виробничого об’єкта.

Колонка 6 містить дані про години доби, в які працівники виробничого об’єкта приймають душ.

Колонка 7 описує нерівномірність погодинного водоспоживання на господарсько-питні потреби працівників виробничого об’єкта та заповнюються за допомогою додатка 5б.

Колонка 8 містить результати розрахунку погодинного водоспоживання на господарсько-питні потреби працівників в залежності від добових витрат та відсотків, вказаних у колонці 7.

Колонка 9 є результуючою, її результати у кожному рядку визначаються як сума результатів колонок 3, 4, 5, 6 та 8.

Колонка 10 є результатом визначення, який відсоток від добового водоспоживання $Q_{\text{розр}}$ складає витрата у кожну годину доби (колонка 9).

За результатами колонки 9 визначається розрахункова максимальна годинна витрата води – $Q_{\max \text{ год}}$. Цей **рядок** вважається **годиною максимального водоспоживання**.

За результатами колонки 10 – будується **графік добового водоспоживання** (рис. 2.1), аналіз якого дозволить визначити необхідний режим роботи споруд водопровідної мережі, що забезпечують надійну подачу води водоспоживачам (насосна станція, водонапірна башта, резервуари чистої води та ін.).

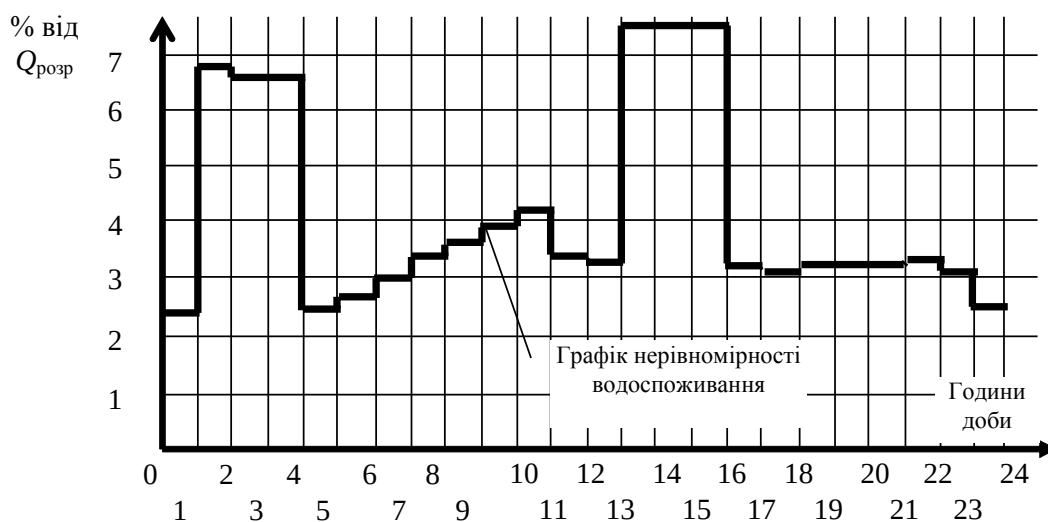


Рис. 2.1 – Графік добової нерівномірності водоспоживання

2.7 Визначення витрат води для пожежогасіння

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 $Q_{пож}$ в населеному пункті та розташованому в ньому виробничому об'єкті визначаються за ДБН В.2.5-74:2013 п. 6.2.12 (додаток 4а).

Витрати на зовнішнє пожежогасіння (гасіння пожежі за допомогою пересувної пожежної техніки від зовнішніх пожежних гідрантів) визначають за вимогами ДБН В.2.5-74:2013 відповідно:

- табл. 3 та табл.4 – для районів міської забудови (табл.3 та табл.4 ДБН В.2.5-74:2013 – наведені у додатку 4в);
- табл. 5 та табл.6 – для виробничих будівель (табл.5 ДБН В.2.5-74:2013 – наведена у додатку 4г).

Витрати води на зовнішнє пожежогасіння для населеного пункту приймаються за табл. 3 ДБН В.2.5-74:2013 (залежно від кількості населення та поверховості забудови – $Q_{н.п.}^{зов.пож} = n_{пож} Q_{од.пож}$) 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 ДБН В.2.5-74:2013.

ДБН В.2.5-74:2013 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 пожежовибухонебезпекою, об'єму та ширини будівлі за табл. 5 або табл. 6 ДБН В.2.5-74:2013 ($Q_{\text{вир}}^{\text{зов.пож}}$). При цьому для виробничих об'єктів з площею до 150 га пожежні витрати розраховують на одну пожежу, а для виробничих об'єктів з площею більше 150 га – на дві пожежі (додаток 4б).

Витрати на внутрішнє пожежогасіння (від внутрішніх пожежних кран-комплектів) визначають за вимогами ДБН В.2.5-64:2012 відповідно:

– табл. 3 – для житлових будівель – $Q_{\text{н.п.}}^{\text{вн.пож}}$ (табл.3 ДБН В.2.5-64:2012 – наведена у додатку 4д);

– табл. 4 – для виробничих будівель $Q_{\text{вир}}^{\text{вн.пож}}$ (табл.4 ДБН В.2.5-64:2012 – наведена у додатку 4е).

Витрати води на пожежогасіння населеного пункту можна визначити за формулою:

$$Q_{\text{н.п.}}^{\text{пож}} = Q_{\text{н.п.}}^{\text{зов.пож}} + Q_{\text{н.п.}}^{\text{вн.пож}}, \text{ л/с.} \quad (2.15)$$

Відповідно, для виробничого об'єкта:

$$Q_{\text{вир}}^{\text{пож}} = Q_{\text{вир}}^{\text{зов.пож}} + Q_{\text{вир}}^{\text{вн.пож}}, \text{ л/с.} \quad (2.16)$$

Загальні розрахункові пожежні витрати $Q_{\text{пож}}$ визначаються за умовою, що водопровід забезпечує одночасно гасіння пожеж у населеному пункті та на виробничому об'єкті, тобто за вимогами п. 6.2.12 ДБН В.2.5-74:2013 залежно від площі виробничого об'єкта та кількості населення в населеному пункті (додаток 4а).

ДБН В.2.5-74:2013 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 5, 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.

2.8 Розрахункові добові витрати води

Розрахунок добового водоспоживання при проектуванні об'єднаної системи водопостачання (подає воду однією мережею на всі потреби населеного пункту та виробничого об'єкта) завершується визначенням добової витрати води всіма водоспоживачами.

Мережа працює при двох режимах: до пожежі та під час гасіння пожежі. Витрати води, що використовують постійно протягом кожної доби, складають розрахункову величину, яка являється основою для проектування мережі (визначення діаметрів труб, втрат напору та ін.) та визначається:

$$Q_{\text{розр}} = Q_{\text{мах доб}} + Q_{\text{пол.доб}} + Q_{\text{вир.доб}} + Q_{\text{Г-п.доб}} + Q_{\text{душ.доб}}, \text{ м}^3/\text{доб.} \quad (2.17)$$

Мережа об'єднаної системи водопостачання під час гасіння пожежі повинна пропустити додаткову необхідну кількість води для цілей пожежогасіння. При цьому подача води іншим водоспоживачам не припиняється. Допускається при перевірці мережі на пропуск пожежних витрат не враховувати кількість води, що подається для прийняття душу працівниками на виробничому об'єкті. Таким чином, витрата води, за допомогою якої виконується перевірка мережі на пропуск додаткових витрат води під час гасіння пожежі, визначається за формулою:

$$Q'_{\text{розр}} = Q_{\text{мах доб}} + Q_{\text{пол.доб}} + Q_{\text{вир.доб}} + Q_{\text{Г-п.доб}} + Q_{\text{пож}}, \text{ м}^3/\text{доб.} \quad (2.18)$$

3 Гідравлічний розрахунок водопровідної мережі

Завданням гідравлічного розрахунку мережі є:

- 1) визначення *діаметрів труб*, які забезпечують:
 - подачу максимальних витрат води (до пожежі);
 - додаткову подачу пожежних витрат води (при пожежі);
- 2) визначення *втрат напору* в мережі:
 - до пожежі;
 - при пожежі.

3.1 Визначення розрахункових витрат води по ділянках мережі до пожежі

Для визначення рівномірно розподілених витрат води по ділянках мережі визначають питомі витрати по довжині всієї мережі:

$$q_{\text{пит}} = \frac{Q_{\text{рівн.розп.}}}{L}, \text{ л/(с}\cdot\text{м)}, \quad (3.1)$$

де L – довжина всієї водопровідної мережі, м.

$$Q_{\text{рівн.розп.}} = \sum Q_{\text{max год}}^{\text{н.п.}} \frac{1000}{3600}, \text{ л/с}, \quad (3.2)$$

де $\sum Q_{\text{max год}}^{\text{н.п.}}$ – витрати води для всіх водоспоживачів населеного пункту у годину максимального водоспоживання (таблиця 2.2, сума значень колонок 3 та 4 **години максимального годинного водоспоживання**), м³/год.

Витрати води на ділянці, які необхідні для водоспоживачів цієї ділянки, – шляхові витрати – умовно приймаються рівномірно розподіленими за довжиною ділянки та визначаються за формулою:

$$Q_{\text{шл.і}} = q_{\text{пит}} l_{\text{діл.і}}, \text{ л/с}, \quad (3.3)$$

де $l_{\text{діл.і}}$ – довжина ділянки, що розраховується, м.

Для зручності, пропонується визначенні величини звести в таблицю 3.1, а номери ділянок пропонується позначати не за номерами вузлів, між якими знаходиться ділянка, а за окремою нумерацією (рис.3.1).

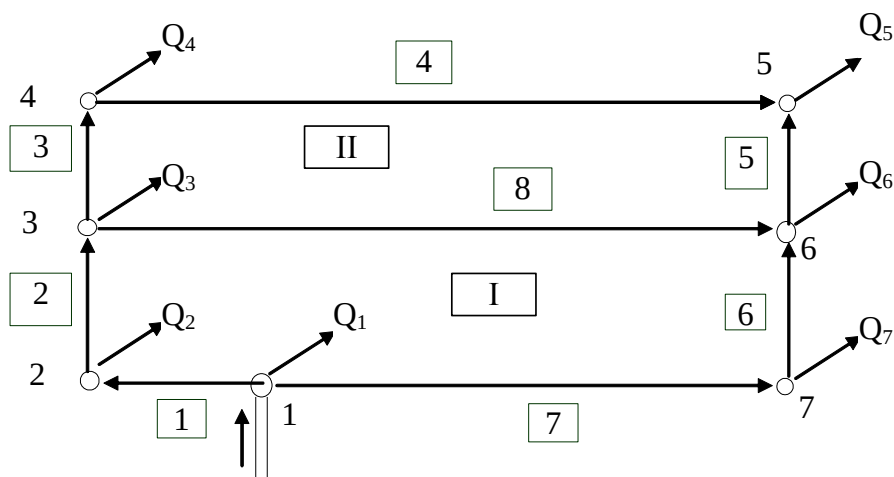


Рис. 3.1 – Нумерація кілець, вузлів та ділянок:

- I** - номери кілець;
 1 - номери вузлів;
1 - номери ділянок.

Таблиця 3.1 – Розрахунок шляхових витрат води по ділянках мережі

№ ділянки	Питома витрата води $q_{\text{пит}}$, л/(с·м)	Довжина ділянки $l_{\text{діл.і}}$, м	Шляхові витрати $Q_{\text{шл.і}}$, л/с
1			

Всього	—	$\sum l_{\text{діл.і}} =$	$\sum Q_{\text{шл.і}} =$

Для визначення фактичних витрат води по ділянках мережі (складаються з суми шляхової витрати води ділянки, що розглядається, та витрат води всіх вищерозташованих ділянок, які транзитом проходять через цю ділянку) необхідно шляхові витрати води ділянок умовно розподілити по вузлах, які належать цій ділянці. Тоді вузлові витрати води визначатимуться як півсума шляхових витрат на ділянках мережі, що складають вузол:

$$Q_{\text{вузл.і}} = \frac{\sum Q_{\text{шл.}}^{\text{що складають вузол}}}{2} + Q_{\text{зос}}^{\text{max год}}, \text{ л/с}, \quad (3.4)$$

де $\sum Q_{\text{шл.}}^{\text{що складають вузол}}$ – сума шляхових витрат води на ділянках, що складають вузол, який розраховується, л/с;

$Q_{\text{зос}}^{\text{max год}}$ – зосереджені витрати води в годину максимального водоспоживання, які забираються з вузла, а не розподіляються по ділянках – витрати води на потреби виробничого об'єкта (приймаються за даними таблиці 2.2, як сума значень з колонок 5, 6 та 8 у годину максимального годинного во-

доспоживання), л/с. Виробничий об'єкт забирає воду для власних потреб з одного вузла (найближче розташованого до нього), тому **лише у цьому вузлі** необхідно у формулі (3.4) додати $Q_{\text{зос}}^{\text{max год}}$, а для інших вузлів - прийняти рівним нулю.

Для зручності, пропонується визначенні величини звести в таблицю 3.2.

Таблиця 3.2 – Розрахунок вузлових витрат води

№ вузла	№№ ділянок, що складають вузол	$Q_{\text{зос}}^{\text{max год}} \frac{1000}{3600}$, л/с	Вузлові витрати, л/с
1	1, 7	–	

Всього	–	–	$\sum Q_{\text{вузл}} =$

Витрати води по ділянках пропонується визначати графічним способом. Для цього на схемі водопровідної мережі:

- підписують вузли та вузлові витрати води (за результатами табл. 3.2),
- намічаються напрями руху води по мережі від точки живлення до диктуючої точки, де зустрічаються потоки води та з якій виконується забір води для потреб виробничого об'єкта.

Для кожного вузла повинен виконуватися перший закон Кірхгофа: сума витрат води у вузлі дорівнює нулю, якщо вхідна до вузла витрата приймається умовно позитивною, а вихідна – умовно негативною, тобто $\sum q = 0$.

Визначення витрат води по ділянках починають від диктуючої точки та закінчують точкою живлення мережі. Виходячи з першого закону Кірхгофа, витрата води ділянки, що розглядається, дорівнює сумі витрати води наступних за напрямком руху води ділянок, що примикають до цієї ділянки, та вузлової витрати наступного за напрямком руху води вузла, тобто:

$$q_{\text{діл}} = \frac{Q_{\text{вузл}} + \sum q_{\text{діл}}}{i}, \quad (3.5)$$

де $Q_{\text{вузл}}$ – витрата води вузла, що примикає до ділянки, яка розраховується та лежить вище за напрямком руху води від цієї ділянки, л/с;

i – кількість ділянок, по яких вода рухається у напрямі до цього вузла (входять у вузол);

$\sum q_{\text{діл}}$ – сума витрат води ділянок, що виходять з цього вузла, л/с.

При визначенні витрат води ділянок, що примикають до диктуючої точки, їх витрати приймають приблизно однаковими.

Вузлові витрати води (таблиця 3.2) кожного вузла приймаються умовно негативними, тобто вони виходять з вузла.

На рис. 3.2 наведений приклад визначення витрат води по ділянках мережі для генерального плану першого розділу (рис. 1.1).

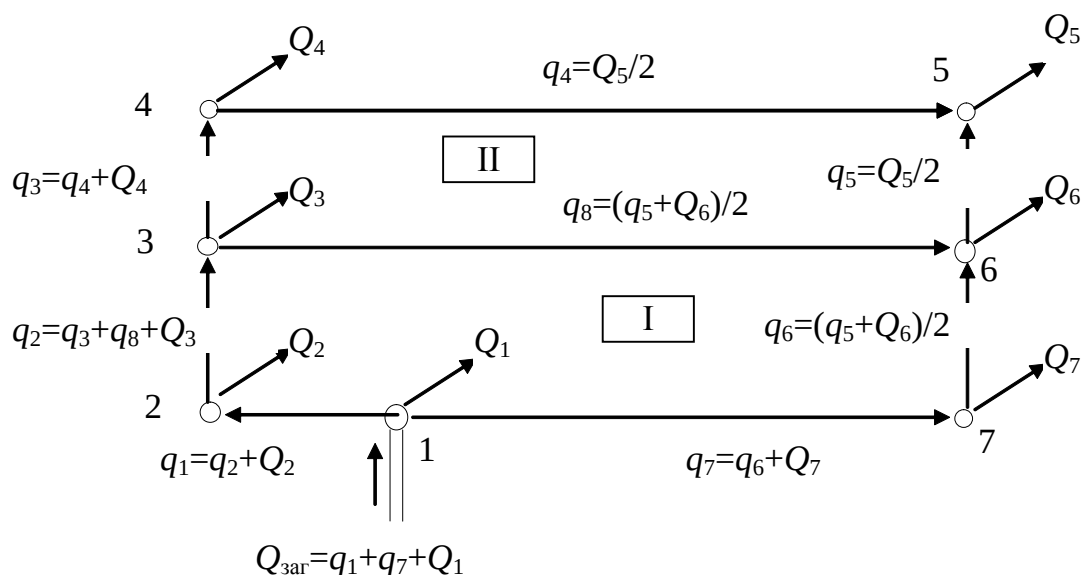


Рис. 3.2 - Визначення витрат води по ділянках мережі до пожежі

3.2 Визначення діаметрів труб на ділянках мережі

Діаметри труб на ділянках визначаються

$$d_{\text{діл}} = \sqrt{\frac{4q_{\text{діл}}}{1000 \cdot \pi \cdot v}}, \text{ м}, \quad (3.6)$$

де $q_{\text{діл}}$ – витрата води по ділянці, л/с;

$v = 0,7 - 1,2$ м/с – швидкість руху води по ділянці.

Для зручності, пропонується визначенні величини звести в таблицю 3.3.

Таблиця 3.3 – Визначення діаметрів труб

№ ділянки	Витрата води по ділянці $q_{\text{діл}}$, л/с	Діаметр труб ділянки $d_{\text{діл}}$, мм
1	2	3

3.3 Ув'язка мережі

Для кожного кільця повинен виконуватися другий закон Кірхгофа: сума втрат напору у кільці дорівнює нулю, якщо втрати напору ділянок, на яких вода рухається за годинниковою стрілкою, вважаються умовно позитивними, а проти – умовно негативними:

$$\sum h = 0,$$

де h – втрати напору в півкільці, визначаються як сума втрат напору на ділянках, що його складають, м.

Втрати напору на ділянці визначаються:

$$h_{\text{діл}} = A l_{\text{діл}} q_{\text{діл}}^2,$$

де A – питомий опір труб (додаток 8);

$q_{\text{діл}}$ – витрата води по ділянці, л/с;

$l_{\text{діл}}$ – довжина ділянки, м.

Допускається невиконання **другого закону Кірхгофа** на величину нев'язки Δh . **Для різних режимів роботи мережі величина нев'язки повинна бути:**

– **до пожежі – не більше 0,5 м;**

– **при пожежі – не більше 1 м.**

Якщо $\Delta h > 0$, то сума умовно позитивних втрат напору більша за суму умовно негативних втрат напору. Це означає, що для зменшення величини нев'язки Δh (наближення її до нуля) необхідно витрати на ділянках з умовно позитивними втратами напору зменшити, а на ділянках з умовно негативними втратами напору збільшити на величину поправочних витрат.

Якщо $\Delta h < 0$, то, навпаки, витрати на ділянках з умовно позитивними втратами напору необхідно збільшити, а на ділянках з умовно негативними втратами напору зменшити на величину поправочних витрат.

Поправочні витрати визначаються за формулою:

$$\Delta q = \frac{\Delta h}{2 \sum_{i=1}^n S_i q_i}, \text{ л/с}, \quad (3.7)$$

де S_i – опір ділянки мережі;

q_i - витрати води по ділянці мережі, які визначаються за формулою (3.5) або для наведеного прикладу – за розрахунком на рис. 3.2.

Ув'язка мережі може виконуватися декілька разів, поки величина нев'язки не буде перебільшувати максимально допустимих значень **одночасно для всіх кілець**.

Для зручності ув'язку мережі пропонується виконувати, заповнюючи таблицю 3.4 (заповнена для наведеного на рис. 3.2 прикладу).

Таблиця 3.4 – Ув'язка мережі при її роботі до пожежі

Номер кільця	Номер ділянки мережі	Витрати води, q , л/с	Діаметр труб, d , мм	Довжина ділянки, l , м	Питомий опір труб, $A \times 10^{-6}$	Опір ділянки, $S=Al$	Sq	Втрати напору на ділянці, з урахуванням напрямку руху води в кільці, $h=Sq^2$, м*
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I	1	q_1	d_1	l_1	A_1	$S_1=A_1 \times l_1$	$S_1 \times q_1$	$+h_1 = S_1 \times q_1^2$
	2	q_2	d_2	l_2	A_2	$S_2=A_2 \times l_2$	$S_2 \times q_2$	$+h_2 = S_2 \times q_2^2$
	8	q_8	d_8	l_8	A_8	$S_8=A_8 \times l_8$	$S_8 \times q_8$	$+h_8 = S_8 \times q_8^2$
	6	q_6	d_6	l_6	A_6	$S_6=A_6 \times l_6$	$S_6 \times q_6$	$-h_6 = S_6 \times q_6^2$
	7	q_7	d_7	l_7	A_7	$S_7=A_7 \times l_7$	$S_7 \times q_7$	$-h_7 = S_7 \times q_7^2$
							$\sum(Sq)_I =$	$\Delta h_I = h_1 + h_2 + h_8 - h_6 - h_7$
	$\Delta q_I' = \Delta h_I / (2 \sum(Sq)_I) =$							
II	3	q_3	d_3	l_3	A_3	$S_3=A_3 \times l_3$	$S_3 \times q_3$	$+h_3 = S_3 \times q_3^2$
	4	q_4	d_4	l_4	A_4	$S_4=A_4 \times l_4$	$S_4 \times q_4$	$+h_4 = S_4 \times q_4^2$
	5	q_5	d_5	l_5	A_5	$S_5=A_5 \times l_5$	$S_5 \times q_5$	$-h_5 = S_5 \times q_5^2$
	8	q_8	d_8	l_8	A_8	$S_8=A_8 \times l_8$	$S_8 \times q_8$	$-h_8 = S_8 \times q_8^2$
							$\sum(Sq)_{II} =$	$\Delta h_{II} = h_3 + h_4 - h_5 - h_8$
	$\Delta q_{II}' = \Delta h_{II} / (2 \sum(Sq)_{II}) =$							

Примітки:

A – питомий опір труб (додаток 8);

* втрати напору по ділянці приймаються позитивними, якщо в межах кільця, що розглядається, вода по цій ділянці рухається за годинниковою стрілкою, та, навпаки, якщо вода рухається проти годинникової стрілки, – втрати напору цієї ділянки приймаються негативними;

** при $\Delta h < 0$ поправочні витрати $\Delta q'$ приймаються позитивними для тих ділянок, на яких вода рухається за годинниковою стрілкою, та приймаються негативними для тих ділянок, на яких вода рухається проти годинникової стрілки в межах кільця, що розглядається;

при $\Delta h > 0$ поправочні витрати $\Delta q'$ приймаються негативними для тих ділянок, на яких вода рухається за годинниковою стрілкою, та приймаються позитивними для тих ділянок, на яких вода рухається проти годинникової стрілки в межах кільця, що розглядається;

*** колонки 14, 15, 16, 17 заповнюються аналогічно до колонок 10, 11, 12, 13 відповідно. Якщо значення нев'язки після другого виправлення не досягне допустимого для всіх кілець одночасно, то необхідно виконати наступне виправлення. Кількість виправлень повинна бути такою, щоб для всіх кілець одночасно значення нев'язки не перебільшували допустимих значень.

Продовження таблиці 3.4

Перше виправлення				Наступні виправлення***			
поправочні витрати, $\Delta q'$, л/с**	$q' = \pm \Delta q' + q$, л/с	Sq'	Втрати напору на ділянці, $h' = S(q')^2$, м*	поправочні витрати, $\Delta q''$, л/с	$q'' = \Delta q'' + q'$, л/с	Sq''	Втрати напору на ділянці, $h'' = S(q'')^2$, м
10	11	12	13	14	15	16	17
$\pm \Delta q_I$	$q_1' = \pm \Delta q_I' + q_1$	$S_1 \times q_1'$	$+h_1' = S_1 \times (q_1')^2$				
$\pm \Delta q_I$	$q_2' = \pm \Delta q_I' + q_2$	$S_2 \times q_2'$	$+h_2' = S_2 \times (q_2')^2$				
$\pm \Delta q_I \pm \Delta q_{II}$	$q_8' = \pm \Delta q_I' \pm \Delta q_{II}' + q_8$	$S_8 \times q_8'$	$+h_8' = S_8 \times (q_8')^2$				
$\pm \Delta q_I$	$q_6' = \pm \Delta q_I' + q_6$	$S_6 \times q_6'$	$-h_6' = S_6 \times (q_6')^2$				
$\pm \Delta q_I$	$q_7' = \pm \Delta q_I' + q_7$	$S_7 \times q_7'$	$-h_7' = S_7 \times (q_7')^2$				
		$\sum(Sq')_I =$	$\Delta h_I = h_1' + h_2' + h_8' - h_6' - h_7'$				
$\Delta q_I'' = \Delta h_I' / (2 \sum(Sq')_I) =$							
$\pm \Delta q_{II}$	$q_3' = \pm \Delta q_{II}' + q_3$	$S_3 \times q_3'$	$+h_3' = S_3 \times (q_3')^2$				
$\pm \Delta q_{II}$	$q_4' = \pm \Delta q_{II}' + q_4$	$S_4 \times q_4'$	$+h_4' = S_4 \times (q_4')^2$				
$\pm \Delta q_{II}$	$q_5' = \pm \Delta q_{II}' + q_5$	$S_5 \times q_5'$	$-h_5' = S_5 \times (q_5')^2$				
$\pm \Delta q_I \pm \Delta q_{II}$	$q_8' = \pm \Delta q_I' \pm \Delta q_{II}' + q_8$	$S_8 \times q_8'$	$-h_8' = S_8 \times (q_8')^2$				
		$\sum(Sq')_{II} =$	$\Delta h_{II} = h_3' + h_4' - h_5' - h_8'$				
$\Delta q_{II}'' = \Delta h_{II}' / (2 \sum(Sq')_{II}) =$							

3.3.1 Ув'язка мережі за допомогою комп'ютерної програми «KOLCA»

Ув'язку водопровідної мережі, визначення втрат напору ділянки та визначення дійсної витрати води на ділянці пропонується виконувати на ПЕОМ за допомогою програми "KOLCA". Для цього треба підготувати наступні дані (таблиці 3.5 – 3.8).

Таблиця 3.5 – Загальні дані

Варіант	...
Кількість ділянок	...
Кількість кілець в мережі	...
Кількість вузлів в мережі	...
Нев'язка в мережі	0,5
Кількість ітерацій	100

В таблиці 3.6, яка описує кільця, наведені у вигляді чисельної інформації топологія мережі та напрямки руху потоків води по ділянках, а також їх витрати, що отримані при виконанні попередніх розрахунків (рис.3.2).

Таблиця 3.6 – Таблиця опису кілець

Номер кільця	Кіль- кість ді- лянок в кільці	Номера ділянок, що складають кільце з відповідними знаками (ділянки, на яких вода рухається за годинниковою стрілкою, вважаються умовно позитивними, а проти – умовно негативними)								
		3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	2									

Знаки перед номерами ділянок в таблиці 3.6 вказують напрямок руху води по ділянці. Якщо вода по ділянці в відношенні до кільця, що розглядається, рухається за годинниковою стрілкою, перед номером ділянки ставиться знак “+” (або ніякого знака не ставиться, тому що відсутність знаку приймається так саме як “+”), якщо проти – знак “-”.

Кількість рядків в таблиці повинно дорівнювати кількості кілець у мережі.

В таблиці 3.7, яка описує ділянки мережі, наводяться розрахункові параметри всіх ділянок: довжина, діаметр та витрата води по ділянці (з попередніх розрахунків), а також матеріал труб.

Таблиця 3.7 – Таблиця опису ділянок

№ ділянки	Довжина ді- лянки, м	Діаметр труб ділянки, мм	Витрати води на ділянці, л/с	Матеріал труб
1	2	3	4	5

Кількість рядків в таблиці 3.7 повинно дорівнювати загальній кількості ділянок в мережі.

В таблиці 3.8, яка описує вузли мережі, наводиться топологія та баланс витрат води всіх вузлів мережі. Дані цієї таблиці необхідні для контролю вірності введення вихідних даних.

Знаки перед номерами ділянок в таблиці 3.8 вказують напрямок руху води по ділянці в відношенні до вузла, що розглядається. Якщо вода по ділянці рухається до вузла, перед номером цей ділянки ставиться знак “+”, якщо від вузла – знак “-”.

Таблиця 3.8 – Таблиця опису вузлів

Номер вузла	Вузлові витрати води зі знаками	Кількість ділянок, що складають вузол	Номера ділянок, що складають вузол з відповідними знаками (вхідні до вузла – умовно позитивні, а вихідні – умовно негативні)				
1	2	3	4	5	6	7	8

До другої колонки таблиці 3.8 необхідно записати алгебраїчну суму всіх вузлових витрат води, зосереджених в вузлі, що розглядається. При цьому, вузлові витрати, що входять до вузла (наприклад, витрати, що надходять від водонапірної башти, або витрати, що надходять по водоводам, якщо водоводи не розглядаються як складові частини мережі) слід брати зі знаком “+”, а витрати, що відходять від вузла – зі знаком “-”.

Кількість рядків в таблиці 3.8 дорівнює кількості вузлів в мережі.

Для ув'язки кільцевої мережі необхідно підготувати ПЕОМ до роботи, ввести (або викликати) необхідну програму, ввести вихідні дані, виконати розрахунок та переписати (або роздрукувати) результати розрахунку. При цьому необхідно дотримуватися наступної послідовності.

—Включити ПЕОМ.

—Знайти та запустити програму “Kolca.exe” (на екрані появилася назва цієї частини курсового проекту. Для подальшої роботи необхідно натиснути “Enter”).

—З меню, що з'явилося на екрані (меню складається з “Файлы”, “Редактор”, “Выполнение”, “Завершение”) вибрати “Файлы” (для цього навести “бар” – блакитний прямокутник, який рухається стрілками управління курсору) та натиснути “Enter”.

—Якщо мережа розраховується перший раз, тоді з запропонованих дій (“Новая задача”, “Загрузить задачу”, “Записать задачу”) вибрати “Новая задача”. Для цього навести “бар” на пункт “Новая задача” та натиснути “Enter”. На екрані знов появиться меню.

—Навести “бар” на пункт меню “Редактор” та натиснути “Enter”. На екрані з'явиться перелік вихідних даних, що необхідно заповнити або виправити: “Общие данные”, “Таблица 1”, “Таблица 2”, “Таблица 3”.

—Навести “бар” на таблицю, що буде заповнювати або виправляти (змінювати дані), та натиснути “Enter”. На екрані з'явиться форма відповідної таблиці (такі самі як таблиці 3.5 - 3.8). При цьому одне з чисел на екрані обведено прямокутною рамкою, яку можна переміщувати стрілками управління курсору. Ввід вихідних даних необхідно обов'язково починати з групи загальних даних.

—Для введення або виправлення будь-якого числа, необхідно навести на нього прямокутну рамку та натиснути “Enter”. При цьому в рамці з'являється заштрихований

прямокутник до якого за допомогою клавіатури можна вводити необхідне число (в десятичних дробах замість коми необхідно використовувати крапку). Після цього необхідно натиснути "Enter" (зашифрований прямокутник зникає та в рамці, замість нього, залишається набране число).

—Необхідно мати на увазі, що рух рамки по вертикалі в таблицях можливо тільки по крайній колонці.

—Перехід з однієї таблиці до іншої здійснюється натисканням спочатку "Esc", а потім, при наведеному "барі" на необхідну таблицю, натисканням "Enter".

—Після введення всіх вихідних даних (загальних даних, таблиць опису кілець, ділянок та вузлів) необхідно вийти в меню, навести "бар" на пункт "Выполнение" та натиснути "Enter". На екрані з'являються пропозиції про дві можливі дії: "Выполнить задачу" та "Выдача результатов".

—Навести "бар" на пункт "Выполнить задачу" та натиснути "Enter". Якщо вихідні дані складені та введені вірно, на екрані з'явиться напис: "Ждите, идет расчет". По закінченні розрахунку напис зникає. Якщо в вихідних даних є помилка, напис не з'являється.

—В пункті меню "Выполнение" вибрати дію "Выдача результатов" та натиснути "Enter". На екрані з'явиться запитання про те, який результат Вас цікавить: "Общие данные", "Таблица 1", "Таблица 2", "Таблица 3", "Результаты".

—Навести "бар" на "Результаты" (або, якщо треба, на будь-яку таблицю) та натиснути "Enter". На екрані з'явиться запитання про адресу виводу: "На печать", "На экран", "На диск".

—Навести "бар" "На экран" та натиснути "Enter". На екрані з'явиться результат розрахунку або перелік помилок (їх необхідно ліквідувати та повторити розрахунок спочатку).

—По закінченні розрахунку, вихідні дані необхідно записати на диск для подальшої роботи з ними (для виконання ув'язки мережі під час її роботи при пожежі). Для цього в меню "Файлы" вибрати пункт "Записать задачу" та натиснути "Enter". В відповідь на запитання набрати ім'я, під яким Ви бажаєте записати данні, та натиснути "Enter".

—Для виходу з програми в меню необхідно вибрати пункт "Завершение" та натиснути "Enter". На екрані з'явиться "Выход" та натисканням "Enter" Ви завершуєте роботу з програмою.

При ув'язці мережі на ПЕОМ, визначаються дійсні витрати води по ділянках та втрати напору на кожній ділянці мережі, при цьому досягнута а результаті розрахунку нев'язка не перебільшує задану (якщо нев'язка перебільшує задану величину в таблиці "Общие данные", необхідно збільшити кількість ітерацій та виконати розрахунок спочатку). Результати представлені в вигляді таблиць 3.9 та 3.10.

Таблиця 3.9 – Таблиця результатів ув'язки мережі на ПЕОМ

№ ділянки	Витрати води по ділянці, л/с	Втрати напору на ділянці, м
1	2	3

Таблиця 3.10 – Таблиця результатів одержаної нев'язки по кільцям мережі

№ кільця	Нев'язка по кільцю
1	2

3.4 Визначення втрат напору в мережі до пожежі

Втрати напору в мережі визначаються за формулою:

$$h_M = 1,05 \frac{\sum_{i=1}^k h_i}{k}, \text{ м}, \quad (3.8)$$

де 1,05 – коефіцієнт, що враховує втрати напору в місцевих опорах;

$h_i = \sum h_{\text{діл.}i}$ – втрати напору в одному з можливих напрямків руху води від точки живлення мережі до диктуючої точки, м;

$h_{\text{діл.}i}$ – втрати напору на ділянках, що складають один з k напрямків руху води від точки живлення мережі до диктуючої точки, (таблиця 3.4 або таблиця 3.9), м;

$\sum_{i=1}^k h_i$ – сума втрат напору всіх можливих напрямків руху води від точки живлення мережі до диктуючої точки, м;

k – кількість можливих напрямків руху води від точки живлення мережі до диктуючої точки.

Від вузла 1 до вузла 5 (рис. 3.2) вода може рухатися за трьома напрямками, які знаходяться між вузлами: 1–2–3–4–5; 1–7–6–5; 1–2–3–6–5, тобто втрати напору в кожному напрямку складаються з втрат напору на ділянках, що складають ці напрямки:

– перший напрямок:

$$h_a = h_1 + h_2 + h_3 + h_4, \text{ м};$$

– другий напрямок:

$$h_b = h_7 + h_6 + h_5, \text{ м};$$

– третій напрямок:

$$h_c = h_1 + h_2 + h_8 + h_5, \text{ м};$$

тоді формула (3.8) приймає вигляд:

$$h_M = 1,05 \cdot \frac{h_a + h_b + h_c}{3}, \text{ м}.$$

3.5 Визначення розрахункових витрат води по ділянках мережі під час пожежі

При проектуванні об'єднаної водопровідної мережі її гідравлічний розрахунок під час пожежі зводиться до перевірки визначених при розрахунку мережі до пожежі діаметрів труб на можливість пропуску необхідної кількості води для цілей пожежогасіння.

Припустимо, що пожежа виникне в найвіддаленішій точці мережі, тобто в диктуючій точці. Тоді під час пожежі витрати води, які забирають з цієї точки, збільшуються на величину розрахункових пожежних витрат води. При цьому загальна кількість води, яка подається до точки живлення, так само збільшується на величину розрахункових пожежних витрат води. Всі **інші вузлові витрати води залишаються такими самими**, як і при роботі мережі до пожежі.

Розрахунок виконується графічним способом аналогічно до розрахунку витрат води по ділянках мережі до пожежі. Приклад виконання цього розрахунку для генерального плану розділу 1 наведений на рис. 3.3.

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

$$v_{\text{діл.і}} = \frac{4q_{\text{діл.і}} \cdot 1000}{\pi d_{\text{діл.і}}^2}, \text{ м.} \quad (3.9)$$

Результати перевірки оформлюються в вигляді таблиці (таблиця 3.11).

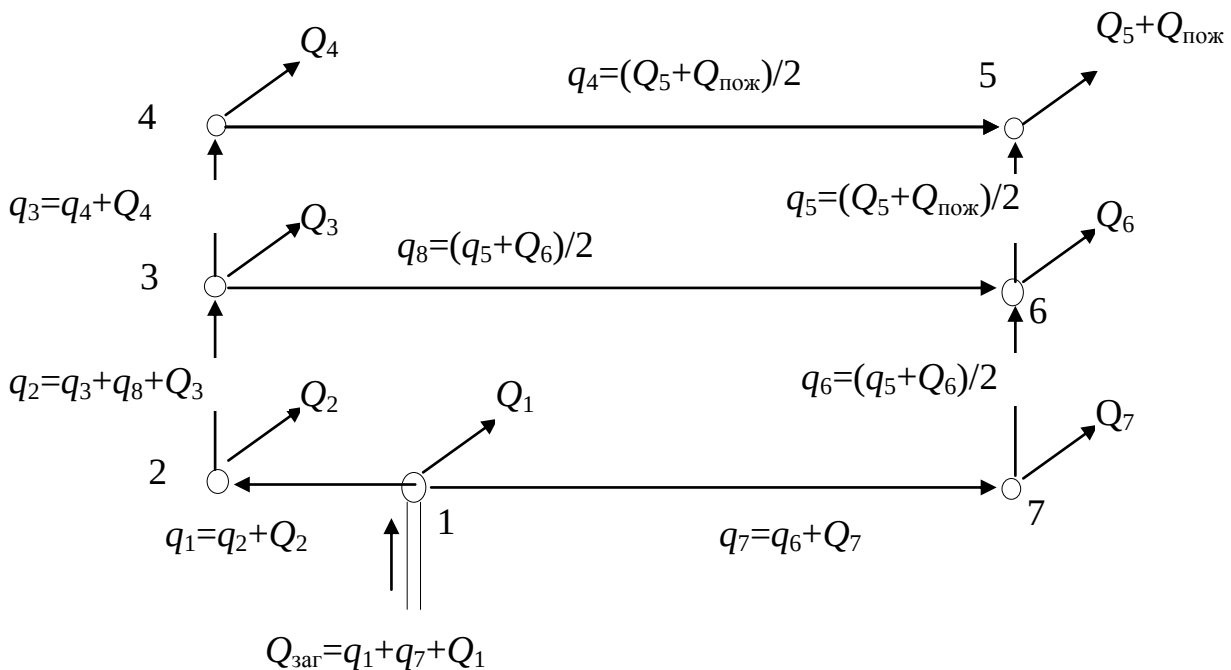


Рис. 3.3 - Визначення витрат води по ділянках мережі при пожежі

Таблиця 3.11 – Визначення швидкості руху води по ділянках мережі під час пожежі

№ ділянки	Витрата води по ділянці $q_{\text{діл}}$, л/с	Діаметр труб ділянки $d_{\text{діл}}$, мм	Швидкості руху води по ділянках мережі під час пожежі $v_{\text{діл}}$, м/с
-----------	--	--	--

1	2	3	4

Якщо швидкість руху води по деякій ділянці перебільшує 2,5 м/с, тоді необхідно збільшити діаметри труб на цій ділянці та виконати ув'язку мережі до пожежі спочатку.

3.6 Ув'язка мережі під час пожежі

Для ув'язки водопровідної мережі під час її роботи при пожежі необхідно скористатися таблицею 3.4, але заповнення колонки 3 – «витрати води» – здійснювати за допомогою рис.3.3. Розрахунок та заповнення таблиці ув'язки мережі під час пожежі здійснюється так саме, як і до пожежі.

3.6.1 Ув'язка мережі під час пожежі за допомогою комп'ютерної програми «KOLCA»

Для ув'язки мережі під час пожежі необхідно виправити вихідні дані, які вводилися при виконанні ув'язки мережі до пожежі. Для цього необхідно зробити наступне.

- Включити ПЕОМ.
- Знайти та запустити програму “Kolca.exe”.
- З меню, що з'явилося на екрані вибрати “Файлы” та натиснути “Enter”.
- Вибрати “Загрузить задачу”, ввести ім'я, під яким були записані вихідні дані при ув'язки мережі до пожежі, та натиснути “Enter”.
- Навести “бар” на пункт меню “Редактор” та натиснути “Enter”. На екрані з'явиться перелік вихідних даних: “Общие данные”, “Таблица 1”, “Таблица 2”, “Таблица 3”.
- Відкрити “Общие данные” та змінити дані п'ятого рядку. Він повинен мати вигляд:

Нев'язка в мережі	1
-------------------	---

- Навести “бар” на “Таблица 2” (таблицю 1 виправляти не треба). Змінити в цієї таблиці тільки четверту колонку (дані для її заповнення взяти з рис.3.3).
- Навести “бар” на “Таблица 3”. Змінити в цієї таблиці в другій колонці дані, які відповідають вузловим витратам тих вузлів, з яких вода забирається для пожежогасіння (всі інші дані не змінюються).
- Після виправлення всіх вихідних даних (загальних даних, таблиць опису ділянок та вузлів) необхідно вийти в меню, навести “бар” на пункт “Выполнение” та натиснути “Enter”. На екрані з'являються пропозиції про дві можливі дії: “Выполнить задачу” та “Выдача результатов”.
- Навести “бар” на пункт “Выполнить задачу” та натиснути “Enter”.
- Подальший порядок дії не відрізняється від порядку, який запропонований при ув'язці мережі до пожежі.

3.7 Визначення втрат напору в мережі під час пропуску витрат води на пожежогасіння

Втрати напору в мережі під час пожежі визначаються аналогічно з розрахунком формули (3.8), але для втрат напору по ділянках мережі при пожежі:

$$h_M^{\text{пож}} = 1,05 \frac{\sum_{i=1}^k h_i^{\text{пож}}}{k}, \text{ м}, \quad (3.10)$$

де 1,05 – коефіцієнт, що враховує втрати напору в місцевих опорах;

$h_i^{\text{пож}} = \sum h_{\text{діл.і}}^{\text{пож}}$ – втрати напору в одному з можливих напрямків руху води від точки живлення мережі до диктуючої точки при пожежі, м;

$h_{\text{діл.і}}^{\text{пож}}$ – втрати напору на ділянках при пожежі, м;

$\sum_{i=1}^k h_i^{\text{пож}}$ – сума втрат напору всіх можливих напрямків руху води від точки живлення мережі до диктуючої точки при пожежі, м;

k – кількість можливих напрямків руху води від точки живлення мережі до диктуючої точки при пожежі.

4 Визначення режиму роботи насосної станції другого підйому

Насосна станція другого підйому до пожежі подає воду до водонапірної башти, а під час гасіння пожежі – до диктуючої точки.

Насосні станції другого підйому, як правило, працюють в ступеневому режимі, тобто насоси однієї групи подають воду цілодобово, а в години, коли потрібно збільшити кількість води, що подається в мережу, включаються до роботи насоси іншого ступеня. Водоспоживання у системах водопостачання дуже нерівномірне, тому, якщо прийняти режим включення насосів у відповідності до режиму водоспоживання, то знадобиться дуже часто вмикати та вимикати насосні агрегати, що ускладнить експлуатацію насосної станції та швидко виведе з ладу її обладнання. Бажано прийняти роботу станції **двоступеневою**.

Режим роботи насосної станції другого підйому приймають із умови максимального наближення до графіка водоспоживання (таблиця 2.2, колонка 10, рис. 2.1).

Насосна станція другого підйому працює наступним чином:

- до пожежі насоси подають воду до водонапірної башти в кількості, необхідній всім водоспоживачам населеного пункту та виробничого об'єкта;
- при пожежі насоси подають воду безпосередньо в мережу, в обхід водонапірної башти, в кількості, необхідній всім водоспоживачам населеного пункту, виробничого об'єкта та на потреби пожежогасіння.

Подача насосами та тривалість роботи кожного ступеня залежить від графіка водоспоживання. При цьому необхідно досягти того, щоб **графік подачі води насосами максимально наближався до графіка водоспоживання** (щоб регулюючий об'єм та відповідно вартість водонапірної башти були мінімальними). При цьому необхідно виконання умови, що сумарний час роботи

насосів повинен складати 24 години, а сумарна кількість води, що подається насосами насосної станції за цей час повинна бути 100 %.

Бажано, щоб співвідношення кількості води, що подається насосною станцією під час роботи першого ступеня до кількості води, що подається насосною станцією під час роботи другого ступеня було приблизно як 1:2 (*наприклад*, насоси першого ступеня подають 2,5 % від добового водоспоживання, а насоси другого ступеня – 5 %). Це необхідно для того, щоб була можливість встановити в насосній станції всі насоси (кожного ступеня) однакової марки.

За одержаними результатами будується графік роботи насосної станції другого підйому (рис. 4.1), на якому по осі абсцис відкладаються години доби (від 0 до 24 годин), а по осі ординат – P_i – відсоток подачі води насосами. Графік будується сумісно з графіком добового водоспоживання.

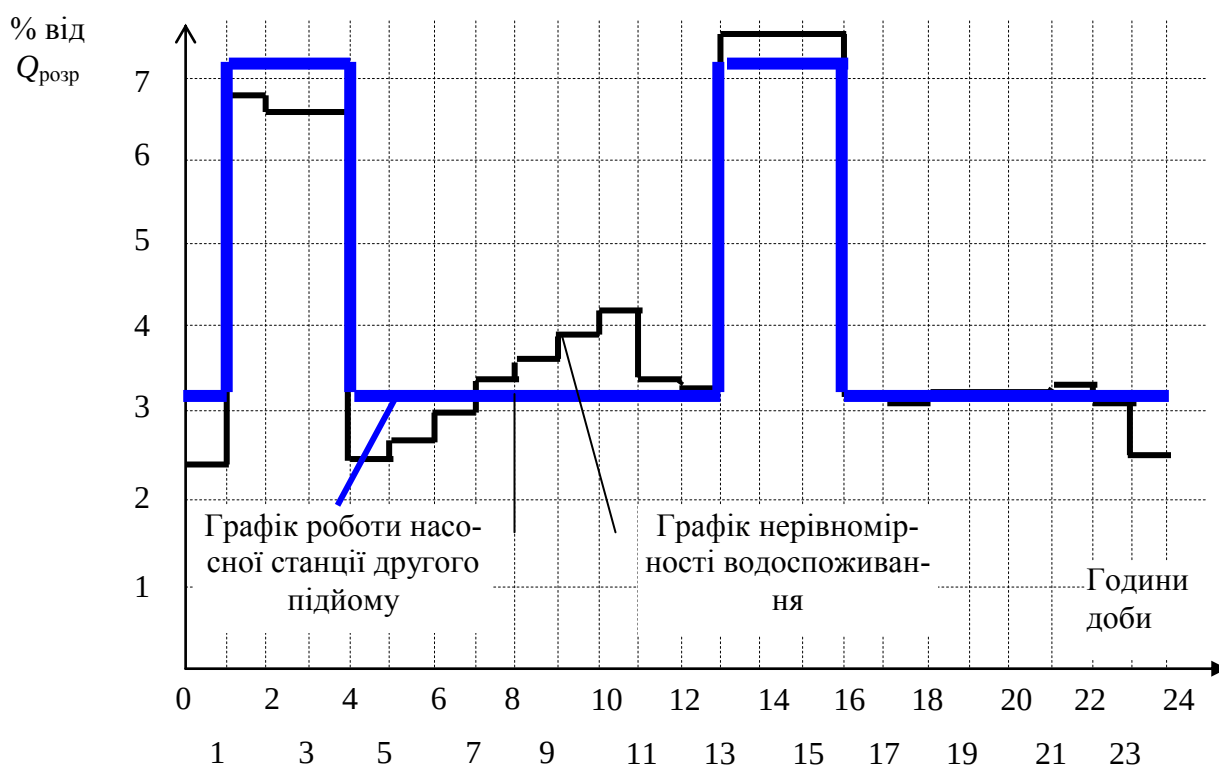


Рис. 4.1 – Графіки нерівномірності водоспоживання та режиму роботи насосної станції II підйому

5 Розрахунок резервуарів чистої води

Резервуари чистої води (РЧВ) виконують роль регулюючих та запасних ємностей, тому при проектуванні можливе розташування резервуарів між насосними станціями.

Насосна станція першого підйому найчастіше працює цілодобово в рівномірному режимі, тобто насоси подають кожен годину 4,17% від добової витрати ($Q_{розр}$).

Режим роботи насосної станції другого підйому визначався в розділі 4.

Загальний об'єм резервуарів чистої води $W_{\text{РЧВ}}$ складається з двох величин ([3], п. 13.1.1):

$$W_{\text{РЧВ}} = W_{\text{рег}} + W_{\text{НЗ}}, \text{ м}^3, \quad (5.1)$$

де $W_{\text{рег}}$ – регулюючий об'єм резервуарів, м^3 ;
 $W_{\text{НЗ}}$ – об'єм недоторканного запасу води, м^3 .

5.1 Визначення регулюючого об'єму резервуарів чистої води

За умовою розміщення резервуарів чистої води між насосними станціями першого та другого підйомів, використання регулюючого об'єму резервуарів здійснюється наступним чином: до резервуарів вода подається від насосної станції першого підйому, яка працює в рівномірному режимі, а забирається – насосною станцією другого підйому, яка працює в ступеневому режимі. Тобто в деякі години надлишок води накопичується у резервуарах, а у години, коли насосна станція другого підйому забирає більше води, ніж подається, недостатня кількість води забирається з резервуарів. Отже, чим значніша різниця між подачею та забором води насосними станціями, тим більший регулюючий об'єм резервуарів.

Визначення регулюючого об'єму резервуарів здійснюється табличним або аналітичним способами.

Для визначення регулюючого об'єму резервуарів табличним способом проводиться аналіз режиму роботи насосних станцій та заповнюється таблиця 5.1.

Таблиця 5.1 – Визначення регулюючого об'єму резервуарів чистої води табличним способом

Години доби	Режим роботи НС-I, %	Режим роботи НС-II, %	Подача до РЧВ, %	Забір з РЧВ, %	Залишок у РЧВ, %
1	2	3	4	5	6

При заповненні таблиці 5.1, необхідно враховувати наступне:

- колонка 1 “Години доби” складається з опису кожного часу доби, починаючи з “0–1”, закінчуючи “23–24”;
- колонка 2 заповнюється згідно з графіком роботи насосної станції першого підйому, яка, як правило, працює в рівномірному режимі, тобто кожну годину подає близько 4,17 % від добового водоспоживання;
- колонка 3 заповнюється згідно з графіком роботи насосної станції другого підйому (рис.4.1);
- колонки 4 та 5 заповнюються одночасно: якщо забір води насосною станцією другого підйому (колонка 3) в годину, яка розглядається, перебільшує подачу насосної станції першого підйому (колонка 2), тоді недостатня кількість води забирається з резе-

рвуару – тобто результат заноситься в 5-ту колонку, при цьому колонка 4 залишається вільною; якщо забір води насосною станцією другого підйому (колонка 3) в годину, яка розглядається, менше подачі насосної станції першого підйому (колонка 2), тоді надлишок води поступає до резервуара – тобто результат заноситься в 4 колонку, а вільною залишається колонка 5;

– колонку 6 починають заповнювати виходячи з припущення, що резервуар до години 0 – 1 був порожнім, потім до визначеного об'єму резервуара додається кількість води, якщо у наступному рядку є значення в колонці 4, або віднімається від попереднього об'єму, якщо значення є в колонці 5.

За результатами розрахунку з таблиці 5.1 із колонки 6 вибирається два числа:

- найбільше позитивне – $\max^+ "$;
- найбільше за модулем негативне – $\max^- "$.

Тоді регулюючий об'єм резервуарів визначається:

$$W_{\text{рег}} = \frac{KQ_{\text{розр}}}{100}, \text{ м}^3, \quad (5.2)$$

де $K = (\max^+ ") + (|\max^- "|)$ – коефіцієнт, що складається зі значень, які визначені за результатами таблиці 5.1;

$Q_{\text{розр}}$ – розрахункові витрати води за добу максимального водоспоживання, $\text{м}^3/\text{доб}$, що визначались за формулою 2.17.

5.2. Визначення недоторканого запасу води в резервуарах чистої води

Недоторканий 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:

$$W_{\text{НЗ}} = W_{\text{НПЗ}} + W_{\text{НЗГ-П}}, \text{ м}^3, \quad (5.3)$$

де $W_{\text{НПЗ}} = \frac{3600 \cdot \tau \cdot Q_{\text{пож}}}{1000}$ – запас води, необхідний на $\tau=3$ години гасіння

пожежі, м^3 ; $Q_{\text{пож}}$ – витрати води на пожежогасіння, л/с;

$W_{\text{НЗГ-П}} = (Q_{\text{max год}} - Q_{\text{душ}}^{\text{max год}}) \cdot \tau$ – запас води, що необхідний на потреби населеного пункту та виробничого об'єкта за годину максимального водоспоживання (без урахування витрат води на прийняття душу працівниками на об'єкті) протягом 3 годин гасіння пожежі, м^3 ; $Q_{\text{max год}}$ – розрахункова максимальна годинна витрата води для всіх водоспоживачів водопровідної мережі (таблиця 2.2, максимальне значення з колонки 9), $\text{м}^3/\text{год}$; $Q_{\text{душ}}^{\text{max год}}$ – ви-

трата води на прийняття душу за годину максимального водоспоживання, якщо вона припадає на цей час, м³/год.

Відповідно до п. 13.2.10 ДБН В.2.5-74:2013 загальна кількість резервуарів в одному вузлі повинна бути **не менше двох**.

Вибір **типового резервуара** здійснюється за допомогою додатку 6:

- типовий проект –
- об'єм резервуара –
- довжина резервуара –
- ширина резервуара –
- глибина резервуара –

6 Розрахунок водонапірної башти

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 урахування рельєфу місцевості фактична висота башти проектується меншою.

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

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

$$W_{\text{бВБ}} = W_{\text{рег}} + W_{\text{НЗ}}, \text{ м}^3, \quad (6.1)$$

де $W_{\text{рег}}$ – регулюючий об'єм баку, м³;
 $W_{\text{НЗ}}$ – об'єм недоторканного запасу води, м³.

6.1 Визначення регулюючого об'єму баку водонапірної башти

При подачі води насосною станцією другого підйому надлишок її поступає до баку водонапірної башти. У часи, коли водоспоживання перевищує подачу насосів, недостатня кількість води береться з баку башти. Отже, чим значніше різниця між подачею насосів та водоспоживанням, тим більше повинний бути регулюючий об'єм баку водонапірної башти.

Для визначення регулюючого об'єму баку водонапірної башти проводиться аналіз режиму роботи насосної станції (що подає воду до башти при режимі роботи мережі до пожежі) та водоспоживання з мережі за добу (таб-

лиця 2.2 колонка 10) шляхом сумісної побудови цих графіків, або табличним способом (таблиця 6.1).

Таблиця 6.1 – Визначення регулюючого об'єму бака водонапірної башти табличним способом

Години доби	Режим роботи НС-II, %	Режим водоспоживання, %	Подача до ВБ, %	Забір з ВБ, %	Залишок у ВБ, %
1	2	3	4	5	6

При заповненні таблиці 6.1, необхідно враховувати наступне:

- колонка 1 “Години доби” складається з опису кожного часу доби, починаючи з “0–1”, закінчуючи “23–24”;
- колонка 2 повністю співпадає з колонкою 3 таблиці 5.1;
- колонка 3 повністю співпадає з колонкою 10 таблиці 2.2;
- колонки 4 та 5 заповнюються одночасно: якщо водоспоживання (колонка 3) в годину, яка розглядається, перебільшує подачу насосної станції (колонка 2), тоді недостатня кількість води забирається з баку – тобто результат заноситься в 5-ту колонку, при цьому колонка 4 залишається вільною; якщо водоспоживання (колонка 3) в годину, яка розглядається, менше подачі насосної станції (колонка 2), тоді надлишок води поступає до баку – тобто результат заноситься в 4 колонку, а вільною залишається колонка 5;
- колонку 6 починають заповнювати виходячи з припущення, що бак до години 0 – 1 був порожнім, потім до визначеного об'єму баку додається кількість води, якщо у наступному рядку є значення в колонці 4, або віднімається від попереднього об'єму, якщо значення є в колонці 5.

За результатами розрахунку з таблиці 6.1 із колонки 6 вибирається два числа:

- найбільше позитивне – $\max^+ "$;
- найбільше за модулем негативне – $\max^- "$.

Тоді регулюючий об'єм резервуарів визначається:

$$W_{\text{рег}} = \frac{K Q_{\text{розр}}}{100}, \text{ м}^3, \quad (6.2)$$

де $K = (\max^+ ") + (|\max^- "|)$ – коефіцієнт, що складається зі значень, які визначені за результатами таблиці 6.1, але взяті за модулем;

$Q_{\text{розр}}$ – розрахункові витрати води за добу максимального водоспоживання, $\text{м}^3/\text{доб}$, що визначались за формулою 2.17.

6.2 Визначення недоторканого запасу води в водонапірній башті

Недоторканий запас води бака водонапірної башти складається з двох величин:

$$W_{\text{НЗ}} = W_{\text{НПЗ}} + W_{\text{НЗГ-п}}, \text{ м}^3, \quad (6.3)$$

де $W_{\text{НПЗ}} = \frac{(Q_{\text{пож}}^{\text{одна вн. (max)}} + Q_{\text{пож}}^{\text{одна зовн. (max)}}) \cdot \tau \cdot 60}{1000}$ – запас води, необхід-

ний на $\tau = 10$ хвилин гасіння пожежі, поки не включаться до роботи пожежні насоси-підвищувачі, що забезпечать подачу пожежних витрат води в мережу (п. 13.1.5 [3]), м³; $Q_{\text{пож}}^{\text{одна вн. (max)}}$ – максимальна витрата води на внутрішнє пожежогасіння однієї пожежі (в населеному пункті або на виробничому об'єкті), л/с; $Q_{\text{пож}}^{\text{одна зовн. (max)}}$ – максимальна витрата води на зовнішнє пожежогасіння (в населеному пункті або на виробничому об'єкті), л/с;

$W_{\text{НЗГ-П}} = \frac{(Q_{\text{max год}} - Q_{\text{душ}}^{\text{в max год}}) \cdot \tau}{60}$ – запас води, що необхідний на по-

треби населеного пункту та виробничого об'єкта **в годину максимального водоспоживання** (без урахування витрат води на прийняття душу працівниками на виробничому об'єкті) протягом $\tau = 10$ хвилин ([3] п. 13.1.5), м³; $Q_{\text{max год}}$ – розрахункова максимальна годинна витрати води для всіх водоспоживачів населеного пункту та виробничого об'єкта (таблиця 2.2, максимальне значення з колонки 9), м³/год; $Q_{\text{душ}}^{\text{в max год}}$ – витрата води на прийняття душу **в годину максимального водоспоживання**, якщо вона припадає на цей час, м³/год.

6.3 Розрахунок висоти водонапірної башти

Висоту водонапірної башти визначають:

$$H_{\text{ВБ}} = h_{\text{м}} + H_{\text{в}} + (z_{\text{д.т.}} - z_{\text{ВБ}}), \text{ м}, \quad (6.4)$$

де $h_{\text{м}}$ – втрати напору в мережі при її роботі до пожежі (визначалось за формулою (3.8)), м;

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

$z_{\text{д.т.}}$ – геодезична відмітка диктуючої точки (визначаються за генеральним планом), м;

$z_{\text{ВБ}}$ – геодезична відмітка встановлення водонапірної башти (визначаються за генеральним планом), м.

6.4 Вибір типової конструкції водонапірної башти

Типова конструкція башти вибирається по її висоті та об'єму бака за допомогою додатка 7:

- типовий проект –
- об'єм бака ВБ –
- висота ВБ –

Знаючи об'єм *типового бака* водонапірної башти, визначають його діаметр:

$$D_{\text{БВБ}} = 1,2 \sqrt[3]{W_{\text{БВБ}}^{\text{типовий}}}, \text{ м}, \quad (6.5)$$

де $W_{\text{БВБ}}^{\text{типовий}}$ – об'єм бака типової водонапірної башти, м³.

Знаючи діаметр *типового бака*, визначають його висоту:

$$H_{\text{БВБ}} = \frac{4W_{\text{БВБ}}^{\text{типовий}}}{\pi(D_{\text{БВБ}})^2}, \text{ м}. \quad (6.6)$$

7 Вибір насосів для насосних станцій та визначення їх типу

7.1 Розрахунок насосної станції першого підйому

Насосна станція першого підйому працює в рівномірному режимі та подає воду від джерела водопостачання через очисні споруди до резервуарів чистої води. При цьому за добу насоси повинні подати 100% води ($Q_{\text{розр.}}$). Тобто кожний час насоси подають $100/24 \approx 4,17\%$. **Режим роботи НС-I під час пожежі не змінюється.**

Для вибору насосів необхідно знати їх розрахункові параметри: розрахункову витрату води $Q_{\text{НС-I}}$ та розрахунковий напір $H_{\text{НС-I}}$.

Розрахункові витрати для насосів насосної станції першого підйому визначаються:

$$Q_{\text{НС-I}} = \frac{4,17Q_{\text{розр}}}{100}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (7.1)$$

де 4,17 – щогодинна подача води насосами, %.

Напір насосів насосної станції першого підйому повинен забезпечити подачу води по водоводах від НС-I до НС-II. Тобто під час розрахунку враховуються тільки втрати напору в водоводах та різниця відміток встановлення НС-I та НС-II:

$$H_{\text{НС-I}} = h_{\text{вод}}^{\text{НС-I}-\text{НС-II}} + (z_{\text{НС-II}} - z_{\text{НС-I}}), \text{ м}, \quad (7.2)$$

де $h_{\text{вод}}^{\text{НС-I}-\text{НС-II}}$ – втрати напору в водоводах, що з'єднують насосні станції (визначається за формулою 7.3), м;

$z_{\text{НС-I}}$ – геодезична відмітка встановлення насосної станції першого підйому (визначаються за генеральним планом), м;

$z_{\text{НС-II}}$ – геодезична відмітка встановлення насосної станції другого підйому (визначаються за генеральним планом), м.

Кількість ліній водоводів необхідно приймати з урахуванням категорії системи водопостачання. Бажано прокладати водоводи в дві лінії, при цьому кожна розраховується на пропуск 70% розрахункової кількості води. Втрати напору в водоводах визначаються:

$$h_{\text{вод}}^{\text{НС-I-НС-II}} = A \cdot l_{\text{вод}}^{\text{НС-I-НС-II}} \left(q_{\text{вод}}^{\text{НС-I-НС-II}} \right)^2, \text{ м}, \quad (7.3)$$

де A – питомий опір труб водоводу (додаток 8), приймається в залежності

від діаметра труб водоводу $d_{\text{вод}}^{\text{НС-I-НС-II}} = \sqrt{\frac{4q_{\text{вод}}^{\text{НС-I-НС-II}}}{1000\pi v}}, \text{ м};$

$$q_{\text{вод}}^{\text{НС-I-НС-II}} = 0,7Q_{\text{НС-I}} \frac{1000}{3600} - \text{витрати води водоводу, л/с};$$

$l_{\text{вод}}^{\text{НС-I-НС-II}}$ – довжина водоводу між насосними станціями (приймається приблизно за генеральним планом), м;

v – швидкість руху води в трубах водоводів, приймається в інтервалі 0,7 – 1,2 м/с.

Насоси насосних станцій підключаються між собою за паралельною схемою. Кожний з насосів повинен створювати розрахунковий напір, а загальна подача насосів приймається як сума подачі кожного. Параметри типових насосів надані у додатку 9.

Кількість резервних насосів визначається залежно від кількості робочих за додатком 10 або табл. 33 [3].

Таблиця 7.1 – 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

До таблиці 7.1 колонки 1 заносяться всі групи насосів:

- робочі;
- резервні.

Колонки 2 та 3 для робочої групи насосів заповнюються за результатами розрахунків (колонка 2 – результат, одержаний за формулою 7.1; колонка 3 – результат, одержаний за формулою 7.2). Для резервної групи насосів колонки 2 та 3 не заповнюються.

Колонки 4, 5 та 6 заповнюються за допомогою додатку 9 та 10. При цьому необхідно враховувати, що насоси працюють паралельно, тобто вибір насосів здійснюється за

необхідним напором, а подача необхідної кількості води забезпечується встановленням в насосній станції декількох насосів.

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

7.2 Розрахунок насосної станції другого підйому

Насосна станція другого підйому до пожежі подає воду до водонапірної башти, а під час гасіння пожежі – до диктуючої точки.

До пожежі розрахунковий напір насосів для насосної станції другого підйому визначається:

$$H_{\text{НС-II}} = H_{\text{ВБ}} + H_{\text{бВБ}} + h^{\text{НС-II-VБ}} + (z_{\text{ВБ}} - z_{\text{НС-II}}), \text{ м}, \quad (7.4)$$

де $H_{\text{ВБ}}$ – висота водонапірної башти, що прийнята за типовим проектом (додаток 6), м;

$H_{\text{бВБ}}$ – висота баку водонапірної башти (формула 6.6), м;

$z_{\text{ВБ}}$ – геодезична відмітка встановлення водонапірної башти (визначається за генеральним планом), м;

$z_{\text{НС-II}}$ – геодезична відмітка встановлення насосної станції другого підйому (визначається за генеральним планом), м.

$h^{\text{НС-II-VБ}}$ – втрати напору в частині мережі між НС-II та водонапірною баштою (визначаються за формулою 7.5), м.

Втрати напору в частині мережі між НС-II та водонапірною баштою визначаються в залежності від місця розташування водонапірної башти. Якщо водонапірна башта встановлюється до першого вузла (або в першому вузлі) кільцевої магістральної водопровідної мережі, тоді втрати напору визначаються:

$$h^{\text{НС-II-VБ}} = A \cdot l^{\text{НС-II-VБ}} \left(q^{\text{НС-II-VБ}} \right)^2, \text{ м}, \quad (7.5)$$

де A – питомий опір труб цієї частини мережі (додаток 8), приймається в

залежності від їх діаметра $d^{\text{НС-II-VБ}} = \sqrt{\frac{4q^{\text{НС-II-VБ}}}{1000\pi\nu}}, \text{ м};$

$q^{\text{НС-II-VБ}} = 0,7Q_{\text{max}}^{\text{НС-II}} \cdot \frac{1000}{3600}$ – витрати води, л/с; $Q_{\text{max}}^{\text{НС-II}} = \frac{P_{\text{max}} Q_{\text{розр}}}{100}$ –

максимальна подача насосної станції другого підйому, м³/год; P_{max} – подача води насосами того ступеня, що подає максимальну кількість води в % від добової розрахункової витрати води $Q_{\text{розр}}$;

$l^{\text{НС-II}-\text{ВБ}}$ – довжина частини мережі між насосною станцією та водонапірною баштою, м;

v – швидкість руху води в трубах частини мережі між насосною станцією та водонапірною баштою, приймається в інтервалі 0,7 – 1,2 м/с.

Якщо водонапірна башта розташована в диктуючій точці (у разі, коли відмітки поверхні землі в диктуючій точці найбільші), тоді втрати напору в трубопроводах між НС-II та водонапірною баштою приймаються рівними втратам напору в мережі до пожежі, які визначалися за формулою 3.8.

При пожежі розрахунковий напір насосів для насосної станції другого підйому визначається:

$$H_{\text{НС-II}}^{\text{ПОЖ}} = h_{\text{М}}^{\text{ПОЖ}} + H_{\text{В}}^{\text{ПОЖ}} + (z_{\text{д.т.}} - z_{\text{НС-II}}), \text{ м}, \quad (7.6)$$

де $h_{\text{М}}^{\text{ПОЖ}}$ – втрати напору в водопровідній мережі при її роботі під час пожежі (3.10), м;

$H_{\text{В}}^{\text{ПОЖ}} = 10$ – вільний напір на пожежному гідранті, встановленому в диктуючій точці, м;

$z_{\text{д.т.}}$ – геодезична відмітка диктуючої точки (визначається за генеральним планом), м.

Примітка. При розрахунку $H_{\text{НС-II}}$ необхідно враховувати, що його значення залежить від $h^{\text{НС-II}-\text{ВБ}}$. При одержанні $H_{\text{НС-II}} \geq 100$ м, необхідно збільшити $d^{\text{НС-II}-\text{ВБ}}$, що зменшить $h^{\text{НС-II}-\text{ВБ}}$, та відповідно $H_{\text{НС-II}}$.

Визначається **тип насосної станції другого підйому**:

– при $H_{\text{НС-II}} \geq H_{\text{НС-II}}^{\text{ПОЖ}}$ – насосна станція проектується за принципом **низького тиску**, тобто до пожежі насосна станція забезпечує подачу води на потреби всіх водоспоживачів при звичайному режимі роботи (до пожежі) з необхідним при цьому тиском, а під час пожежі в насосній станції додатково включаються пожежні насоси, які забезпечують подачу лише пожежних витрат води з тиском звичайного режиму роботи;

– при $H_{\text{НС-II}} < H_{\text{НС-II}}^{\text{ПОЖ}}$ – насосна станція проектується за принципом **високого тиску**, тобто до пожежі насосна станція забезпечує подачу води на потреби всіх водоспоживачів при звичайному режимі роботи (до пожежі) з необхідним при цьому тиском, а під час пожежі в насосній станції всі насоси звичайного режиму відключаються, а замість них в роботу включаються по-

жежні насоси, які забезпечують подачу пожежних витрат води та всіх витрат звичайного режиму з тиском, який необхідний при пожежі.

Розрахункові витрати насосів насосної станції другого підйому визначаються для двох режимів роботи мережі.

До пожежі:

– для першого ступеня витрати води визначаються за формулою:

$$Q_{\text{НС-ІІ}_1} = \frac{P_{\min} Q_{\text{розр}}}{100}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (7.7)$$

де $P_{\min}$ – подача води насосами першого ступеня, які працюють цілодобово, % від $Q_{\text{розр}}$ розрахункової добової витрати води;

– для другого ступеня витрати води визначаються за формулою:

$$Q_{\text{НС-ІІ}_2} = \frac{(P_{\max} - P_{\min}) Q_{\text{розр}}}{100}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (7.8)$$

де $P_{\max}$ – подача води другого ступеня насосної станції, що забезпечує подачу води у години максимального водоспоживання, % від $Q_{\text{розр}}$ розрахункової добової витрати води.

Примітка: якщо насосна станція працює в **триступеновому** режимі, тоді:

– для другого ступеня витрати води визначаються за формулою:

$$Q_{\text{НС-ІІ}_2} = \frac{(P_{\text{сер}} - P_{\min}) Q_{\text{розр}}}{100}, \text{ м}^3/\text{год},$$

де $P_{\text{сер}}$ – подача води другого ступеня насосної станції;

– для третього ступеня витрати води визначаються за формулою:

$$Q_{\text{НС-ІІ}_3} = \frac{(P_{\max} - P_{\text{сер}}) Q_{\text{розр}}}{100}, \text{ м}^3/\text{год},$$

де $P_{\max}$ – подача води третього ступеня насосної станції, що забезпечує подачу води у години максимального водоспоживання.

При пожежі витрати води визначаються в залежності від того, якого типу проектується насосна станція – високого або низького тиску.

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

$$Q_{\text{НС-II}}^{\text{пож}} = Q_{\text{пож}} \frac{3600}{1000}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (7.9)$$

де $Q_{\text{пож}}$ – пожежні витрати води, л/с.

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

$$Q_{\text{НС-II}}^{\text{пож}} = \frac{P_{\text{max}} Q_{\text{розр}}}{100} + Q_{\text{пож}} \frac{3600}{1000}, \text{ м}^3/\text{год}. \quad (7.10)$$

Кількість резервних насосів, що встановлюються в насосній станції, визначається за [3] таблиця 33, або додатком 10.

Прийняті насоси, їх характеристики та кількість заносяться до таблиці 7.2.

Таблиця 7.2 – Вибір насосів насосної станції другого 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
г-п першого ступеня						
г-п другого ступеня						
г-п третього ступеня						
пожежні						
резервні	–	–				

До колонки 1 (табл. 7.2) в окремі рядки заносяться:

– робочі насоси:

– господарсько-питні насоси першого ступеня;

– господарсько-питні насоси другого ступеня,

– господарсько-питні насоси третього ступеня (якщо насосна станція працює в триступеновому режимі),

– пожежні насоси,

– резервні насоси.

Колонки 2 та 3 для робочої групи насосів заповнюються за результатами розрахунків. Для резервної групи насосів колонки 2 та 3 не заповнюються.

Колонки 4, 5 та 6 заповнюються за допомогою додатку 9 та 10. При цьому необхідно враховувати, що насоси працюють паралельно, тобто вибір насосів здійснюється за необхідним напором, а подача необхідної кількості води забезпечується встановленням в насосній станції декількох насосів.

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

Висновки

До висновків необхідно включити наступне:

1. У відповідності з метою виконання курсового проекту, зробити висновки про її досягнення.
2. Описати схему системи водопостачання населеного пункту та вказати всі споруди, що забезпечують подачу води всім водоспоживачам.
3. Перечислити всі розрахунки, які виконувались протягом курсового проектування.

Наприклад:

При виконанні курсового проекту була запроектована водопровідна мережа, що подає воду для потреб населеного пункту (господарсько-питні та поливка) та авторемонтного заводу (виробничі, господарсько-питні працівників, душові), а під час виникнення пожежі – на потреби пожежогасіння.

Водопровідна мережа має кільцеву конфігурацію, складається з 2 кілець, 8 ділянок та 7 вузлів.

Вододжерелом для населеного пункту являється річка, з якої вода, після відповідної водопідготовки, подається насосною станцією першого підйому до резервуарів чистої води (запроектовано два типових залізобетонних резервуари (проект Союзводоканалпроект) розмірами кожного: об'єм – 1500 м³; довжина – 18 м; ширина – 18 м; глибина – 4,84 м).

Насосна станція першого підйому розрахована на встановлення 3 робочих та 2 резервних насосів марки K90/20.

З резервуарів чистої води вода забирається насосною станцією другого підйому та подається під час роботи мережі до пожежі до водонапірної башти (типова шатрова залізобетонна башта зі стальним баком (проект ЦНДІЕП), висота 21 м, об'єм бака 500 м³), а під час пожежі – до диктуючої точки.

Насосна станція другого підйому запроектована за принципом низького тиску, та розрахована на встановлення 8 робочих та 2 резервних насосів марки K-100-65-200.

При виконанні курсового проекту були виконані наступні розрахунки:

1. Розрахунок необхідних витрат води для споживачів населеного пункту, підприємства та пожежогасіння.
2. Гідравлічний розрахунок водопровідних мереж до пожежі та під час пожежі (розрахунок за допомогою комп'ютерної програми “Kolca” та табличним способом).
3. Розрахунок резервуарів чистої води.
4. Розрахунок водонапірної башти.
5. Розрахунок необхідних напорів та витрат води для насосів (до пожежі та під час пожежі).

Метою виконання курсового проекту було запроектувати водопровідну мережу та відповідні споруди, що забезпечать подачу води від річки до кожного водоспоживача населеного пункту та виробничого об'єкта – мета досягнута.

ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ ГРАФІЧНОЇ ЧАСТИНИ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

1 Генеральний план

У курсовому проекті розміщення споруд водопостачання вказується на **генеральному плані** міста разом зі схемою системи водопостачання.

На генеральному плані наносяться:

- джерело водопостачання;
- розташування кварталів міської забудови;
- відмітки поверхні землі з горизонталями;
- насосні станції першого та другого підйому;
- резервуари чистої води;
- водонапірна башта;
- водоводи;
- магістральний водопровід;
- місця встановлення гідрантів на магістральній мережі (через 150-200м);
- експлікація будівель і споруд (над основним написом – штампом, зразок якого наведений у додатку 12);
- умовні позначення.

Споруди на генеральному плані нумеруються та заносяться до експлікації, **яка розміщується над основним написом аркуша графічної частини** – штампом (додаток 12).

Експлікація (приклад)

№ п.п.	Найменування	Кількість	Примітка
1	Житлові квартали населеного пункту	18	
2	Виробничий об'єкт	1	
3	Річка, що являється вододжерелом для системи водопостачання населеного пункту та виробничого об'єкта	1	
4	Насосна станція першого підйому	1	
5	Водонапірна башта	1	
6	Резервуари чистої води	2	
...	...		

Приклад виконання генерального плану наданий у додатку 11.

2 Насосна станція

Задачею виконання креслень насосних станцій є визначення:

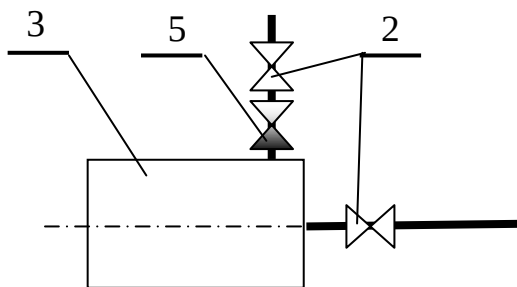
- місць встановлення насосів;
- розривів між насосними агрегатами згідно вимог п. 14.2 ДБН В.2.5-74:2013 та проходів для персоналу;

- визначення місць прокладання всмоктуючих та напірних колекторів за п. 11.12 ДБН В.2.5-74:2013;
- розміщення запірної та регулюючої арматури на напірних та всмоктуючих лініях за п. 11.7 – 11.8 ДБН В.2.5-74:2013;
- заглиблення полу насосної станції залежно від відмітки осі насосу згідно вимог п. 11.4, п. 11.13, п. 11.15 ДБН В.2.5-74:2013;
- нанесення заходів з виконання вимог розділу 6.3.3. Правил пожежної безпеки України (пожежних кранів, первинних засобів пожежогасіння, засобів зв'язку та ін.).

Розміри будівлі насосної станції вибираються з урахуванням габаритів насосного обладнання, розривів між обладнанням, розміщення приміщень для персоналу і підбираються залежно від сортаментів будівельних конструкцій (шагу колон, стандартної довжини плит перекриття тощо).

На схемах і кресленнях систем водопостачання допускається наносити габарити будівельних конструкцій станцій без визначення умовних позначень матеріалів, заповнення прорізів та отворів.

Насосні агрегати на кресленнях плану показуються як габарити фундаментів та насосних агрегатів. Розриви між насосами визначаються між вказаними габаритами.



Всмоктуючий та напірний колектори повинні розміщатися в будівлі насосної станції, якщо це не викликає збільшення розмірів машинного зала.

Кількість напірних та всмоктуючих ліній приймається на підставі вимог п. 11.5 – 11.6 ДБН В.2.5-74:2013. Незалежно від кількості та груп насосів всмоктуючих ліній повинно бути не менше двох.

Необхідно також враховувати заглиблення насосів на підставі вимог п. 11.4 ДБН В.2.5-74:2013.

Відмітку осі насосів варто визначати, як правило, за умов встановлення корпусу насосів під залив: залежно від відміток води у резервуарі чистої води – від верхнього рівня води (обумовленого від дна) пожежного об'єму при одній пожежі, середнього – при двох і більше пожежах; від рівня води аварійного обсягу при відсутності пожежного обсягу; від середнього рівня води при відсутності пожежного й аварійного обсягів.

На кресленні наносяться розміри будівель в осях, технологічні розриви між обладнанням, номери обладнання, відмітки підлоги.

Повинна бути надана специфікація обладнання, наприклад:

СПЕЦИФІКАЦІЯ

№ п.п.	Найменування обладнання	Одиниця виміру	Кількість
1	Насос господарсько-питний марки К 200-65 (робочий)	од	2
2	Насос пожежний марки К 200-65 (робочий)	од	2
3	Насос марки К 200-65 (резервний)	од	2
4	Засувка d = 200 мм	од	2
5	Клапан регулюючий зворотній d = 200 мм	од	1
6	Колектор напірний d = 400 мм	м	10
...	...	...	...

Приклад виконання креслень насосної станції наданий у додатку 11.

3 Резервуари чистої води

Під час виконання креслень резервуарів чистої води необхідно враховувати наступні дані:

- розміри резервуарів, що приймаються за типовими проектами;
- умови утеплення резервуару (з урахуванням глибини промерзання ґрунту в зоні будівництва);
- рівні недоторканого запасу води, що визначається за формулою:

$$h_{H3} = \frac{W_{H3}}{n \times S_{PЧВ}},$$

де $S_{PЧВ}$ – площа резервуару;

n – кількість резервуарів, що прийнято у проєкті;

- максимальний рівень води в що визначається за формулою:

$$H_{\max} = \frac{W_{PЧВ}}{n \times S_{PЧВ}},$$

- заходи щодо збереження недоторканого запасу води.

На кресленнях вказують трубопроводи, що забезпечують надійну експлуатацію резервуарів та безперебійну подачу води у резервуар і забір її на різні потреби.

Приклад виконання креслення резервуара чистої води наданий у додатку 11.

4 Водонапірна башта

На кресленнях водонапірної башти повинні бути обов'язково вказані:

- висота ствола башти (приймається за типовим проектом);
- розміри водонапірного баку;
- прокладка трубопроводів (напірних для заповнення баку, забірних господарсько-питних та пожежних, переливних, для спорожнення);
- розміщення запірно-регулюючої арматури;
- рівень недоторканого запасу та максимальний рівень води у водонапірному баку.

Будівельні конструкції ствола башти, фундаменту, шатра, сходів, перекриттів та інше можуть бути показані допоміжними лініями у їх габаритах.

Креслення повинні мати пояснюючі написи та нумерацію обладнання, що встановлюється. Обладнання вноситься в специфікацію.

Приклад виконання креслення водонапірної башти наданий у додатку 11.

ЛІТЕРАТУРА

1. Петухова О.А. Спеціальне водопостачання: [підручник] \ Петухова О.А., Горносталь С.А., Уваров Ю.В. – Харків: НУЦЗУ, 2015. – 255 с.
2. ДБН В.2.5-64:2012 "Внутрішній водопровід та каналізація"
3. ДБН В.2.5-74:2013 "Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди"
4. Протипожежне водопостачання: методичні вказівки для виконання курсового проекту на тему «Протипожежне водопостачання населеного пункту» для здобувачів вищої освіти за спеціальністю 261 "Пожежна безпека"/ Укладачі: О.А. Петухова, С.А. Горносталь, А.М. Чернуха. – Х.: НУЦЗУ, 2017. – 72 с.

ДОДАТКИ

Додаток 1

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ
Кафедра пожежної профілактики в населених пунктах

КУРСОВИЙ ПРОЕКТ

з дисципліни «Протипожежне водопостачання»
на тему: «*Протипожежне водопостачання населеного пункту*»

Курсанта _____ курсу _____ групи
спеціальності «Пожежна безпека»

(прізвище та ініціали)

Керівник _____

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Національна шкала _____

Кількість балів: _____ Оцінка: ECTS _____

Члени комісії

(підпис)

(прізвище та ініціали)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

м. Харків - 20 __рік

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

ЗАВДАННЯ

на виконання курсового проекту
з дисципліни «Протипожежне водопостачання»
на тему: «Протипожежне водопостачання населеного пункту»
№ залікової книжки _____

Вихідні дані по населеному пункту

Остання цифра номеру зал. книжки	
Номер генерального плану	
Довжина населеного пункту, м	
Ширина населеного пункту, м	
Кількість мешканців у населеному пункті, тис. осіб	
Кількість поливок за добу ($n_{\text{пол}}$)	
Тривалість однієї поливки ($\tau_{\text{пол}}$), годин	
Передостання цифра номеру залікової книжки	
Поверховість будівлі (висота одного поверху 3 м)	
Ступінь благоустрою житлової забудови	

Вихідні дані по виробничому об'єкті

Остання цифра номеру залікової книжки	
Виробничий об'єкт	
Одиниця виміру продукції, що випускається	
Кількість продукції, що випускається за зміну	
Витрати води на виробничі потреби для випуску одиниці продукції, $\text{м}^3/(\text{одинація продукції})$	
Об'єм виробничого корпусу, тис.м^3	
Категорія виробництва за пожежовибухонебезпекою	
Ступінь вогнестійкості будівлі	
Передостання цифра номеру залікової книжки	
Кількість робочих змін	
Кількість працівників, що працюють в зміну	
Кількість працівників в зміну, що приймають душ, %	
Площа виробничого об'єкта, га	

Перелік графічного матеріалу:

- 1 – генеральний план населеного пункту разом зі схемою системи водопостачання;
- 2 – план насосної станції другого підйому зі схемою обв'язки насосів;
- 3 – схема водонапірної башти;
- 4 – схема резервуару чистої води.

Завдання видав: _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завдання отримав: _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

“ _____ ” _____ 20__ р.

ДБН В.2.5-74:2013 таблиця 1 – Питома середньодобова (за рік) норма питного водоспоживання

Ступінь благоустрою житлової забудови	Питома середньодобова (за рік) норма питного водоспоживання, л/добу на одного мешканця
Житлова забудова, обладнана внутрішнім водопроводом та каналізацією:	
без ванн	100 – 135
з ваннами та місцевими водонагрівачами	150 – 230
з центральним гарячим водопостачанням	230 – 285

ДБН В.2.5-74:2013 таблиця 2 – Значення коефіцієнту $\beta_{\max}$, що враховує кількість мешканців у населеному пункті

Кількість мешканців, тис. осіб	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26
$\beta_{\max}$	1,35	1,3	1,28	1,26	1,24	1,22	1,2	1,2	1,2	1,2

ДБН В.2.5-74:2013 п. 6.2.12:

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

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

ДБН В.2.5-74:2013 п. 6.2.11:

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

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

ДБН В.2.5-74:2013 таблиця 3 – Витрати води з водопровідної мережі на зовнішнє пожежогасіння в населених пунктах

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

ДБН В.2.5-74:2013 таблиця 5 – Витрати води на зовнішнє пожежогасіння будівель виробничого або складського призначення шириною не більше ніж 60 метрів

Ступінь вогнестійкості будівель	Категорія будівлі за вибухопожежною та пожежною небезпекою	Витрата води на зовнішнє пожежогасіння будівель виробничого або складського призначення з ліхтарями, а також без ліхтарів шириною не більше ніж 60 м на одну пожежу, л/с, при об'ємах будівель, тис. м ³						
		до 3 включ.	від 3 до 5 включ.	від 5 до 20 включ.	від 20 до 50 включ.	від 50 до 200 включ.	від 200 до 400 включ.	від 400 до 600 включ.
I, II	Г, Д	10	10	10	10	15	20	25
I, II	А, Б, В	10	10	15	20	30	35	40
III	Г, Д	10	10	15	25	35	—	—
III	В	10	15	20	30	40	—	—
IIIa	Г, Д	10	10	15	15	20	—	—
IIIa	А, Б, В	15	15	20	25	35	—	—
IIIб	Г, Д	15	20	25	35	—	—	—
IIIб	В	20	25	30	45	—	—	—
IV	Г, Д	10	15	20	30	—	—	—
IV, V	В, Д	15	20	25	40	—	—	—
IVa	Г, Д	20	25	30	40	—	—	—
IVa	В	25	30	35	50	—	—	—

ДБН В.2.5-64:2012 таблиця 3 – Витрати води на внутрішнє пожежогасіння житлових та громадських будівель

Тип будинку, будівлі, споруди	Кількість струменів	Мінімальна витрата води на внутрішнє пожежогасіння, л/с, на один струмінь
1. Житлові будинки		
підвищеної поверховості умовною висотою $26,5 \text{ м} < H \leq 47 \text{ м}$	1	2,5
висотні умовною висотою $47 \text{ м} < H \leq 73,5 \text{ м}$	2	2,5
висотні умовною висотою $73,5 \text{ м} < H \leq 100 \text{ м}$	Відповідно до ДБН В.2.2-24:2009	

ДБН В.2.5-64:2012 таблиця 4 – Витрати води на внутрішнє пожежогасіння виробничих будівель

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, Б, 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					

Розподіл добових витрат води по годинах для населеного пункту в залежності від коефіцієнту годинної нерівномірності водоспоживання –

$K_{\max \text{ год}}$

Години доби	Витрати води по годинах доби в залежності від коефіцієнту годинної нерівномірності водоспоживання – $K_{\max \text{ год}}$											
	1,2	1,25	1,3	1,35	1,4	1,45	1,5	1,7	1,8	1,9	2	2,5
0–1	3,5	3,35	3,2	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	0,9	0,85	0,75	0,6
1–2	3,45	3,25	3,2	3,2	2,65	2,1	1,5	1,0	0,9	0,85	0,75	0,6
2–3	3,45	3,3	2,9	2,5	2,2	1,85	1,5	1,0	0,9	0,85	1,0	1,2
3–4	3,4	3,2	2,9	2,6	2,25	1,9	1,5	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0
4–5	3,4	3,25	3,3	3,5	3,2	2,85	2,5	2,0	1,35	2,7	3,0	3,5
5–6	3,55	3,4	3,7	4,1	3,9	3,7	3,5	3,0	3,85	4,7	5,5	3,5
6–7	4,0	3,85	4,1	4,5	4,5	4,5	4,5	5,0	5,2	5,35	5,5	4,5
7–8	4,4	4,45	4,6	4,9	5,1	5,3	5,5	6,5	6,2	5,85	5,5	10,2
8–9	5,0	5,2	5,0	4,9	5,35	5,8	6,25	6,5	5,5	4,5	3,5	8,8
9–10	4,8	5,05	5,4	5,0	5,85	6,05	6,25	5,5	5,85	4,2	3,5	6,5
10–11	4,7	4,85	5,8	4,9	5,35	5,8	6,25	4,5	5,0	5,5	6,0	4,1
11–12	4,55	4,6	4,6	4,7	5,25	5,7	6,25	5,5	6,5	7,5	8,5	4,1
12–13	4,55	4,6	4,5	4,4	4,6	4,8	5,0	7,0	7,5	7,9	8,5	3,5
13–14	4,45	4,55	4,3	4,1	4,4	4,7	5,0	7,0	6,7	6,35	6,0	3,5
14–15	4,6	4,75	4,3	4,1	4,6	5,05	5,5	5,5	5,35	5,2	5,0	4,7
15–16	4,6	4,7	4,3	4,4	4,6	5,3	6,0	4,5	4,65	4,8	5,0	6,2
16–17	4,6	4,5	4,3	4,9	4,9	5,45	6,0	5,0	4,5	4,0	3,5	10,4
17–18	4,3	4,5	4,2	4,1	4,6	5,05	5,5	6,5	5,5	4,5	3,5	9,4
18–19	4,35	4,4	4,4	4,5	4,7	4,85	5,0	6,5	6,3	6,2	6,0	7,3
19–20	4,25	4,3	4,4	4,5	4,5	4,5	4,5	5,0	5,35	5,7	6,0	1,6
20–21	4,25	4,3	4,4	4,5	4,4	4,2	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	1,6
21–22	4,15	4,2	4,5	4,8	4,2	3,6	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	1,0
22–23	3,9	3,75	4,2	4,6	3,7	2,85	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	0,6
23–24	3,8	3,7	3,5	3,3	2,7	2,1	1,5	1,0	1,0	1,0	1,0	0,6
Всього	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Розподіл витрат води на господарсько-питні потреби працівників по годинах зміни в залежності від коефіцієнту годинної нерівномірності водоспоживання – $K_{\text{год}}$

Години доби	Витрати води по годинах зміни в залежності від коефіцієнту годинної нерівномірності – $K_{\text{год}}$
	3 („холодні” цеха)
0–1	12,5
1–2	6,25
2–3	6,25
3–4	6,25
4–5	18,75
5–6	37,5
6–7	6,25
7–8	6,25
Всього	100

Характеристики резервуарів чистої води
(залізобетонні, проект Союзводоканалпроект)

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

Характеристики водонапірних башт

Об'єм бака, м ³	Висота ствола башти, м	Тип башти
50	9; 12; 15; 18; 21; 24	Безшатрова башта з цегляним стволом та сталевим баком. Проект ЦНДІЕП.
50	15; 18	Уніфікована башта заводського виготовлення (системи Рожновського). Проект ДіпроНДІсільгосп.
50	12; 18	Безшатрова башта зі стволом із збірного залізобетону та сталевим баком. Проект ДПІ Київпромбуд.
100	12; 15; 18; 21; 24	Безшатрова башта з цегляним стволом та сталевим баком. Проект ЦНДІЕП.
100	24	Шатрова башта зі стволом із збірного залізобетону та сталевим баком. Проект ДПІ Київпромбуд.
200	12; 15; 18; 21; 24	Безшатрова башта з цегляним стволом та сталевим баком. Проект ЦНДІЕП.
200	24; 30	Шатрова башта зі стволом із збірного залізобетону та сталевим баком. Проект ДПІ Київпромбуд.
500	15; 18; 21; 24; 30; 36	Безшатрова башта з цегляним стволом та сталевим баком. Проект ЦНДІЕП.
500	30; 36	Безшатрова башта зі стволом із збірного залізобетону та сталевим баком. Проект ДПІ Київпромбуд.
500	21; 24; 30; 36; 42	Шатрова залізобетонна башта з сталевим баком. Проект ЦНДІЕП.
800	18; 21; 24; 30; 36	Безшатрова башта з цегляним стволом та сталевим баком. Проект ЦНДІЕП.
800	21; 24; 30; 36; 42	Шатрова залізобетонна башта з сталевим баком. Проект ЦНДІЕП.
1000	18; 21; 24; 30; 36	Безшатрова башта з цегляним стволом та сталевим баком. Проект ЦНДІЕП.
1000	21; 24; 30; 36; 42	Шатрова залізобетонна башта з сталевим баком. Проект ЦНДІЕП.

Таблиця опорів сталевих та чавунних труб в залежності від їх діаметру

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

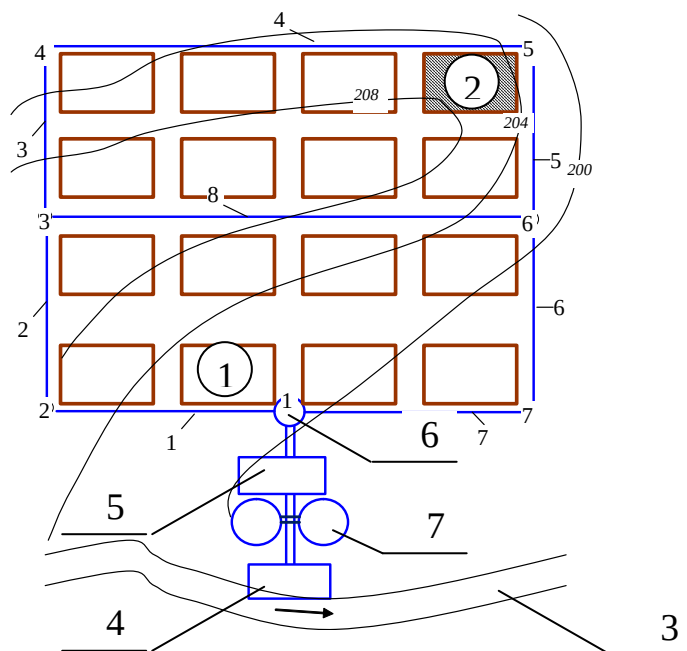
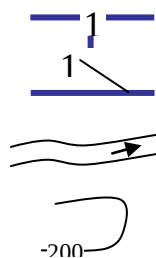
Характеристики насосів

Марка насоса	Напір насоса, м	Подача (витрата) насоса, м³/год
Відцентрові насоси консольного типу		
K8/18	18	8
K20	18	20
K90/20	20	90
K20/30	30	20
K45/30	30	45
K-80-50-200	50	50
K-100-65-200	50	100
K-100-65-250	80	100
Відцентрові насоси консольного типу КМ		
КМ 50-32-125	20	12,5
КМ 65-50-160	32	25
КМ 100-80-160	32	100
КМ 80-50-200	50	50
КМ 100-65-200	50	100
Відцентрово – вихрові насоси		
ЦВК 4/85	85	14,4
ЦВК 5/120	120	18
ЦВК 6,3/160	160	22,7
Відцентрові насоси типу Д		
Д200-95	23	100
Д200-36	36	200
Д320-50	50	320
Д800-57	57	800
Д500-65	65	500
Д1250-65	65	1250
Д320-70	70	320
Д630-90	90	630

ДБН В.2.5-74:2013 таблиця 33

Кількість робочих агрегатів однієї групи	Кількість резервних агрегатів в насосних станціях в залежності 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.

Генеральний план**Умовні позначення**

Номери вузлів

Номери ділянок

Річка, що являється вододжерелом для системи водопостачання населеного пункту та виробничого об'єкта

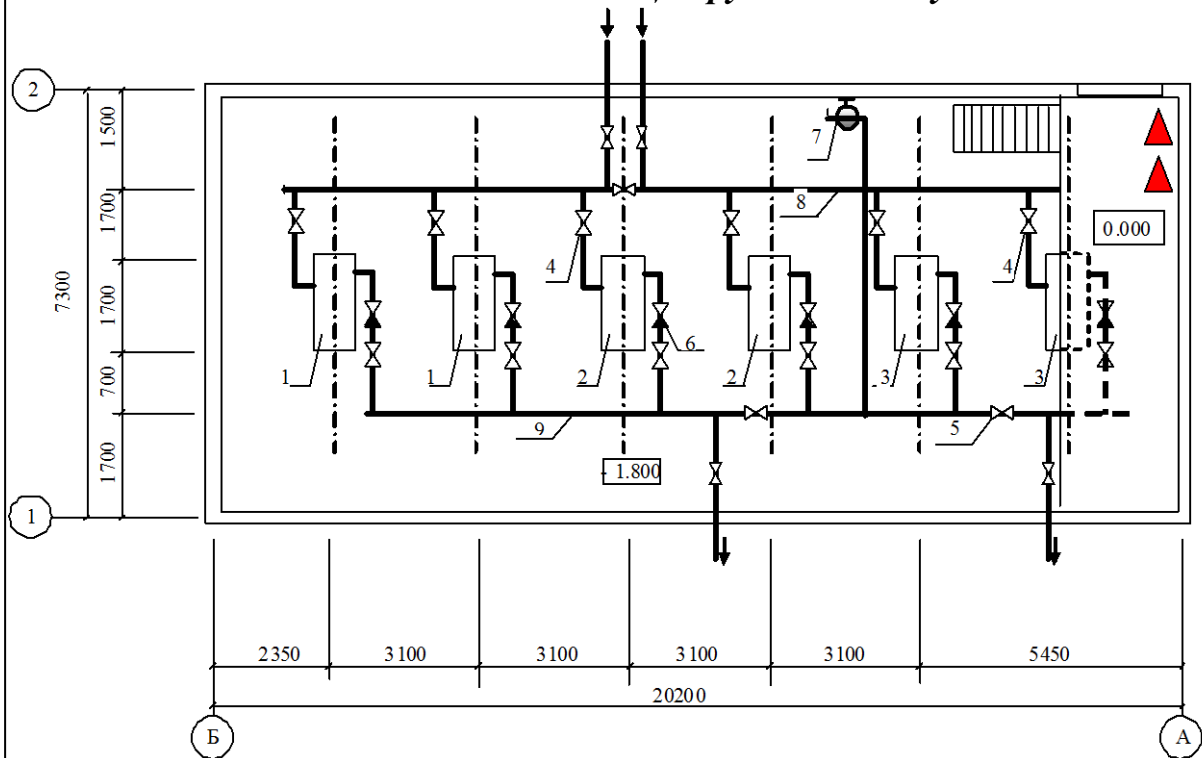
Відмітки поверхні землі з горизонтальними

Експлікація

№ п.п.	Найменування				Кількість	Примітка
1	Житлові квартали населеного пункту				15	
2	Виробничий об'єкт - ???				1	
3	Річка				1	
4	Насосна станція першого підйому				1	
5	Насосна станція другого підйому				1	
6	Водонапірна башта				1	
7	Резервуари чистої води				2	

					НУЦЗУ.4.??-???.ППНП.ГЧ						
					Протипожежне водопостачання населеного пункту						
	Лис	№ докум.	Підп.	Дата				Літ.	Лист	Листів	
Розроб.										1	4
Перевір.	Петухова О.А.										
Т.контр											
					Генеральний план						
Н.контр											
Затв.											
						Група					

План насосної станції другого підйому



Примітки:

1. Діаметри всмоктуючих трубопроводів дорівнюють діаметру водоводів між НС-I та НС-II (

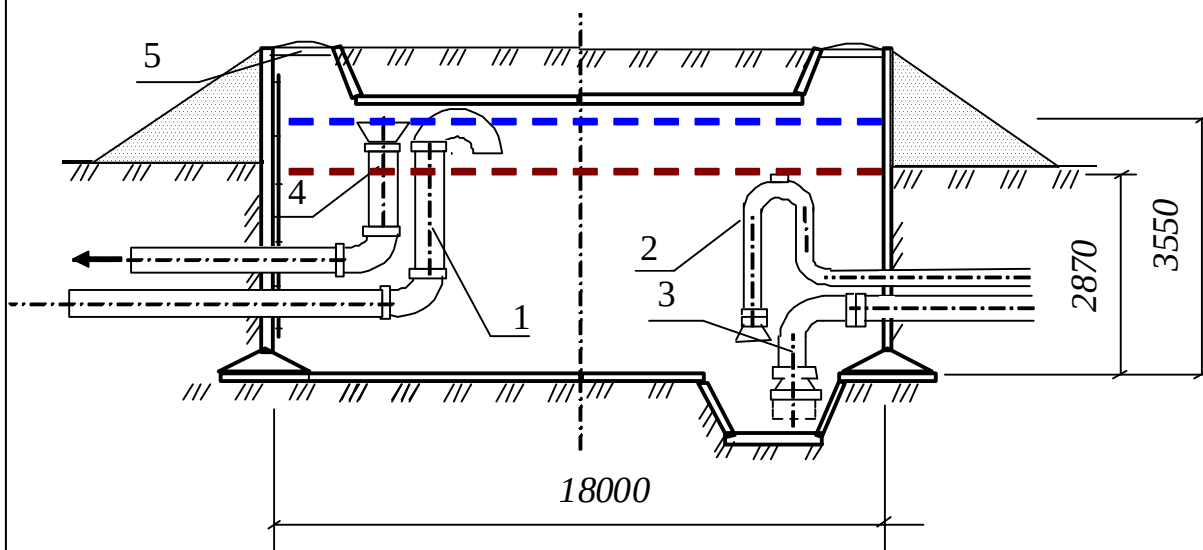
$$d_{\text{вод}}^{\text{НС-I-НС-II}} = \sqrt{\frac{4q_{\text{вод}}^{\text{НС-I-НС-II}}}{1000 \cdot \pi \cdot v}} = ??? \text{ мм}.$$

2. Діаметри напірних трубопроводів дорівнюють діаметру ділянок, що примикають до точки живлення мережі – вузла №1 ($d=??? \text{ мм}$).

Специфікація

№ п.п.	Найменування обладнання				Одиниця виміру	Кіль- кість			
1	Насос господарсько-питний марки К 200-65 (робочий першої та другої ступені)				од	2			
2	Насос пожежний марки К 200-65 (робочий)				од	2			
3	Насос марки К 200-65 (резервний)				од	2			
4	Засувка d = 300 мм				од	9			
5	Засувка d = 200 мм				од	10			
6	Клапан регулюючий зворотній d = 200 мм				од	6			
7	Кран-комплект пожежний				од	1			
8	Трубопровід всмоктуючий d = 300 мм				од	2			
9	Трубопровід напірний d = 200 мм				од	2			
					НУЦЗУ.4.??-???.ППНП.ГЧ				
					Протипожежне водопостачання насе- лого пункту	Літ.	Лист	Листів	
	Лис	№ докум.	Підп.	Дата					
	Розроб.							1	4
	Перевір.	Петухова О.А.							
	Т.контр								
					План насосної станції другого підйому	Група			
	Н.контр								
	Затв.								

Схема резервуара чистої води



Примітки:

1. Максимальний рівень води в РЧВ:

$$H_{\max} = \frac{W_{\text{РЧВ}}}{n \times S_{\text{РЧВ}}} = \frac{2300}{2 \times (18 \times 18)} = 3,55 \text{ м}$$

2. Рівень недоторканого запасу води в РЧВ:

$$h_{\text{НЗ}} = \frac{W_{\text{НЗ}}}{n \times S_{\text{РЧВ}}} = \frac{1860}{2 \times (18 \times 18)} = 2,87 \text{ м}$$

Специфікація

№ п.п.	Найменування обладнання				Одиниця виміру	Кількість
1	Трубопровід подавальний				од	1
2	Трубопровід забірний (на господарсько-питні потреби)				од	1
3	Трубопровід забірний (на пожежні потреби)				од	1
4	Трубопровід переливний				од	1
5	Горловина РЧВ				од	2
					НУЦЗУ.4.??-???.ППНП.ГЧ	
					Протипожежне водопостачання населеного пункту	
	Лис	№ докум.	Підп.	Дата		
	Розроб.					
	Перевір.	Петухова О.А.				
	Т.контр					
	Н.контр				Схема резервуара чистої води	
	Затв.					
					Літ.	Лист
						3
						4
					Група	

Схема водонапірної бапти

Dimensions and elevations shown in the diagram:

- Roof diameter: 9530
- Roof height: 6030
- Roof slope height: 630
- Water level in the tank: 7025
- Elevation levels (from top to bottom): 239.000, 231.000, 229.500, 201.000, 200.200
- Base elevation: 1350

Labels and components:

- 1: Ручний привід засувки (Manual valve actuator)
- 2: Під'їзд з твердим покриттям (Access with hard pavement)
- 3: В мережу (To network)
- 4: До каналізації (To sewerage)
- 5: Водонапірна башта (Water tower)
- 6: Водопровід (Water supply pipe)
- 7: Каналізація (Sewerage)
- 8: Водосток (Drainage)

Специфікація

№ п.п.	Найменування обладнання				Одини- ця вимі- ру	Кіль- кість				
1	Трубопровід забору води на господарсько-питні потреби				од	1				
2	Трубопровід забору води на пожежні потреби				од	1				
3	Трубопровід подавальний				од	1				
4	Трубопровід переливний				од	1				
5	Трубопровід грязьовий				од	1				
6	Електрозасувка				од	2				
7	Зворотній клапан				од	1				
8	Патрубки для приєднання пожежної техніки				од	2				
					НУЦЗУ.4.??-???.ППП.ГЧ					
					Протипожежне водопостачання насе- лого пункту		Лім.	Лист	Листів	
	Лис	№ докум.	Підп.	Дата						
	Розроб.								3	4
	Перевір.	Петухова О.А.								
	Т.контр									
					Схема водонапірної бапти		Група			
	Н.контр									
	Затв.									

Форма основного напису (штампу) на аркушах розрахунково-пояснювальної записки

Форма 1 На першому аркуші

8 x 5 = 40					НУЦЗУ.4.??-???.ППНП.РПЗ						
		<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>	Тема КП			<i>Лім.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
	Розроб.										
	Перевір.										
	Н.контр										
	Затв.				група						
	17	23	15	10							
185											

Форма 2 На наступних аркушах

15					НУЦЗУ.4.??-???.ППНП.РПЗ						Лист
		<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>						
		17	23	15	10						
185											

Форма основного напису (штампу) на аркушах графічної частини

11 x 5 = 55					НУЦЗУ.4.??-???.ППНП.ГЧ						
		<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>	Тема КП			<i>Лім.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
	Розроб.										
	Перевір.										
	Т.контр										
	Н.контр				група						
	Затв.										
		17	23	15	10						
185											

Підп. до друк 14.06.17. Формат 60х84 1/16.
Умовн.-друк. арк.4,3.

Вид. № 18/17.

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

—