

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

Кафедра пожежної профілактики в населених пунктах

ІНЖЕНЕРНІ МЕРЕЖІ ТА КОМУНІКАЦІЇ

**Методичні вказівки для виконання курсового проекту
на тему «Водопостачання населеного пункту»**

Для здобувачів вищої освіти,
які навчаються на першому (бакалаврському) рівні
за спеціальністю 263 "Цивільна безпека"

Харків 2020

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

Кафедра пожежної профілактики в населених пунктах

ІНЖЕНЕРНІ МЕРЕЖІ ТА КОМУНІКАЦІЇ

**Методичні вказівки для виконання курсового проекту
на тему «Водопостачання населеного пункту»**

Для здобувачів вищої освіти,
які навчаються на першому (бакалаврському) рівні
за спеціальністю 263 "Цивільна безпека"

Харків 2020

Рекомендовано до друку кафедрою
пожежної профілактики в населених
пунктах НУЦЗ України
(протокол від 09.12.2019 № 4)

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

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

Інженерні мережі та комунікації: методичні вказівки для виконання курсового проекту на тему «Водопостачання населеного пункту». Для здобувачів вищої освіти, які навчаються на першому (бакалаврському) рівні за спеціальністю 263 "Цивільна безпека" / Укладачі: С. А. Горносталь, О. А. Петухова. – НУЦЗУ, 2020. – 56 с.

В методичних вказівках наведено теоретичні відомості, довідкові дані, список літератури; все, що є необхідним для виконання розрахунків. Вказано вимоги до оформлення розрахунково-пояснювальної записки та креслень, наведено порядок розрахунку водопровідних споруд. Методичні вказівки призначено для здобувачів вищої освіти, які навчаються на першому (бакалаврському) рівні за спеціальністю 263 «Цивільна безпека».

ВСТУП

Метою виконання курсового проекту з дисципліни «Інженерні мережі та комунікації» на тему «Водопостачання населеного пункту» являється одержання курсантами та студентами навичок використання нормативних документів щодо визначення вірності вибору параметрів водопровідних мереж та водонапірних споруд у розробленні та перевірці вірності виконання розділу "Інженерно-технічні заходи цивільного захисту (цивільної оборони)" у складі проектної документації об'єктів різного призначення.

Запобігання виникненню НС на об'єктах системи водопостачання передбачає підготовку та реалізацію заходів, спрямованих на прогнозування та оцінювання соціально-економічних наслідків НС; розробку та здійснення заходів, спрямованих на запобігання виникненню НС; створення, збереження і раціональне використання матеріальних ресурсів, необхідних для запобігання НС. Актуальність цих питань підкреслюється значним переліком недоліків, що виявлені у проектах під час їх перевірки. Так, наприклад, у багатьох проектах невірно визначенні необхідні витрати води на цілі пожежогасіння, об'єм недоторканого запасу води у резервуарах та баках водонапірних башт, нераціонально прийняті марки насосів-підвищувачів, які забезпечують подачу води до пожежних гідрантів, пожежних кранів або до установок автоматичного пожежогасіння.

В вступі к курсовому проекту необхідно навести мету курсового проекту, привести декілька (2-3) прикладів надзвичайних ситуацій, що відбулися на мережах водопостачання протягом останніх 5 років, вказати роль підрозділів ДСНС в їх ліквідуванні.

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 споживачів</i>	
<i>3. Гідравлічний розрахунок водопровідної мережі</i>	
<i>4. Розрахунок резервуарів чистої води</i>	
<i>5. Розрахунок водонапірної бапти</i>	
<i>6. 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 - на вибір** – схема водонапірної бапти або схема резервуару чистої води.*

РПЗ та ГЧ виконуються **власноручно відповідно ручкою (РПЗ) та олівцем (ГЧ)** на стандартних аркушах формату А4. Креслення виконуються з додержанням масштабу, правил ЄСКД та стандартних умовних позначень. Титульний аркуш курсового проекту та бланк завдання оформлюють за зразком, наведеним в **додатку 1**.

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 та на аркушах з кресленнями повинна бути рамка зі штампом (додаток 12). **Шифр, який вказується в штампі:** назва навчального закладу (НУЦЗУ), номер факультету (1,2...5), шифр залікової книжки, випускаюча кафедра (ППНП), тип документу (для роз-

рахунково-пояснювальної записки – РПЗ, для графічної частини – ГЧ).
Наприклад,

НУЦЗУ.1.2016-101.ППНП.РПЗ

НУЦЗУ.1.2016-01.ППНП.ГЧ

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

ЗАВДАННЯ

При виконанні курсового проекту на тему «Водопостачання населеного пункту» необхідно запроектувати водопровідну мережу заданого населеного пункту так, щоб вона змогла подати необхідну кількість води споживачам населеного пункту та виробничого об'єкта при двох режимах роботи: під час гасіння пожежі та до неї. Треба передбачити встановлення насосних станцій першого та другого підйомів, водонапірної башти. В якості регулюючої ємності між насосними станціями 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 1.1) 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 1.2) надають тип виробничого об'єкта з описом одиниць виміру та кількості продукції, що випускається, необхідну кількість води для її виробництва, опис виробничого корпусу та його пожежонебезпеку, а також опис кількості змін та працівників, що працюють протягом кожної зміни.
- вихідні дані по водопровідній мережі (таблиця 1.3) надають довжину мережі, діаметр трубопроводів та їх матеріал.

Таблиця 1.1 – 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			1		2		
Довжина населеного пункту, м	1700	1500	1600	1800	1650	1700	1300	1700	1650	1300
Ширина населеного пункту, м	1500	1400	1300	1100	1200	1200	1300	1400	1000	1100
Кількість мешканців у населеному пункті, тис. осіб	26	24	20	12	18	16	14	10	12	8
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

Остання цифра номеру зал. книжки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Ступінь благоустрою житлової забудови	Внутрішній водопровід, каналізація, без ванн			Внутрішній водопровід, каналізація і ванни з місцевими водонагрівачами			Внутрішній водопровід, каналізація і центральне гаряче водопостачання			

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	Автомонтний завод	Деревообробний завод	Пластмасовий завод	Льонокомбінат	Прядильно-ткацька фабрика	Шкіряна фабрика	Борошномельний завод	Хлібопекарня	Молокозавод	Цукровий завод
Одиниця виміру продукції, що випускається	1 автомобіль	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
Кількість продукції, що випускається за зміну	5	50	20	1	1	1	4	2	2	4
Витрати води на виробничі потреби для випуску одиниці продукції, м ³ /(одиниця продукції)	19	7	38	140	204	70	3	4,5	9	3,5
Об'єм виробничого корпусу, тис.м ³	10	20	30	40	50	60	70	80	90	65
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	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
Кількість працівників, що працюють в зміну	400	150	300	250	380	350	400	450	500	55
Кількість працівників в зміну, що приймають душ, %	40	60	80	70	80	80	50	50	60	100
Площа виробничого об'єкта, га	< 150									

Таблиця 1.3 - По водопровідній мережі

Передостання цифра залікової книжки	0	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Матеріал трубо- проводів	Сталь	Чавун	Сталь	Чавун	Сталь	Чавун	Сталь	Чавун	Сталь	Чавун
Довжина водово- дів між НС-II та ВБ	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650
Довжина водово- дів між НС-I та НС-II	650	600	550	500	450	400	350	300	250	200

Умовні позначення до генеральних планів



Житлові квартали населеного пункту



Виробничий об'єкт



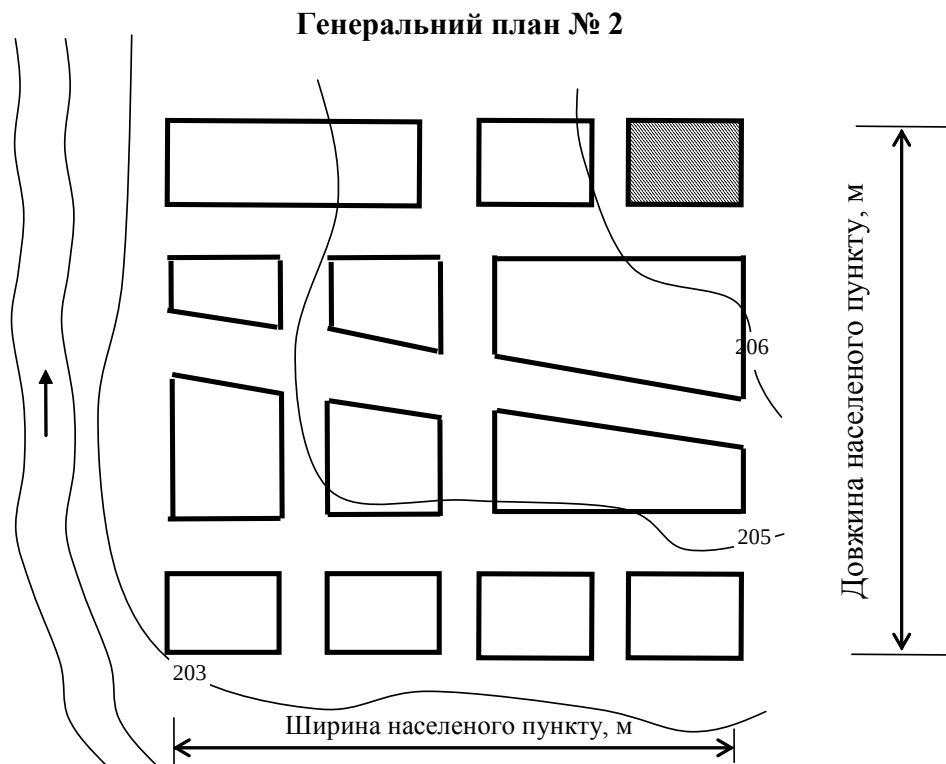
Річка, що являється вододжерелом для системи водопостачання населеного пункту та виробничого об'єкта



Відмітки поверхні землі з горизонталями

Генеральний план № 1





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

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

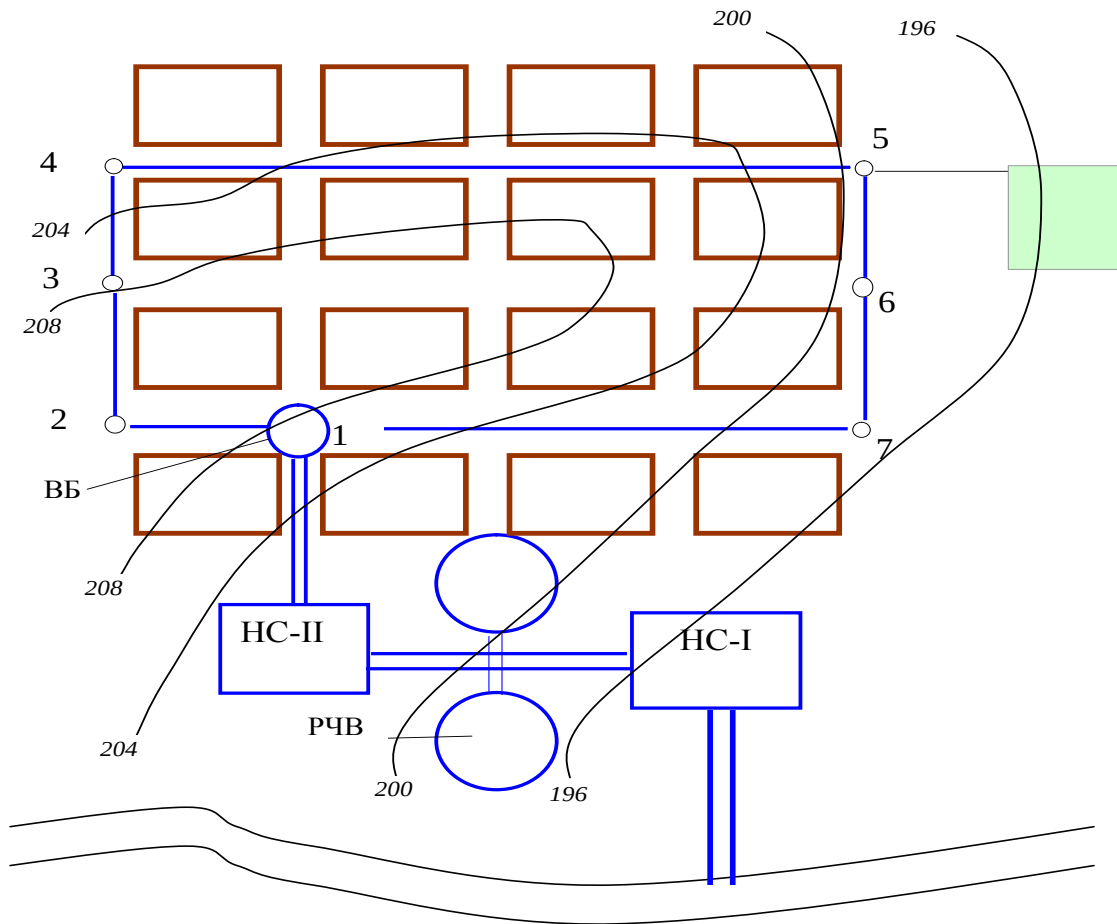


Рис. 1.1 – Трасування водопровідної мережі населеного пункту

За результатами розділу треба кратко охарактеризувати мету трасування водопровідної мережі, накреслити генеральний план заданого населеного пункту, показати на ньому схему трасування водопровідної мережі, описати її (вказати кількість кілець, ділянок, вузлів).

2 Визначення розрахункових витрат води на потреби споживачів води

2.1 Господарчо-питні потреби населення

Розрахункова добова витрата води (середня за рік) на господарчо-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).

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

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

де $K_{\text{мах доб}} = 1,1 - 1,3$ – 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:

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

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

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

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

$\beta_{\text{мах}}$ – коефіцієнт, що враховує кількість мешканців у населеному пункті (додаток 3).

Коефіцієнт $K_{\text{мах год}}$ 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, додаток А.2, що відповідає формулі:

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

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):

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

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 господарчо-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:

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

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. В роботі водоспоживання приймають **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 τ – 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 господарчо-питні потреби в ці години дорівнюють 0.

Добове водоспоживання на виробничі потреби:

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

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

2.4 Господарчо-питні потреби працівників на виробничому об'єкті

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

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

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:

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

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:

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

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

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

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

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

$N_{\text{душ.каб}}$ – кількість працівників, що одночасно обслуговуються однією душовою кабінкою (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:

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

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 кожен 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									
1-2									
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
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 господарчо-питні потреби та заповнюється за допомогою додатка 5а.

Колонка 3 містить результати розрахунку погодинного водоспоживання на господарчо-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 господарчо-питні потреби працівників виробничого об'єкта та заповнюється за допомогою додатка 5б.

Колонка 8 містить результати розрахунку погодинного водоспоживання на господарчо-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 кожен 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.).

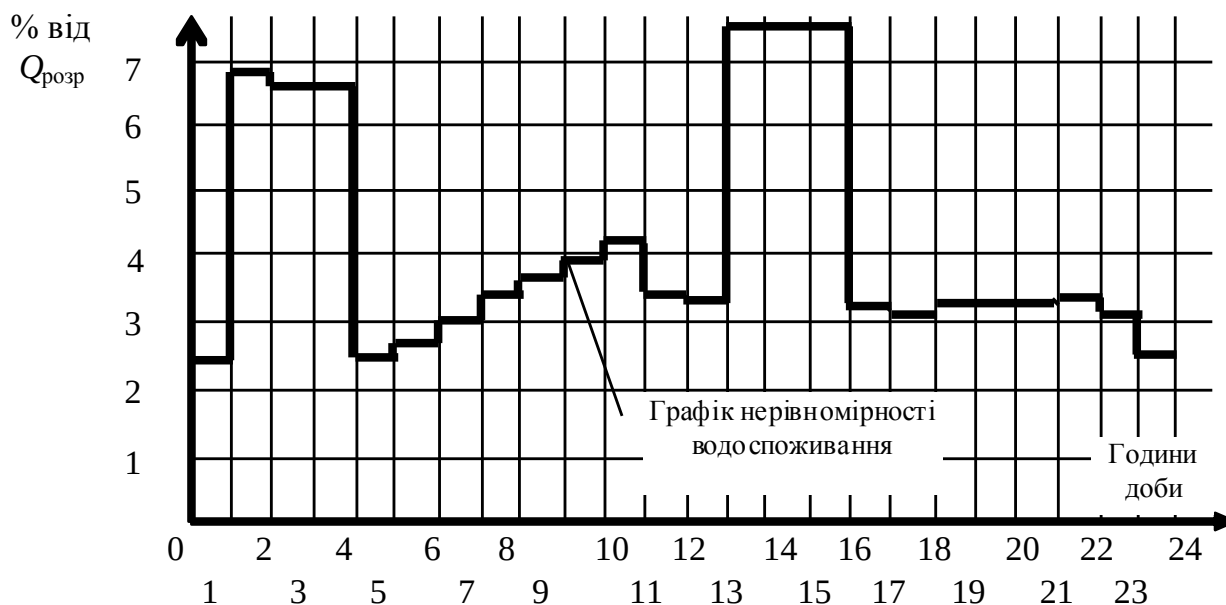


Рис. 2.1 – Графік добової нерівномірності водоспоживання

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 $Q_{\text{пож}}$ 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.

Витрати води на зовнішнє пожежогасіння виробничих будівель визначають залежно від ступеня вогнестійкості, категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою, об'єму та ширини будівлі за табл. 5 або табл. 6 ДБН В.2.5-74:2013 ($Q_{вир}^{зов.пож}$). 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 країв) визначають за вимогами ДБН В.2.5-64:2012 відповідно:

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

Витрати води на пожежогасіння населеного пункту можна визначити за формулою:

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

Відповідно, для виробничого об'єкта:

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

Загальні розрахункові пожежні витрати $Q_{пож}$ 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).

За результатами розрахунку треба вказати, чому дорівнює загальна розрахункова пожежна витрата $Q_{пож}$.

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 споживачами.

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:

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

Звертаємо увагу на одиниці виміру!!!

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 та 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:

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

де L – довжина всієї водопровідної мережі (тобто **сума довжин усіх ділянок**), м.

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

де $\sum Q_{\text{мах год}}^{\text{н.п.}}$ – витрати води для всіх споживачів 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 споживачів цієї ділянки, – **шляхові витрати** – умовно приймаються рівномірно розподіленими за довжиною ділянки та визначаються за формулою:

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

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).

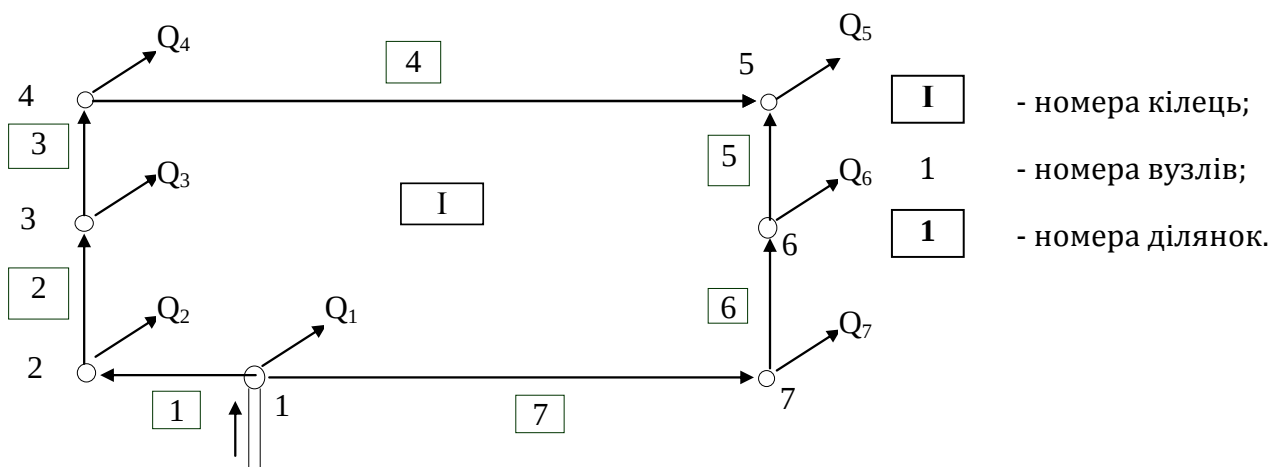


Рис. 3.1 – Приклад нумерації кілець, вузлів та ділянок:

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			
2			
3			
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 вище розташованих 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 половина від суми 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 водоспоживання**), 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	$Q_{\text{зос}}^{\text{max год}} \cdot \frac{1000}{3600}, \text{ л/с}$	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);

$\sum q_{\text{вузл}}$ – 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).

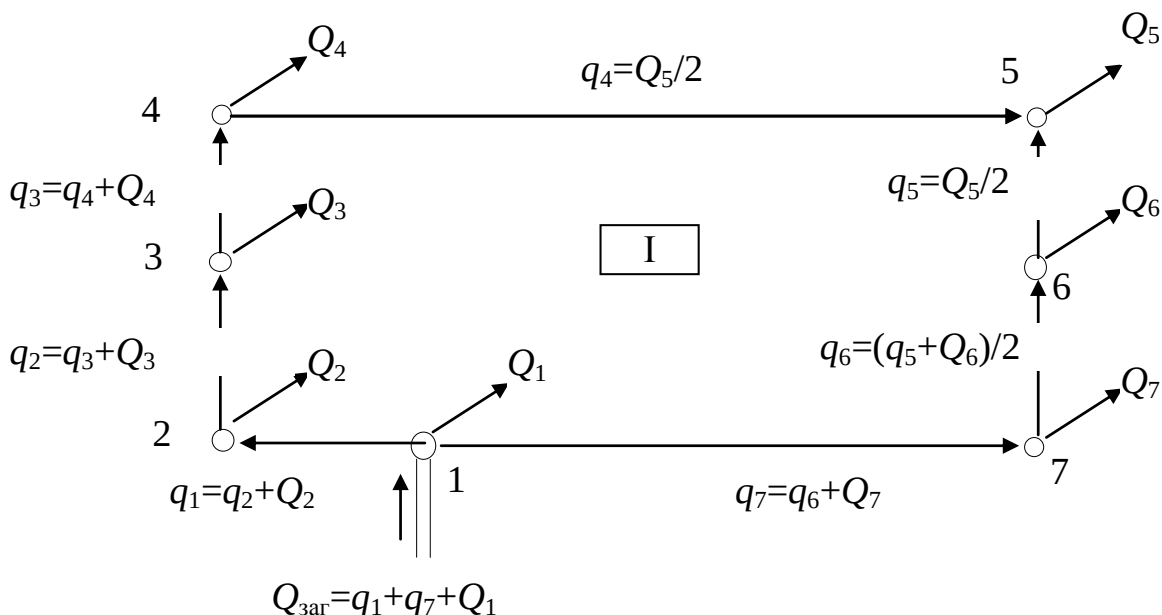


Рис. 3.2 - Приклад визначення витрат води по ділянках мережі до пожежі

3.2 Визначення діаметрів труб на ділянках мережі

Діаметри труб на ділянках визначаються

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

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 $q_{\text{діл}}, \text{ л/с}$	Діаметр труб ділянки $d_{\text{діл}}, \text{ мм}$
1	2	3

3.2 Перевірка діаметрів труб на пропуск пожежних витрат води

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 виникла 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.

Визначені 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

$$v_{\text{діл.і}} = \frac{4q_{\text{діл.і}} \cdot 1000}{\pi d_{\text{діл.і}}^2}, \text{ м}. \quad (3.7)$$

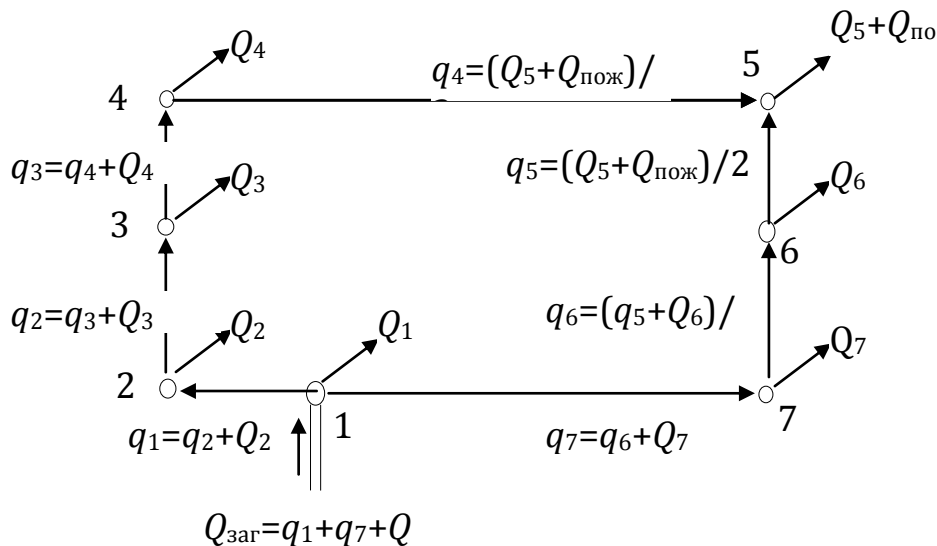


Рис. 3.3 - Приклад визначення витрат води по ділянках мережі при пожежі

Якщо швидкість руху води по деякій ділянці перебільшує 2,5 м/с, тоді необхідно збільшити діаметри труб на цій ділянці. Результати перевірки оформлюються в вигляді таблиці (таблиця 3.4).

Таблиця 3.4 – Визначення швидкості руху води по ділянках мережі під час пожежі та перевірка діаметрів труб

№ ді- лянки	Діаметр труб, мм	Витрата води по ділянці $q_{дiл}$, л/с	Швидкість руху води по ділянці, м/с	Уточнення	
				діаметр труб, мм	швидкість ру- ху води по ді- лянки, м/с
1-2					

У подальшому використовуються у розрахунках уточнені діаметри.

3.3 Визначення втрат напору у водопровідній мережі

Втрати напору визначають по отриманим значенням діаметрів та витратам на ділянках водопровідної мережі при двох режимах роботи мережі (до пожежі та під час пожежі) за формулою:

$$h_{дiл.i} = \frac{A_i \cdot l_{дiл.i} \cdot q_{дiл.i}^2}{10^6}, \text{ м} \quad (3.8)$$

де A_i - питомий опір трубопроводу і-тої ділянки (додаток 8); $l_{дiл.i}$ - довжина ділянки (за вихідними даними), м; $q_{дiл.i}$ - витрати води по ділянці (до пожежі – рис. 3.2, при пожежі – рис. 3.3), л/с.

Результати розрахунків заносять до таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Визначення втрат напору по ділянках

№ ді- лянки	Діаметр труб, мм	Довжина ділянки, м	Аі питомий опір трубопроводу і-тої ділянки	Витрата води по ділянці q _{діл} , л/с	Втрата напору по ді- лянці, м
1	2	3	4	5	6
1-2					

Загальні втрати напору у водопровідній мережі під час руху води від точки живлення до диктуючої точки визначаються як середньоарифметичні втрати напору по можливим напрямкам руху води:

$$h_m = 1,05 \cdot \frac{\sum_{i=1}^k h_i}{k}, \text{ м}, \quad (3.9)$$

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

$h_i = \sum h_{dil.i}$ - втрати напору в одному з можливих напрямків руху

води від точки водоспоживання мережі до диктуючої точки, м; $h_{dil.i}$ - втрати напору на ділянках, що складають один з напрямків руху води від точки водоспоживання мережі до диктуючої точки, м;

$\sum_{i=1}^k h_i$ - сума втрат напору всіх можливих напрямків руху води від

точки водоспоживання мережі до диктуючої точки, м;

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

Таким чином, розрахунок втрат напору за цією методикою необхідно виконати двічі – для двох режимів роботи мережі: до пожежі; при пожежі.

3.4 Визначення втрат напору в мережі при пожежі

Втрати напору в мережі під час виникнення пожежі визначаються по отриманим значенням діаметрів та витратам на ділянках водопровідної мережі при режимі роботи мережі під час пожежі за формулою:

$$h_{\text{діл.і}}^{\text{пож}} = \frac{A_i \cdot l_{\text{діл.і}} \cdot (q_{\text{діл.і}}^{\text{пож}})^2}{10^6}, \text{ м} \quad (3.10)$$

де A_i - питомий опір трубопроводу і-тої ділянки (додаток 8); $l_{\text{діл.і}}$ – довжина ділянки (за вихідними даними), м; $q_{\text{діл.і}}^{\text{пож}}$ - витрати води по ділянці (при пожежі – рис. 3.3), л/с. Результати розрахунків заносять до таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Визначення втрат напору по ділянках під час виникнення пожежі

№ ділянки	Діаметр труб, мм	Довжина ділянки, м	A_i питомий опір трубопроводу і-тої ділянки	Витрата води по ділянці $q_{\text{діл.і}}^{\text{пож}}$, л/с	Втрата напору по ділянці, м
1	2	3	4	5	6
1-2					

$$h_{\text{м}}^{\text{пож}} = 1,05 \cdot \frac{\sum_{i=1}^k h_i^{\text{пож}}}{k}, \text{ м}, \quad (3.11)$$

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 водоспоживання мережі до диктуючої точки, м; $h_{\text{діл.і}}^{\text{пож}}$ - втрати напору на ділянках, що складають один з напрямків руху води від точки водоспоживання мережі до диктуючої точки, м;

$\sum_{i=1}^k h_i^{\text{пож}}$ - сума втрат напору всіх можливих напрямків;

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

4 Визначення режиму роботи насосної станції другого підйому

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*.

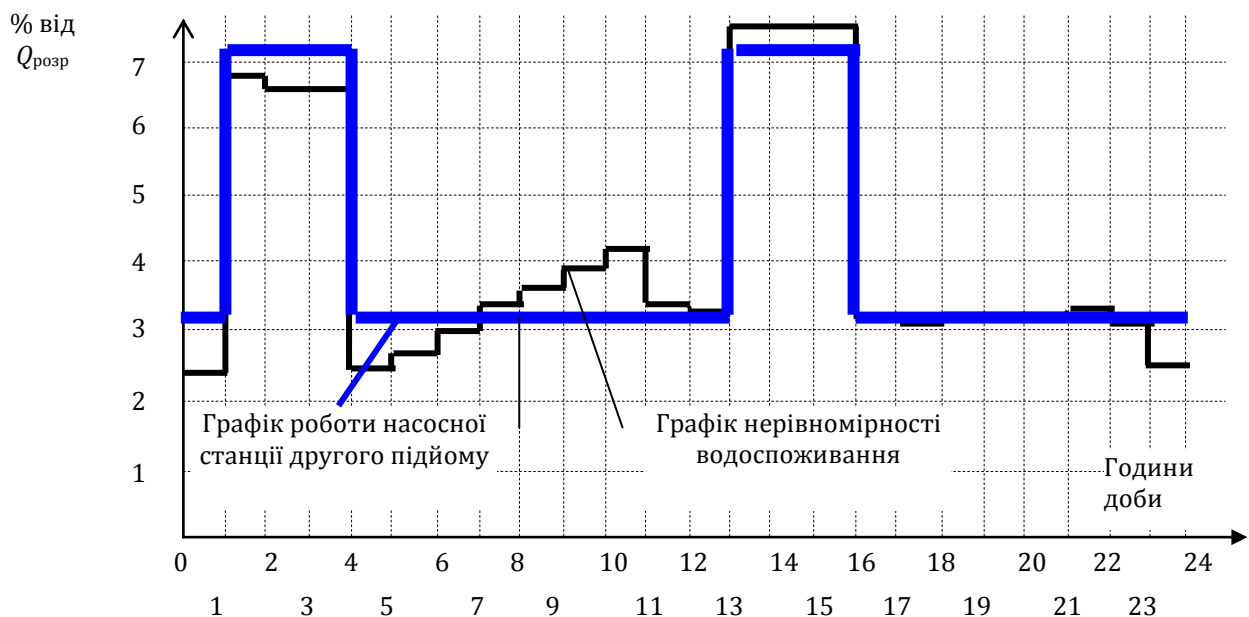


Рис. 4.1 - Приклад графіку нерівномірності водоспоживання та режиму роботи насосної станції II підйому

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

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 по-

дається 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.

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 кожну годину 4,17% від добової витрати ($Q_{\text{розр}}$). 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. Це можна зробити табличним способом, або прийняти регулюючий об'єм в залежності від добової витрати. Досвід проектування дозволяє встановити, що регулюючий об'єм складає приблизно 20-25 % від добової витрати. Враховуючи це, визначаємо регулюючий об'єм резервуару чистої води:

$$W_{\text{рег}} = \frac{(20 \div 25) \cdot Q_{\text{розр}}}{100}, \text{ м}^3, \quad (5.2)$$

де $Q_{\text{розр}}$ – розрахункові витрати води за добу максимального водоспоживання, м³/доб, що визначались за формулою 2.17.

5.2 Визначення недоторканого запасу води в резервуарах чистої води

Недоторканний запас (НЗ) води в резервуарах чистої води визначається як сума недоторканного запасу для пожежогасіння з гідрантів та внутрішніх пожежних кран-комплектів, спеціальних засобів пожежогасіння (спринклерів, дренчерів та інших засобів, що не мають власних резервуарів) та недоторканного запасу води на максимальні господарчопитні 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, м³; $Q_{\text{пож}}$ – витрати води на пожежогасіння, л/с;

$W_{\text{НЗГ-П}} = (Q_{\text{max год}} - Q_{\text{душ}}^{\text{в max год}}) \cdot \tau$ – 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, м³; $Q_{\text{max год}}$ – розрахункова максимальна годинна витрата води для всіх водоспоживачів водопровідної мережі (таблиця 2.2, **максимальне значення з колонки 9**), м³/год; $Q_{\text{душ}}^{\text{в max год}}$ – витрата 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**.

Необхідно за допомогою додатку 7 вибрати тип та кількість **типових резервуарів**.

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

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. Це можна зробити табличним способом, або прийняти регулюючий об'єм в залежності від добової витрати. Досвід проектування дозволяє встановити, що регулюючий об'єм складає приблизно 10-15 % від добової витрати. Враховуючи це, визначаємо регулюючий об'єм баку водонапірної башти:

$$W_{\text{рег}} = \frac{10 \cdot Q_{\text{розр}}}{100}, \text{ м}^3, \quad (6.2)$$

де $Q_{\text{розр}}$ – 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

потреби 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 (3.9)), 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 6.

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:

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

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:

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

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:

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

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

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

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

$l_{\text{вод}}^{\text{НС-I}-\text{НС-II}}$ – довжина водоводу між насосними станціями (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, м³/год	Напір, м	Марка насоса	Витрати, м³/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:

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

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 підйом (визначається за генеральним планом), м.

$h^{\text{НС-II-ВБ}}$ – 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 вона 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.

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 пожежні 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:

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

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:

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

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:

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

де $P_{\text{сер}}$ – подача води другого ступеня насосної станції;
– для третього ступеня витрати води визначаються за формулою:

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

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:

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

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

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

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

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. При цьому необхідно звернути увагу на наступне.

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

– робочі насоси:

– господарчо-питні насоси першого ступеня;

– господарчо-питні насоси другого ступеня,

– господарчо-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 висновок 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.

Приклад висновків:

При виконанні курсового проекту була запроектована водопровідна мережа, що подає воду для потреб населеного пункту (господарчо-питні та поливка) та авторемонтного заводу (виробничі, господарчо-питні працівників, душові), а під час виникнення пожежі – на потреби пожежогасіння. Водопровідна мережа має кільцеву конфігурацію, складається з 2 кілець, **13 ділянок та 12 вузлів.**

Джерелом води для населеного пункту являються підземні води, які за допомогою свердловин забираються насосами насосної станції першого підйому та подаються 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 **6 робочих та 2 резервних насосів марки Д200-95.**

З резервуарів чистої води вода забирається насосною станцією другого підйому та подається до водонапірної башти (**типова шатрова башта з цегляним стволом та стальним баком (проект ЦНДІЕП)**

висотою 24 м та об'ємом баку 500 м³) під час роботи мережі до пожежі, та до диктуючої точки – під час пожежі.

Насосна станція другого підйому запроектована за принципом низького тиску, та розрахована на встановлення 9 робочих та 2 резервних насосів марки K-100-65-200.

Метою виконання курсового проекту було запроектувати водопровідну мережу та споруди на неї, що забезпечить подачу води від річки до кожного споживача 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	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;

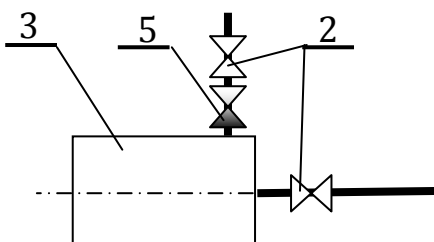
- заглиблення полу насосної станції залежно від відмітки осі насосу згідно вимог п. 11.4, п. 11.13, п. 11.15 ДБН В.2.5-74:2013;

- 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.



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. 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 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 господарчо-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;
- 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 проекті;

- 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 господарчо-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, 2013. – 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. Основні положення проектування".

ДОДАТКИ

Додаток 1

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ
Кафедра пожежної профілактики в населених пунктах

КУРСОВИЙ ПРОЕКТ

з дисципліни «Інженерні мережі та комунікації»
на тему: _____

Курсанта _____ курсу _____ групи
напряму підготовки _____
спеціальності _____

(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 «Інженерні мережі та комунікації»
на тему: «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	
Передостання цифра залікової книжки	
Матеріал трубопроводів	
Довжина водоводів між НС-II та ВБ	
Довжина водоводів між НС-I та НС-II	

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 (або схема резервуару чистої води).

Завдання видав: _____

Завдання отримав: _____

“ ____ ” _____ 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.	понад 10 тис. до 25 тис.	понад 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.5 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)
понад 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. жителів	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 вибухопожеж- ною та пожеж- ною 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 небезпекою	Кількість струменів і мінімальна витрата води, л/с, на один струмінь, на внутрішнє пожежогасіння у виробничих та складських будівлях висотою до 47 м і об'ємом, тис. м ³							
		0,5–5	від 5–10	від 10–50	від 50–100	від 100–200	від 200–300	від 300–400	від 400–500
I, II, IIIa	A, Б, В	2×2,5	2×5	2×5	2×5	2×5	3×5	3×5	4×5
III	В	2×2,5	2×5	2×5	2×5	2×5			
III	Г, Д		2×2,5	2×2,5	2×2,5	2×2,5			
IIIб, IV, IVa, V	В	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 господарчо-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 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.

Характеристики залізобетонних резервуарів чистої води

Об'єм, м³	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

Таблиця опорів сталевих та чавунних труб в залежності від їх діаметру

d, мм	Сталеві труби А (для Q м³/с)	Чавунні труби А (для Q м³/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

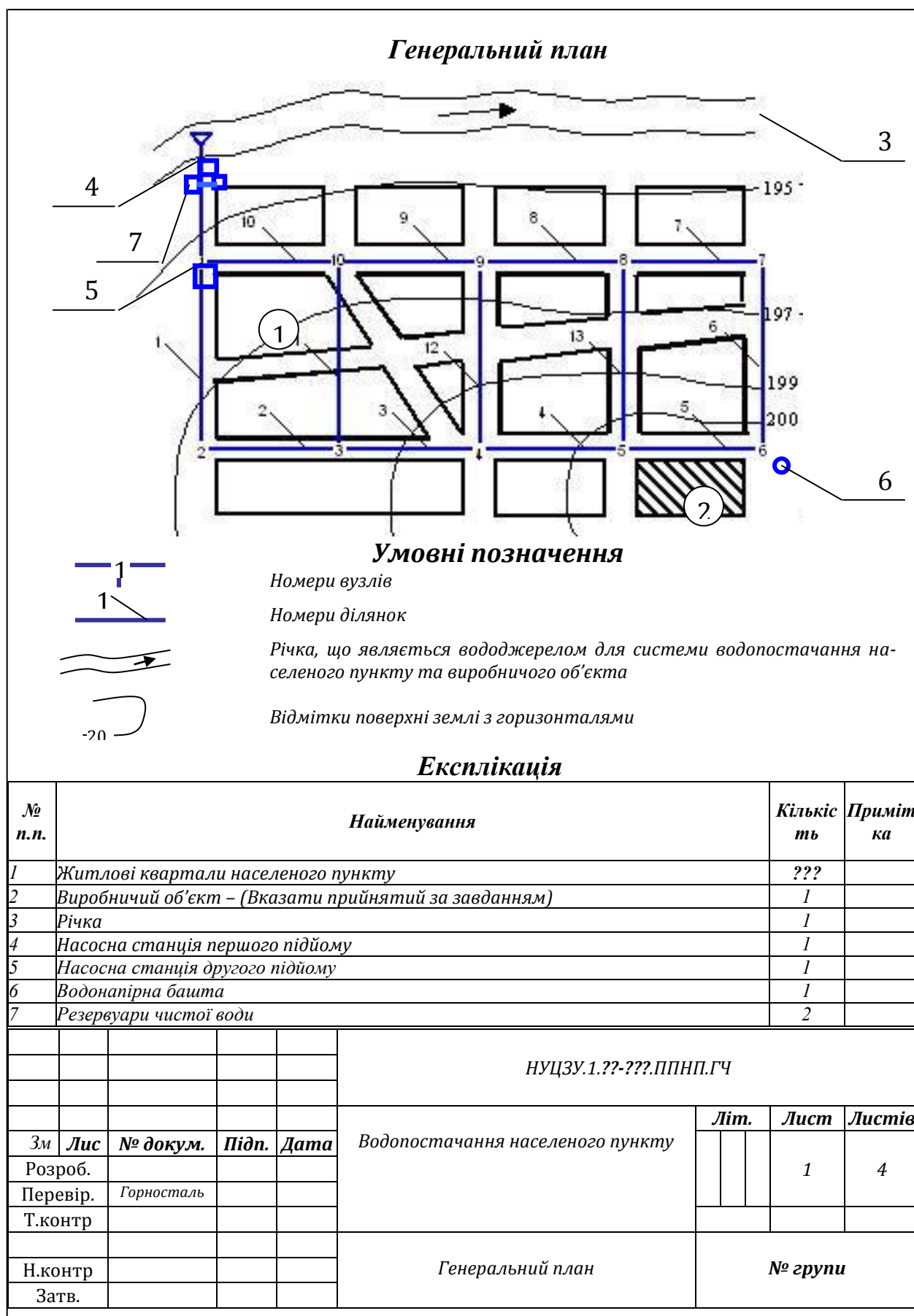
Характеристики насосів

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
Д320-70	70	320
Д630-90	90	630

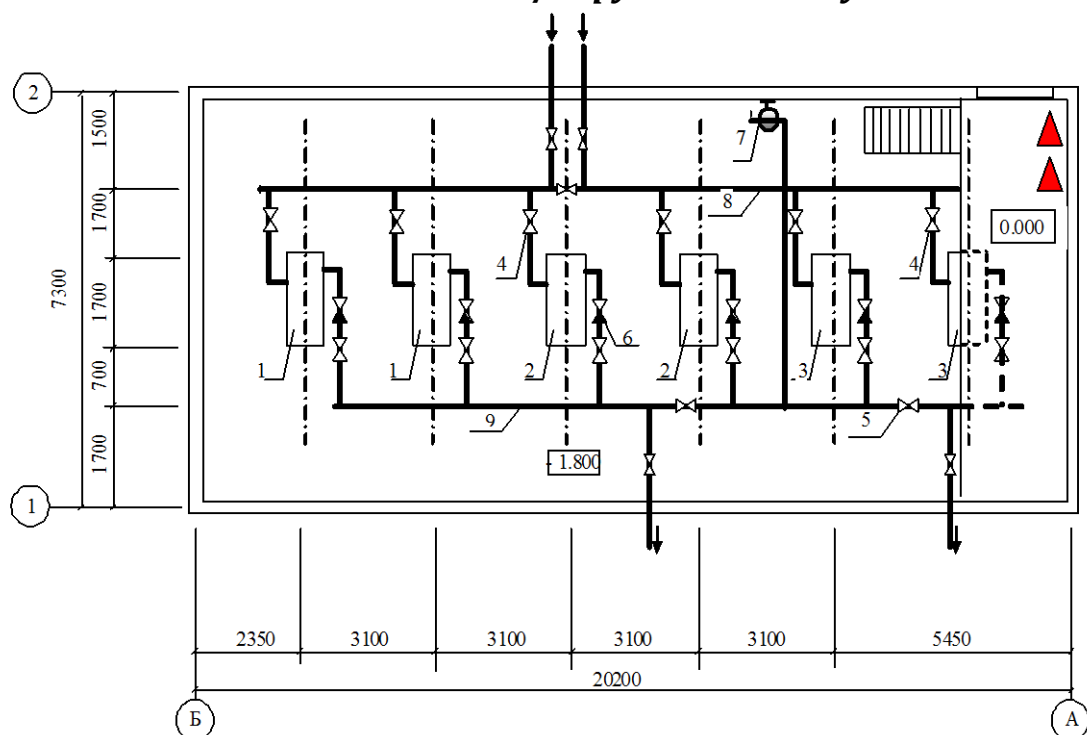
ДБН В.2.5-74:2013 таблиця 33

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.



План насосної станції другого підйому



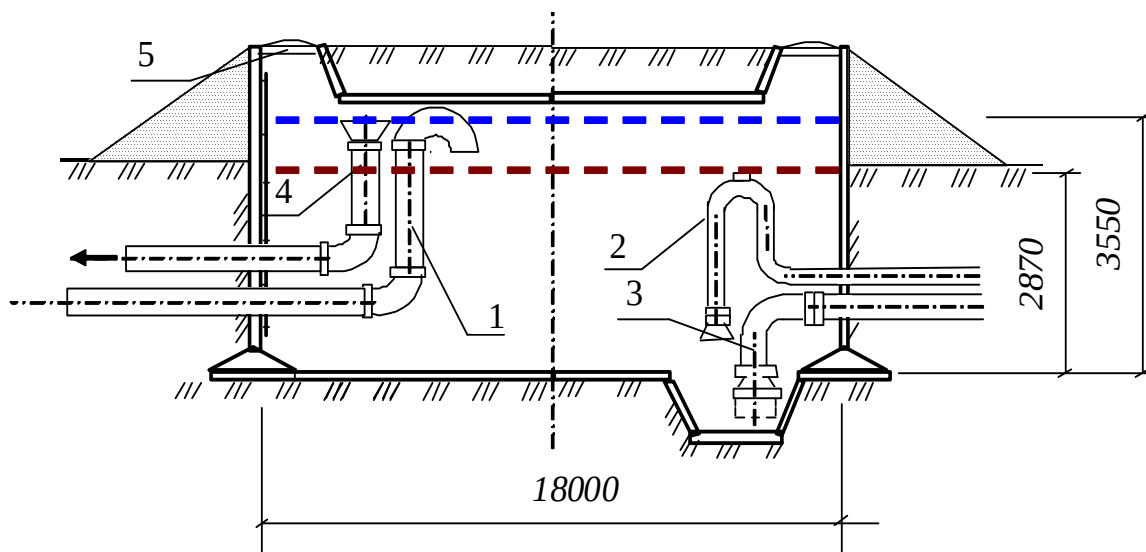
Примітки:

- Діаметри всмоктуючих трубопроводів дорівнюють діаметру водоводів між НС-I та НС-II ($d_{\text{вод}}^{\text{НС-I-НС-II}} = \sqrt{\frac{4q_{\text{вод}}^{\text{НС-I-НС-II}}}{1000 \cdot \pi \cdot v}} = ??? \text{ мм}$).
- Діаметри напірних трубопроводів дорівнюють діаметру ділянок, що примикають до точки живлення мережі – вузла №1 ($d = ??? \text{ мм}$).

Специфікація

№ п.п.	Найменування обладнання	Одиниця виміру	Кількість
1	Насос господарчо-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 $d = 300 \text{ мм}$	од	9
5	Засувка $d = 200 \text{ мм}$	од	10
6	Клапан регулюючий зворотній $d = 200 \text{ мм}$	од	6
7	Кран-комплект пожежний	од	1
8	Трубопровід всмоктуючий $d = 300 \text{ мм}$	од	2
9	Трубопровід напірний $d = 200 \text{ мм}$	од	2
НУЦЗУ.1.??-???.ППНП.ГЧ			
Зм	Лис	№ докум.	Підп.
Розроб.			Дата
Перевір.	Горносталя		
Т.контр			
Н.контр			
Затв.			
Водопостачання населеного пункту		Лім.	Лист
			1
План насосної станції другого підйому		Листів	4
		№ групи	

Схема резервуара чистої води



Примітки:

1. Максимальний рівень води в РЧВ:

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

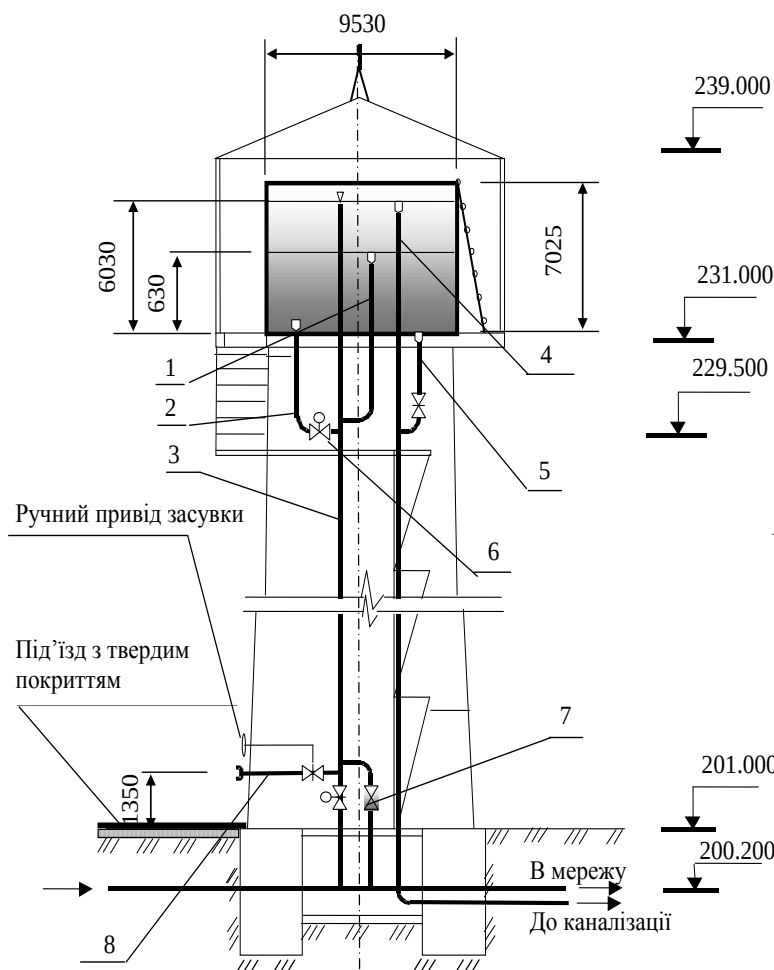
2. Рівень недоторканого запасу води в РЧВ:

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

Специфікація

Специфікація													
№ п.п.		Найменування обладнання					Одиниця виміру		Кількість				
1		Трубопровід подавальний					од		1				
2		Трубопровід забірний (на господарчо-питні потреби)					од		1				
3		Трубопровід забірний (на пожежні потреби)					од		1				
4		Трубопровід переливний					од		1				
5		Горловина РЧВ					од		2				
						НУЦЗУ.1.??-???-ППНП.ГЧ							
Зм	Лис	№ докум.	Підп.	Дата	Водопостачання населеного пункту			Лім.		Лист	Листів		
Розроб.											3	4	
Перевір.		Горносталь.											
Т.контр													
						Схема резервуара чистої води			№ групи				
Н.контр													
Затв.													

Схема водонапірної башти



Примітки:

1. Максимальний рівень води в ВБ:

$$H_{\max} = \frac{4 \times W_{\text{ВБ}}}{\pi \times D_{\text{ВБ}}^2} = \frac{4 \times 430}{3,14 \times 9,53^2} = 6,03 \text{ м}$$

2. Рівень недостатнього запасу води в ВБ:

$$h_{\text{НЗ}} = \frac{4 \times W_{\text{НЗ}}}{\pi \times D_{\text{ВБ}}^2} = \frac{180}{3,14 \times 9,53^2} = 0,63 \text{ м}$$

Специфікація

№ п.п.	Найменування обладнання	Одиниця виміру	Кількість
1	Трубопровід забору води на господарчо-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.1.??-???.ППНП.ГЧ							
Зм	Лис	№ докум.	Підп.	Дата	Водопостачання населеного пункту			Літ.		Лист	Листів	
Розроб.											3	4
Перевір.		Горносталя										
Т.контр												
					Схема водонапірної башти			№ група				
Н.контр												
Затв.												

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

Форма 1 На першому аркуші

8 x 5 = 40						НУЦЗУ.1.??-???.ППНП.РПЗ					
	Зм	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Тема КП			Лім.	Лист	Листів
	Розроб.										
	Перевір.										
	Н.контр										
	Затв.										
		17	23	15	10	№ групи					
185											

Форма 2 На наступних аркушах

15						НУЦЗУ.1.??-???.ППНП.РПЗ						Лист
	Зм	Лист	№ докум.	Підп.	Дата							
	17	23	15	10	185							

Форма основного напису (штампу) на аркушах графічної частини

11 x 5 = 55						НУЦЗУ.1.??-???.ППНП.ГЧ					
	З	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Тема КП			Лім.	Лист	Листів
	Розроб.										
	Перевір.										
	Т.контр										
	Н.контр										
	Затв.					Назва аркуша			№ групи		
	17	23	15	10	185						

Навчальне видання

ІНЖЕНЕРНІ МЕРЕЖІ ТА КОМУНІКАЦІЇ

Методичні вказівки для виконання курсового проекту на тему «Водопостачання населеного пункту»

Для здобувачів вищої освіти, які навчаються на першому
(бакалаврському) рівні за спеціальністю 263 "Цивільна безпека"

Підписано до друку 24.02.2020. Формат 60x84 1/16.
Умовн.-друк. арк. 3,5.
Вид. № 17/20.

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

www.nuczu.edu.ua