

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет інженерних систем та екології

Кафедра водопостачання та водовідведення

Допустити до захисту в АЕК

Зав.кафедри

\_\_\_\_\_ В.П. Хоружий  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 року

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
до дипломного проекту  
бакалавр  
(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: \_\_\_\_\_ Водопостачання міста з житловими районами \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ різної поверховості \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Виконала: студентка ВВ, групи 41  
спеціальність 192 Будівництво і цивільна інженерія  
Спеціалізація «Водопостачання та водовідведення»

\_\_\_\_\_ Кураксіна А.І. \_\_\_\_\_

(Прізвище та ініціали)

Керівник \_\_\_\_\_ Балло В.П. \_\_\_\_\_

(Прізвище та ініціали)

Рецензія \_\_\_\_\_

(Прізвище та ініціали)

Київ 2022 р.

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет інженерних систем та екології  
Кафедра водопостачання та водовідведення  
Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр.  
Спеціальності 192 Будівництво і цивільна інженерія  
Спеціалізація «Водопостачання та водовідведення»

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри  
\_\_\_\_\_ В.П. Хоружий  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 року

ЗАВДАННЯ  
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ СТУДЕНТУ

Кураксіна Альона Ігорівна

(Прізвище, ім'я та по батькові)

1. Тема роботи \_\_\_\_\_ Водопостачання міста з житловими районами \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ різної поверховості \_\_\_\_\_

Керівник роботи

Балло Вікторія Петрівна

(Прізвище, ім'я та по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом від 26.04.2022 року № 284

2. Термін подання студентом проекту \_\_\_\_\_ 16.06.2022 \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до проекту:

План \_\_\_\_\_ аселеного \_\_\_\_\_ пункту

M1:5000

Щільність населення \_\_\_\_\_ I район - 35000 осіб/км<sup>2</sup>

\_\_\_\_\_ II район - 30000 осіб/км<sup>2</sup>

Кількість \_\_\_\_\_ поверхів \_\_\_\_\_ забудови \_\_\_\_\_ міста: \_\_\_\_\_ I \_\_\_\_\_ район \_\_\_\_\_

7

\_\_\_\_\_ II \_\_\_\_\_ район \_\_\_\_\_

5

Ступінь \_\_\_\_\_ благоустрою \_\_\_\_\_ житлової

забудови

\_\_\_\_\_ I район - з централізованим гарячим водопостачанням \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ II район - з ваннами та місцевими водонагрівачами \_\_\_\_\_

Кліматичний район населеного пункту – лісостеп

Промислові підприємства

1. Хлібзавод

2. Маргариновий

завод

3. Ковбасна фабрика

4. Цегельний завод

Вихідні дані по промисловим підприємствам див. «Визначення добового водоспоживання населеного пункту».

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): 1. Водопостачання населеного пункту. 1.1 Визначення добового водоспоживання населеного пункту. 1.2 Водопровідна мережа. 1.3 Водозабірні споруди. 1.4 Водопровідні очисні споруди. 1.5 Насосна станція II підйому. 2. Внутрішнє санітарно-технічне обладнання будівлі. 3. Технологія будівельного виробництва. 4. Охорона навколишнього середовища.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

1. План водопровідних мереж населеного пункту. 2. Ситуаційний план. 3. Графік п'єзометричних напорів. 4. Схема водозабірних споруд. 5. Висотна схема очисних споруд. 6. Графік сумісної роботи насосів II підйому і водоводів. 7. Плани і аксонометричні схеми внутрішніх мереж ВВ будинку. 8. Технологічні схеми будівництва об'єкта.

6. Консультанти розділів проекту:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1,2,4	Балло В.П., старший викладач		
3	Уманець І.М., доцент		

7. Дата видачі завдання 16 травня 2022 року

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

А.І. Кураксіна

(прізвище та ініціали)

Керівник

\_\_\_\_\_ (підпис)

В.П. Балло

(прізвище та ініціали)

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. Водопостачання населеного пункту.....	6
1.1. Визначення добового водоспоживання населеного пункту.....	7
1.2. Водопровідна мережа.....	16
1.3. Водозабірні споруди.....	42
1.4. Водопровідні очисні споруди.....	48
1.5. Насосна станція II-го підйому.....	66
РОЗДІЛ 2. Внутрішнє санітарно-технічне обладнання будівлі.....	76
РОЗДІЛ 3. Технологія будівельного виробництва.....	89
РОЗДІЛ 4. Охорона навколишнього середовища.....	105
Список використаної літератури.....	109

## ВСТУП

Проблема охорони навколишнього природного середовища в даний час виходить на одне з перших місць в подальшому розвитку людства. Питання раціонального використання і охорони водних ресурсів є одним із складових цієї важливої проблеми. Особливо гостро воно стоїть для жителів України. Це пов'язано з тим, що Україна незадовільно забезпечена водою майже на всій своїй території.

В даній бакалаврській роботі представлено проект системи водопостачання міста з промисловими підприємствами. Джерелом водопостачання служить річка, вода якої містить певні концентрації забруднюючих шкідливих речовин. В якості водозабору прийнято русловий водозабір роздільного типу. Від водозабору вода насосами насосної станції I підйому подається на очисні споруди. Після очистки вода надходить в резервуари чистої води. З РЧВ насосами насосної станції II підйому по двох водоводах перекачується в місто споживачам. Для перекачки використано 5 насосів (три робочих і два резервних). Побудовано графік погодинного надходження води до насосної станції і графік її подачі споживачам. За категорією надійності насосна станція відноситься до станцій I категорії. Подача води безпосередньо споживачам здійснюється міською кільцевою водопровідною мережею. В проекті виконано гідравлічний розрахунок водопровідної мережі міста для різних трьох режимів роботи мережі.

В даній роботі також розроблено проект внутрішнього санітарно-технічного обладнання 13 поверхового житлового будинку.

Окремий розділ в роботі присвячено розробці проекту технології і організації будівництва при будівництві очисних споруд системи водопостачання, саме резервуарів чистої води (РЧВ).

Розглянуто необхідні заходи з охорони природного середовища.

В кінці роботи приведено список використаної сучасної технічної, нормативної і навчальної літератури.

**РОЗДІЛ 1**  
**Водопостачання населеного пункту**

Консультант

**В.П. Балло**

								Лист
								6
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата			

## 1.1. Визначення добового водоспоживання населеного пункту

Необхідними даними, які треба мати при проектуванні зовнішньої мережі водопостачання, є наявність генерального плану населеного пункту з розміщенням житлових кварталів і розташуванням промислових підприємств, розрахункових витрат води, що витрачаються різними категоріями споживачів.

За ступенем благоустрою розглядуване місто ділиться на два райони. В першому районі щільність населення складає  $P_1 = 35000$  чол./км<sup>2</sup>, другому  $P_2 = 30000$  чол./км<sup>2</sup>. Норма водоспоживання для цих районів при цьому прийнята:  $q_{ж1} = 300$  л/добу;  $q_{ж2} = 200$  л/добу.

За планом міста визначаємо окремо для кожного з районів загальну площу, яка складається з площ забудови, вулиць і зелених насаджень. Результати заносимо в таблицю 1.1.

### *Площі районів міста*

*Таблиця 1.1*

Райони міста	Загалом	Забудова	Вулиці	Зелені насадження
1	2,04	1,63	0,17	0,26
2	2,15	1,52	0,23	0,42

Загальна кількість жителів в кожному районі міста  $N$  дорівнює добутку площі забудови  $F$  на щільність населення  $P$ , маємо:

$$\text{Район №1} \quad N_1 = F_1 \cdot P_1 = 1,63 \cdot 35000 = 56700 \text{ чол.}$$

$$\text{Район №2} \quad N_2 = F_2 \cdot P_2 = 1,52 \cdot 30000 = 45300 \text{ чол.}$$

Розрахунок добового (середнього за рік) об'єму господарсько –питного водопостачання населенням міста ведуть за формулою

$$Q_{\text{доб.сер.}} = \frac{N * q_{\text{жс}}}{1000}, \text{ м}^3/\text{доб.}$$

З врахуванням коефіцієнта добової нерівномірності водоспоживання  $K_{\text{доб}} = 1,2$  [1] максимальна добова витрата витрата буде становити

$$Q_{\text{доб.мах}} = Q_{\text{доб.сер}} * K_{\text{доб}}, \text{ м}^3/\text{доб.}$$

Результати рахунку водоспоживання населенням по районах міста приведені в табл. 2.

### ***Водоспоживання населенням міста***

*Таблиця 1.2*

Райони міста	Кількість мешканців, N	Питоме водопостачання, $q_{\text{жс}}$ , л/доб	Розрахункова добова витрата води, $Q_{\text{доб.}}$ , $\text{м}^3/\text{доб.}$	Коефіцієнт добової нерівномірності, $K_{\text{доб.мах}}$	Розрахункова витрата води в добу найбільшого водоспоживання, $Q_{\text{доб.мах.}}$ , $\text{м}^3/\text{доб.}$
1	2	3	4	5	6
1	56700	300	17010	1,2	20410
2	45300	200	9060	1,2	10870

Значні витрати води в місті витрачаються на потреби промислових підприємств. Загальна витрата води на промисловому підприємстві складається з двох частин: водоспоживання на промислові потреби і на задоволення питних потреб працюючого персоналу.

Водоспоживання на виробничі потреби чотирьох промислових підприємств приведені в табл. 1.3.

## *Водоспоживання на виробничі потреби підприємств міста*

*Таблиця 1.3*

Підприємство	Номер зміни	Одиниця продукції	Витрата на одиницю продукції, м <sup>3</sup>	Кількість продукції по змінах і на добу	Добовий об'єм водоспоживання, м <sup>3</sup>
1	2	3	4	5	6
Хлібзавод	1	т	16	60	960
	2	т	16	40	640
Маргариновий завод	1	т	8	100	700
Ковбасна фабрика	1	т	28	90	2520
	2	т	28	70	1960
Цегельний завод	1	т	20	70	1400
	2	т	20	40	1190
	3	т	20	30	590
					9960

Господарсько-питні потреби підприємств складаються з витрат на питні потреби і потреби на користування душем. Норми витрати води в цехах з підвищеним тепловиділенням складає 45 л/зміну на одного працюючого при коефіцієнті годинної нерівномірності  $K_{\text{год.}} = 2,5$ , а в звичайних цехах – 25 л/зміну, при  $K_{\text{год.}} = 3$ .

Кількість душових сіток приймається за числом працюючих в максимальну зміну в залежності від виду виробничих процесів. При цьому норма витрати за зміну на кожну душову сітку приймається 500 л/год. У відповідності з встановленими нормами вважається, що душ працює протягом 45 хвилин після закінчення зміни. Тобто на протязі години витрата води одною установкою 375 л. за зміну. Витрати води на господарсько-питні потреби робітників виробничих підприємств міста приведені в табл. 1.4.

## Господарсько –питне водоспоживання робітниками підприємства

Таблиця 1.4

Підприємство	Номер зміни	Цехи з підвищеним тепловиділенням			Звичайні цехи			Прийом душа			Загальний об'єм водоспоживання,
		Кількість робітників по	Норма водоспоживання за	Витрата води, м <sup>3</sup> /доб.	Кількість робітників по	Норма водоспоживання за	Витрата води, м <sup>3</sup> /доб.	Кількість працюючих	Норма водоспоживання	Витрата води, м <sup>3</sup> /доб.	
Хлібзавод	1	10	45	0,45	90	25	2,25	7	375	2,625	5,325
	2	7	45	0,315	63	25	1,575	5	375	1,875	3,765
Маргариновий завод	1	-	-	-	65	25	1.625	5	375	1.875	3.500
Ковбасна фабрика	1	30	45	1.350	70	25	1.750	7	375	2.625	5.725
	2	24	45	1.080	56	25	1.40	5	375	1.875	4.355
Цегельний завод	1	89	45	4.005	501	25	12.975	75	375	28.125	44.650
	2	74	45	3.33	421	25	10.525	62	375	23.25	37.105
	3	56	45	2,52	319	25	7,975	54	375	20,25	30,745

Погодинне споживання води промисловими підприємствами міста на промислові і питні потреби приведено в табл.1.5.

Окрім цього, вода в місті витрачається на полив вулиць і зелених насаджень. Норми поливі прийняті у відповідності з діючими будівельними нормами [1], саме удосконалені покриттів вулиць і проїздів – 0,3 л/м<sup>2</sup>; зелених насаджень – 3 л/м<sup>2</sup>. Результати розрахунків водоспоживання на полив території міста приведені в табл. 1.6.

Година роботи	Промислові підприємства																				
	№1				№2				№3				№4				№5				
	Виробничі потреби	Господарські потреби	Приймання душі	Всього	Виробничі потреби	Господарські потреби	Приймання душі	Всього	Виробничі потреби	Господарські потреби	Приймання душі	Всього	Виробничі потреби	Господарські потреби	Приймання душі	Всього	Виробничі потреби	Господарські потреби	Приймання душі	Всього	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
0-1			1,9	1,9					62,5	1,312	20,25	84,06			1,875	1,875			3	3	90,83
1-2									62,5	1,312		63,81									63,81
2-3									62,5	1,312		63,81									63,81
3-4									62,5	1,312		63,81									63,81
4-5									62,5	1,312		63,81									63,81
5-6									62,5	1,312		63,81									63,81
6-7									62,5	1,312		63,81									63,81
7-8									62,5	1,312		63,81									63,81
8-9	112,5	0,337		112,8	100	0,2		100,4	75	1,576	20,25	96,83	300,7	0,4		301,1	120	0,49		120,49	731,6
9-10	112,5	0,337		112,8	100	0,2		100,4	75	1,576		76,58	300,7	0,4		301,1	120	0,49		120,49	711,4
10-11	112,5	0,337		112,8	100	0,2		100,4	75	1,576		76,58	300,7	0,4		301,1	120	0,49		120,49	711,4
11-12	112,5	0,337		112,8	100	0,2		100,4	75	1,576		76,58	300,7	0,4		301,1	120	0,49		120,49	711,4
12-13	112,5	0,337		112,8	100	0,2		100,4	75	1,576		76,58	300,7	0,4		301,1	120	0,49		120,49	711,4
13-14	112,5	0,337		112,8	100	0,2		100,4	75	1,576		76,58	300,7	0,4		301,1	120	0,49		120,49	711,4
14-15	112,5	0,337		112,8	100	0,2		100,4	75	1,576		76,58	300,7	0,4		301,1	120	0,49		120,49	711,4
15-16	112,5	0,337		112,8	100	0,2		100,4	75	1,576		76,58	300,7	0,4		301,1	120	0,49		120,49	711,4
16-17	90	0,496	2,6	93,1			1,875	1,875	62,5	1,312	24,37	88,18	236,2	0,3	2,625	239,1	80	0,42	3,75	84,17	506,4
17-18	90	0,496		90,5					62,5	1,312		63,81	236,2	0,3		236,5	80	0,42		80,42	471,2
18-19	90	0,496		90,5					62,5	1,312		63,81	236,2	0,3		236,5	80	0,42		80,42	471,2
19-20	90	0,496		90,5					62,5	1,312		63,81	236,2	0,3		236,5	80	0,42		80,42	471,2
20-21	90	0,496		90,5					62,5	1,312		63,81	236,2	0,3		236,5	80	0,42		80,42	471,2
21-22	90	0,496		90,5					62,5	1,312		63,81	236,2	0,3		236,5	80	0,42		80,42	471,2
22-23	90	0,496		90,5					62,5	1,312		63,81	236,2	0,3		236,5	80	0,42		80,42	471,2
23-24	90	0,496		90,5					62,5	1,312		63,81	236,2	0,3		236,5	80	0,42		80,42	471,2
Всього	1620	4,5	4,5	1629	800	1,625	1,875	803,5	1600	33,6	64,87	1698	4296	5,6	4,5	4305,4	1600	7,28	339,5	1614	10054

## **Витрата води на поливання вулиць і зелених насаджень**

*Таблиця 1.6.*

Район міста	Вулиці			Зелені насадження			Всього, м <sup>3</sup> /доб.
	Площа, км <sup>2</sup>	Норма витрати, м <sup>3</sup> /км <sup>2</sup>	Витрата води, м <sup>3</sup> /доб.	Площа, км <sup>2</sup>	Норма витрати, м <sup>3</sup> /км <sup>2</sup>	Витрата води, м <sup>3</sup> /доб.	
1	0,17	300	50	0,26	3000	750	800
2	0,23	300	70	0,42	3000	1290	1360

Підсумовуючи результати табл. 1.2 – 1.5 отримаємо загальне водоспоживання міста всіма видами споживачів. Результати розрахунків зводимо в табл. 1.7.

## **Баланс добового водоспоживання міста**

*Таблиця 1.7*

N п/п	Споживач	Витрата води, м <sup>3</sup>	
		середньо – добова	за добу максимального водоспоживання
1	2	3	4
1	Населення 1-го району	17010	20410
	Невраховані витрати місцевої промисловості, що обслуговує населення (5-10% витрати води)	850	1020
	Всього:	17860	21430
2	Населення 2-го району	9060	10870
	Невраховані витрати	450	540
	Всього:	9510	11410
3	Поливання вулиць і площ 1-го району	50	50
	Поливання зелених насаджень 1-го району	750	750
	Всього:	800	800
4	Поливання вулиць і площ 2-го району	70	70
	Поливання зелених насаджень 2-го району	1290	1290
5	Всього:	1356	1360

6	ППр. №1		
	Промислові потреби	1440	1440
	Господарсько–питні потреби	4,59	4,59
	Душ	4,5	4,5
	Всього:	1629,09	1629,09
7	ППр. №2		
	Промислові потреби	700	700
	Господарсько–питні потреби	1.625	1.625
	Душ	1.875	1.875
	Всього:	803.5	803.5
8	ППр. №3		
	Промислові потреби	4480	4480
	Господарсько–питні потреби	5.58	5.58
	Душ	4.5	4.5
	Всього:	4330.08	4330.08
9	ППр. №4		
	Промислові потреби	3340	3340
	Господарсько–питні потреби	4028	7.28
	Душ	71.62	6.75
	Всього:	3312	1614
10	Всього по місту	39600	43480

### Визначення погодинних витрат води

Для кожного з районів міста розраховується коефіцієнт годинної нерівномірності водоспоживанням населенням міста:

$$K_{год.мах.1} = \alpha_{мах.1} * \beta_{мах.1} = 1,3 * 1,23 = 1,6,$$

$$K_{год.мах.2} = \alpha_{мах.2} * \beta_{мах.2} = 1,3 * 1,28 = 1,7,$$

де  $\alpha$  - коефіцієнт, що враховує ступінь благоустрою будівель, режим роботи підприємств і інші місцеві умови;

$\beta$  - коефіцієнт, що враховує кількість мешканців в районі.

Значення  $\alpha$  і  $\beta$  приймаються за діючими ДБН [1].

Витрати води в години доби максимального водопостачання беруться в залежності від  $K_{год.мах.}$  за діючими типовими графіками водопостачання.

Виробничі витрати води вважаються рівномірними на протязі робочої зміни. В проекті прийнята 8-ми годинна робоча зміна з початком першої зміни о 8-й годині.

Вода на душ витрачається на протязі 45 хвилин після закінчення зміни.

Поливання вулиць і площ здійснюється в години мінімального і середнього водоспоживання.

Результати визначення погодинного водоспоживання міста з врахуванням виробничих потреб і витрат на поливання території зведені в табл. 1.8.

**Визначення погодинних витрат води**

Таблиця І.7

Години доби	Населення району						Сумарна витрата ППР	Полив						Сумарна витрата
	І			ІІ				вулиць		зелених насаджень				
	% від Q <sub>доб мах</sub>	Витрата	% від Q <sub>доб мах</sub>	Витрата	Всього	Витрата		Всього	Район					
									І	ІІ	І	ІІ	І	
1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	13			
0-1	1,25	255,15	1,00	108,72	363,87	90,83								454,70
1-2	1,25	255,15	1,00	108,72	363,87	63,81								427,68
2-3	1,25	255,15	1,00	108,72	363,87	63,81								427,68
3-4	1,25	255,15	1,00	108,72	363,87	63,81								427,68
4-5	2,25	459,27	2,00	217,44	676,71	63,81			93,75	161,25	740,52			
5-6	3,25	663,39	3,00	326,16	989,55	63,81	8,33	11,66	93,75	161,25	1807,26			
6-7	5,10	1041,01	5,20	565,34	1606,35	63,81	8,33	11,66	93,75	161,25	1670,16			
7-8	6,00	1224,72	6,50	706,68	1931,4	63,81	8,33	11,66	93,75	161,25	1995,21			
8-9	6,375	1301,26	6,50	706,68	2007,94	731,6					2739,54			
9-10	5,875	1199,20	5,50	597,96	1797,16	711,4					2508,56			
10-11	5,375	1097,14	4,50	489,24	1586,38	711,4					2297,78			
11-12	5,875	1199,20	5,50	597,96	1797,16	711,4					2508,56			
12-13	6,00	1224,72	7,00	761,04	1985,76	711,4					2697,16			
13-14	6,00	1224,72	7,00	761,04	1985,76	711,4					2697,16			
14-15	5,25	1071,63	5,00	543,60	1615,23	711,4					2326,63			
15-16	5,25	1071,63	4,50	489,24	1560,87	711,4					2272,27			
16-17	5,50	1122,66	5,00	543,60	1666,26	506,4					2318,86			
17-18	6,00	1224,72	6,50	706,68	1931,4	471,2			93,75	161,25	2402,6			
18-19	5,75	1173,69	6,50	706,68	1880,37	471,2	8,33	11,66	93,75	161,25	2351,57			
19-20	4,75	969,57	5,00	543,60	1513,17	471,2	8,33	11,66	93,75	161,25	1984,37			
20-21	4,25	867,51	4,50	489,24	1356,75	471,2	8,33	11,66	93,75	161,25	1827,95			
21-22	3,00	612,36	3,00	326,16	938,52	471,2					1409,72			
22-23	2,00	408,24	2,00	217,44	625,68	471,2					1096,88			
23-24	1,25	255,15	1,00	108,72	363,87	471,2					1588,97			
Всього	-	21430	-	11410	32840	10050	50	70	750	1290	43480			

## **1.2. Водопровідна мережа міста**

### **Вибір схеми мережі водопостачання міста**

При трасуванні мережі водопроводу міста виконувалось декілька основних положень:

- Розглядалось тільки прокладання трубопроводів діаметром 200 мм і більше;
- Трубопроводи великих діаметрів переважно прокладались у щільно населених районах міста і біля об'єктів з великим водоспоживанням;
- З врахуванням максимальної площі забудови і перспектив розвитку міста;
- Максимально враховувати геологічні і географічні умови району забудови.

Загальна схема водопостачання міста виглядає наступним чином:

- Враховуючи умови розташування міста і будівництва джерелом водопостачання міста прийнято поверхнєве джерело (річку).
- В якості русловий водозабір роздільного типу, тобто водозабір не суміщений з насосною станцією I підйому.
- Для забору води запроектовано спеціальний водозабірний оголовок.
- Насосною станцією I підйому вода подається на водопровідні очисні споруди.
- Після очистки вода надходить в резервуари чистої води (РЧВ) звідки насосами насосної станції II підйому по двох водоводах надходить в водопровідну мережу міста.

### **Визначення об'єму резервуарів чистої води (РЧВ)**

Як було показано раніше, резервуари чистої води слугують для зберігання резервного і протипожежного запасів води для потреб міста. Розташовані РЧВ на майданчику міських водопровідних споруд.

### Визначення регулюючого об'єму РЧВ, м<sup>3</sup>

Таблиця 1.9

Години доби	Подача води насосами		Надходження води в резервуар	Витрата води з резервуара	Залишок води в резервуарі
	НС 1-го п.	НС 2-го п.			
0-1	1811,6	454,7	1356,9		+1296,68
1-2	1811,6	427,68	1383,92		-60,22
2-3	1811,6	427,68	1383,92		-1444,14
3-4	1811,6	427,68	1383,92		-2828,06
4-5	1811,6	740,52	1071,08		-4211,98
5-6	1811,6	1807,26	4,34		-5283,06
6-7	1811,6	1670,16	141,44		-5287,4
7-8	1811,6	1995,21		183,61	-5471,01
8-9	1811,6	2739,54		927,94	-4543,08
9-10	1811,6	2508,56		696,96	-3846,12
10-11	1811,6	2297,78		486,18	-3359,94
11-12	1811,6	2508,56		696,96	-2662,98
12-13	1811,6	2697,16		885,56	-1777,42
13-14	1811,6	2697,16		885,56	-891,86
14-15	1811,6	2326,63		514,93	-376,93
15-16	1811,6	2272,27		460,67	+83,74
16-17	1811,6	2318,86		507,26	+591
17-18	1811,6	2402,6	591		0,0
18-19	1811,6	2351,57	539,97		+539,97
19-20	1811,6	1984,37	172,77		+712,74
20-21	1811,6	1827,95		16,35	+712,89
21-22	1811,6	1409,72		401,88	+311,01
22-23	1811,6	1672		139,6	+171,41
23-24	1811,6	1672		139,6	+31,81
	$\Sigma = 43480$	$\Sigma = 43480$			$W_p =$

Загальний об'єм РЧВ визначається за залежністю

$$W = W_p + W_{\text{пож}} + W_{\text{мах госп}} + W_{\text{в.п}} - W_{\text{нс II}},$$

де  $W_p$  – регулюючий об'єм РЧВ, м<sup>3</sup>.

Регулюючий об'єм РЧВ визначається на основі порівняння графіків подачі води насосами насосної станції першого і другого підйомів. Як відомо насосна станція I підйому подає воду від водозабору рівномірно на протязі доби, а насосна станція II під, а насосна станція II підйому – в режимі, що забезпечує оптимальний режим водоспоживання міста. Результати розрахунку регулюючого об'єму РЧВ приведені в табл. 1.9.

$$\text{Тоді} \quad W_p = | + W_{\max} | + | - W_{\max} |$$

$$W_p = | 1296,68 | + | -5471,01 | = 6767,69 \text{ м}^3$$

$W_{\text{пож}}$  – протипожежний запас води:

$$W_{\text{пож}} = \frac{3 \cdot n \cdot q_{\text{зовн.}} \cdot 60 \cdot 60}{1000} = \frac{3 \cdot 3 \cdot 40 \cdot 60 \cdot 60}{1000} = 1296 \text{ м}^3$$

де  $n$  – кількість одночасних пожеж в місті [1];

$q_{\text{зовн.}}$  – розрахункова витрата води на одну зовнішню пожежу, л/с [1];

$W_{\text{max госп}}$  – найбільший тригодинний запас води.

$$W_{\text{max госп}} = 5283,06 + 5287,4 + 5471,01 = 16141,47 \text{ м}^3;$$

$W_{\text{в.п.}}$  - об'єм води на власні потреби, який приймають 6...8 % витрати води за добу максимального водоспоживання;

$$W_{\text{в.п.}} = 43480 \cdot 0,06 = 2609 \text{ м}^3;$$

$W_{\text{нс II}}$  – об'єм води, що подається насосною станцією 1-го підйому на протязі трьох годин пожежі.

$$W_{\text{нс II}} = (43480/24) \cdot 3 = 5435 \text{ м}^3$$

Остаточо загальний об'єм РЧВ складе

$$W = 6767,69 + 16141,47 + 1296 + 2609 - 5435 = 21380 \text{ м}^3.$$

Приймаємо два РЧВ об'ємом  $W = 12000 \text{ м}^3$ .

Використовуючи дані таблиць 1.8 і 1.9 визначаємо:

- максимально годинна витрата

$$Q_{\text{max.год}} = 2740 \text{ м}^3/\text{год} = 761 \text{ л/с.}$$

- мінімальна годинна витрата

$$Q_{\min.\text{год}} = 428 \text{ м}^3/\text{Год} = 119 \text{ л/с.}$$

### Гідравлічний розрахунок водопровідної мережі

Перед проведенням гідравлічного розрахунку треба мати детальну схему розводки зовнішніх водопровідних мереж міста. Далі розбиваємо мережу на розрахункові ділянки, під якими розуміють ділянки трубопроводів постійного діаметру по яким проходить постійна витрата води. Ці ділянки обмежені вузлами, які намічаються в місцях з'єднання магістральних водопровідних ліній. А також в місцях підключення водоводів до магістральної водопровідної мережі і в місцях зосереджених витрат води (точки відбору води для підприємств).

При цьому відстань між вузлами повинна складати 500 –1500 м. Після розбивки мережі на розрахункові ділянки нумерують вузли і записують довжини ділянок (відстані між вузлами).

При цьому кількість вузлів в кожному кільці складає не більше 4 –6.

Вираховуємо довжину магістральної водопровідної мережі (суму довжин розрахункових ділянок) окремо для кожного району міста. При цьому, якщо межа міських районів проходить вздовж магістральної водопровідної лінії, одну половину її довжини відносять до одного району, а іншу до другого. В суму довжин не включають водоводи від насосної станції і на підприємства. Сума довжин ліній по районах повинна скласти загальну суму довжин водопровідної мережі міста, маємо:

$$\sum l_1 + \sum l_2 = \sum l$$

$$\sum l_1 = 1132 + 534 + 872 + 0,5 * 979 + 0,5 * 816 + 591 + 1112 = 5139 \text{ м.}$$

$$\sum l_2 = 545 + 922 + 956 + 1271 + 963 + 620 + 0,5 * 979 + 0,5 * 816 = 6175 \text{ м.}$$

$$\sum l = \sum l_1 + \sum l_2 = 5139 + 6175 = 11314 \text{ м.}$$

Для кожного з розрахункових режимів складають окрему розрахункову схему мережі, на яку наносять вузлові і зосереджені витрати (на

підприємствах), витрати водоводів від насосної станції до мережі. На схемі режиму пожежогасіння повинні бути показані зосереджені витрати для пожежогасіння.

Розрахункова кількість одночасних пожеж приймається за ДБН [1]. Місцерозташування пожеж звичайно приймають у найвіддаленіших і найвищих точках водопровідної мережі. Спочатку на розрахункових схемах здійснюють початкове поточкорозподілення, намічаючи стрілками напрямки руху води кожної з водопровідних ліній. При цьому враховують, що алгебраїчна сума витрат води, що приходить і виходить від кожного з вузлів, повинна дорівнювати нулю  $\sum q = 0$ .

Так як подача води від насосної станції до водопровідної мережі від здійснюється двома водоводами, які підключаються до різних вузлів, по кожному з водоводів передбачається подача таких розрахункових витрат при яких утворене кільце повинно бути гідравлічно ув'язане.

Для кожного району розраховують величину питомої витрати води.

(режим максимального водоспоживання)

$$q_{\text{пит.1}} = \frac{q_{n1}}{\sum l_1} = \frac{378,35}{5139} = 0,0736 \text{ л/с м}$$

$$q_{\text{пит.2}} = \frac{q_{n2}}{\sum l_2} = \frac{264,0}{6175} = 0,0427 \text{ л/с м}$$

Вузлові витрати визначають як напівсуму всіх подорожних витрат, що примикають до одного вузла:

$$q_{в1} = q_{\text{пит.1}} \cdot \frac{l_{1-2} + l_{1-9}}{2} = 0,074 \cdot \frac{1132 + 591}{2} = 63,44 \text{ л/с}$$

$$q_{в2} = q_{\text{пит.1}} \cdot \frac{l_{1-2} + l_{2-3}}{2} = 0,074 \cdot \frac{1132 + 534}{2} = 61,34 \text{ л/с}$$

$$q_{в3} = q_{\text{пит.1}} \cdot \frac{l_{2-3} + l_{3-4} + l_{3-9}}{2} = 0,074 \cdot \frac{534 + 872 + 1112}{2} = 92,71 \text{ л/с}$$

$$q_{в4} = q_{пит.1} \cdot \frac{l_{3-4} + 0,5 \cdot l_{4-10}}{2} + q_{пит.2} \cdot \frac{0,5 \cdot l_{4-10} + l_{4-5}}{2} = 0,074 \cdot \frac{872 + 0,5 \cdot 979}{2} + 0,043 \cdot \frac{0,5 \cdot 979 + 545}{2} = 72,24 \text{ л/с}$$

$$q_{в5} = q_{пит.2} \cdot \frac{l_{4-5} + l_{5-6}}{2} = 0,043 \cdot \frac{545 + 922}{2} = 31,37 \text{ л/с}$$

$$q_{в6} = q_{пит.2} \cdot \frac{l_{6-10} + l_{6-7} + l_{5-6}}{2} = 0,043 \cdot \frac{620 + 956 + 922}{2} = 53,41 \text{ л/с}$$

$$q_{в7} = q_{пит.2} \cdot \frac{l_{8-7} + l_{6-7}}{2} = 0,043 \cdot \frac{1271 + 956}{2} = 47,64 \text{ л/с}$$

$$q_{в8} = q_{пит.2} \cdot \frac{l_{8-7} + l_{8-9}}{2} = 0,043 \cdot \frac{1271 + 963}{2} = 47,77 \text{ л/с}$$

$$q_{в9} = q_{пит.1} \cdot \frac{l_{1-9} + l_{9-3} + 0,5 \cdot l_{10-9}}{2} + q_{пит.2} \cdot \frac{0,5 \cdot l_{10-9} + l_{8-9}}{2} = 0,074 \cdot \frac{591 + 1112 + 0,5 \cdot 816}{2} + 0,043 \cdot \frac{0,5 \cdot 816 + 963}{2} = 107,04 \text{ л/с}$$

$$q_{в10} = q_{пит.1} \cdot \frac{(l_{9-10} + l_{10-4}) \cdot 0,5}{2} + q_{пит.2} \cdot \frac{(l_{9-10} + l_{10-4}) \cdot 0,5 + l_{10-6}}{2} = 0,074 \cdot \frac{0,5 \cdot (816 + 979)}{2} + 0,043 \cdot \frac{620 + 0,5 \cdot (816 + 979)}{2} = 65,49 \text{ л/с}$$

Перевірка:  $\sum q_{нас} = \sum q_{виз} = 642,36 = 642,36$

Для режиму мінімального водоспоживання:

$$q_{пит.1} = \frac{q_{н1}}{\sum l_1} = \frac{170,1}{5139} = 0,033 \text{ л/с м}$$

$$q_{пит.2} = \frac{q_{н2}}{\sum l_2} = \frac{90,6}{6175} = 0,015 \text{ л/с м}$$

$$q_{в1} = q_{пит.1} \cdot \frac{l_{1-2} + l_{1-9}}{2} = 0,033 \cdot \frac{1132 + 591}{2} = 28,52 \text{ л/с}$$

$$q_{в2} = q_{пит.1} \cdot \frac{l_{1-2} + l_{2-3}}{2} = 0,033 \cdot \frac{1132 + 534}{2} = 27,58 \text{ л/с}$$

$$q_{в3} = q_{пит.1} \cdot \frac{l_{2-3} + l_{3-4} + l_{3-9}}{2} = 0,033 \cdot \frac{534 + 872 + 1112}{2} = 41,69 \text{ л/с}$$

$$q_{в4} = q_{пит.1} \cdot \frac{l_{3-4} + 0,5 \cdot l_{4-10}}{2} + q_{пит.2} \cdot \frac{0,5 \cdot l_{4-10} + l_{4-5}}{2} = 0,033 \cdot \frac{872 + 0,5 \cdot 979}{2} + 0,015 \cdot \frac{0,5 \cdot 979 + 545}{2} = 30,13 \text{ л/с}$$

$$q_{в5} = q_{пит.2} \cdot \frac{l_{4-5} + l_{5-6}}{2} = 0,015 \cdot \frac{545 + 922}{2} = 10,77 \text{ л/с}$$

$$q_{в6} = q_{пит.2} \cdot \frac{l_{6-10} + l_{6-7} + l_{5-6}}{2} = 0,015 \cdot \frac{620 + 956 + 922}{2} = 18,34 \text{ л/с}$$

$$q_{в7} = q_{пит.2} \cdot \frac{l_{8-7} + l_{6-7}}{2} = 0,015 \cdot \frac{1271 + 956}{2} = 16,35 \text{ л/с}$$

$$q_{в8} = q_{пит.2} \cdot \frac{l_{8-7} + l_{8-9}}{2} = 0,015 \cdot \frac{1271 + 963}{2} = 16,38 \text{ л/с}$$

$$q_{в9} = q_{пит.1} \cdot \frac{l_{1-9} + l_{9-3} + 0,5 \cdot l_{10-9}}{2} + q_{пит.2} \cdot \frac{0,5 \cdot l_{10-9} + l_{8-9}}{2} = 0,033 \cdot \frac{591 + 1112 + 0,5 \cdot 816}{2} + 0,015 \cdot \frac{0,5 \cdot 816 + 963}{2} = 45,01 \text{ л/с}$$

$$q_{в10} = q_{пит.1} \cdot \frac{(l_{9-10} + l_{10-4}) \cdot 0,5}{2} + q_{пит.2} \cdot \frac{(l_{9-10} + l_{10-4}) \cdot 0,5 + l_{10-6}}{2} = 0,0331030 \cdot \frac{0,5 \cdot (816 + 979)}{2} + 0,015 \cdot \frac{620 + 0,5 \cdot (816 + 979)}{2} = 25,97 \text{ л/с}$$

$$\text{Первiрка: } \sum q_{нас} = \sum q_{вуз} = 260,8 = 260,8$$

### Визначення розрахункових режимiв роботи водопровiдних мереж

В даному проектi застосовується 3 розрахункових режима:

- а) Режим максимального водоспоживання.
- б) Режим максимального водоспоживання плюс гасiння пожеж.

в) Режим мінімального водоспоживання.

**Гідралічний розрахунок трубопроводів на відгалуженнях до підприємств міста**

Таблиця 1.10

Розрахункова ділянка.	Довжина розрахункової ділянки, м	Розрахункова витрата води, л/с	Діаметр труби, мм	Швидкість руху, м/с	1000i	Втрати напору
3-№1	40	31,34	200	0,98	8,39	0,839
5-№2	10	27,89	200	0,87	6,74	0,674
6-№3	10	26,89	200	0,84	6,31	0,631
7-№4	10	33,47	200	1,04	9,41	0,941

**Результати гідралічного розрахунку  
(Режим максимального водоспоживання)**

Невязка по кільцю 0  $h = 0.107$  м

Ділянка НС-2 кільця 0

Витрата води  $q = 68.85$  л/с;

Втрати  $h = -4.42$  м;

Швидкість  $v = 0.89$  м/с;

Діаметр труб  $d = 300$  мм;

Ділянка НС-1 кільця 0

Витрата води  $q = 79.23$  л/с;

Втрати  $h = -4.58$  м;

Швидкість  $v = 1.12$  м/с;

Діаметр труб  $d = 300$  мм;

Ділянка 1-2 кільця 0

Витрата води  $q = 62.41$  л/с;

Втрати  $h = 4.73$  м;

Швидкість  $v = 0.88$  м/с;

Діаметр труб  $d = 300$  мм;

Нев'язка по кільцю 1  $h = 0.12$  м

Ділянка 2-3 кільця 1

Витрата води  $q = 21,91$  л/с;

Втрати  $h = 0,33$  м;

Швидкість  $v = 0,31$  м/с;

Діаметр труб  $d = 300$  мм;

Ділянка 3-9 кільця 1

Витрата води  $q = 77,03$  л/с;

Втрати  $h = 6,87$  м;

Швидкість  $v = 1,09$  м/с;

Діаметр труб  $d = 300$  мм;

Ділянка 1-2 кільця 1

Витрата води  $q = 62,41$  л/с;

Втрати  $h = -4,73$ ;

Швидкість  $v = 0,88$  м/с;

Діаметр труб  $d = 300$  мм;

Ділянка 1-9 кільця 1

Витрата води  $q = 60,91$  л/с;

Втрати  $h = -2,36$  м;

Швидкість  $v = 0,86$  м/с;  
Діаметр труб  $d = 300$  мм;

Невязка по кільцю 2  $h = 0,23$  м

Ділянка 3-4 кільця 2

Витрата води  $q = 51,65$  л/с;  
Втрати  $h = 6,39$  м;  
Швидкість  $v = 1,05$  м/с;  
Діаметр труб  $d = 250$  мм;

Ділянка 4-10 кільця 2

Витрата води  $q = 50,58$  л/с;  
Втрати  $h = 6,91$  м;  
Швидкість  $v = 1,03$  м/с;  
Діаметр труб  $d = 250$  мм;

Ділянка 3-9 кільця 2

Витрата води  $q = 77,03$  л/с;  
Втрати  $h = -6,87$  м;  
Швидкість  $v = 1,09$  м/с;  
Діаметр труб  $d = 300$  мм;

Ділянка 9-10 кільця 2

Витрата води  $q = 52,64$  л/с;  
Втрати  $h = -6,20$  м;  
Швидкість  $v = 1,07$  м/с;  
Діаметр труб  $d = 250$  мм;

Невязка по кільцю 3  $h = 0,14$  м

Ділянка 4-5 кільця 3

Витрата води  $q = 17,14$  л/с;

Втрати  $h = 1,59$  м;

Швидкість  $v = 0,54$  м/с;

Діаметр труб  $d = 200$  мм;

Ділянка 5-6 кільця 3

Витрата води  $q = 33,26$  л/с;

Втрати  $h = 9,14$  м;

Швидкість  $v = 1,06$  л/с;

Діаметр труб  $d = 200$  мм;

Ділянка 4-10 кільця 3

Витрата води  $q = 50,57$  л/с;

Втрати  $h = -6,91$ ;

Швидкість  $v = 1,03$  м/с;

Діаметр труб  $d = 250$  мм;

Ділянка 10-6 кільця 3

Витрата води  $q = 25,27$  м/с;

Втрати  $h = -3,69$

Швидкість  $v = 0,80$  м/с;

Діаметр труб  $d = 200$  мм;

Нев'язка по кільцю 4  $h = 0,14$  м

Ділянка 9-10 кільця 4

Витрата води  $q = 52,64$  л/с;

Втрати  $h = 6,20$  м;

Швидкість  $v = 1,07$  м/с;  
Діаметр труб  $d = 250$  мм;

Ділянка 10-6 кільця 4

Витрата води  $q = 25,27$  м<sup>3</sup>/с;  
Втрати  $h = 3,69$   
Швидкість  $v = 0,80$  м/с;  
Діаметр труб  $d = 200$  мм;

Ділянка 6-7 кільця 4

Витрата води  $q = 33.47$  л/с;  
Втрати  $h = 9.59$  м;  
Швидкість  $v = 1.06$  м/с;  
Діаметр труб  $d = 200$  мм;

Ділянка 9-8 кільця 4

Витрата води  $q = 48.57$  л/с;  
Втрати  $h = -6.30$  м;  
Швидкість  $v = 0.99$  м/с;  
Діаметр труб  $d = 250$  мм;

Ділянка 8-7 кільця 4

Витрата води  $q = 61.73876$  л/с;  
Втрати  $h = -13.05641$  м;  
Швидкість  $v = 1.25837$  м/с;  
Діаметр труб  $d = 250$  мм;

Невязка по контуру  $h = 0,73$  м

**Результати гідравлічного розрахунку**  
**(Режим мінімального водоспоживання)**

Нев'язка по кільцю 0  $h=0,96$  м

Ділянка НС-2 кільця 0

Витрата води  $q=42,84$  л/с;

Втрати  $h=9,68$ ;

Швидкість  $v=0,61$  м/с;

Діаметр труб  $d=300$  мм;

Ділянка НС-1 кільця 0

Витрата води  $q=32,54$  л/с;

Втрати  $h=0,89$  м;

Швидкість  $v=0,46$  м/с;

Діаметр труб  $d=300$  мм;

Ділянка 1-2 кільця 0

Витрата води  $q=26,83$  л/с;

Втрати  $h=1,02$ ;

Швидкість  $v=0,38$  м/с;

Діаметр труб  $d=300$  мм;

Нев'язка по кільцю 1  $h=0,30$  м

Ділянка 2-3 кільця 1

Витрата води  $q=12,57$  л/с;

Втрати  $h=0,12$  м;

Швидкість  $v=0,18$  м/с;

Діаметр труб  $d=300$  мм;

Ділянка 3-9 кільця 1

Витрата води  $q = 35,48$  л/с;

Втрати  $h = 1,65$  м;

Швидкість  $v = 0,50$  м/с;

Діаметр труб  $d = 300$  мм;

Ділянка 1-2 кільця 1

Витрата води  $q = 26,83$  л/с;

Втрати  $h = -1,02$ ;

Швидкість  $v = 0,38$  м/с;

Діаметр труб  $d = 300$  мм;

Ділянка 1-9 кільця 1

Витрата води  $q = 24,67$  л/с;

Втрати  $h = -0,46$  м;

Швидкість  $v = 0,35$  м/с;

Діаметр труб  $d = 300$  мм;

Нев'язка по кільцю 2  $h = 0,21$  м

Ділянка 3-4 кільця 2

Витрата води  $q = 24,89$  л/с;

Втрати  $h = 1,67$  м;

Швидкість  $v = 0,51$  м/с;

Діаметр труб  $d = 250$  мм;

Ділянка 4-10 кільця 2

Витрата води  $q = 20,45$  л/с;

Втрати  $h = 1,32$  м;

Швидкість  $v = 0,42$  м/с;  
Діаметр труб  $d = 250$  мм;

Ділянка 3-9 кільця 2

Витрата води  $q = 35,48$  л/с;  
Втрати  $h = -1,65$  м;  
Швидкість  $v = 0,50$  м/с;  
Діаметр труб  $d = 300$  мм;

Ділянка 9-10 кільця 2

Витрата води  $q = 20,72$  л/с;  
Втрати  $h = -1,12$  м;  
Швидкість  $v = 0,42$  м/с;  
Діаметр труб  $d = 250$  мм;

Нев'язка по кільцю 3  $h = 0,18$  м

Ділянка 4-5 кільця 3

Витрата води  $q = 7,14$  л/с;  
Втрати  $h = 0,33$  м;  
Швидкість  $v = 0,23$  м/с;  
Діаметр труб  $d = 200$  мм;

Ділянка 5-6 кільця 3

Витрата води  $q = 12,67$  л/с;  
Втрати  $h = 1,56$  м;  
Швидкість  $v = 0,40$  л/с;  
Діаметр труб  $d = 200$  мм;

Ділянка 4-10 кільця 3

Витрата води  $q = 20,45$  л/с;

Втрати  $h = -1,32$  м;

Швидкість  $v = 0,42$  м/с;

Діаметр труб  $d = 250$  мм;

Ділянка 10-6 кільця 3

Витрата води  $q = 7,39$  м/с;

Втрати  $h = -0,40$

Швидкість  $v = 0,24$  м/с;

Діаметр труб  $d = 200$  мм;

Нев'язка по кільцю 4  $h = 0,14$  м

Ділянка 9-10 кільця 4

Витрата води  $q = 20,72$  л/с;

Втрати  $h = 1,12$  м;

Швидкість  $v = 0,42$  м/с;

Діаметр труб  $d = 250$  мм;

Ділянка 10-6 кільця 4

Витрата води  $q = 7,39$  м/с;

Втрати  $h = 0,40$  м

Швидкість  $v = 0,24$  м/с;

Діаметр труб  $d = 200$  мм;

Ділянка 6-7 кільця 4

Витрата води  $q = 11,46$  л/с;

Втрати  $h = 1,36$  м;

Швидкість  $v = 0,36$  м/с;

Діаметр труб  $d = 200$  мм;

Ділянка 9-8 кільця 4

Витрата води  $q = 16,69$  л/с;

Втрати  $h = -0,90$  м;

Швидкість  $v = 0,34$  м/с;

Діаметр труб  $d = 250$  мм;

Ділянка 8-7 кільця 4

Витрата води  $q = 21,22$  л/с;

Втрати  $h = -1,83$  м;

Швидкість  $v = 0,43$  м/с;

Діаметр труб  $d = 250$  мм;

Невязка по контуру  $= 0,96$  м.

### **Результати гідравлічного розрахунку**

*(Режим максимального водоспоживання плюс пожежогасіння)*

Невязка по кільцю 0  $h = 0,11$  м

Ділянка НС-2 кільця 0

Витрата води  $q = 73,63$  л/с;

Втрати  $h = -1,48$  м;

Швидкість  $v = 1,11$  м/с;

Діаметр труб  $d = 300$  мм;

Ділянка НС-1 кільця 0

Витрата води  $q = 88,92$  л/с;

Втрати  $h = -5,70$  м;

Швидкість  $v = 1,26$  м/с;

Діаметр труб  $d = 300$  мм;

Ділянка 1-2 кільця 0

Витрата води  $q = 70,33$  л/с;

Втрати  $h = 5,91$  м;

Швидкість  $v = 0,99$  м/с;

Діаметр труб  $d = 300$  мм;

Невязка по кільцю 1  $h = 0,22$  м

Ділянка 2-3 кільця 1

Витрата води  $q = 24,58$  л/с;

Втрати  $h = 0,41$  м;

Швидкість  $v = 0,35$  м/с;

Діаметр труб  $d = 300$  мм;

Ділянка 3-9 кільця 1

Витрата води  $q = 86,49$  л/с;

Втрати  $h = 8,53$  м;

Швидкість  $v = 1,22$  м/с;

Діаметр труб  $d = 300$  мм;

Ділянка 1-2 кільця 1

Витрата води  $q = 70,33$  л/с;

Втрати  $h = -5,90$  м;

Швидкість  $v = 0,99$  м/с;

Діаметр труб  $d = 300$  мм;

Ділянка 1-9 кільця 1

Витрата води  $q = 67,00$  л/с;

Втрати  $h = -2,82$  м;

Швидкість  $v = 0,95$  м/с;  
Діаметр труб  $d = 300$  мм;

Невязка по кільцю 2  $h = 0,39$  м

Ділянка 3-4 кільця 2

Витрата води  $q = 56,14$  л/с;  
Втрати  $h = 7,48$  м;  
Швидкість  $v = 1,14$  м/с;  
Діаметр труб  $d = 250$  мм;

Ділянка 4-10 кільця 2

Витрата води  $q = 61,34$  л/с;  
Втрати  $h = 9,93$  м;  
Швидкість  $v = 1,25$  м/с;  
Діаметр труб  $d = 250$  мм;

Ділянка 3-9 кільця 2

Витрата води  $q = 86,49$  л/с;  
Втрати  $h = -8,53$  м;  
Швидкість  $v = 1,22$  м/с;  
Діаметр труб  $d = 300$  мм;

Ділянка 9-10 кільця 2

Витрата води  $q = 62,12$  л/с;  
Втрати  $h = -8,49$  м;  
Швидкість  $v = 1,27$  м/с;  
Діаметр труб  $d = 250$  мм;

Невязка по кільцю 3  $h = 0,22$  м

Ділянка 4-5 кільця 3

Витрата води  $q = 21,30$  л/с;

Втрати  $h = 2,37$  м;

Швидкість  $v = 0,68$  м/с;

Діаметр труб  $d = 200$  мм;

Ділянка 5-6 кільця 3

Витрата води  $q = 42,31$  л/с;

Втрати  $h = 14,51$  м;

Швидкість  $v = 1,37$  л/с;

Діаметр труб  $d = 200$  мм;

Ділянка 4-10 кільця 3

Витрата води  $q = 61,34$  л/с;

Втрати  $h = -9,93$  м;

Швидкість  $v = 1,25$  м/с;

Діаметр труб  $d = 250$  мм;

Ділянка 10-6 кільця 3

Витрата води  $q = 34,93$  м/с;

Втрати  $h = -6,74$

Швидкість  $v = 1,11$  м/с;

Діаметр труб  $d = 200$  мм;

Нев'язка по кільцю 4  $h = 0,22$  м

Ділянка 9-10 кільця 4

Витрата води  $q = 62,12$  л/с;

Втрати  $h = 8,49$  м;

Швидкість  $v = 1,27$  м/с;

Діаметр труб  $d= 250$  мм;

Ділянка 10-6 кільця 4

Витрата води  $q= 34,93$  м<sup>3</sup>/с;

Втрати  $h= 6,74$  м;

Швидкість  $v= 1,11$  м/с;

Діаметр труб  $d= 200$  мм;

Ділянка 6-7 кільця 4

Витрата води  $q= 44,59$  л/с;

Втрати  $h=16,72$  м;

Швидкість  $v= 1,42$  м/с;

Діаметр труб  $d= 200$  мм;

Ділянка 9-8 кільця 4

Витрата води  $q= 62,32$  л/с;

Втрати  $h= -10,08$  м;

Швидкість  $v= 1,27$  м/с;

Діаметр труб  $d= 250$  мм;

Ділянка 8-7 кільця 4

Витрата води  $q= 79,48$  л/с;

Втрати  $h= -21,64$  м;

Швидкість  $v= 1.62$  м/с;

Діаметр труб  $d= 250$  мм;

Невязка по контуру  $=1,24$  м.

## Визначення вільних напорів в водопровідній мережі

Вільні напори визначаються в усіх вузлах магістральної водопровідної мережі на всі розрахункові режими роботи водопроводу. Визначення вільних напорів проводиться для найбільш невідгідної точки мережі, для якої приймається необхідний вільний напір в залежності від кількості поверхів забудови. Ця найбільш невідгідна точка називається диктуючою.

Самою невідгідною точкою мережі являється найбільш віддалений від насосної станції 2-го підйому, або найбільш високий по відміткам вузол.

Значення вільного фактичного напору в кожному вузлі так званий розрахунковий напір, визначають як різницю між пезометричною відміткою і відміткою поверхні землі в даному вузлі.

Величина необхідного вільного напору приймається при максимальному господарсько-питному водоспоживанні для одноповерхової забудови висотою не менше 10 м, з додаванням на кожний наступний поверх по 4 м.

Максимальний вільний напір не повинен перевищувати 60 м; при роботі мережі в режимі пожежогасіння вільний напір в усіх вузлах системи не повинен бути меншим 10 м.

Для забудови вільний напір визначається за формулою:

$$H_B = H(n-1) + 10$$

$n$  – кількість поверхів;

$$H_B = 4(7-1) + 10 = 34 \text{ м} \text{ – для 1-го району;}$$

$$H_B = 4(5-1) + 10 = 26 \text{ м} \text{ – для 2-го району;}$$

## Визначення вільних напорів для режиму у вузлах

### *Режим максимального годинного водоспоживання*

*Таблиця 1.11*

Номер розрахункового вузла	Номер розрахункової ділянки	Втрати напора на ділянках h, м	Необхідний вільний напір $H_v$ , м	Відмітки, м		Фактичний вільний напір $H_f$ , м
				Гідрометрична	поверхні землі	
НС				105,23	54,5	50,74
2	НС-2	2,32	34	109,65	56,6	53,06
3	2-3	0,33	34	110,72	58,0	52,73
4	3-4	6,39	34	105,23	58,9	46,34
5	4-5	1,59	26	105,34	60,6	44,75
6	5-6	9,14	26	94,20	58,6	35,60
7	6-7	9,60	26	82,20	56,2	26,00
8	7-8	13,06	26	93,36	54,3	39,07
9	8-9	6,30	34	100,86	55,5	45,37
1	9-1	2,36	34	101,02	53,3	47,73
НС	1-НС	2,30		104,53	54,5	50,03

**Визначення вільних напорів для режиму пожежогасіння**

*Таблиця 1.12*

Номер розрахункового вузла	Номер розрахункової ділянки	Втрати напору на ділянках h, м	Необхідний вільний напір $H_v$ , м	Відмітки, м		Фактичний вільний напір $H_f$ , м
				П'єзометричні	поверхні землі	
НС				105,96	54,5	51,46
2	НС-2	0,01	10	108,07	56,6	51,48
3	2-3	0,41	10	109,06	58,0	51,07
4	3-4	7,47	10	102,49	58,9	43,58
5	4-5	2,37	10	101,82	60,6	41,23
6	5-6	14,51	10	85,31	58,6	26,72
7	6-7	16,71	10	66,20	56,2	10,01
8	7-8	21,63	10	85,93	54,3	31,64
9	8-9	10,08	10	97,21	55,5	41,72
1	9-1	2,82	10	97,83	53,3	44,54
НС	1-НС	5,70		104,74	54,5	50,24

**Визначення вільних напорів для режиму мінімального водоспоживання**

Таблиця 1.13

Номер розрахункового вузла	Номер розрахункової ділянки	Втрати напора на ділянках h, м	Необхідний вільний напір $H_v$ , м	Відмітки, м		Фактичний вільний напір $H_f$ , м
				пезометричні	поверхні землі	
НС				90.75	54,5	36.28
2	НС-2	0,01	34	92.90	56,6	36.31
3	2-3	0,12	34	94.18	58,0	36.17
4	3-4	1,67	34	93.41	58,9	34.52
5	4-5	0,33	26	94.78	60,6	34.17
6	5-6	1,56	26	91.22	58,6	32.61
7	6-7	1,35	26	87.47	56,2	31.26
8	7-8	1,83	26	87.40	54,3	33.11
9	8-9	0,90	34	89.50	55,5	34.01
1	9-1	0,46	34	87.76	53,3	34.47
	1-НС	0,89				
НС				89.86	54,5	35.36

### 1.3. Водозабірні споруди

#### Визначення об'ємів водоспоживання міста з визначенням продуктивності водозабору

Розрахункова витрата води для водоспоживання об'єкта має вигляд:

$$Q_{розр.} = \sum Q * K_1 * K_2 * K_3;$$

З урахуванням перспективи:

$$Q_{персп.} = Q_{розр.} * K_4,$$

де  $K_1$  – коефіцієнт, який враховує збільшення водоспоживання за рахунок інших споживачів району:  $K_1 = 1,2$ ;

$K_2$  – коефіцієнт, що враховує витрату води на власні потреби, які включають промивку самоплинних ліній, сіток фільтрів і т.д.;  $K_2 = 1,1$ .

$K_3$  – коефіцієнт добової нерівномірності водоспоживання;  $K_3 = 1,3$ .

$K_4$  – коефіцієнт, який враховує збільшення водоспоживання об'єктом на перспективу на період до 15-20 років;  $K_4 = 1,25$ .

$$Q_{розр.} = 43480 \cdot 1,2 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 74611 \text{ м}^3/\text{доб.} = 0,863 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$Q_{персп.} = 74611 \cdot 1,25 = 93263 \text{ м}^3/\text{доб.} = 1,079 \text{ м}^3/\text{с}$$

#### Вибір джерела водопостачання

На даному етапі проектування здійснюється аналіз можливих умов роботи водозабору в заданому режимі, тобто в режимі, коли споруда зможе забезпечити розрахункову витрату при наявних характеристиках водного джерела. У цьому розділі у відповідності до витратного режиму річки необхідно встановити, чи зможе річка з точки зору достатності витрати і якості джерела, при заборі витрати  $Q_{розр.}$  забезпечити гарантованої санітарної витрати нижче проектуємого водозабору. Ця витрата повинна становити не

менше 1/3 попередньої витрати річки, що протікала по руслу після відбору води водозабором.

В якості мінімальних витрат річки приймається самі малі з середніх середньомісячних витрат за багаторічний період спостережень ( $Q=95\%$ ) з наступним коефіцієнтом:  $K_{сан.} 0,35$  –при середньомісячній витраті  $22 \text{ м}^3/\text{с}$ .

$$Q_{розр. сан.} = Q_p - Q_{розр.} > K_{сан.} \cdot Q_{95\%}$$

$$Q_{розр. персп.} = Q_p - Q_{персп.} > K_{сан.} \cdot Q_{95\%}$$

$$Q_{розр. сан.} = 22,0 - 0,863 > 0,35 \cdot 22,0$$

$$19,137 > 7$$

$$Q_{розр. персп.} = 22,0 - 1,079 > 0,35 \cdot 22,0$$

$$18,921 > 7$$

Результати розрахунків приведені в табл. 1.14.

Таблиця 1.14

Розрахункові витрати, $\text{м}^3/\text{с}$	Значення витрати
$Q_{розр. водозабора}$	0,863
$Q_{персп. водозабора}$	1,079
$Q_{95\%}$	22,0
$Q_{сан. розр. річки}$	19,125
$Q_{сан. персп. річки}$	18,912

З представлених даних можна зробити висновок, що можливо забирати потрібну кількість води без додаткових заходів по створенню запасів води, тобто безплотинним водозабором.

### Тип і принципова схема споруди

Аналіз даних показує, що при амплітуді рівнів води в річці у весняний і літній час, в даному випадку з джерела I категорії можна улаштувати русловий водозабір роздільного типу.

Глибина підземної частини берегового типу водоприймального колодязя визначається із співвідношення:

$$H = A + h_1 + h_2,$$

де  $h_1 = 1-1,5$  м – запас під рівнем ґрунтових вод;

$h_2$  - запас під мінімальним розрахунковим рівнем води в водоймі;

$$h_2 = h_{\text{гидр}} + h_{\text{констр}},$$

де  $h_{\text{гидр}}$  - гідравлічні втрати напору від водойми до приймальної камери;

$h_{\text{констр}}$  - мінімальна глибина води в приймальній камері.

Для визначення гідравлічних втрат напору необхідно знати діаметри водоводів. Їх діаметр розраховується за умови забезпечення в них швидкості в межах  $V = 0,7 - 1,5$  м/с.

Визначаємо діаметр кожного з двох водоводів:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V \cdot 2}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,863}{3,14 \cdot 1 \cdot 2}} = 0,7 \text{ м.} \quad d = 700 \text{ мм.}$$

Тоді  $h_{\text{гидр}} = i \cdot l = (1,8/1000) \cdot 100 = 0,18$  м.

З урахуванням цього глибина підземної частини водоприймального колодязя буде:

$$H = 5,2 + 1 + 2,6 = 8,8 \text{ м.}$$

Діаметр вхідного перерізу для всмоктувальної воронки оголовка буде

$$D_{\text{вх}} = 1,25 \cdot d = 1,25 \cdot 700 = 875 \text{ мм.}$$

Знаходимо довжину конічної частини всмоктувальної воронки:

$$L_{\text{вор.}} = 3,5(D_{\text{вх.}} - d) = 3,5(875 - 700) = 615 \text{ мм.}$$

Глибина води в приймальній камері 2.60 м.

Глибина води в усмоктувальній камері 2.11 м.

Очевидно, що оголовок збільшує швидкість потоку у зоні його знаходження, тому необхідно перевірити нерозмиваємість русла у місці установки оголовка по формулі:

$$V_H = 1,65 \left( \frac{d_{10}}{d} \right)^{0,25} \cdot \sqrt{1 + 3\rho^{2/3}} \cdot g d \left( \frac{H}{d} \right)^{1,4},$$

де  $d$  – середній діаметр відкладень на дні річки, м;

$d_{10}$  – найбільший діаметр відкладень на дні змішаний у суміші в кількості не більш 10%, м;

$\rho$  - величина коламутності, кг/м<sup>3</sup>;

$H$  – глибина потоку, м.

$$V_n = 1.65 \left( \frac{1.68}{1.4 \cdot 10^{-4}} \right)^{0.25} \cdot \sqrt{1 + 0.3 \cdot (0.6)^{2/3} 9.8 \cdot 1.4 \cdot 10^{-4}} \left( \frac{8.8}{1.4 \cdot 10^{-4}} \right)^{1/4} =$$
$$= 1,65 * 11,384 * 1,1015 * 0,0370 * 15,833 = 0,96 \text{ м/с.}$$

Визначаємо мінімальну величину швидкості руху води при вході в оголовок при якій ще можна не здійснювати укріплення дна русла за залежністю

$$V = A^{0.25} \sqrt[10]{d * D_{mp}} = 10 \sqrt[10]{0,00014 * 0,7} = 1,0 \text{ м/с.}$$

Оскільки дійсна швидкість руху води менше мінімальної ( $0,96 < 1,0$  м).

### Сміттеутримуючі пристрої водоприймальних споруд

Розміри водоприймальних отворів колодязя слід визначати при одночасній роботі усіх секцій по середній швидкості витікання води у отвори. При цьому необхідно враховувати виконання вимог рибозахисту, за формулою. При цьому площа отворів у одній секції буде

$$\omega_{бр} = 1,25 \frac{Q_{p.c.}}{V} K, \text{ м}^2,$$

де:  $Q_{p.c.}$  – розрахункова витрата в одній секції, м<sup>3</sup>/с;

$V$  – допустима швидкість втікання води у водоприймальні отвори, приймається рівною 0,2 - 0,6 м/с;

$K$  – коефіцієнт, враховуючий стиснення отворів стрижнями ґрат, приймається рівним  $K = (a+c)/a$ ;

$a$  – відстань між стрижнями в світі, см;

$c$  – товщина (діаметр) стержнів, см;

1,25 – коефіцієнт, враховуючий засмічення отворів.

Для ґрат будемо мати:  $K = \frac{a+c}{a} = \frac{8+5}{50} = 1.16$ .

Тоді  $\omega_{\text{бр}} = 1.25 \cdot \frac{0,863}{0.3} \cdot 1.16 = 4,17 \text{ м}^2$ .

Приймаємо 4 вікна розміром 1000×1250 мм,  $f = 1,08 \text{ м}^2$ .

Для сіток маємо:  $K = \left(\frac{a+c}{a}\right)^2 = \left(\frac{5+1}{5}\right)^2 = 1.44$ .

$\omega_{\text{бр}} = 1.25 \cdot \frac{0,863}{0.3} * 1.44 = 4,10 \text{ м}^2$ .

Приймаємо 2 плоскі сітки розміром 1250×2000 мм.

### Статичні розрахунки

При проектуванні водоприймально – сітчатий колодезь водозабірної споруди обов'язково перевіряється на вспливання. Перевірка на вспливання здійснюється на будівельний і експлуатаційний період.

#### 1. Будівельний період.

Для будівельного періоду водоприймальний колодезь перевіряють на вспливання. Нерухомість колодезя буде забезпечена коли виконується умова:

$$K_e < \frac{K_1 g (M_{ct} + M_n) + 0.5 K_2 T_{ct}}{K_3 \zeta_b H_{\text{зв}10\%} F_{kg}},$$

де  $K_1, K_2, K_3$  – коефіцієнт перевантаження;

$g$  – прискорення вільного падіння,  $\text{м/с}^2$ ;

$M_{ct}$  – маса стакана опускного колодезя, т;

$$M_{ct} = \frac{\pi}{4} (D_H^2 - D_{вн}^2) H_{ct} \zeta_b,$$

де  $D_H, D_{вн}$ , - зовнішній і внутрішній діаметр колодезя, м;

$H_{ct}$  – висота опускного колодезя, м;

$\zeta_b$  - щільність бетону,  $\text{т/м}^3$ ;  $\zeta_b = 2,4$ ;

$M_{п}$  – маса плити днища, т;

$$M_n = \frac{\pi D_H^2}{4} \delta_{\zeta \delta},$$

де  $\delta$  - товщина плити;

$T_{\text{ст}}$  – сила тертя, кН:

$$T_{\text{ст}} = f_0 \cdot U_n (H_k - 1,5);$$

де  $f_0$  – питома сила тертя ґрунту в залежності від глибини занурення колодязя, кН/м<sup>2</sup>;

$U_n$  – зовнішній периметр колодязя;

$H_k$  – глибина занурення колодязя від рівня землі до основи ножа, м;

$\rho_v$  - щільність води;

$H_{\text{ГВ}10\%}$  - висота ґрунтових вод в період будівництва від подошви колодязя до РГВ;

$F_k$  – площа колодязя по зовнішній кромці ножа, м<sup>2</sup>.

При наявних конкретних реальних даних

$$H_{10\%} = 15,6 \text{ м};$$

$$K_1 = 1,05; \quad K_3 = 1;$$

$$H_{3\%} = 16,7 \text{ м};$$

$$K_2 = 1,2;$$

$$D_{\text{вн.}} = 6 \text{ м};$$

$$g = 9,8 \text{ м/с}^2;$$

$$D_{\text{зовн.}} = 8 \text{ м};$$

Ґрунт –пескі гравелісті;

$$\delta_{\text{дн.}} = 1 \text{ м}.$$

Результати розрахунку будуть

$$M_{\text{ст.}} = \frac{3,14}{4} \cdot (8^2 - 6^2) \cdot 2,4 \cdot 7,8 = 411,42 \text{ м}.$$

$$M_n = \frac{3,14 \cdot 8^2}{4} \cdot 1 \cdot 2,4 = 120,58 \text{ м}.$$

$$T_{\text{ст.}} = 33 \cdot 221,056 \cdot (8,8 - 1,5) = 53252,38 \text{ кН}$$

$$K_g = \frac{1,05 \cdot 9,8 \cdot (411,42 + 120,58) + 0,5 \cdot 1,2 \cdot 53252,38}{1 \cdot 1 \cdot 15,6 \cdot 221,056 \cdot 9,8} = 1,37.$$

## 2. Експлуатаційний період.

Для експлуатаційного періоду при перевірці водоприймального колодязя на впливання, окрім маси стіни, днища і завислої дії, враховують масу перекриття і інших будівельних конструкцій, включно підземну частину.

Стійкість колодязя буде забезпечена при наступних обов'язкових умовах:

$$K_{\epsilon} < \frac{K_1 g (M_{cm} + M_{пер} + M_n + M_{\kappa}) + 0.5 K_2 T_{cm}}{K_3 \zeta_b H_{\epsilon 63\%} F_k g};$$

де  $M_{пер}$  – маса перекриття, т, приймається рівній 0,2 маси підземної частини;

$M_{\kappa}$  – маса інших будівельних конструкцій, т, може бути прийнята рівною 0,5 маси підземній частини.

$$K_{\epsilon} = \frac{1,05 \cdot 9,8 \cdot (411,465 + 120,576 + 24,1152 + 205,732) + 0,5 \cdot 1,2 \cdot 53252,39}{1 \cdot 1 \cdot 16,7 \cdot 9,8 \cdot 221,056} = 1.32.$$

При таких співвідношеннях параметрів впливання колодязя не відбувається.

### **Рибозахистні пристрої**

У даному пректі застосовуються рибозахистні пристрої двох груп: механічні і гідравлічні.

До механічних рибозахистних пристроїв відносяться механічні перешкоди для затримання риби на шляху її руху у вигляді сітчатих полотен, жалюзі для фільтрів, а також прозтіші механічні загородження (грати, фільтри), фільтруючі водозабори, сітчати загородження – плоскі сітки з рибовідводами.

Гідравлічні рибозагороджувачі – це стрминонаправляючі пристрої, за допомогою яких у водотоках створюються гідравлічні умови для напрямку руху риби у гідротехнічних спорудах, а також жалюзі і відбійні козирькі.

Крім цього існують ще фізіологічні рибозагороджувачі, які являють собою системи, що служать для затримання риби створюючи у воді електричні, світлові і звукові поля, завіс з повітряних бульбашок. Ці загородження базуються на відлякуванні риби від водозабірної споруди шляхом неприємних відчуттів, котрі викликають у неї різні подразники.

## 1.4. Водопровідні очисні споруди

### Визначення розрахункової витрати води

Вода, яка забирається водозабором з річки, має певні забруднення і не відповідає діючим нормам ДержСанПІН за якістю для господарсько-питного водоспоживання. Склад забруднень приведено в табл. 1.15. Всі очисні споруди знаходяться на одному технологічному майданчику на відстані 300 м від водозабору.

При визначенні повної продуктивності очисної станції необхідно врахувати такі основні складові: максимальну добову витрату на господарсько-питні потреб міста  $Q_{\max, \text{доб}}$ ; витрату води на власні потреби очисної станції  $Q_{\text{вл.пот}}$ , додаткової витрати води на поповнення протипожежного запасу  $Q_{\text{дод}}$ .

$$Q_{\text{ос}} = Q_{\max, \text{доб}} + Q_{\text{вл.пот}} + Q_{\text{дод}} = 43480 + 2175 + 1295 = 46950 \text{ м}^3/\text{доб},$$

де:  $Q_{\max, \text{доб}} = 43480 \text{ м}^3/\text{доб}$  – корисна продуктивність очисної станції;

$Q_{\text{вл.пот}} = a \cdot Q_{\max, \text{доб}}/100 = 5 \cdot 43480/100 = 2175 \text{ м}^3/\text{доб}$ , де  $a = 5\%$ , витрата води на власні потреби станції від  $Q_{\max, \text{доб}}$ ;

$$Q_{\text{вл.пот}} = \frac{3,6 \cdot n \cdot q_{\text{пож}} \cdot t_{\text{пож}}}{T_{\text{пож}}} \cdot 24 = \frac{3,6 \cdot 3 \cdot 40 \cdot 3}{24} \cdot 24 = 1295 \text{ м}^3/\text{доб},$$

де  $q_{\max, \text{доб}} = 40 \text{ л/с}$  – витрата води на одну пожежу;

$t_{\text{пож}} = 3 \text{ год}$  – розрахункова тривалість пожежі;

$T_{\text{пож}} = 24 \text{ год}$  – час відновлення пожежного запасу;

$n = 3$  – кількість одночасних пожеж у місті.

## Основні показники забруднень води поверхневого джерела

*Таблиця 1.15*

№ з/п	Показники якості води, одиниці вимірювання	Величина показника для води джерела	Величина показника за нормативом ДержСанПІН	Технологічний процес очистки, що рекомендується
1	Каламутність, мг/л	35		Коагулювання. обробка флокулянтами
2	Колірність, град.	60	20	Коагулювання. обробка флокулянтами, хлорування
3	Жорсткість загальна, мг-екв/л	3,7	7	
4	Присмак, бали	3	2	Попереднє хлорування
5	Запах, бали	2	2	Попереднє хлорування
6	Фтор, мг/л	0,8	0,7-1,5	
7	Колі-індекс, шт./л	2	3	
8	Жорсткість карбонатна, мг-екв/л	1,5		

Концентрації окремих показників у порівнянні з нормативними даними. В перу чергу це стосується наступних показників: каламутність 35 мг/л; колірність 80 град.

За цими показниками підбираємо склад основних технологічних споруд для освітлення і знебарвлення води, а саме приймаємо реагентний метод обробки води з наступним складом споруд: змішувач, контактний освітлювач, резервуар чистої води.

## Розрахунок споруд і обладнання реагентного господарства

В якості коагулянту, при зниженні колірності і каламутності, приймаємо сульфат алюмінію  $Al_2(SO_4)_3$ .

Доза коагулянту (за безводною речовиною) при обробці каламутної води приймається  $D_k = 25$  мг/л [1];

За колірністю води також визначаємо величину дози коагулянту за формулою:

$$D_k = 4\sqrt{\text{Колірн.}} = 4\sqrt{60} = 31 \text{ мг/л.}$$

Остаточню приймаємо дозу коагулянту  $D_k = 31$  мг/л.

Доза флокулянту.

В якості флокулянту приймаємо поліакріламід (ПАА), який вводиться у воду перед контактними освітлювачами, після коагулянту з розривом у 2-3 хвилини. Дозу флокулянту призначаємо за залежністю [1, п. 6.17]

$$D_f = 0,004 \cdot M + 0,12 = 0,004 \cdot 35 + 0,12 = 0,28 \text{ мг/л,}$$

де  $M$  - каламутність вихідної води, мг/л;

Доза хлору.

У відповідність з діючою технологією хлорування води здійснюється в два етапи: попереднє хлорування  $D_{хл}^{п} = 3$  мг/л; остаточне хлорування (знезараження води)  $D_{хл}^{зн} = 3$  мг/л.

Перевірка достатності лужного резерву.

Дозу реагенту для штучного підлуження вапном визначаємо за формулою:

$$D_L = k_L (D_k / e_k - L_0) + 1 \leq 0,$$

де  $D_L$  - доза лугу, мг/л;

$k_L$  - коефіцієнт лужності, для  $CaO$  - 28;

$e_k$  - еквівалентна маса коагулянту, мг/мг-екв (сульфат алюмінію - 57);

$L_0 = 1,1$  – мінімальна лужність води, мг-екв/л;

$D_k$  – доза коагулянту, мг/л.

$$D_L = 28(31/57 - 1,1) + 1 = -16,6 \leq 0, \text{ умова виконується.}$$

Оскільки результат розрахунку за приведеною формулою отримано від'ємним, штучне підлучення не потрібне.

### Приготування реагентів

На очисній водопровідній станції приймаємо сухе зберігання коагулянту.

Приготування розчину коагулянту здійснюється в розчинних баках.

Добова витрата товарного коагулянту визначається за залежністю:

$$Q_k^{\text{доб}} = \frac{Q_{oc} D_k}{10^4 P_k} = \frac{46950 \cdot 36}{10^4 \cdot 51} = 3,34 \text{ т/доб},$$

де  $P_k = 51\%$  - вміст безводного коагулянту в товарному продукті першого гатунку.

Тоді 30 - добовий запас коагулянту  $Q_k^3$  буде становити:

$$Q_k^3 = 30 \cdot Q_k^{\text{доб}} = 30 \cdot 3,34 = 100,2 \text{ т}.$$

В даному проекті прийнято постачання коагулянту у 60-ти тонних вагонах. Тому обсяг разової поставки повинен бути кратним 60. Кількість вагонів, яка забезпечує разову поставку знаходимо за формулою:

$$n = Q_k^{\text{раз}} / 60 = 100,2 / 60 = 1,66 \approx 2,$$

тоді обсяг разової поставки буде складати:

$$Q_k^{\text{раз}} = 60 \cdot n = 60 \cdot 2 = 120 \text{ т}.$$

При сухому зберіганні коагулянту, як правило передбачають спеціальні закриті сховища з механічним завантаженням і вивантаженням коагулянту. При цьому при його зберіганні висота шару коагулянту буде складати  $h_k = 3,5$  м. Тоді, з урахуванням цього, загальна площа сховищ буде становити:

$$F_K = \frac{Q_K^{раз}}{\rho_K^{тов} \cdot h_K} = \frac{120}{1,1 \cdot 3,5} = 31,1 \text{ м}^2,$$

де  $\rho_K^{тов} = 1,1$  – густина товарного коагулянту.

При прийнятому в проекті сухому зберіганні коагулянту його розчин готують у розчинних і витратних баках. Ємність розчинних баків визначаємо за залежністю:

$$W_K^{розч} = \frac{Q_{зод} \cdot n \cdot D_K}{10^4 \cdot b_K^{розч} \cdot \rho_K^P} = \frac{1956 \cdot 10 \cdot 36}{10^4 \cdot 20 \cdot 1,226} = 2,88 \text{ м}^3,$$

де  $n$  - тривалість повного циклу приготування розчину коагулянту за температури води до  $10^\circ\text{C}$ ;

$\rho_K^P$  - густина розчину коагулянту;

$b_K^{розч}$  - концентрація розчину коагулянту у розчинних баках для очищеного кускового коагулянту.

Ємність витратних баків визначаємо за формулою:

$$W_K^{випр} = \frac{Q_{зод} \cdot n \cdot D_K}{10^4 \cdot b_K^{випр} \cdot \rho_K^P} = \frac{1956 \cdot 10 \cdot 36}{10^4 \cdot 12 \cdot 1,226} = 4,78 \text{ м}^3,$$

де  $b_K^{випр}$  - концентрація розчину коагулянту у витратних баках для очищеного кускового коагулянту.

Приймаємо до встановлення 3 робочих і 1 резервний витратні баки. Тоді об'єм одного розчинного баку складе:

$$W_{1к}^{розч} = \frac{W_K^{розч}}{3} = \frac{2,88}{3} = 0,97 \text{ м}^3.$$

Для користування приймаємо стандартні циліндричні баки діаметром 1 м і висотою 1,2 м.

Визначаємо об'єм одного витратного баку, виходячи з того що їхня кількість складає 3 робочих і 1 резервний:

$$W_{1к}^{випр} = \frac{W_K^{випр}}{2} = \frac{4,78}{2} = 1,6 \text{ м}^3.$$

Приймаємо прямокутні баки розміром в плані  $1,5 \times 1,5$  і висотою 1,2 м.

## Розрахунок повітродувок і повітропроводів

Для інтенсифікації процесів розчинення коагулянту і перемішування його в баках звичайно передбачають систему подачі стисненого повітря з інтенсивністю:

$a = 10 \text{ л/с} \cdot \text{м}^2$  - для розчинення;

$b = 5 \text{ л/с} \cdot \text{м}^2$  – для перемішування при розведенні до необхідної концентрації у витратних баках;

Розподіл повітря по площі баків здійснюється системою напірних перфорованих трубопроводів.

Визначаємо необхідну витрату повітря:

- у розчинних баках:

$$q_n' = F_{\sigma} \cdot a = 1,2 \cdot 3 \cdot 10 = 36 \text{ л/с},$$

де  $F_{\sigma}$  - сумарна площа поверхні баків, де відбувається перемішування;

- у витратних баках:

$$q_n'' = f_{\sigma} \cdot b = 2,7 \cdot 2 \cdot 5 = 27 \text{ л/с},$$

де  $f_{\sigma}$  - сумарна площа витратних баків;

- загальна витрата повітря:

$$q_n = q_n' + q_n'' = 36 + 27 = 63 \text{ л/с} = 3,77 \text{ м}^3 / \text{хв}.$$

Для встановлення приймаємо повітродувку типу ВК-6, з витратою  $6,0 \text{ м}^3/\text{хв}$ . надлишковим тиском  $0,22 \text{ МПа}$  і потужністю електродвигуна  $2,2 \text{ кВт}$ .

Розраховуємо швидкість руху повітря в трубопроводі діаметром  $80 \text{ мм}$  при манометричному тиску в ньому  $P = 1,5 \text{ кгс/см}^2$  за формулою:

$$V = \frac{W}{60(P+1) \cdot 0,785 \cdot d^2} = \frac{3,77}{60(1,5+1) \cdot 0,785 \cdot 0,08^2} = 10,0 \text{ м/с},$$

Отримана в результаті розрахунку швидкість відповідає встановленим нормам.

Визначаємо втрати тиску в повітропроводі при пропуску розрахункової витрати. Як відомо, загальні втрати тиску складаються із суми втрат тиску за довжиною і в місцевих опорах.

- втрати тиску за довжиною розраховує розраховуємо за формулою:

$$P_1 = \frac{1,25 \cdot \beta \cdot G^2 l}{\gamma \cdot d^5} = \frac{1,25 \cdot 1,2 \cdot 434,77 \cdot 11}{1,917 \cdot 80^5} = 1,2 \text{ Па},$$

де G – масова витрата повітря у повітропроводі, кг/год;

$$G = W \cdot 60 \cdot \gamma = 3,77 \cdot 60 \cdot 1,917 = 434,8 \text{ кг/год},$$

$\beta$  – коефіцієнт опору;

l – довжина повітропроводу, м;

$\gamma$  – питома маса сухого повітря

- Втрати тиску в місцевому опорі:

$$P_2 = 0,63 \cdot V^2 \cdot \Sigma \phi \cdot 10^{-6} = 0,63 \cdot 10^2 \cdot 8,2 \cdot 10^{-6} = 540 \text{ Па}.$$

Сумарні втрати тиску складуть:

$$P = P_1 + P_2 = 1,1 + 530 = 541,2 \text{ Па} < 0,18 \text{ МПа},$$

тобто тиск, який створює підібрана повітрорудка набагато більше сумарних втрат тиску.

### Приготування флокулянтів

Флокулянти в процесі очистки звичайно застосовуються для інтенсифікації процесів пластівцеутворення. В якості флокулянта в проєкті використовується поліакриламід. Поліакриламід застосовується у вигляді розчину, який готують з технічного ПАА у баках з механічним перемішуванням. Процес приготування звичайно триває 2 години, концентрація розчину при його придатності до 7 діб становить 0,5 %.

Розраховуємо загальний об'єм змішувачів за формулою:

$$W = \frac{Q_{год} \cdot n \cdot D_{\phi}}{10^4 \cdot b_{\phi} \cdot \rho_{\phi}^p} = \frac{1956 \cdot 10 \cdot 0,28}{10^4 \cdot 5 \cdot 1,0} = 0,12 \text{ м}^3.$$

З врахуванням цього, остаточно приймаємо один змішувач УРП – 2М з робочою ємністю бака - 2 м<sup>3</sup>.

Визначаємо добову витрату флокулянту за залежністю:

$$Q_{\kappa}^{\text{доб}} = \frac{Q_{oc} \cdot D_{\phi}}{10^4 \cdot P_{\phi}} = \frac{46950 \cdot 0,28}{10^4 \cdot 78} = 0,018 \text{ м} / \text{доб}.$$

Тоді 7 - добовий запас флокулянту  $Q_{\phi}^7$  буде складати:

$$Q_{\phi}^7 = 7 \cdot Q_{\phi}^{\text{доб}} = 7 \cdot 0,018 = 0,126 \text{ м}.$$

Звичайно постачання флокулянту здійснюється у 100 кілограмових бочках, то очевидно, що обсяг разової поставки повинен бути кратним 100.

Кількість бочок, яка необхідна для разової поставки буде:

$$n = Q_{\phi}^{\text{раз}} / 0,1 = 0,119 / 0,1 = 1,18 \approx 1,2,$$

приймаємо 2 бочки. Отже, обсяг разової поставки буде складати:

$$Q_{\phi}^{\text{раз}} = 100 \cdot n = 100 \cdot 2 = 200 \text{ кг}.$$

Ємність витратного баку розраховується за залежністю:

$$W_{\phi}^{\text{витр}} = \frac{Q_{\text{год}} \cdot n \cdot D_{\phi}}{10^4 b_{\phi}^{\text{витр}} \cdot \rho_{\phi}^p} = \frac{1956 \cdot 10 \cdot 0,28}{10^4 \cdot 5 \cdot 1,0} = 0,12 \text{ м}^3,$$

приймаємо прямокутний бак розміром 0,5×0,5×0,5м.

### Хлорування води

Як було сказано раніше, знезараження оброблюваної води здійснюється хлором. Причому, введення хлору у воду здійснюється 2 рази. Попереднє і постхлорування. Визначаємо годинну витрату хлору при попередньому і постхлоруванні за залежностями при нормі хлорування 3 мг/л:

$$Q_{\text{хл}}^n = \frac{Q_{oc} \cdot D_{\text{хл}}^n}{24 \cdot 1000} = \frac{46950 \cdot 3}{24 \cdot 1000} = 5,87 \text{ кг} / \text{год},$$

$$Q_{\text{хл}}^{\text{зн}} = \frac{Q_{oc} \cdot D_{\text{хл}}^{\text{зн}}}{24 \cdot 1000} = \frac{46950 \cdot 3}{24 \cdot 1000} = 5,87 \text{ кг} / \text{год}.$$

Загальна година витрата хлору складе:

$$Q_{xл} = Q_{xл}^n + Q_{xл}^{зн} = 5,87 + 5,87 = 11,74 \text{ кг} / \text{год} = 281,8 \text{ кг} / \text{доб.}$$

За отриманою величиною  $Q_{xл}$  підбираємо автоматичні вакуумні хлоратори:

хлоратор типу ЛК – 10Б, з подачею по хлору 2,0 - 25,0 кг/год, витратою води до 30 м<sup>3</sup>/год, діаметром підвідногощого патрубка ежектора 50 мм, і габаритними розмірами апарату 800×340×200 мм.

За прийятою технологічною схемою знезараження води, хлорна вода подається окремо в кожне місце вводу. Тому кількість резервних хлораторів необхідно приймати по одному на кожний ввід.

30 - добовий запас хлору на очисній станції буде складати:

$$Q_{xл}^3 = \frac{30 \cdot Q_{xл}^n}{1000} = \frac{30 \cdot 281,8}{1000} = 8,45 \text{ т.}$$

Тоді кількість запасних балонів буде:

$$n_{xл}^3 = \frac{30 \cdot Q_{xл}^{доб}}{55} = \frac{30 \cdot 281,8}{55} = 153,7 \text{ шт} = 158 \text{ шт.}$$

Кількість витратних балонів складе:

$$n_{xл}^{випр} = \frac{Q_{xл}}{S_{бал}} = \frac{11,74}{0,7} = 16,8 = 17 \text{ шт.}$$

## **Розрахунок окремих апаратів і споруд**

### ***Розрахунок змішувача***

Досвід роботи водопровідних очисних споруд свідчить про те, що найбільш ефективної очистки води необхідно досягти повного перемішування реагентів з усім об'ємом оброблюваної води. Для досягнення такого ефекту застосовуються різні типи змішувачів. Найбільш часто використовуваними є вихорового типу.

В даному проекті для цих цілей застосовано два вихорових змішувачі гідралічного типу. Такі змішувачі за своєю конструкцією складаються з двох частин – нижньої (перевернута чотиригранна піраміда) і верхньої

(паралелепіед). Швидкість потоку у верхній частині змішувача приймаємо  $v_b = 108$  м/год. Площа верхньої частини змішувача буде:

$$F_b = \frac{Q_{год}}{n v_b} = \frac{1956}{2 \cdot 108} = 9,1 \text{ м}^2,$$

де  $n = 2$  шт. – кількість змішувачів.

За величиною площі  $F_b$  знаходимо сторону верхньої частини:

$$b_b = \sqrt{F_b} = \sqrt{9,1} = 3,02 \approx 3 \text{ м}.$$

Розміри нижньої частини змішувача залежать від діаметра підвідного трубопроводу. Діаметр останнього приймаємо за умови, що швидкість руху води в ньому становила 1,2 м/с або 4320 м/год. Площа поперечного перерізу труби визначиться за залежністю:

$$f = \frac{Q_{год}}{n \cdot v} = \frac{1956}{2 \cdot 4320} = 0,226 \text{ м}^2.$$

Тоді діаметр труби буде

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot f}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,226}{3,14}} = 0,53 \text{ м}.$$

За каталогом підбираємо сталевий трубопровід з найближчим діаметром 500 мм, з товщиною стінки 6 мм. Дійсна швидкість руху води буде складати 1,2 м/с. При цьому зовнішній діаметр складе:

$$b_n = d_{вн} + 2\sigma = 0,5 + 2 \cdot 0,06 = 0,612 \text{ м},$$

де  $\sigma$  – товщина стінки.

Висота нижньої пірамідальної частини змішувача може бути визначена із співвідношення:

$$h_n = \frac{1}{2}(b_b - b_n) \text{ctg} \frac{30}{2} = \frac{1}{2}(3 - 0,612) \text{ctg} \frac{30}{2} = 1,86 \text{ м}.$$

Об'єм пірамідальної частини змішувача буде

$$W_n = \frac{1}{3} h_n (F_b + F_n + \sqrt{F_b \cdot F_n}) = \frac{1}{3} 1,86 (9,1 + 0,38 + \sqrt{9,1 \cdot 0,38}) \approx 7,0 \text{ м}^3.$$

$$\text{Повний об'єм змішувача: } W = \frac{Q_{год} \cdot t}{n \cdot 60} = \frac{1956 \cdot 1,5}{2 \cdot 60} = 24,5 \text{ м}^3.$$

Об'єм верхньої частини змішувача:

$$W_B = W - W_H = 24,5 - 7,0 = 17,5 \text{ м}^3.$$

Висота верхньої частини змішувача:  $h_g = \frac{W_g}{F_g} = \frac{17,5}{9,1} = 1,92 \text{ м}.$

Повна висота змішувача:  $h = h_g + h_n = 1,92 + 1,86 = 3,78 \text{ м}.$

### ***Розрахунок контактних освітлювачів***

Одними з основних методів очищення води на очисних спорудах є відстоювання і фільтрування. Звичайно процес відстоювання відбувається у відстійниках, фільтрування – у фільтрах. Споруди, в яких одночасно об'єднані ці два процеси очистки називають контактними освітлювачами.

Окрім цього на очисній станції передбачена установка сітчастих барабанних фільтрів і вхідних камер, які забезпечують необхідний напір води, змішування і контакт води з реагентами, а також видалення повітря. Сітчасті барабанні фільтри призначені для видалення з води крупних плаваючих і завислих домішок, встановлюються вони над вхідною камерою. Промивка їх проводиться водою, яка пройшла крізь них.

Об'єм вхідної камери розраховуємо на перебування води в ній води на протязі  $t = 5$  хвилин:

$$W_{вхк} = \frac{Q_{oc} \cdot t}{24 \cdot 60} = \frac{46950 \cdot 5}{24 \cdot 60} \approx 163 \text{ м}^3.$$

Загальну площу контактних освітлювачів розраховуємо за формулою:

$$F_{ко} = \frac{Q_{oc}}{T_{ст} \cdot v_n - n_{пр} (q_{пр} + \tau_{пр} \cdot v_n + \frac{\tau_{см} \cdot v_n}{60})} = \frac{46950}{24 \cdot 5 - 2(0,12 + 0,33 \cdot 5 + \frac{10 \cdot 5}{60})} = 115 \text{ м}^2,$$

де  $T_{ст}$  - тривалість роботи станції, год;

$v_n$  - розрахункова швидкість фільтрування за нормального режиму, м/год;

$n_{пр}$  - кількість промивок освітлювача на добу;

$\tau_{пр}$  - час простою фільтра через промивку, якщо фільтр промивається водою;

$q_{пр}$  - питома витрата води на одну промивку:

$$q_{пр} = q'_{пр} \cdot t \cdot 10^{-3} = 15 \cdot 8 \cdot 10^{-3} = 0,12 \text{ м}^3/\text{м}^2,$$

тут  $q'_{пр}$  - інтенсивність промивки, л/с·м<sup>2</sup>;

$t$  - тривалість промивки, хв.;

$\tau_{ст}$  - тривалість скидання першого фільтрату, хвилин.

Приймаємо типову ячейку освітлювача розміром 2,5×6,0 м.

Кількість освітлювачів:

$$N = 115 / (2,5 \cdot 6,0) = 7,7 \approx 8 \text{ шт.}$$

Підтримуючі шари контактних освітлювачах не передбачаються. В якості завантаження приймаємо пісок з еквівалентним діаметром зерен 0,7 - 0,8 мм і висотою шару засипки 1,3 м.

Перевіряємо швидкість фільтрування при форсованому режимі:

$$v_{\phi} = \frac{v_n \cdot N_{\phi}}{N_{\phi} - N_1} = \frac{5 \cdot 8}{8 - 1} = 5,7 \text{ м/с},$$

де  $N_{\phi}$  - загальна кількість освітлювачів;

$N_1$  - кількість освітлювачів, що знаходяться в ремонті.

Таким чином швидкість руху води при форсованому режимі не перевищує припустиму.

### ***Розрахунок розподільчої системи контактних освітлювачів***

Розраховуємо витрату води потрібну для промивки одного фільтра за залежністю:

$$Q_{np} = F_{\phi}^0 \cdot q_{np} \cdot 10^{-3} = 2,5 \cdot 6,0 \cdot 15 \cdot 10^{-3} = 0,225 \text{ м}^3 / \text{с},$$

де  $F_{\phi}^0$  - площа одного освітлювача.

Визначаємо діаметр колектора:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{np}}{\pi \cdot v_k}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,225}{3,14 \cdot 1,2}} = 0,49 \text{ м},$$

де  $v_k$  - швидкість руху води на початку колектора (1-1,2 м/с).

За сортаментом сталевих труб підбираємо найближчий стандартний діаметр 500 мм. Здійснюємо перевірку значення швидкості  $v_k$  :

$$v_k = \frac{4 \cdot Q_{np}}{\pi \cdot d^2} = \frac{4 \cdot 0,225}{3,14 \cdot 0,5^2} = 1,15 \text{ м/с}.$$

Загальна кількість відгалужень на кожному освітлювачі складає:

$$n_{заг}^{відг} = \frac{2 \cdot B}{m} = \frac{2 \cdot 2,5}{0,35} = 14 \text{ шт},$$

де  $m$  - відстань між відгалуженнями.

Розраховуємо витрату промивної води крізь одне відгалуження:

$$q_{відг} = \frac{Q_{np}}{n_{заг}^{відг}} = \frac{0,225}{14} = 0,016 \text{ м}^3 / \text{с},$$

і визначаємо діаметр відгалуження:

$$d_{відг} = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{відг}}{\pi \cdot v_{відг}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,016}{3,14 \cdot 2}} = 0,1 \text{ м},$$

де  $v_{відг}$  - швидкість руху води на початку відгалуження (1,6-2,0 м/с). За сортаментом труб підбираємо сталевий трубопровід діаметром 100 мм.

Визначаємо загальну площу отворів у відгалуженнях, яка повинна складати 25...50 % від робочої площі фільтра:

$$\Sigma f_0 = 0,25 \cdot F_{\phi}^0 \cdot 10^{-2} = 0,25 \cdot 15 \cdot 10^{-2} = 0,0375 \text{ м}^2,$$

отвори розташовуються у два ряди в шаховому порядку під кутом  $30^\circ$  до низу від вертикалі.

Діаметр отворів приймаємо  $d_0 = 10$  мм, площа одного отвору складає:

$$f_0 = \frac{\pi \cdot d_0^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,01^2}{4} = 0,0000785 \text{ м}^2.$$

Розраховуємо загальну кількість отворів для контактного освітлювача:

$$n_0 = \frac{\Sigma f_0}{f_0} = \frac{0,0375}{0,0000785} = 480 \text{ шт}.$$

Кількість отворів на одному відгалуженні:

$$n_0^{відг} = \frac{n_0}{n_{заг}^{відг}} = \frac{480}{14} = 35 \text{ шт}.$$

Довжина кожного відгалуження:

$$l_{\text{відг}} = \frac{L - d_{\text{к}}^{\text{зовн}}}{2} = \frac{6 - 0,53}{2} = 2,74 \text{ м.}$$

Шаг осі отворів буде складати:

$$l_0 = \frac{l_{\text{відг}}}{n_0^{\text{відг}}} 10^3 = \frac{2,74}{34} 10^3 = 80,6 \text{ мм.}$$

Для збирання і відведення промивної води з контактних освітлювачів передбачаємо жолоби. Відстань між осями сусідніх жолобів не повинна перевищувати 2,2 м.

Розраховуємо витрату води, що припадає на один жолоб:

$$q_{\text{ж}} = \frac{Q_{\text{пр}}}{n_{\text{ж}}} = \frac{0,225}{2} = 0,1125 \text{ м}^3/\text{с},$$

де  $n_{\text{ж}}$  - кількість жолобів.

Знаходимо ширину жолоба:

$$B_{\text{жс}} = K_{\text{жс}} \sqrt[5]{\frac{q_{\text{жс}}^2}{(1,57 + a_{\text{жс}})^3}} = 2,05 \sqrt[5]{\frac{0,1125^2}{(1,57 + 1,0)^3}} = 0,47 \text{ м},$$

де  $a_{\text{ж}}$  - відношення висоти прямокутної частини жолоба  $h_{\text{п}}$  до половини його ширини:

$$a_{\text{жс}} = \frac{h_{\text{л}}}{0,5 \cdot B_{\text{жс}}} = 1 \dots 1,5;$$

$K_{\text{ж}}$ -коефіцієнт, який враховує форму жолоба.

Таким чином, прямокутна частина жолоба дорівнює:

$$h_{\text{п}} = 0,5 \cdot B_{\text{ж}} = 0,5 \cdot 0,5 = 0,25 \text{ м.}$$

Корисна висота жолоба становить:

$$h_{\text{ж}} = h_{\text{п}} + 0,5 \cdot B_{\text{ж}} = 0,25 + 0,5 \cdot 0,5 = 0,5 \text{ м.}$$

Конструктивна висота жолоба:

$$h_{\text{ж}} = h_{\text{ж}} + 0,08 = 0,5 + 0,08 = 0,58 \text{ м.}$$

Визначаємо відстань від поверхні фільтруючого завантаження до кромки жолоба:

$$H_{\text{жс}} = \frac{H_{\text{з}} \cdot a_{\text{жс}}}{100} + 0,3 = \frac{1,3 \cdot 45}{100} + 0,3 = 0,89 \text{ м},$$

де  $H_3$  - висота фільтруючого шару;

$a_3$  – відносне розширення фільтруючого завантаження у відсотках.

Рівень води в каналі з урахуванням підпора, що утворюється трубопроводом, який подає промивну воду, повинен бути на 0,2 м нижчим від дна жолоба, що і враховує наступна формула:

$$H_{\text{кан}} = 1,733 \sqrt{\frac{q_{\text{кан}}^2}{g \cdot B_{\text{кан}}^2}} + 0,2 = 1,733 \sqrt{\frac{0,225^2}{9,81 \cdot 0,7^2}} + 0,2 = 0,58 \text{ м},$$

де  $q_{\text{кан}} = Q_{\text{пр}}$ ,

$B_{\text{кан}}$  - ширина каналу.

Швидкість руху води в кінці каналу визначаємо з урахуванням того, що рівень води в каналі повинен бути на 0,2 м нижчим від дна жолоба:

$$v_{\text{кан}} = \frac{q_{\text{кан}}}{B_{\text{кан}}(H_{\text{кан}} - 0,2)} = \frac{0,225}{0,7(0,6 - 0,2)} = 0,80 \text{ м/с}.$$

Розраховуємо втрати напору при промивці освітлювача, які складаються з наступних величин:

- втрати напору в отворах труб розподільчої системи:

$$h_{pc} = \left( \frac{2,2}{a} + 1 \right) \frac{v_{\text{кан}}^2}{2g} + \frac{v_{\text{відг}}^2}{2g} = \left( \frac{2,2}{0,168} + 1 \right) \frac{0,8^2}{2 \cdot 9,81} + \frac{2^2}{2 \cdot 9,81} = 0,58 \text{ м}.$$

де  $a$  - відношення загальної площі всіх отворів у розподільчій системі до площі перерізу колектора;

- втрати напору у фільтруючому шарі:

$$h_{фи} = \frac{\rho_з - \rho_в}{\rho_в} (1 - n_0) H_3 = \frac{2,6 - 1}{1} (1 - 0,38) 1,3 = 1,29 \text{ м},$$

де  $\rho_з$  і  $\rho_в$  – густина зернистого фільтруючого матеріалу і води, відповідно;

$n_0$  – пористість фільтруючого шару до розширення;

Втрати напору у трубопроводі, який подає промивну воду у колектор розподільчої системи: за витратою води на промивку  $Q_{\text{пр}} = 0,225 \text{ м}^3/\text{с}$ , та швидкістю руху води у трубопроводі 2,0 м/с підбираємо діаметр трубопроводу  $d_{\text{тр}} = 350 \text{ мм}$ , за [5] підбираємо  $i = 0,02$ ;  $h_{\text{тр}} = i \cdot l = 0,02 \cdot 50 = 1,0 \text{ м}$ .

Втрати напору у місцевих опорах у фасонних частинах і арматурі:

$h_{mo} = \sum \xi \frac{V^2}{2g}$ , коефіцієнти місцевого опору складають: для коліна  $\xi = 0,984$ , для

засувки  $\xi = 0,26$ , для входу у всмоктуючу трубу  $\xi = 0,5$ , для трійника  $\xi = 0,92$ .

$$h_{mo} = 4(0,984 \frac{2^2}{2 \cdot 9,81}) + 0,26 \frac{2^2}{2 \cdot 9,81} + 0,5 \frac{2^2}{2 \cdot 9,81} + 0,92 \frac{2^2}{2 \cdot 9,81} = 1,2 \text{ м}$$

Таким чином, загальна величина втрат напору  $h$  при промивці контактних освітлювачів складає:

$$h = h_{pc} + h_{фш} + h_{тр} + h_{mo} = 0,6 + 1,3 + 1,0 + 1,2 = 4,1 \text{ м}.$$

Визначаємо перевищення рівня води у вхідних камерах над рівнем в контактних освітлювачах:

$$H_p = 0,8h_3 + h = 0,8 \cdot 1,3 + 4,1 = 5,14 \text{ м}.$$

Воду на промивку контактних освітлювачів подаємо з баку водонапірної башти, об'єм, якого буде складатися з об'єму води на одну промивку і об'єму на одну додаткову промивку

$$W = 2(Q_{пр} \cdot t) = 2(0,234 \cdot 8) = 3,75 \approx 4,0 \text{ м}^3.$$

Приймаємо бак висотою 1,6 м і діаметром 2 м, об'єм, якого складає 4,0 м<sup>3</sup>.

### **Обробка промивної води на станції водопідготовки**

З метою зменшення втрат води в проекті передбачене повторне використання промивних вод. Для цього використовуються окремі спеціальні споруди, а саме: усереднювач, окремий відстійник, осадкоуцільнювач, фільтр-прес.

Обираємо схему без регенерації шламів – коагулянтів.

$$Q_{oc} = 46950 \text{ м}^3 / \text{добу};$$

$$M = 35 \text{ мг} / \text{дм}^3;$$

$$K = 80 \text{ град};$$

$$Q_{пр} = 0,225 \text{ м}^3 / \text{с}.$$

Об'єм води, який йде на одну промивку буде

$$W_{np} = Q_{np} \cdot t_1 = 0,225 \cdot 8 \cdot 60 = 108 \text{ м}^3.$$

Місткість резервуара усереднювача з двох відділень приймається  $120 \text{ м}^3$ .

Для затримання піску перед резервуаром усереднювачем встановлюється тангенціальний пісколовлювач, площа якої визначається за формулою:

$$F = \frac{Q_{np}}{n \cdot q_0};$$

де  $Q_{np}$  – максимальна витрата промивних вод, хв.;

$n = 2$  – кількість відділень;

$q_0 = 2 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \cdot \text{хв}$  – навантаження на пісколовлювач по воді.

При залповому викиді промивних вод об'ємом  $108 \text{ м}^3$  на протязі 8 хвилин, витрата за 1 хвилину складає  $13,5 \text{ м}^3$ , тоді площа одного відділення складає:

$$F = \frac{13,5}{2 \cdot 2} = 3,38 \text{ м}^2$$

Приймаємо діаметр пісколовлювача 3 м. Видалення осаду з пісколовки відбувається періодично за допомогою гідроелеватора. Об'єм відстійника промивної води при двох годинах відстоювання та рівномірній подачі води складе:

$$W_{om} = q_1 \cdot t = 57 \cdot 2 = 114 \text{ м}^3.$$

Приймаємо відстійник з двох секцій завширшки 3 м кожна. При висоті осадкової частини, що дорівнює 2 м, довжина відстійника складе 25 м. Витрата освітленої води  $q_2$  складе  $(0,7 \dots 0,75) q_1$ , витрата осаду  $q_3 = (0,3 \dots 0,25) q_1$ , приймаємо  $q_2 = 40,0 \text{ м}^3 / \text{год}$ , а  $q_3 = 17,1 \text{ м}^3 / \text{год}$ .

При  $C_{\phi} = 35,0 \text{ мг} / \text{дм}^3$  та об'ємі зони накопичення і ущільнення осаду  $W_{zn} = 375 \text{ м}^3 / \text{добу}$  витрата води з відстійника складе:

$$q_{11} = \frac{K_p \cdot W \cdot 100}{24 \cdot Q_{oc} \cdot T} = \frac{1,3 \cdot 50,55 \cdot 100}{24 \cdot 1956 \cdot 7} = 2\%,$$

де  $K_p$  - коефіцієнт розбавлення осаду, який дорівнює 1,3;

$N$  - кількість відстійників;

$T$  - час дії відстійника між очистками (7 діб);

$W$  - об'єм зони накопичення та ущільнення осаду,  $W = 50,55 \text{ м}^3 / \text{год}$ .

Об'єм зони згущувача:

$$W_{зз} = 1,3 \cdot K_{po} \cdot W_{осм} = 1,3 * 1,5 * 65 = 127,75 \approx 128 \text{ м}^3$$

де  $K_{po}$  - коефіцієнт розбавлення осаду при випуску із споруд підготовки води (1,5);

$W_{осм}$  - об'єм осадової частини споруди підготовки води,  $W_{осм} = 65 \text{ м}^3$ ;

Приймаємо два відстійника (вертикальних) діаметром 6 м, висота циліндричної частини 4,1 м, конічної – 2,9 м. Освітлена вода після згущувача  $q_6 = 0,7q_5$ ,  $q_5 = 45,5 \text{ м}^3 / \text{год}$  направляються до початку  $q_6 = 31,85 \text{ м}^3 / \text{год}$  очисних споруд, а осад витратою  $q_7 = 0,3q_5$ ,  $q_5 = 0,3 * 45,5 = 13,65 \text{ м}^3 / \text{год}$  подається на зневоднення на фільтр-прес.

Загальна площа фільтр-пресу:

$$F = \frac{Q \cdot C}{q_0} = \frac{1956 * 0.16}{10} = 31.2 \text{ м}^2$$

Приймаємо робочий і резервний фільтр-прес (ФПАКМ-10У), прийнята площа фільтрації робочих фільтр-пресів  $40 \text{ м}^2$ .

Для збирання осаду використовується бункер, вивіз осаду до місця складування здійснюється автосамоскидами.

Утворена після процесу зневоднення вода перекачується в голову очисних споруд.

## **1.5. Насосна станція II-го підйому**

### **Визначення погодинного водопостачання НС II-го підйому**

У відповідності з прийнятою типовою схемою водопостачання міста після очисних споруд очищена вода надходить в резервуари чистої води. Звідки насосами насосної станції II підйому подається в міську водопровідну мережу. Насоси, які встановлені в насосній станції повинні забезпечувати господарсько-питні потреби населення міста, виробничі і інші потреби промислових підприємств, полив території. Одним з важливих питань є забезпечення протипожежних потреб населеного пункту.

В зв'язку з тим, що в місті, яке забезпечується водою, проживає більше ніж 50000 населення дана насосна станція відноситься до I категорії забезпечення.

У відповідності з генпланом міста насосна станція II підйому розташовується в кінці майданчика очисних споруд після резервуарів чистої води. З останніх 5 насосами (3 робочих, 2 резервних) очищена вода подається в міську водопровідну мережу. Подача води здійснюється по двох напірних водоводах довжиною 2 км прокладених із напірних залізобетонних труб діаметром 600 мм. За довжиною водоводів передбачено влаштування одної перемички.

Для забезпечення максимальної надійності роботи насосної станції в ній передбачається кільцювання як всмоктувальних трубопроводів перед насосами, так і напірних трубопроводів після насосів. Всі трубопроводи в середині насосної станції прокладаються із сталевих труб. Окрім цього всі насоси встановлюються під залив. Насосне і допоміжне обладнання забезпечено необхідною регулювальною, вимірювальною і запобіжною арматурою.

За результатами розрахунків об'ємів водоспоживання міста на господарсько-питні потреби населення, виробничі потреби підприємств і

полив території міста складена сумарна відомість водопостачання за добу максимального водоспоживання. Результати розрахунку приведені в табл. 1.16.

Таблиця 1.16

Години доби	Водоспоживання міста $Q_m$ , м <sup>3</sup> /год.
1	2
0-1	454,70
1-2	427,68
2-3	427,68
3-4	427,68
4-5	740,52
5-6	1807,26
6-7	1670,16
7-8	1995,21
8-9	2739,54
9-10	2508,56
10-11	2297,78
11-12	2508,56
12-13	2697,16
13-14	2697,16
14-15	2326,63
15-16	2272,27
16-17	2318,86
17-18	2402,6
18-19	2351,57
19-20	1984,37
20-21	1827,95
21-22	1409,72
22-23	1096,88
23-24	1588,97
	$\Sigma = 43480$

Для наочності за результатами таблиці 1.16 будемо добовий графік погодинної подачі води насосною станцією II підйому (рис. 1.1).

Як слідує з приведеної таблиці, подача води насосною станцією II підйому за добу максимального водопостачання становить  $Q_{\text{max.доб}} = 43480 \text{ м}^3/\text{добу}$ . При цьому подача води за годину максимального водопостачання буде  $Q_{\text{max.год}} = 2739,54 \text{ м}^3/\text{год} = 761 \text{ л/с}$ . При подачі води по двох водоводах витрата води по кожному складе  $Q = 380,5 \text{ л/с}$ .



Рис. 1.1

При подачі води в режимі максимального годинного водоспоживання з урахуванням пожежі витрата буде становити  $Q_{\text{пож}} = 971 \text{ л/с}$ .

При одночасній роботі 3-х насосів витрата одного з них становить:

$$Q_{\text{нас}} = 761/3 = 253,7 \text{ л/с} = 913,3 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Необхідний напір насосів Н.Ст.ІІ для подачі води споживачу розраховується за залежністю:

$$\begin{aligned} H_{\text{НС}} &= H_{\text{ст}} + h_{\text{мм}} + h_{\text{нв}} + h_{\text{НС}} + h_{\text{вдв}} + h_{\text{ув}} = \\ &= (56,2 - 52 + 30) + 11 + 3,24 + 2,56 + 1 + 0,8 = 52,8 \approx 53 \text{ м,} \end{aligned}$$

де  $H_{ст}$  - статичний напір;

$h_{мм}$  - втрати напору у міській мережі від диктуючої точки до точки підключення до напірних водоводів;

$h_{нв}$  - втрати напору у напірних водоводах;

$h_{НС}$  - втрати напору в середині насосної станції;

$h_{вдв}$  — втрати напору у водовимірювальному пристрої;

$h_{уғ}$  - втрати напору в усмоктувальних водоводах.

За результатами розрахунків приймаємо необхідний напір насосів НС-ІІ при пожежогаєнні:

$$H_{пож} = (56,2 - 52 + 10) + 14,2 + 5,66 + 25 = 59,1 \approx 60 \text{ м}$$

Після проведення розрахунків остаточно приймаємо до встановлення всього 5 насосів марки Д 630-90,  $Q = 306$  л/с,  $H = 71$  м. З яких 3 робочих і 2 резервних.

Схема розміщення насосів приведена на рис. 1.2.

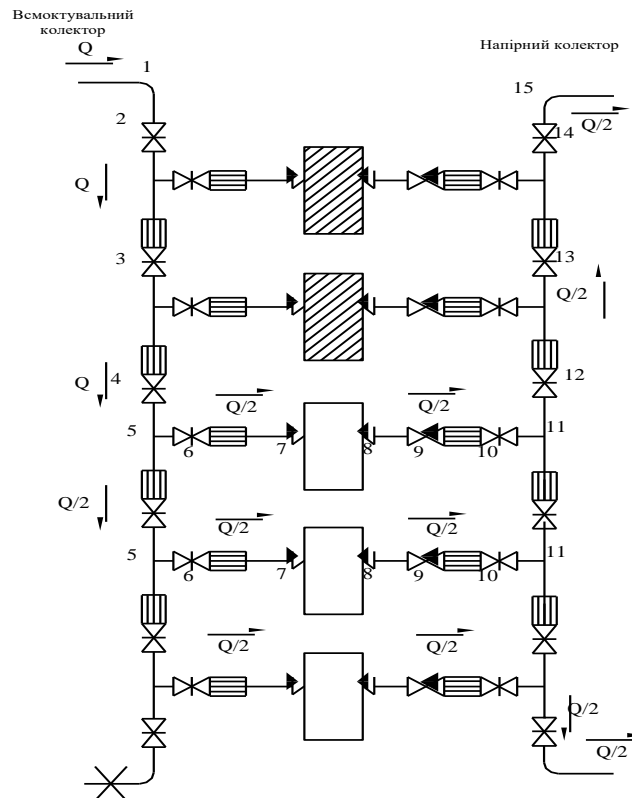


Рис. 1.2 . Схема розміщення насосів

За підібраними діаметрами трубопроводів і витрат визначаємо втрати напору в трубопроводах і арматурі всередині насосної станції. Результати розрахунків зводимо в табл. 1.17.

### Визначення втрат напору в НС

Таблиця 1.17

№ позиції	Найменування місцевих опорів	d, мм	Q, л/с	£	V, м/с	$V^2/2g$ , м	$V^2/2g$ , м
1	Коліно	600	697,5	0,6	0,85	0,037	0,02
2,3,4	Засувка	600	697,5	0,2*3	0,85	0,037	0,02
5	Засувка	600	506,25	0,2	0,64	0,021	0,004
6	Трійник	400	168,75	1,5	1,26	0,081	0,12
7	Засувка	400	168,75	0,2	1,26	0,081	0,016
8	Перехід звуж.	300	168,75	0,1	2,21	0,249	0,025
9	Перехід розш.	250	168,75	0,25	2,21	0,249	0,06
10	Зворотній клапан	400	168,75	1,7	1,26	0,081	0,14
11	Засувка	400	168,75	0,2	1,26	0,081	0,016
12	Трійник	600	168,75	1,5	0,56	0,016	0,024
13	Засувка	600	168,75	0,2	0,56	0,016	0,003
14,15,16	Засувка	600	337,5	0,2*3	1,13	0,065	0,039
17	Коліно	600	337,5	0,6	1,13	0,065	0,039

$$\Sigma = 0,526$$

За отриманими даними по насосній станції і водоводах будуємо графік сумісної роботи насосів і водоводів. Результати розрахунків зводимо в табл. 1.18.

**Розрахунки для побудови  
характеристики трубопроводів НС**

*Таблиця 1.18*

Втрати	0	0,33	0,5	1	1,1
	0	828,6	1255	2511	2762
$H_{ст}$	30	30	30	30	30
$h_{всм}$	-	0,08	0,2	0,8	0,94
$h_{НС}$	-	0,28	0,7	2,8	3,39
$h_{дов}$	-	0,1	0,25	1	1,21
$h_{нв}$	-	0,334	0,83	3,34	4,04
$h_M$	-	1,5	3,75	15	18,15
$H_{НС}$	30	32,294	35,73	52,94	57,73
Аварія 1d					
$H_{ст}$	30	30	30	30	30
$h_{всм}$	-	0,08	0,2	0,8	0,94
$h_{НС}$	-	0,28	0,7	2,8	3,39
$h_{дов}$	-	0,1	0,25	1	1,21
$h_{нв}$	-	1,34	3,34	13,36	16,18
$h_M$	-	1,5	3,75	15	18,15
$H_{НС}$	30	33,3	38,24	62,96	69,87
Аварія перемичка					
$H_{ст}$	30	30	30	30	30
$h_{всм}$	-	0,08	0,2	0,8	0,94
$h_{НС}$	-	0,28	0,7	2,8	3,39
$h_{дов}$	-	0,1	0,25	1	1,21
$h_{нв}$	-	0,83	2,08	8,35	10,11
$h_M$	-	1,5	3,75	15	18,15
$H_{НС}$	30	32,79	36,98	57,95	63,8

Графік сумісної роботи насосів і водоводів приведено на рис. 4.3.

## Добір водолічильника

На насосних станціях II підйому нормами передбачено встановлення в якості водолічильника діафрагму з відносним звуженням  $m = 0,2$ .

В напірному водоводі  $D = 600$  мм максимальна розрахункова витрата  $Q_{\max} = 761$  л/с проходить зі швидкістю  $v = 1,33$  м/с.

$$h_{\text{вдм}} = \frac{v^2}{2g} \left( \frac{1}{m^2} - 1 \right) (1 - m)$$

$$h_{\text{вдм}} = \frac{1,33^2}{2 \cdot 9,81} * \left( \frac{1}{0,2^2} - 1 \right) (1 - 0,2) = 1,5 \text{ м.}$$

$h_{\text{вдм}} = 1,5$  м знаходиться в межах 1 – 2 м, тобто умова виконується.

## Визначення позначки осі насосу

Всі основні робочі насоси в Насосній станції розміщуються на одній відмітці. В НС-II основні насоси встановлюються під залив. У насосів, встановлених під залив, верх корпусу повинен бути розміщений не менш ніж на 0.3 - 0.5 м нижче рівня пожежного запасу в РЧВ.

## Електрична схема насосної станції

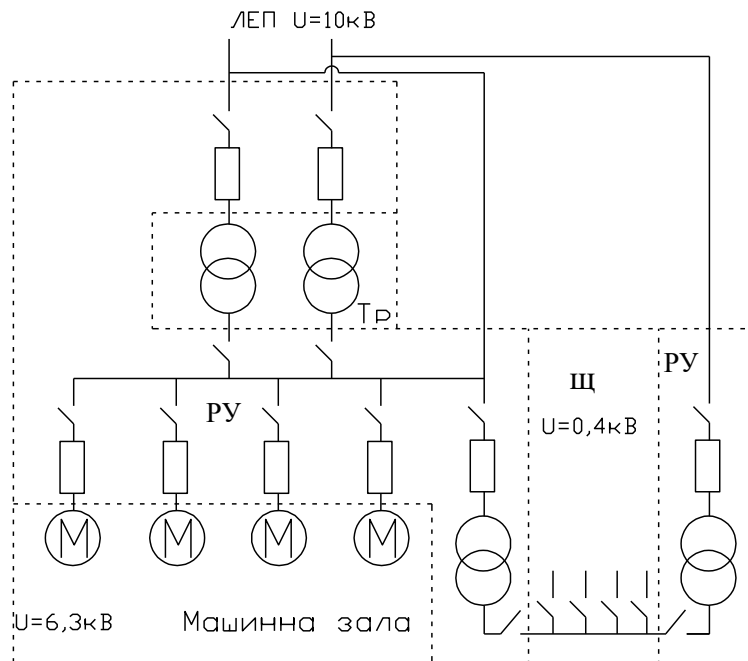
Оскільки насосна станція відноситься до I категорії надійності то вона повинна мати підключення до двох зовнішніх ліній електропередачі напругою 10 кВ. Маємо три основних насоса Д 630-90 та два резервних.

Підбираємо трансформатори:

$$S = k_0 \sum \frac{P_n}{\eta_{\text{дв}} \cos} = 0,9 \cdot \frac{3 \cdot 240}{0,94 \cdot 0,91} = 782 \text{ кВА.}$$

Встановлюємо два трансформатори по 750 кВ·А, які понижують напругу з 10 кВ до 3 кВ, перевантаження становить  $780,8/750 = 1,04 \leq 1,4$ . Електрична схема насосної станції приведена на рис. 1.4.

### Електрична схема насосної станції (рис. 1.3)



### Добір підйомно-транспортного обладнання

В проекті використовуємо підйомно-транспортне обладнання підвісне, електричне, однобалочне, вантажопідйомністю 3,2 т. Для забезпечення потреб всієї площі машинної зали застосовуємо кран-балку (підйомний кран).

Розміри і маса крану:  $L = 11,4$  м,

Вантажопідйомність - 3,2 т, маса крану - 2595 кг,  $H = 1795$  мм,  $H_1 = 485$  мм,  $l = 750$  мм,  $l_1 = 600$  мм.

### Конструкція будівлі

Конструкція будівлі насосної станції приймається напівзаглибленою. Так як висота надбудови 7,2 м, то конструкція приймається каркасною. Прольоти будівлі проектуються 18 м при кроці колон 6 м.

Колони приймаємо 400х600 висотою 7,2 м. Покрівля буде складатися з залізобетонних балок покриття з прогоном 12 м, на які вкладаємо залізобетонні плити покриття довжиною 6 м, шириною 1500 мм, висотою 300 мм. Зверху вкладається гідроізоляція 25 мм, далі армована цементна стяжка 35 мм, термоізоляція 25 мм, цементна піщана стяжка і гідроізоляція.

Стіни приймаємо панельні 3-х загальною товщиною 300 мм. Висота панелей 1200 мм. Стіни прибудови будуть цегляні з товщиною зовнішніх стін 510 мм. Стіни між допоміжними приміщеннями приймаємо 140 мм .

### *Прибудова*

Для можливості перебування експлуатаційного персоналу проектується майстерня, диспетчерська, кімната РП. В цьому ж приміщенні передбачено влаштування побутових приміщень і санвузол.

### *Конструкція підземної частини*

Так як частина підземної частини НС знаходяться нижче РГВ, приймаємо камерну конструкцію. Для гідроізоляції камери використовуємо: асфальтобетон, цементну стяжку, рулонну ізоляцію. Висота внутрішньої гідроізоляції приймається на 0,5 м вище РГВ. Зовнішня частина камери також ізолюється від ґрунтових вод. Рівень гідроізоляції приймаємо стандартно на 1 м вище РГВ.

### **Підбір допоміжного обладнання**

В якості допоміжного обладнання застосовано дренажні і осушувальні (аварійні) насоси.

Дренажні насоси служить для видалення дренажних вод, які надійшли в приміщення насосної станції.

Витрата дренажних насосів залежить від розмірів підземної частини станції:

$$Q_q = (1,5 \dots 2) \cdot (\sum q_1 + q_2), \quad q_2 = 1,5 + 0,001W,$$

де  $W$  - об'єм частини машинної зали, розташованої нижче РЧВ.

$$W = 15 \cdot 24 \cdot 2 = 720 \text{ м}^3$$

$$q_2 = 1,5 + 0,72 = 2,22$$

$$Q_q = 2 \cdot (14 \cdot 0,1 + 2,22) = 7,24 \text{ л/с} = 26,1 \text{ м}^3/\text{год}$$

Приймаємо до встановлення два насоси ВКС 10/45.

Осушувальні насоси призначені для відкачки води з машинної зали, у випадку його можливого аварійного затоплення. Витрата цих насосів становить

$$Q_{ав} = \frac{0,5 \cdot F}{3,6 \cdot t} = \frac{0,5 \cdot (15 \cdot 24)}{3,6 \cdot 2} = 25 \text{ л/с} = 90 \text{ м}^3 / \text{год}.$$

Приймаємо до встановлення 1 насос ГНОМ 100-25 (та 1 резервний).

**Розділ 2**  
**Внутрішнє санітарно-технічне обладнання**  
**будівлі**

**Консультант**

**В.П. Балло**

									Лист
									76
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата				

## Загальні відомості

Одним з розділів бакалаврської роботи є проект санітарно-технічного обладнання 13 поверхового житлового дому. Даний будинок складається з двох однакових житлових секцій. Кількість квартир на поверсі – 4. Будинок має підвал висотою 1,9 м і горище висотою 2,1 м. Висота житлового поверху 3,3 м. Розміри будинку в плані: 25,8 м x 12,0 м. Периметр будинку – 75,6 м. *Висота будинку:* 1,5 (цоколь) + 13x3,3 (висота житлової частини) + 2,1 (горище) + 1,5 (висота огороження на покрівлі) = 48,0 м. Будинок має підвал висотою 1,9 м і горище висотою 2,1 м. Висота житлового поверху 3,3 м. Об'єм будинку – 14,9 тис. м<sup>3</sup>. Район будівництва – центральна частина України.

Система внутрішнього водопроводу будинку підключена до міської водопровідної мережі. Гарантійний напір точки підключення становить 28 м. Внутрішня мережа водовідведення підключена до міської мережі.

## Попередні розрахунки

Кількість санітарних приладів холодної води в квартирі – 4, гарячої – 3.

Розрахункова кількість приладів (N) холодної води в тринадцяти поверховому будинку –  $13 \times 4 \times 4 = 208$  шт., гарячої –  $13 \times 3 \times 4 = 156$  шт.

За вихідними даними в будинку проживає (U) 250 осіб. Кожна особа, у відповідності до [1, табл. А1] споживає за добу холодної води – 150 л, гарячої – 100 л. За добу усі мешканці будинку споживають води: холодної – 37,5 м<sup>3</sup>, гарячої – 25 м<sup>3</sup>, всього 62,5 м<sup>3</sup>.

*Середньогодинні витрати води одним мешканцем (q<sub>m</sub>)* становлять: холодної –  $150/24 = 6,25$  л, гарячої –  $100/24 = 4,17$  л, всього –  $250/24 = 10,42$  л.

*Середньогодинні витрати води будинком* (всіма мешканцями): холодної –  $6,25 \times 250/1000 = 1,56$  м<sup>3</sup>, гарячої –  $4,17 \times 250/1000 = 1,04$  м<sup>3</sup>, всього  $10,42 \times 250/1000 = 2,61$  м<sup>3</sup>.

*Коефіцієнти максимальної добової нерівномірності у відповідності до [1, табл. А4] складають при: N = 208,  $q_m = 6,25 \text{ л} - 1,53$  (холодна вода); N = 156,  $q_m = 4,17 \text{ л} - 1,53$  (гаряча вода); N = 208,  $q_m = 10,42 \text{ л} - 1,38$  (всього).*

*Максимальні добові витрати води будинком (мешканцями): холодної –  $37,5 \times 1,53 = 57,28 \text{ м}^3$ , гарячої –  $25 \times 1,53 = 38,25 \text{ м}^3$ , всього –  $62,5 \times 1,38 = 86,25 \text{ м}^3$ .*

*Максимальна секундна витрата води в будинку (мешканцями) за [1, табл.*

*А5]: холодної – 1,62 л/с, гарячої – 1,16 л/с, всього – 2,78 л/с (сума),*

*Проектуємо 2 поливальних крани в цокольній частині будинку.*

*Витрата води на полив прилеглої території. Приймаємо зону поливу шириною 5 м навколо будинку  $(25,8 + 5) \times 5 \times 2 + (12 + 5) \times 5 \times 2 = 308 + 170 = 478 \text{ м}^2$ , а питому витрату на полив шириною 5 м навколо зелених насаджень та тротуарів у відповідності до [1, табл. А.2]  $4,5 + 0,5 = 5 \text{ л/с}$ . Добова витрата на полив –  $478 \times 5 = 2,39 \text{ м}^3$ .*

### **Гідравлічний розрахунок внутрішньої мережі В1**

Для проведення гідравлічного розрахунку мережі внутрішнього холодного водопроводу складаємо її аксонометричну схему. Визначаємо диктуючий прилад і магістральний напрямок. В якості магістралі приймаємо напрямок від змішувача ванни на верхньому стояку Ст.В1-6 до насосу в підвальному приміщенні.

Розрахунок системи В1 для пропуску господарсько-питної витрати з одночасною роботою спринклерної головки наведено в табл. 1. Розрахунки проводимо з використанням таблиць Шевелевих для гідравлічного розрахунку напірних труб [4]. Оптимальна швидкість руху води повинна знаходитись в межах 1,2 - 1,5 м/с. Труби прийняті пластикові. – пластикові, максимально допустима швидкість – 2, Максимально допустима швидкість прийнята 2,5 м/с [1, п.11.6].

Розрахунок внутрішньої мережі В1 в режимі гасіння пожежі при  
максимальному водоспоживанні (визначення діаметрів труб)

Таблиця 2.1

№ ділянки	Кількість приладів N, шт	Витрати води на ділянці, л/с	Витрата води спринклерною головкою сміттевої камери, л/с	Загальна витрата води на ділянці, л/с	Умовний діаметр труб d, мм	Швидкість v, м/с	Питомі втрати напору, мм/м	Довжина розрахункової ділянки L, м	Втрати напору по довжині ділянки, м	Коефіцієнт, який враховує місцеві втрати напору k <sub>л</sub>	Загальні втрати напору, м
1-2	1	0,22	0	0,22	16	1,95	509,4	1,7	0,87		0,3
2-3	2	0,23	0	0,23	16	2,03	550,7	1,0	0,55	0,71	
3-4	3	0,24	0	0,24	16	2,12	592,4	0,6	0,36	0,48	
4-5	3	0,24	0	0,24	25	0,73	47,2	3,3	0,16	0,22	
5-6	6	0,27	0	0,27	25	0,82	58,0	3,3	0,19	0,26	
6-7	9	0,31	0	0,31	25	0,95	74,0	3,3	0,24	0,32	
7-8	12	0,34	0	0,34	25	1,04	87,4	3,3	0,29	0,37	
8-9	15	0,37	0	0,37	25	1,13	101,2	3,3	0,33	0,42	
9-10	18	0,40	0	0,40	25	1,22	115,9	3,3	0,38	0,48	
10-11	21	0,43	0	0,43	25	1,32	132,1	3,3	0,44	0,56	
11-12	24	0,45	0	0,45	25	1,38	142,8	3,3	0,47	0,62	
12-13	27	0,47	0	0,47	32	0,87	45,1	3,3	0,15	0,21	
13-14	30	0,50	0	0,50	32	0,93	52,1	3,3	0,17	0,23	
14-15	33	0,52	0	0,52	32	0,97	55,9	3,3	0,18	0,24	
15-16	36	0,55	0	0,55	32	1,02	61,7	3,3	0,20	0,27	
16-17	39	0,57	0	0,57	32	1,06	65,6	10	0,66	0,85	
17-18	52	0,65	0	0,65	32	1,21	83,0	2,5	0,21	0,28	
18-19	104	1,01	0	1,01	40	1,22	64,2	0,7	0,04	0,06	
19-20	104	1,01	1,8	2,81	50	2,15	134,8	0,7	0,09	0,13	
20-21	156	1,32	1,8	3,12	50	2,38	160,9	2,5	0,40	0,53	
21-22	169	1,40	1,8	3,20	50	2,45	169,3	2,4	0,41	0,54	

22-23	208	1,62	1,8	3,42	50	2,61	190,5	3	0,57		0,75
					29,6	1,37		64,7			9,58
Середні втрати напору на розрахунковому напрямку 0,15											
Розрахунок ділянок на пропуск води до споживачів без пожежної витрати до спринклерної головки											
19-20	104	1,01	0	1,01	50	0,77	22,4	0,7	0,02	0,3	0,04
20-21	156	1,32	0	1,32	50	1,01	35,1	2,5	0,09		0,13
21-22	169	1,40	0	1,40	50	1,07	39,1	2,4	0,09		0,13
22-23	208	1,62	0	1,62	50	1,23	50,4	3	0,15		0,21
					29,6	1,14		64,7			8,14
Середні втрати напору на розрахунковому напрямку 0,13											

### **Розрахунок втрат напору в квартирному лічильнику холодної води**

Втрати напору в квартирному лічильнику води на пропуск максимальної витрати (ділянка 4-5, табл. 1):

$$h = Sq^2 = 14,5 \times 0,24^2 = 0,84 \text{ м.}$$

### **Розрахунок калібру та втрат напору в домовому лічильнику холодної води системи В1**

Приймаємо лічильник ВК- 40 з експлуатаційною витратою 6,4 м<sup>3</sup>/год, який зможе пропустити максимальну витрату (1,62 л/с) до споживачів та спринклерної головки (3,42 л/с).

Втрати напору в лічильнику на пропуск максимальної господарсько-питної витрати:

$$h = Sq^2 = 0,5 \times 1,62^2 = 1,31 < 5 \text{ м.}$$

На пропуск витрати до спринклерної головки в режимі максимального споживання:

$$h = Sq^2 = 0,5 \times 3,42^2 = 5,85 < 10 \text{ м.}$$

### **Необхідний напір насосу системи В1**

У відповідності до [1, п. 6.6] максимальний тиск води в системі В1 на відмітці найбільш низько розташованих санітарно-технічних приладів не повинен перевищувати 0,45 МПа. В нашому випадку квартири першого поверху.

Висота підйому води від насосної установки до змішувача диктуючого приладу  $12 \times 3,3 + 0,5 + (1,9 - 0,5) + 2,2 = 43,7$  м. Втрати води в квартирному лічильнику – 0,84 м. Тоді максимальний тиск в системі В1 повинен бути:

$$(43,7 + 9,58) \times 0,00981 + 0,2 = 0,71 \text{ МПа.}$$

Зайвий тиск в системі при цьому буде становити:

$$\Delta P = 0,71 - 0,45 = 0,26 \text{ МПа; або } \Delta H = 0,26 / 0,00981 = 27,51 \text{ м.}$$

Тоді, урахуванням глибини залягання зовнішнього водопроводу, втрат напору у домовому лічильнику води і вільного напору у диктуючого приладу, напір насосу на господарсько-питні потреби жителів складе:

$$H_{\text{нас}} = 27,51 + 1,8 + 1,31 + 3 = 35 \text{ м.}$$

Максимальна секундна витрата при цьому буде – 1,62 л/с.

### **Гідравлічний розрахунок системи В2 внутрішнього водопроводу**

У відповідності з діючими ДБН [1, табл. 3] у будинку передбачається система внутрішнього пожежогасіння. Пожежогасіння прийнято в одну струмину з витратою 2,5 л/с. Пожежні крани встановлено на кожному поверсі. Висота встановлення – 1,35 м над рівнем підлоги.

Висота пожежного стояка становить:

$$1,35 + 12 \times 3,3 + 0,5 + 1,9 = 43,6 \text{ м.}$$

Результати гідравлічного розрахунку системи протипожежного водопроводу приведені в табл. 2.2.

## Розрахунок мережі В2

Таблиця 2.2

№ ділянки	q, л/с	d, мм	v, м/с	1000i, мм/м	Довжина ділянки l, м	Втрати напору по довжині, м	Коефіцієнт, що враховує місцеві втрати напору	Загальні втрати напору, м
1-2	2,5	50	1,18	69,63	42,25	2,94	0,1	3,24
2-3	2,5	50	1,18	69,63	8,5	0,59	0,1	0,63
Сумарні втрати напору								3,87

Мінімальний вільний напір у верхнього пожежного крана повинен становити не менше 10 м водяного стовпа. Тоді напір протипожежного насосу буде:

$$H_{\text{пож}} = 43,6 + 3,87 + 10 = 57,5 \text{ м.}$$

При цьому на перших чотирьох поверхах потрібно між пожежним краном і з'єднувальною головкою встановити регулятор тиску.

Витрата протипожежного насосу буде 2,5 л/с.

### Гідравлічний розрахунок внутрішньої мережі Т3(Т4)

Будівля, що проектується обладнується системою централізованого гарячого водопостачання. Система трубопроводів гарячого водопостачання розраховується на два основних режими роботи: максимального водоспоживання і режиму циркуляції.

Методика гідравлічного розрахунку системи на режим максимального гарячого водоспоживання аналогічний методиці гідравлічного розрахунку системи холодного водопроводу. Розрахунок також ведемо в табличній формі. При цьому використовуємо таблиці Шевелева [4]. При розрахунках діаметрів трубопроводів оптимальні розрахункові швидкості повинні знаходитись в

межах 0,9 – 1,2 м/с. Труби прийняті сталеві. Результати розрахунку зведені табл. 2.3.

Розрахунок внутрішньої мережі ТЗ в режимі максимального водоспоживання

Таблиця 2.3

№ ділянки	Кількість приладів N, шт	Витрати води на ділянці, л/с	Умовний діаметр труб d, мм	Швидкість v, м/с	Питомі втрати напору, мм/м	Довжина розрахункової ділянки	Втрати напору по довжині ділянки, м	Коефіцієнт, який враховує місцеві	Загальні втрати напору, м
1-2	1	0,17	15	1,00	266,2	1,7	0,45	0,1	0,51
2-3	2	0,18	15	1,06	296,1	1,6	0,47	0,1	0,53
3-4	2	0,18	20	0,56	60,6	3,3	0,20	0,1	0,21
4-5	4	0,20	20	0,62	73,5	3,3	0,24	0,1	0,27
5-6	6	0,22	20	0,68	88,5	3,3	0,29	0,1	0,33
6-7	8	0,24	20	0,74	103,2	3,3	0,34	0,1	0,38
7-8	10	0,26	20	0,81	119,4	3,3	0,39	0,1	0,44
8-9	12	0,28	20	0,88	137,4	3,3	0,45	0,1	0,51
9-10	14	0,31	20	0,97	165,3	3,3	0,55	0,1	0,62
10-11	16	0,32	20	1,00	175,7	3,3	0,58	0,1	0,65
11-12	18	0,33	20	1,03	186,2	3,3	0,61	0,1	0,68
12-13	20	0,35	20	1,09	206,4	3,3	0,68	0,1	0,74
13-14	22	0,37	20	1,14	230,2	3,3	0,76	0,1	0,85
14-15	24	0,38	20	1,19	242,1	3,3	0,80	0,1	0,89
15-16	26	0,40	20	1,25	266,6	4,0	1,07	0,1	1,19
16-17	26	0,40	25	0,75	73,5	8,5	0,62	0,2	0,75
17-18	39	0,49	25	0,92	108,7	2,0	0,22	0,2	0,27
18-19	78	0,73	25	1,36	228,1	1,3	0,30	0,2	0,37
19-20	117	0,95	32	0,99	85,1	2,0	0,17	0,2	0,21
20-21	130	1,03	32	1,07	99,6	1,0	0,10	0,2	0,13
21-22	156	1,16	40	0,92	62,1	47	2,92	0,2	3,51
			21	0,91		108,7			13,86
Середні втрати напору на розрахунковому напрямку 0,14									

Оцінка за планом підвалу довжини подавальних і циркуляційних трубопроводів склала  $\approx 380$  м.

У відповідність з аксонометричною схемою розрахунковим буде стояк Ст.ТЗ-, магістраллю напрямом від змішувача ванни на першому поверсі через розподільчу систему трубопроводів на горищі та подавальний стояк до насоса в підвалі будинку.

Втрати напору на розрахунковому напрямку складають 13,8 м в режимі максимального водоспоживання гарячої води.

Для визначення циркуляційної витрати води у відповідності до [1, п. 5.3, ф.6] величину теплового потоку в годину максимального водоспоживання, за скоригованою формулою:

$$Q_{hr}^h = 1,15q_{hr}^h (55 - 5), \text{ кВт},$$

де  $q_{hr}^h$  – витрата гарячої води в годину масимального водоспоживання.

Годинну витрату гарячої води (година максимального споживання) знайдемо за [1, табл. А5] для 156 приладів, що споживають гарячу воду та розташовані в житлових квартирах з середньою годинною витратою води одним мешканцем – 4,17 л/год. Вона дорівнює – 2,65 м<sup>3</sup>/год.

Тоді розрахунковий тепловий потік на потреби гарячого водоспоживання в холодну пору року становить:

$$1,15 \times 2,65 \times (55 - 5) = 152,3 \text{ кВт},$$

без теплових втрат. І при 5% теплових втрат від величини теплового потоку отримаємо значення 7,61 кВт.

У відповідності до [1, п.12.4, ф.11] циркуляційна витрата води в системі повинна компенсувати ці теплові втрати.

$$q_{cir} = 7,61 / (0,988 \times 4,19 \times 5) = 0,38 \text{ л/с}.$$

Від помпи по подавальному стояку на горище буде надходити в режимі циркуляції 0,38 л/с гарячої води, далі 0,091 л/с буде надходити до стояків ТЗ-3, ТЗ-4; 0,061 л/с буде надходити до стояків ТЗ-1, ТЗ-6; 0,03121 л/с – до стояків

ТЗ-2, ТЗ-5. Різні тепловтрати в розподільчій системі на горищі до окремих стояків будуть корегувати термостатичні клапани.

Діаметри труб циркуляційної частини системи гарячого водопостачання підбираємо на швидкість руху води в них в межах 0,2-0,5 м/с. Результати розрахунку мережі гарячого водопостачання в режимі циркуляції наведено в табл. 2.4.

Розрахунок внутрішньої мережі ТЗ в режимі циркуляції (визначення діаметрів труб циркуляційної частини мережі)

Таблиця 2.4

№ ділянки	Кількість приладів N, шт	Витрати води на ділянку, л/с	Умовний діаметр труб d, мм	Швидкість v, м/с	Питомі втрати напору, мм/м	Довжина розрахункової ділянки L, м	Втрати напору по довжині ділянки, м	Коефіцієнт, який враховує місцеві втрати напору k <sub>л</sub>	Загальні втрати напору, м
3-4	2	0,062	20	0,2	9,84	3,3	0,03	0,1	0,034
4-5	4	0,062	20	0,2	9,84	3,3	0,03	0,1	0,034
5-6	6	0,062	20	0,2	9,84	3,3	0,03	0,1	0,034
6-7	8	0,062	20	0,2	9,84	3,3	0,03	0,1	0,034
7-8	10	0,062	20	0,2	9,84	3,3	0,03	0,1	0,034
8-9	12	0,062	20	0,2	9,84	3,3	0,03	0,1	0,034
9-10	14	0,062	20	0,2	9,84	3,3	0,03	0,1	0,034
10-11	16	0,062	20	0,2	9,84	3,3	0,03	0,1	0,034
11-12	18	0,062	20	0,2	9,84	3,3	0,03	0,1	0,034
12-13	20	0,062	20	0,2	9,84	3,3	0,03	0,1	0,034
13-14	22	0,062	20	0,2	9,84	3,3	0,03	0,1	0,034
14-15	24	0,062	20	0,2	9,84	3,3	0,03	0,1	0,034
15-16	26	0,062	20	0,2	9,84	4,0	0,04	0,1	0,045
16-17	26	0,062	25	0,2	9,84	8,5	0,08	0,2	0,097
17-18	39	0,092	25	0,22	8,44	2,0	0,02	0,2	0,025
18-19	78	0,184	25	0,35	18,2	1,3	0,02	0,2	0,025

19-20	117	0,276	32	0,28	9,1	2,0	0,02	0,2	0,025
20-21	130	0,307	32	0,33	14,5	1,0	0,02	0,2	0,025
21-22	156	0,37	40	0,30	9,7	47	0,46	0,2	0,554
				0,23		105,4			1,186
Циркуляційна частина									
3-23	26	0,062	20	0,2	9,84	9,0	0,09	0,2	0,107
23-24	39	0,092	20	0,29	18,4	2,0	0,04	0,2	0,049
24-25	78	0,184	25	0,35	18,2	1,3	0,02	0,2	0,025
25-26	117	0,276	32	0,28	9,1	2,0	0,03	0,2	0,037
26-27	130	0,307	32	0,33	14,5	1,0	0,02	0,2	0,025
27-28	156	0,38	32	0,39	19,0	3,0	0,06	0,2	0,073
						18,3			0,313
Всього									1,5
Втрати напору на розрахунковому напрямку 0,013 МПа									

*Теплові втрати* на 1 м  $7620/380 = 20,1$  Вт/м, а [1, п.5,3] вимагає 11 Вт/м (горище, підвал) та 7 Вт/м (стояки). Для нашого випадку середні втрати тепла дорівнюють:  $(313,6 \times 7 + 60 \times 11)/375 = 7,5$  Вт/м. А втрати тепла у відсотках повинні бути  $20,1/7,5 = 2,68$ .

*Необхідний напір циркуляційного насосу* [1, п.12.7, ф.15] без врахування втрат тиску на зворотних клапанах, термостатичному клапані, водонагрівачі – 0,013 МПа. Місцеві втрати тиску враховані при розрахунку мережі на пропуск циркуляційної витрати (табл. 9) максимальна витрата помпи 0,38 л/с. Лічильник на циркуляційній частині не встановлюємо.

Втрати напору в квартирному лічильнику гарячої води:

$$h = Sq^2 = 14,5 \times 0,19^2 = 0,51 \text{ м.}$$

### **Необхідний напір насосу ТЗ(Т4)**

У відповідності з діючими нормами максимальний тиск води в системі ТЗ(Т4) на відмітці найбільш низько розташованих санітарно-технічних

приладів не повинен перевищувати 0,45 МПа. В нашому випадку квартири першого поверху. На останньому поверсі приймаємо надлишковий тиск на приладах 0,2 МПа [1, п.6.6].

Висота підйому води  $12 \times 3,3 + 0,5 + (1,9 - 0,5) + 2,2 = 43,7$  м (від насосу в підвалі до змішувача ванни на останньому поверсі).

У відповідності з табл. 4 Втрати напору до розрахункового приладу на 13 поверсі 7,22 м. Якщо забезпечити водою душову сітку на 13 поверсі, то всі інші поверхи будуть мати воду з відповідними параметрами.

Втрати в квартирному лічильнику – 0,51 м.

Максимальний тиск в системі Т3(Т4) повинен бути:

$$(43,7 + 7,22 + 0,51) \times 0,00981 + 0,2 = 0,71 \text{ МПа.}$$

Маємо зайвий тиск в системі  $0,71 - 0,45 = 0,26$  МПа або 25,8 м.

На 7 нижніх поверхах встановлюємо регулятори тиску.

Глибина залягання труби міського водопроводу в місці підключення дворової мережі 1,8 м. Різниця відміток поверхні землі поруч з колодязем 4 (55,09) і та вводом водопроводу до будинку (54,35) – 0,74 м. Відмітка вводу водопроводу до будинку -1,500, а всмоктувальної частини помпи  $-((1,9+0,4)-0,5)=-1,800$ . Умовна відмітка труби в колодязі 4 становить  $-1,5+0,74-1,8=-2,56$ . Підйом на висоту 0,47 м або  $0,47 \times 0,00981=0,01$  МПа. Втрати напору у водомірному вузлі системи Т3(4) (не враховуємо) та дворовій мережі – 0,73 м.

Напір насосу повинен бути  $43,7 + 3 + 2 = 48,7$  м. Максимальна секундна витрата – 1,16 л/с.

### **Система внутрішньої каналізації (К1)**

Як було отримано раніше максимальна загальна витрата води на випуску з будинку складає 2,78 л/с.

Приймаємо до монтажу системи водовідведення поліетиленові труби низького тиску.

Для можливості прочищення мережі на всіх стояках встановлюються ревізії. Вони встановлюються не рідше ніж через два поверхи на рівні 1 м від підлоги.

На горизонтальних ділянках в підвалі на всіх поворотах встановлюються прочистки.

В приміщенні теплового встановлено трап.

Аксонметрична схема системи водовідведення приведена на листі.

### Гідравлічний розрахунок внутрішньої мережі К2

Методика розрахунку внутрішньої системи дощового водовідведення приведена в ДБН [1].

У відповідності з нею витрата дощових вод з плоскої кровлі визначається за залежністю

$$Q = F \cdot q_{20} / 10000, \text{ л/с,}$$

де  $F$  - загальна площа водозбору на кровлі з врахуванням 30% площі вертикальних стін в нашому випадку буде:

$$F = F_1 + 0,3F_2$$

$$F = 12 \times 24,8 + 0,3((12 + 24,8) \times 2 \times 1,5 + 3 \times 3 \times 3) = 298,4 + 25,6 = 324 \text{ м}^2;$$
$$q_{20} = 104 \text{ л/(с} \cdot \text{га)} - \text{інтенсивність двадцятихвилинного дощу, л/с з гектара}$$

площі для певної місцевості, за період одноразового перевищення розрахункової інтенсивності, рівній одному року;

$F_1$  - дійсна площа покрівлі в плані,  $\text{м}^2$ ;

$F_2$  - площа вертикального бортика, який огорожує покрівлю по периметру,  $\text{м}^2$ .

$$Q = 324 \cdot 104 / 10000 = 3,4 \text{ л/с.}$$

Для відводу дощових вод в центральній частині покрівлі встановлено дві водоприймальні воронки. На горищі підвісними трубами дощові води відводяться до водостічного стояка. Труби прийняті поліетиленові напірні діаметром 100 мм. Відвідні труби прокладаються з похилом 0,005. На стояку на першому поверсі передбачена ревізія. Дощові води від будинку відводяться у міську дощову мережу.

**Розділ 3**  
**Технологія будівельного виробництва**

**Консультант**

**І.М. Уманець**

									Лист
									89
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата				

## **Загальні положення**

Очисні споруди систем водопостачання та водовідведення відносяться до технологічних споруд, які забезпечують необхідні умови транспортування і очищення питних і стічних вод. Дані споруди в основному відносяться до емнісних споруд відносно великого розміру. У відповідності з застосовуваною технологією роботи вони проектується заглибленого або напівзаглибленого типу. Окремі частини цих споруд, особливо їх верхні конструкції монтуються із збірних залізобетонних елементів. Нижня частина споруд, як правило, виконується із монолітного залізобетону.

В зв'язку з специфікою роботи таких споруд при їх будівництві застосовуються всі види будівельних робіт, таких як: підготовчі і земляні роботи, підготовка фундаментів конструкцій, роботи по монтажу окремих видів будівельних конструкцій, бетонування і ізоляційні роботи, гідравлічне випробування окремих елементів і споруд в цілому.

### **Характеристика споруди та умов виконання робіт**

В даному розділі роботи розглянуто технологію монтажу двох резервуарів чистої води із збірних залізобетонних конструкцій, місткістю 5000 м<sup>3</sup> кожен. Відстань між резервуарами прийнята 15 м.

Резервуари прямокутні у плані з розмірами в осях 36 м × 30 м. Заглиблення резервуара в ґрунт прийнято 4,8 м. Ґрунт супісок.

Крок колон в резервуарах 6 м х 6 м. Стінові панелі прийняті плоскі ПС2-48-Б без обв'язочної балки і ПС1-48-Б з обв'язочною балкою, які встановлюються в пази монолітного днища. Висота плоских стінових панелей – 4,8 м.

План резервуару чистої води місткістю 5000 м<sup>3</sup> з маркуванням збірних конструкцій каркаса наведений на рис. 3.1.

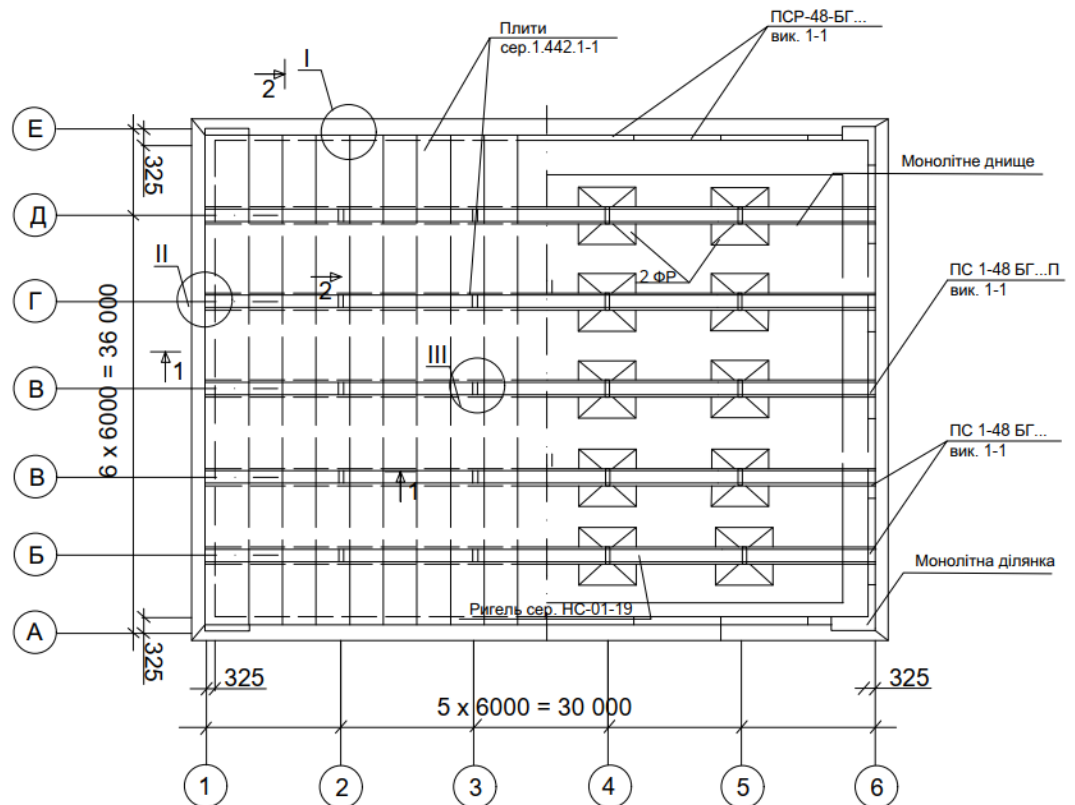


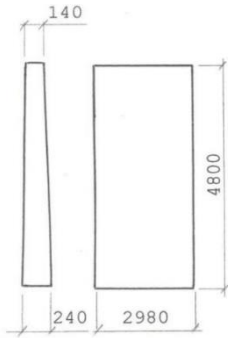
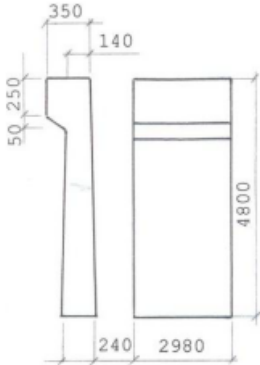
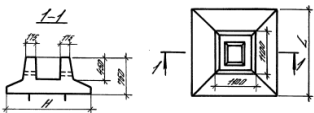
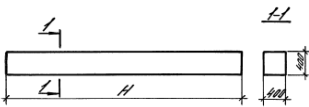
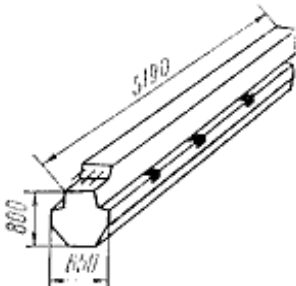
Рис. 3.1. Схематичний план резервуару чистої води місткістю 5000 м<sup>3</sup> з маркуванням конструкцій каркаса.

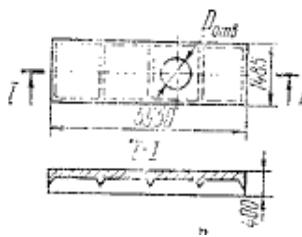
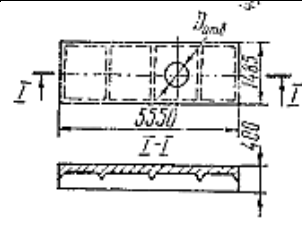
### Характеристики монтажних елементів

Для початку будівництва довільного об'єкта керівнику робіт завжди треба мати план будівельних робіт, узгоджений з усіма необхідними службами в установленому порядку. Вибір використовуваної при будівництві і монтажу спеціальної техніки і обладнання, в першу чергу їх потужність, залежить від характеристик, в тому числі і фізичних, застосовуваних будівельних елементів. Основні технічні характеристики монтажних елементів, необхідних для вибору обладнання в даному випадку, таких як маркування, ескізи, розміри, маса в тонах та об'єм залізобетону, приведені в табл. 6.1.

Характеристика монтажних елементів

Таблиця 3.1

№ n/n	Монтажні елементи	Марка	Ескіз	Маса елемента, т	Об'єм елемента, м <sup>3</sup>
1	2	3	4	5	6
1	Стінова панель	ПС2-48- БГ1		6,7	2,69
2	Стінова панель	ПС1-48- БГ1		7,1	2,85
3	Фундамент під колону	2ФР2		4,18	1,67
4	Колона	ЗКР48		1,7	0,63
5	Ригель	Р-1		4,2	2,35

6	Плита покриття	1П7		1,2	1,05
7	Плита покриття	1П3		2,3	1,9

### Вибір методів виконання і розчленування фронту робіт на ділянці

Перелік елементарних потоків спеціалізованого потоку будівництва резервуарів чистої води вибрана такою:

- монтаж стінових панелей;
- зварювання арматури і закладних деталей вертикальних швів стінових панелей;
- замоноличування стиків стінових панелей з днищем;
- замоноличування вертикальних стиків між панелями;
- установка інвентарної опалубки монолітних кутових ділянок; армування; укладання та ущільнення бетонної суміші; демонтаж опалубки;
- монтаж фундаментів під колони;
- монтаж колон у стакани фундаментів;
- бетонування стиків колон з фундаментами;
- монтаж ригелів;
- електрозварювання стиків ригелів з колонами; ригелів зі стіновими панелями;
- монтаж плит покриття;
- електрозварювання стиків плит покриття з ригелями, плит покриття зі стіновими панелями;
- бетонування стиків між плитами покриття.

## Поділ споруди на монтажні дільниці

Першу групу складають невеликі окремо стоячі споруди циліндричної і прямокутної форм в плані шириною до 15, які об'єднані в технологічний блок з трубопроводами, кожен з них приймають в якості однієї монтажної дільниці.

Прийнято витримування бетону у стиках колони з фундаментом і стінових панелей в пазах днища за допомогою електропрогрівання. У цьому випадку потрібна міцність бетону може бути досягнута за 8 - 12 год.

Споруду розділено на дві монтажні дільниці, у якості однієї монтажної дільниці прийнято один резервуар чистої води з розмірами у плані 36 м × 30 м.

### Підрахунок об'ємів робіт

#### Визначення об'ємів монтажних робіт

##### Об'єм монтажних робіт

Таблиця 3.2

№ пор.	Найменування елементів	Марка елемента	Кількість елементів, шт.			Об'єм елемента, м <sup>3</sup>	Об'єм елементів, м <sup>3</sup>
			на дільницях		всього		
			1	2			
1	Стінова панель масою 6,7т	ПС2-48-БГ1	18	18	36	2,69	96,84
	Стінова панель масою 7,1т	ПС1-48-БГ1	22	22	44	2,85	125,4
2	Фундамент під колону масою 4,18 т	2ФР2	20	20	40	1,67	66,8
3	Колона масою 1,7 т	ЗКР48	20	20	40	0,63	25,2
4	Ригель масою 4,2 т	Р-1	25	25	50	2,35	117,5

5	Плита покриття масою 1,2 т	1П7	12	12	24	1,05	25,2
	Плита покриття масою 2,3 т	1П3	114	114	228	1,9	433,2
	Всього:						890,14

## Визначення об'ємів бетонних робіт

### Об'єм опалубних робіт

Таблиця 3.3

Марка моноліт-ної ділянки	Тип поверхні, яка покривається опалубним щитом	Розміри поверхні, мхм	Кількість поверхонь кожного типу, шт.	Площа одної поверхні, м <sup>2</sup>	Площа опалубки за типом поверхні та загальна площа опалубки, м <sup>2</sup>
УМ48-БГ1	1	1,59x4,28	2	6,80	13,60
	2	1,21x4,28	2	5,18	10,36
	3	0,28x4,28	1	1,98	1,98
Площа опалубки на одну монолітну ділянку, м <sup>2</sup>					25,94
Площа опалубки на монтажну дільницю, м <sup>2</sup>					103,76
Площа опалубки на споруду, м <sup>2</sup>					207,52

### Об'єм бетонних робіт

Таблиця 3.4

Монолітна ділянка УМ48-БГ1	Об'єм бетону, м <sup>3</sup>
Об'єм бетонної суміші на одну монолітну ділянку, м <sup>3</sup>	3,4
Об'єм бетонної на монтажну дільницю, м <sup>3</sup>	13,6
Об'єм бетонної суміші на споруду, м <sup>3</sup>	27,2

## Об'єм арматурних робіт

Таблиця 3.5

Марка монолітної ділянки	Маса арматури класу в кг				Маса арматури, кг
	A240C	A400C			
	діаметром 6 мм	діаметром 8 мм	діаметром 14 мм	діаметром 16 мм	
УМ48-БГ1	3,0	46,3	26,1	289,1	364,5
Маса арматури на одну монолітну ділянку, кг					364,5
Маса арматури на монтажну ділянку, кг					1458,0
Маса арматури на споруду, кг					2916,0

## Визначення об'ємів робіт із закладання стиків

### Об'єм робіт із закладання стиків

Таблиця 3.6

№ пор.	Назва процесу	Одиниця вимірю- вання	Об'єм робіт на ділянках			Об'єм робіт на споруду
			одиниці вимірю- вання	1	2	
1	Зварювання випусків арматури панелей стін	10 м шва	0,432	40 x 0,432 = 17,28	40 x 0,432 = 17,28	34,56
2	Закладання швів дна паза днища бетоном з ущільненням	1 м <sup>3</sup>	0,03	0,03x2,98 x40=3,58	0,03x2,98 x40=3,58	7,16
3	Заливання швів панелей стін бетоном механізовано	100 м	0,048	40 x 0,048 = 1,92	40 x 0,048 = 1,92	3,84
4	Замонічування колон у стаканах фундаментів	1 стик	1	20	20	40
5	Електрозварювання ригеля з колоною	10 м шва	0,062	0,062x20= 1,24	0,062x20= 1,24	2,48

6	Електрозварювання ригеля із стіноюю панеллю	10 м шва	0,025	0,025x10=0,25	0,025x10=0,25	0,5
7	Електрозварювання плити з ригелем	10 м шва	0,024	0,024x114=2,736	0,024x114=2,736	5,47
8	Електрозварювання плити покриття із стіноюю панеллю при обпиранні довшою стороною	10 м шва	0,008	0,008x12=0,096	0,008x12=0,096	0,192
9	Заливка швів плит покриття розчином механізовано	100 м	10,7	10,7	10,7	21,4

### Вибір монтажних кранів

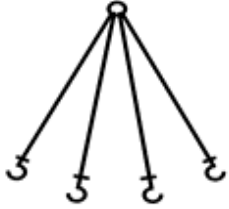
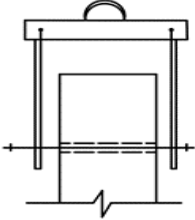


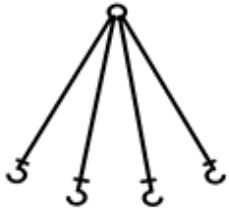
### Вибір засобів для захоплення конструкцій і їх тимчасового закріплення

Засоби для захоплення конструкцій наведено у табл. 3.7.

#### Засоби для захоплення конструкцій

Таблиця 3.7

№	Найменування, коротка характеристика, посилання на довідник із зазначенням сторінки	Ескіз	Характеристика		
			вантажопідйомність, т	маса, т	розрахункова висота, м
1	2	3	4	5	6
1	Балансуюча траверса для захоплення стінових панелей с. 6 [17]	 	8	0,15	0,5


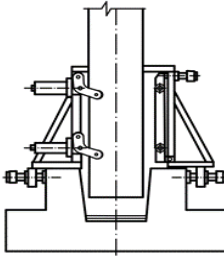
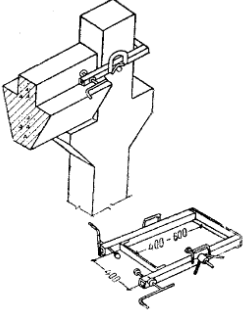
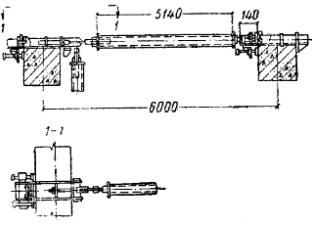
2	Строп чотирьохгілковий для захоплення збірних фундаментів с. 68 [16]		5	0,044	4
3	Стержневий захоплювач колон с. 184 [15]		8	0,135	0,5
4	Строп двогілковий для захоплення ригелів с. 68 [16]		5	0,05	4,3
5	Строп двогілковий для захоплення траверси с. 68 [16]		8	0,05	2,5
6	Строп чотирьохгілковий для захоплення плит покриття с. 68 [16]		5	0,048	5

Інформація про засоби тимчасового закріплення і вивірювання конструкцій має наступний вигляд (табл. 3.8).

## Визначення монтажних характеристик конструкцій

### Засоби для тимчасового закріплення і вивірювання конструкцій

Таблиця 3.8

№ п/п	Найменування, характеристика, посилання на довідник із зазначенням сторінки	Принципова схема засобу	Висота над нижньою конструкцією, м	Маса, т
1	2	3	4	5
1	Підкос із струбциною та металеві клини для тимчасового закріплення стінових панелей с. 6 [17]		-	0,05
2	Кондуктор для тимчасового закріплення колон та їх вивірювання с. 73 [16]		0,72	0,282
3	Кондуктор для тимчасового закріплення ригелів та їх вивірювання с. 77 [16]		-	0,026
4	Розчалка для тимчасового закріплення ригелів с. 77 [16]		-	0,078

## Технічний вибір монтажних кранів

Виконання монтажних робіт прийнято за схемою II (ширина резервуара чистої води 36 м). Монтажні характеристики визначено для найважчих, найвищих та найдальших від крана конструкцій у кожному елементарному потоці.

Для стінових панелей (рис. 3.2).

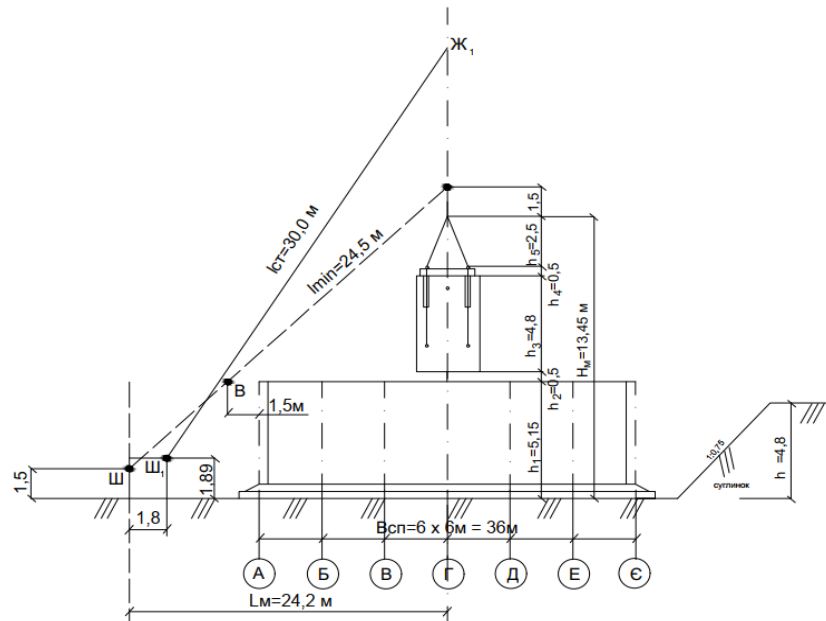


Рис. 3.2. Визначення монтажних характеристик стінових панелей:

$$Q_M^{cn} = 7,1 + 0,15 + 0,05 = 7,3m;$$

$$H_M^{cn} = 5,15 + 0,5 + 4,8 + 0,5 + 2,5 = 13,45m;$$

$$L_M^{\phi} = 24,2m.$$

Для фундаментів (рис. 3.3)

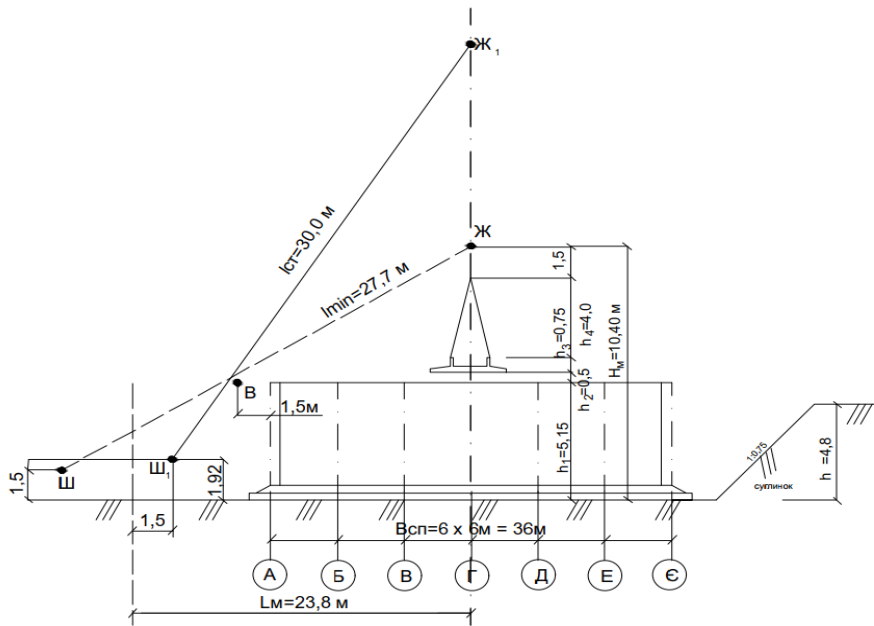


Рис. 3.3. Визначення монтажних характеристик фундаментів:

$$Q_M^\phi = 4,18 + 0,044 = 4,32 \text{ м};$$

$$H_M^\phi = 5,15 + 0,5 + 0,75 + 4,0 = 10,4 \text{ м};$$

$$L_M^\phi = 23,8 \text{ м}.$$

Для колон (рис. 3.4)

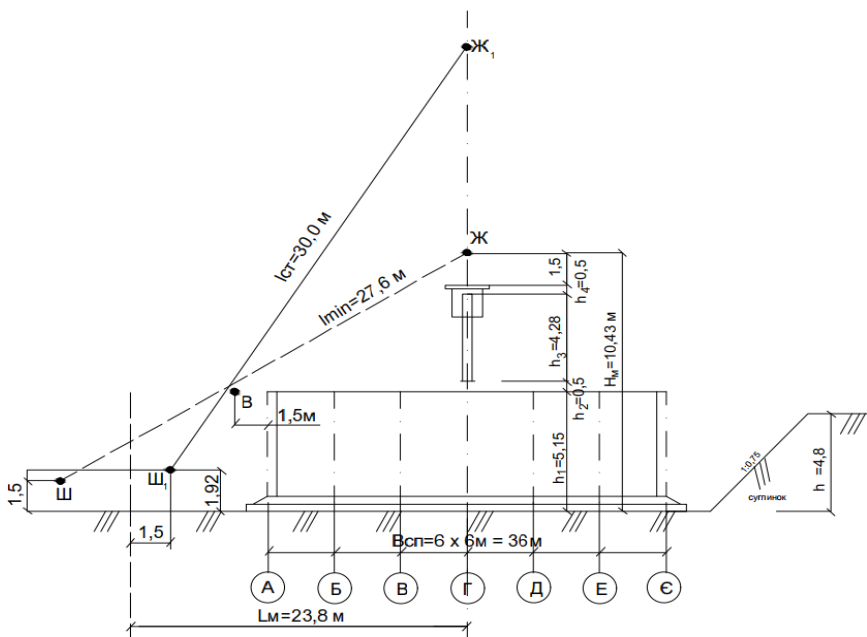


Рис. 3.4. Визначення монтажних характеристик колон:

$$Q_M^K = 1,7 + 0,135 = 1,84m;$$

$$H_M^K = 5,15 + 0,5 + 4,28 + 0,5 = 10,43m;$$

$$L_M^\Phi = 23,8m.$$

Для ригелів (рис. 3.5)

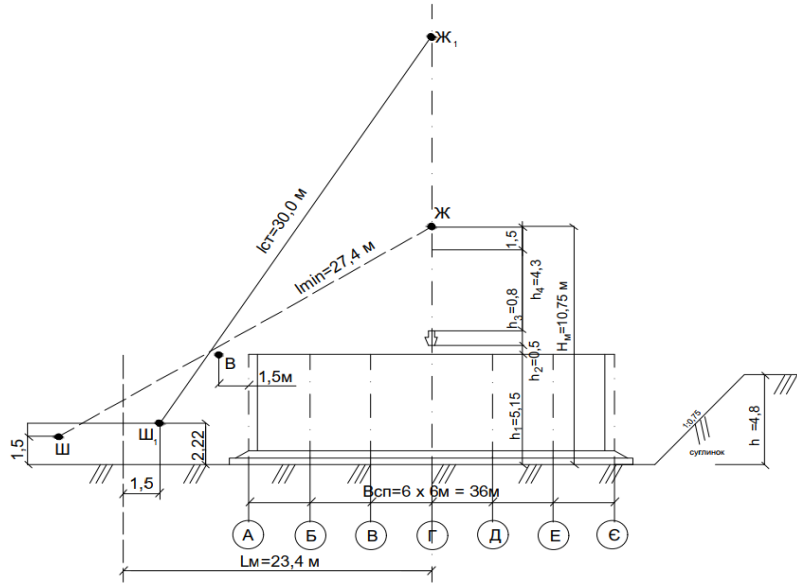


Рис. 3.5. Визначення монтажних характеристик ригелів:

$$Q_M^P = 4,2 + 0,05 = 4,25m;$$

$$H_M^P = 5,15 + 0,5 + 0,8 + 4,3 = 10,75m;$$

$$L_M^\Phi = 23,4m.$$

Для плит покриття (рис. 3.6).

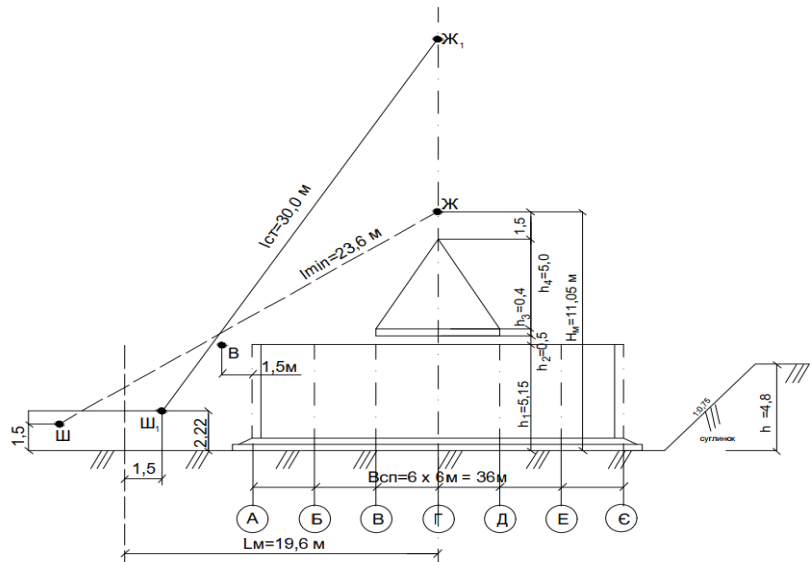


Рис. 3.6. Визначення монтажних характеристик плит покриття:

$$Q_{M, np} = 2,3 + 0,0048 = 2,35 \text{ м};$$

$$H_{M, np} = 5,15 + 0,5 + 0,4 + 5,0 = 11,05 \text{ м};$$

$$L_M^\phi = 19,6 \text{ м}.$$

Марки вибраних кранів, які задовольняють вимогам монтажних характеристик конструкцій в елементарних потоках заносимо в табл. 3.9.

*Підібрані монтажні крани, які задовольняють вимогам монтажних характеристик конструкцій в елементарних потоках*

Таблиця 3.9

№ поз.	Назва конструкції в елементарних монтажних потоках	Монтажні характеристики конструкцій			Гусеничні крани, придатні за технічними характеристиками
		$Q_M, \text{ м}$	$H_M, \text{ м}$	$L_M, \text{ м}$	
1	2	3	4	5	6
1	Стінові панелі	7,3	13,45	24,2	Гусеничний кран ДЕК-631А, стріла 30 м механічний привід

2	Фундаментні блоки	4,32	10,4	23,8	Гусеничний кран ДЕК-401, стріла 30 м механічний привід
3	Колони	1,84	10,43	23,8	
4	Ригелі	4,25	10,75	23,4	Гусеничний кран ДЕК-631А, стріла 30 м механічний привід
5	Плити покриття	2,35	11,05	19,6	

Після вибору необхідного обладнання і механізмів для виконання будівельних робіт складають калькуляцію трудових витрат на одну ділянку, де вказується необхідна кількість робіт, норма часу на їх виконання, їх трудомісткість і необхідний склад ланки працівників для виконання даного виду робіт.

#### **Складання таблиці технологічних розрахунків і побудова графіка виконання робіт**

На основі виконаних вище робіт складаються таблиці технологічних розрахунків і будується графік виконання робіт.

Приклади побудови цих графіків для розглядуваного об'єкта (побудова двох РЧВ) приведені на основному листі креслень. Там же вказано терміни виконання робіт. Приведені основні техніко-економічні показники будівництва. Дані таблиці по потребах в матеріально-технічних ресурсах, в тому числі в машинах, устаткуванні і інвентарі.

Приводяться необхідні вказівки до виконання робіт і заходи з охорони праці.

Розділ 4

**Охорона навколишнього середовища**

**Консультант**

**В.П. Балло**

								Лист
								105
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата			

В даний час при проектуванні і будівництві об'єктів різного призначення обов'язково спеціально розглядається питання охорони навколишнього природного середовища. А точніше, як вплине новий об'єкт, на це середовище. До яких змін може привести будівництво і експлуатація нового об'єкта.

Особливо гостро дане питання стоїть при будівництві і експлуатації споруд водопостачання і водовідведення. Зокрема споруд для очистки води питної якості. Щоб зменшити вплив навколишнє середовище даного об'єкта і навпаки, зовнішнього середовища на цей об'єкт, навколо нього територіально виділяються спеціальні зони санітарної охорони (ЗСО).

Звичайно зони санітарної охорони передбачаються для забезпечення санітарно-епідеміологічної безпеки та охорони від випадкового або навмисного забруднення поверхневих чи підземних джерел і водопровідних споруд системи централізованого питного водопостачання, а також прилеглих до них територій.

ЗСО повинна складатися з трьох поясів:

- перший пояс (пояс суворого режиму), який включає територію розташування водозабірних споруд, майданчиків всіх водопровідних споруд;
- другий і третій пояси (пояси обмежень і спостережень), які включають територію, яка призначається для охорони джерел від забруднення.

У кожному з трьох поясів ЗСО, відповідно до їх призначення, слід встановлювати спеціальний режим та комплекс заходів, спрямованих на недопущення погіршення якості води.

Можливість організації ЗСО повинна визначатись на стадії вибору джерела та майданчиків очисних споруд об'єктів питного водопостачання. Проект ЗСО звичайно повинен бути складовою частиною проекту питного водопостачання і одночасно основою для проекту землеустрою.

Проект ЗСО повинен відповідати вимогам чинного законодавства.

Санітарні заходи з ліквідації забруднень у межах ЗСО слід виконувати:

- у першому поясі – організаціями, що забезпечують централізоване питне водопостачання, або службами комунального господарства населених пунктів;

- у другому і третьому поясах – власниками об'єктів, що негативно впливають або можуть впливати на якість води в джерелах водопостачання.

При зміні умов водності джерел водопостачання допускається зміна ЗСО.

Межа першого поясу ЗСО майданчика очисних водопровідних споруд повинна збігатися з огорожами цих споруд і передбачатися на відстані:

- від стін резервуарів фільтрованої (питної) води, фільтрів, контактних освітлювачів – не менше ніж 30 м;

- від стін інших споруд і ствола водонапірної башти – не менше ніж 15 м.

Ширину санітарно-захисної смуги водоводів та водопровідних мереж, що проходять по незабудованій території потрібно приймати (від крайніх ліній):

- при прокладанні в сухих ґрунтах та умовному діаметрі до 1000 мм включно – не менше ніж 10 м, а при більшому діаметрі – не менше ніж на 20 м;

- при прокладанні в мокрих ґрунтах (незалежно від діаметра) – не менше ніж 50 м.

### Основні водоохоронні та санітарні заходи на території ЗСО

#### Перший пояс ЗСО.

- Каналізування всіх будівель і споруд і відведення стічних вод треба здійснювати в мережу, що знаходиться поза першого поясу ЗСО;

- Треба забезпечити відвід дощових вод за територію ЗСО;

- Необхідно забезпечити сторожову охорону та технічні заходи, щоб запобігти проникненню сторонніх осіб на території ЗСО;

- Забезпечити огороження зони і відповідну акваторію водойми необхідними попереджувальними знаками і буями;
- Заборонені всі види будівництва, які безпосередньо не пов'язані з експлуатацією і будівництвом водопровідних споруд і мереж;
- Заборонено випуск будь-яких стічних вод на даній території;
- Заборонено випас худоби, купання людей, прання білизни, ловля риби, проведення головної рубки лісу і здійснення іншої господарської діяльності.

## Список використаної літератури

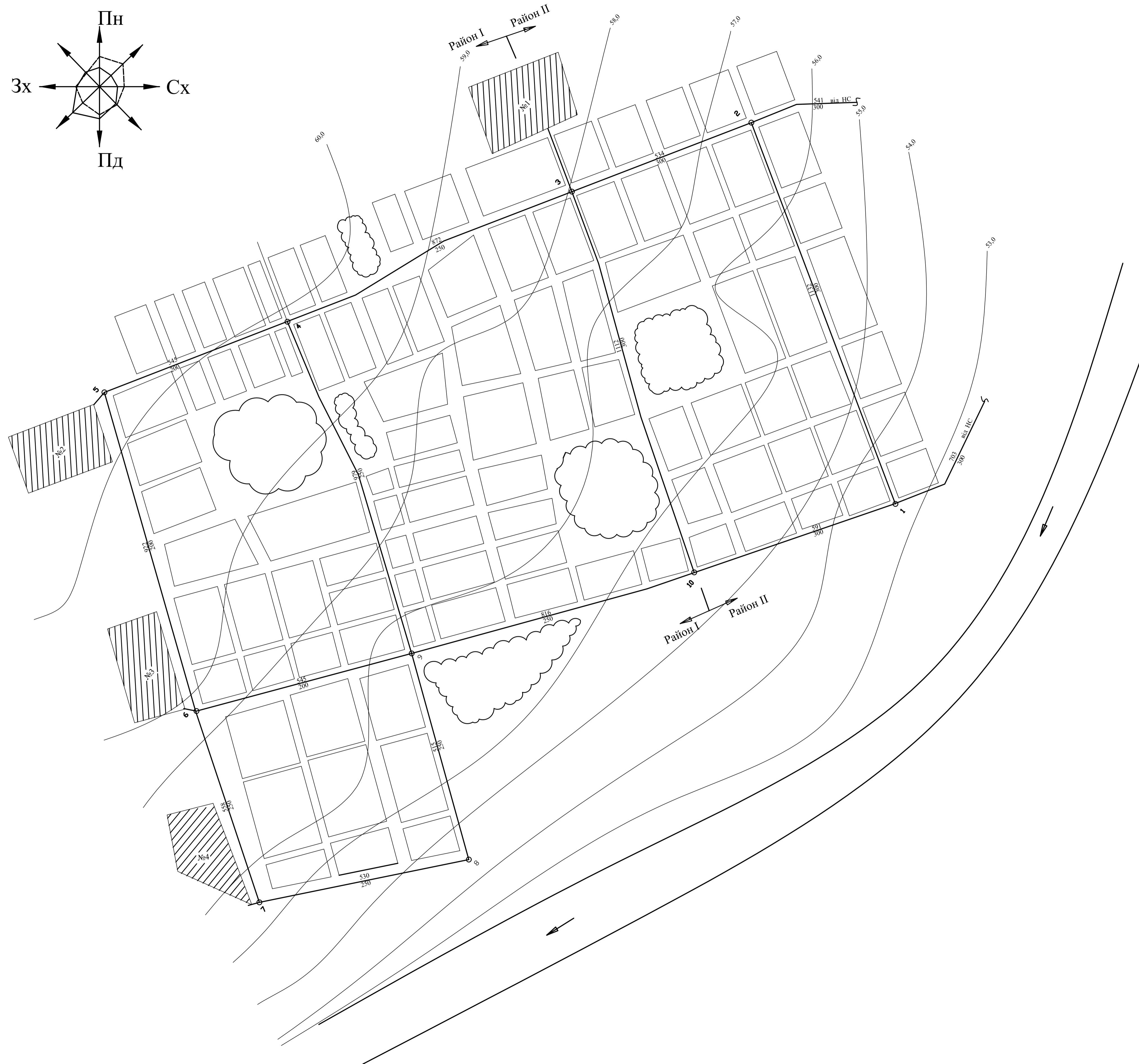
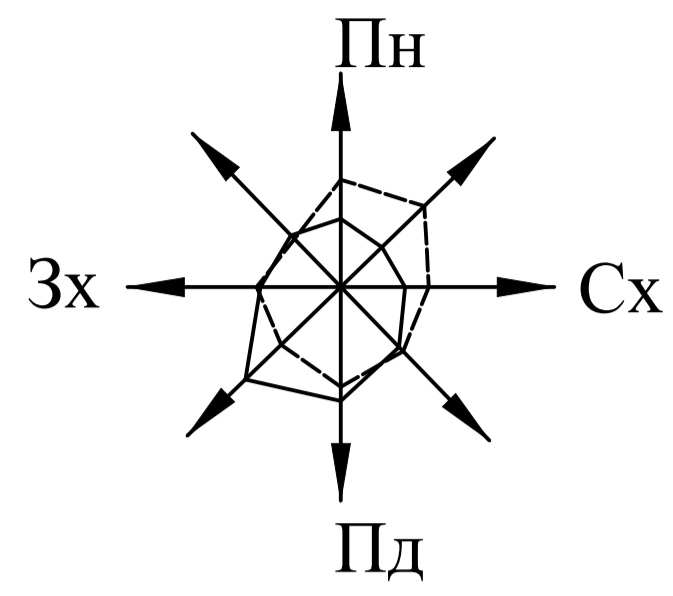
1. ДБН В.2.5-64:2012. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина 1. Проектування. – Київ: Мінрегіон України, 2013. – 113 с.
2. ДБН В.2.5-74:2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди / Український державний науково-дослідний і проектно-вишукувальний інститут “УкрНДІводоканалпроект” – Офіц. вид. – Київ: Мінрегіон України, 2013. – 115 с.
3. ДБН В.2.5-75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди / Український державний науково-дослідний і проектно-вишукувальний інститут “УкрНДІводоканалпроект” – Офіц. вид. – Київ: Мінрегіон України, 2013. – 96 с.
4. Курганов А.М. Таблицы параметров предельной интенсивности дождя для определения расходов в системах водоотведения: Справ. пособие. – М.: Стройиздат, 1984. – 111 с.
5. Саргин Ю.Н., Друскин Л.И., Сисовская И.Б. и др. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч.2. Водопровод и канализация / Под ред. И.Г. Старовойтова и Ю.И. Шиллера. - 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1990. – 247 с.
6. Система проектної документації для будівництва. Умовні графічні зображення і позначення елементів санітарно-технічних систем. ДСТУ Б А.2.4-8:2009. Чинний від 01.01.2010. / В. Єременко, Ю. Чмельов. – Офіц. вид. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 34 с.
7. Ф.А. Шевелев, А.Ф. Шевелев Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб.
8. Лукиных А.А., Лукиных Н.А. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле академика Н.Н. Павловского.
9. Тугай А.М., Орлов В.О. Водопостачання: Підручник. – К.: Знання, 2009. – 735 с.

10. Хоружий П.Д., Хомутецька Т.П., Хоружий В.П. Ресурсозберігаючі технології водопостачання. – К.: Аграрна наука, 2008. – 534 с.

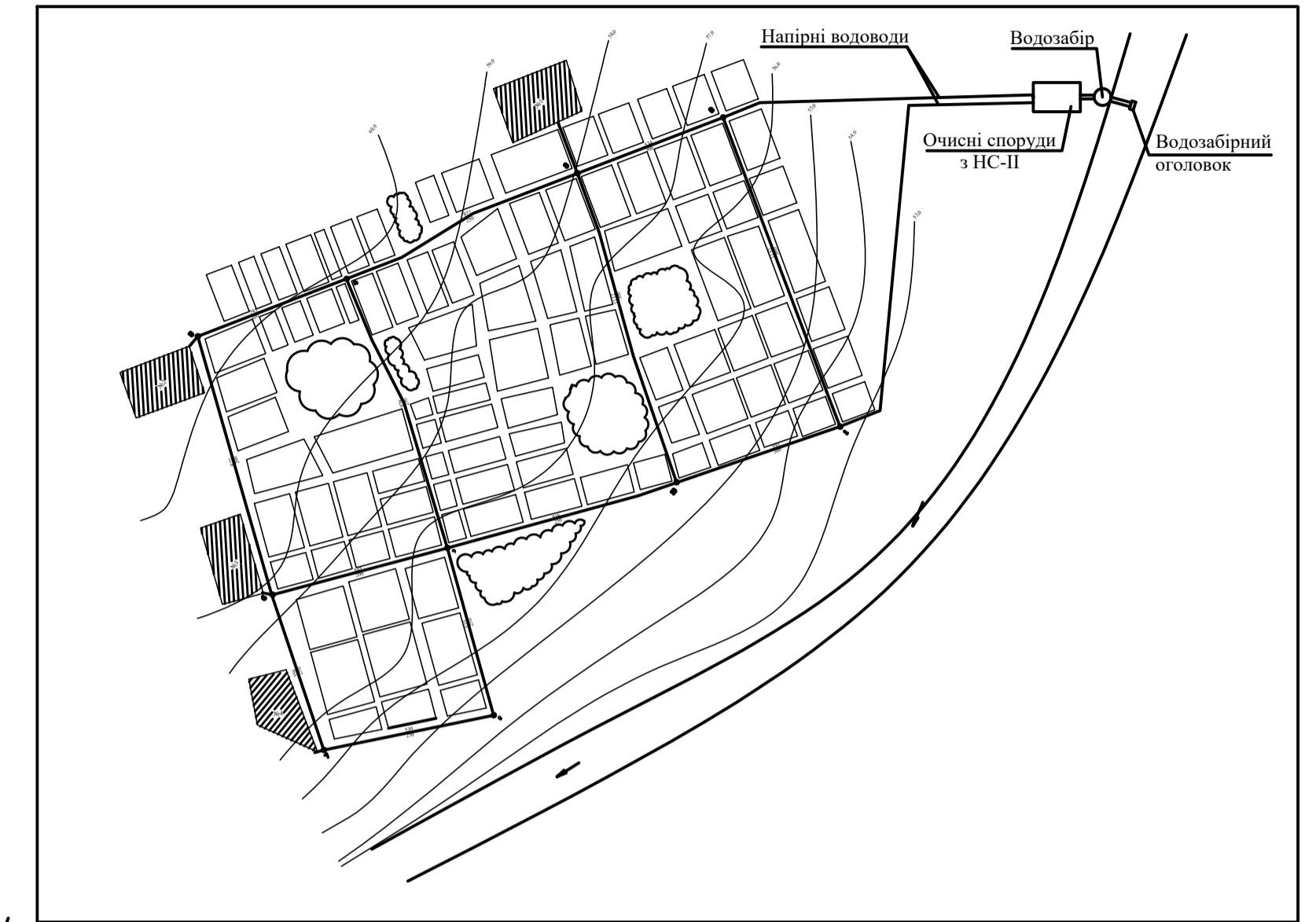
11. Хоружий П.Д., Ткачук О.А. Водопровідні системи і споруди: Навч. посібник. – К.: Вища шк., 1993. – 230 с..

12. Тугай А.М., Терновцев В.О., Тугай Я.А. Розрахунок і проектування споруд систем водопостачання: Навчальний посібник. – КНУБА, 2001. – 256с.

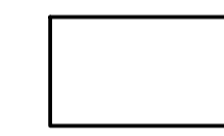
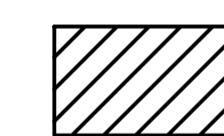

# План водопровідної мережі М 1:5000



## Ситуаційний план М 1:25000



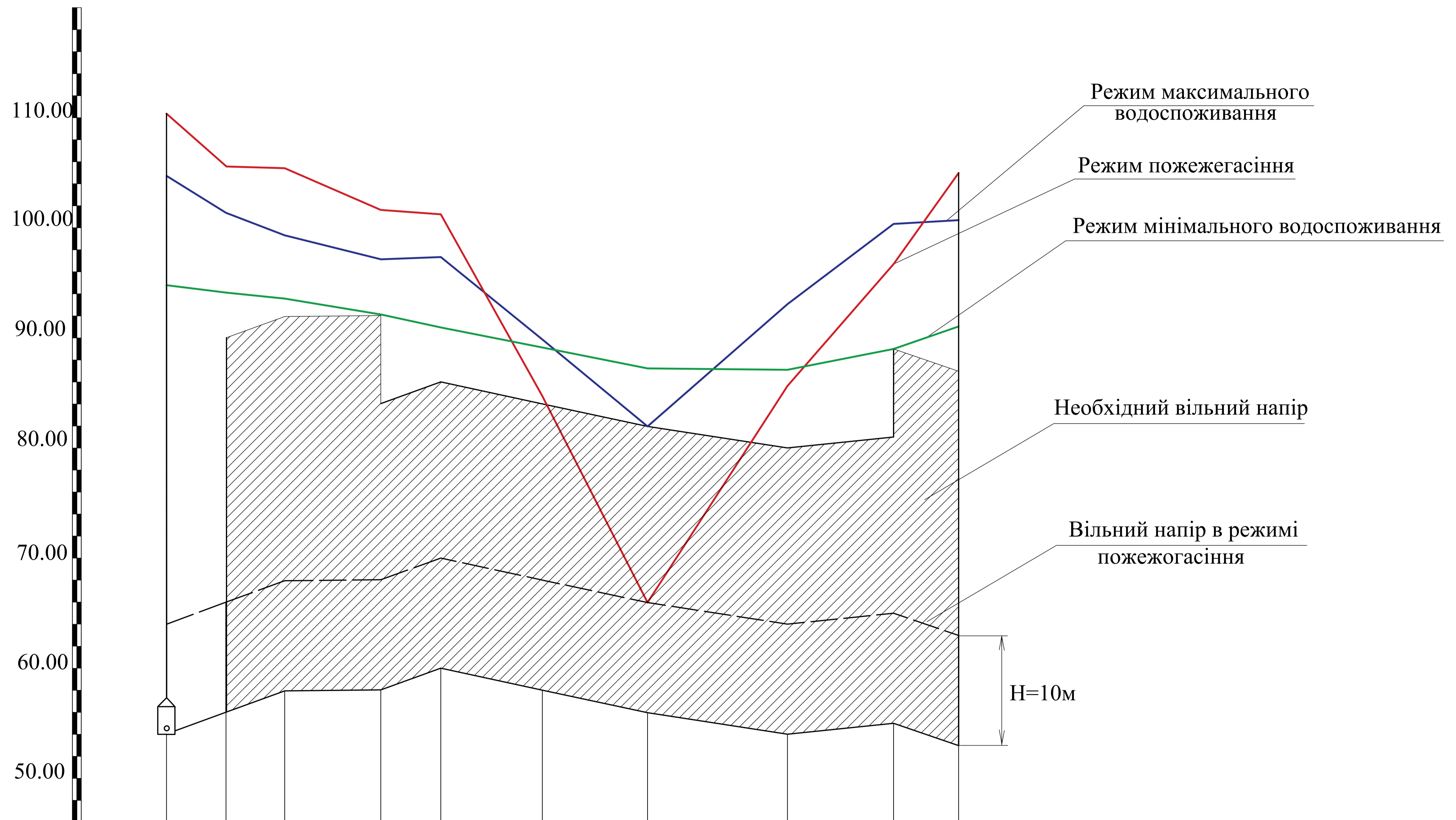
### Умовні позначення

-  - житлові квартали
-  - промислові підприємства
-  - зелені насадження

						<b>БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА</b>		
						Кафедра водопостачання та водовідведення		
Змін.	Кіл.	Арк.	Редок	Підпис	Дата	Водопостачання міста з житловими районами різної поверховості		
						Стадія	Лист	Листів
						БР	1	6
Розробила: Кураксіна А.						Генплан водопровідної мережі М 1:50000. Ситуаційний план М 1:25000. Умовні позначення		
Керівник: Балло В.П.								
Зав. каф.: Хоружий В.П.								
						КНУБА-2022 ФІСЕ, гр. ВВ-41		

# Графік п'єзометричних напорів

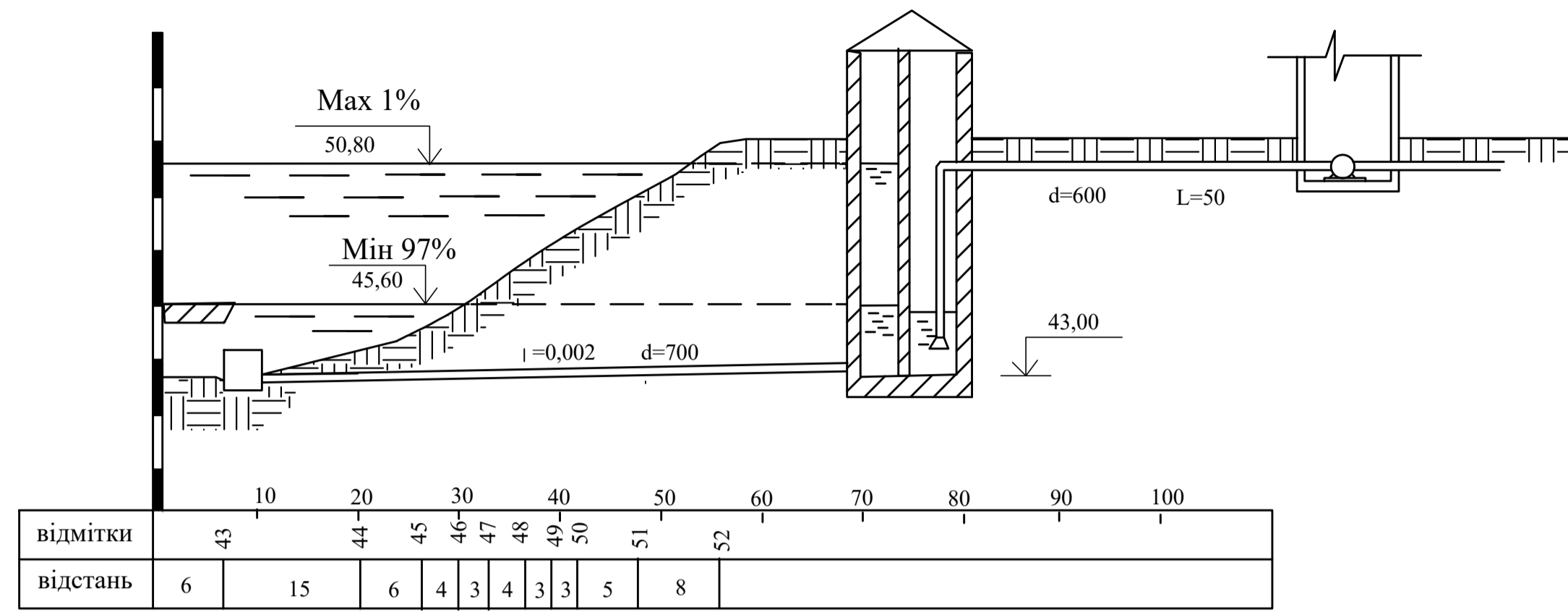
МВ 1:200  
МГ 1:5000



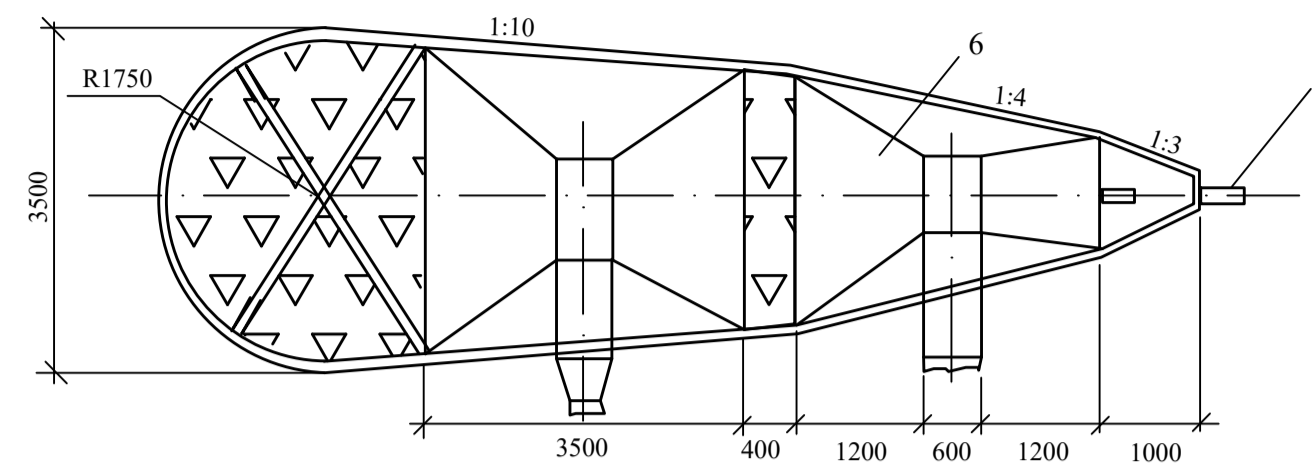
Відмітки поверхні Землі		54,5	56,6	58,0	58,9	60,6	58,6	56,2	54,3	55,5	53,3
П'єзометричні відмітки	Режим максимального водоспоживання	105,23	109,65	110,72	105,23	105,34	94,20	82,20	93,36	100,86	101,02
	Режим пожежегасіння	105,96	108,07	109,06	102,49	101,82	85,31	66,20	85,93	97,21	97,83
	Режим мінімального водоспоживання	90,75	92,90	94,18	93,41	94,78	91,22	87,47	87,40	89,50	87,76
Розрахункові точки		НС-II	2	3	4	5	6	7	8	9	1
Відстань, м			541	534	872	545	922	956	1271	963	591

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА					
Кафедра водопостачання та водовідведення					
Змін.	Кіл.	Арк.	Редок	Підпис	Дата
Водопостачання міста з житловими районами різної поверховості				Стадія	Лист
Розробила: Кураксіна А.				БР	2
Керівник: Балло В.П.				Листів	6
Зав. каф.: Хоружий В.П.				Графік п'єзометричних напорів	
				КНУБА-2022 ФІСЕ, гр. ВВ-41	

Схема водозабірних споруд  
Мв 1:250 Мг 1:500



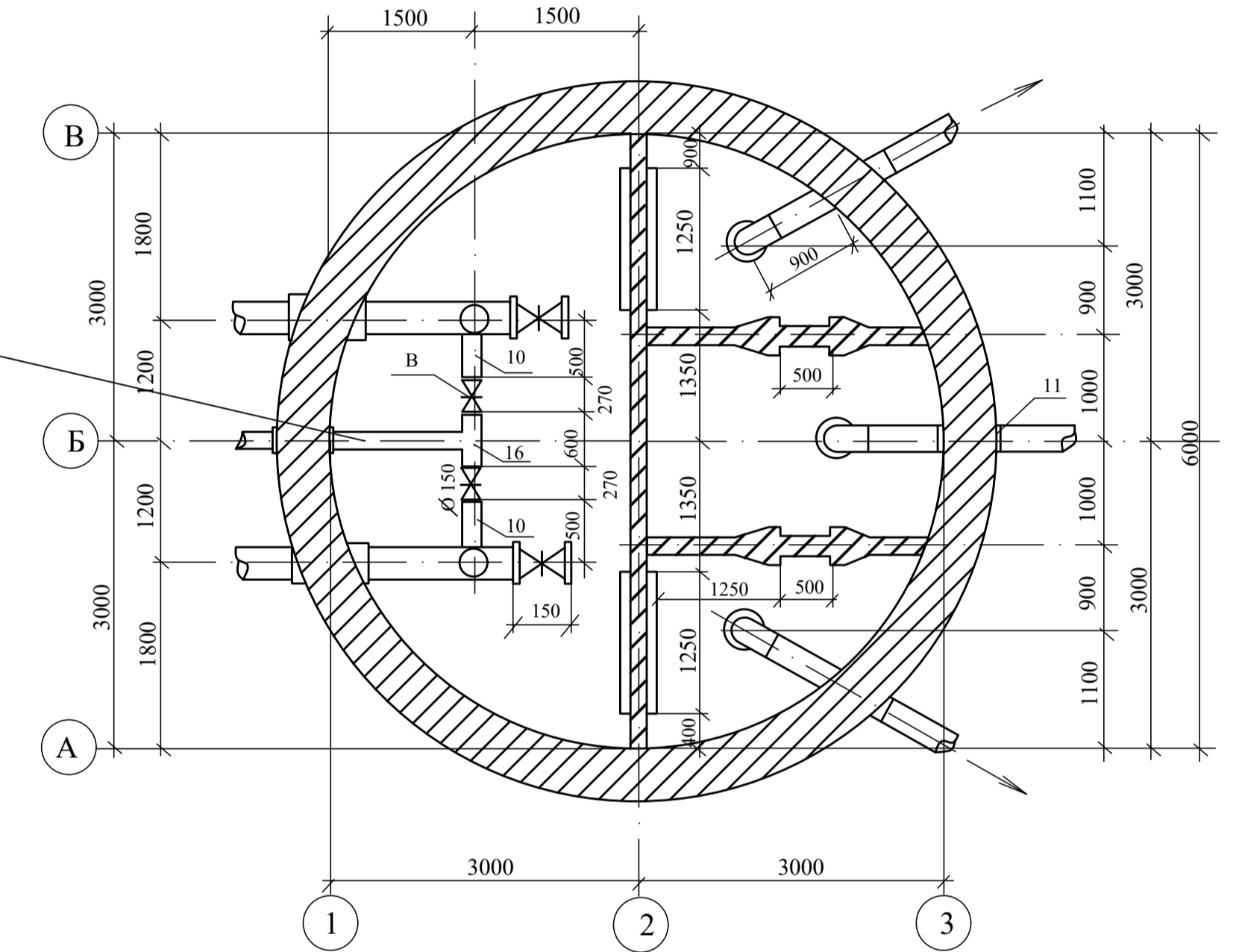
План водозабірної оголовки М 1:50



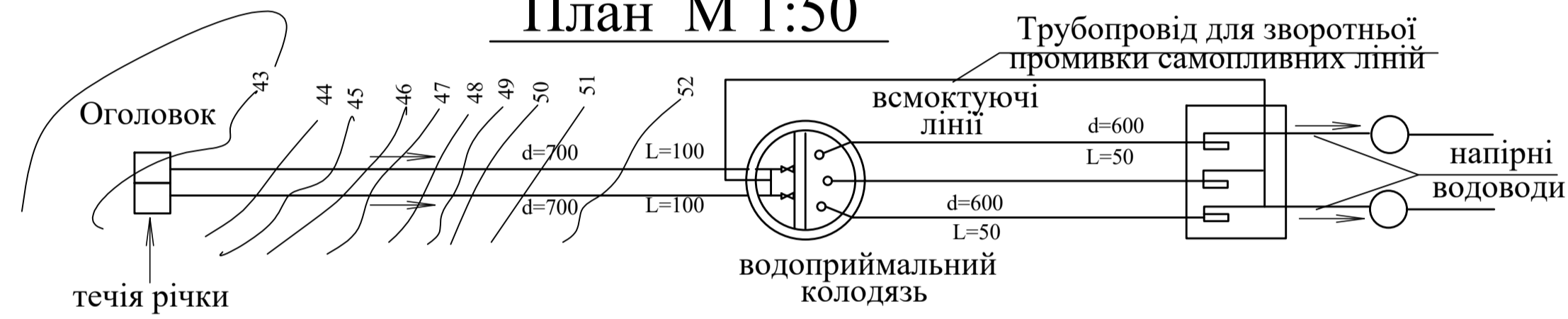
Бетонний оголовок в металевому кожуху

1. Металевий кожух
2. Водоприймальні отвори
3. Сміттєзатримуючі решітки
4. Коробка електрокабеля
5. Кріплення для річки навколо оголовка
6. Водоприймальні воронки
7. Самопливні водоводи

План водоприймального колодязя М 1:50

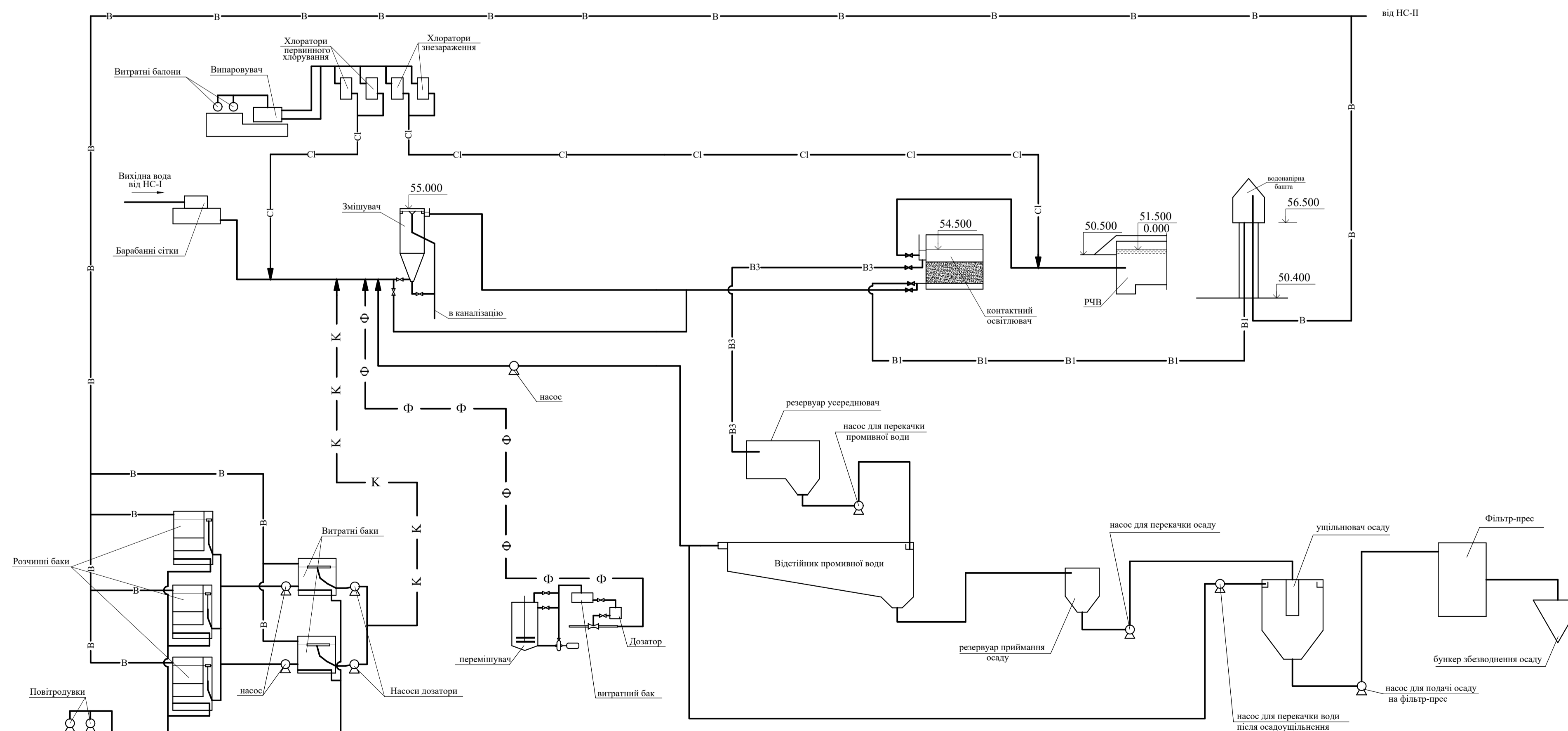


План М 1:50



Трубопровід для подачі води на промивку самопливних ліній

Висотна схема очисних споруд

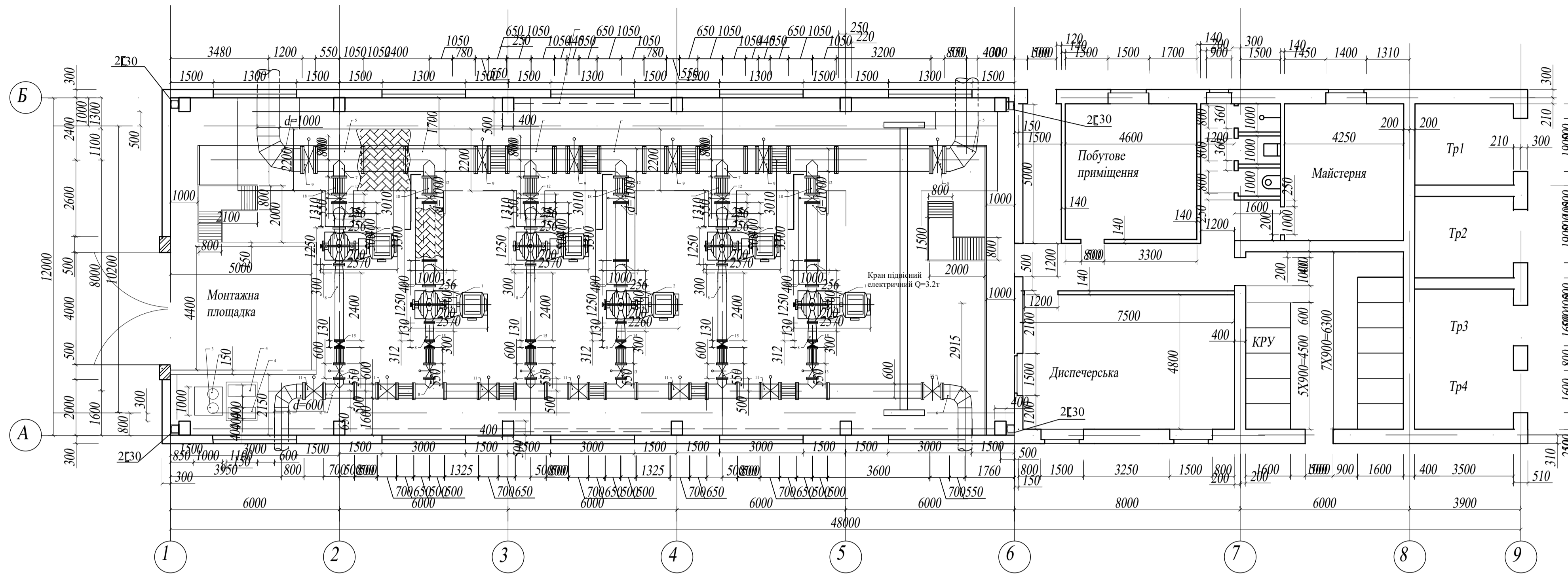


Умовні позначення

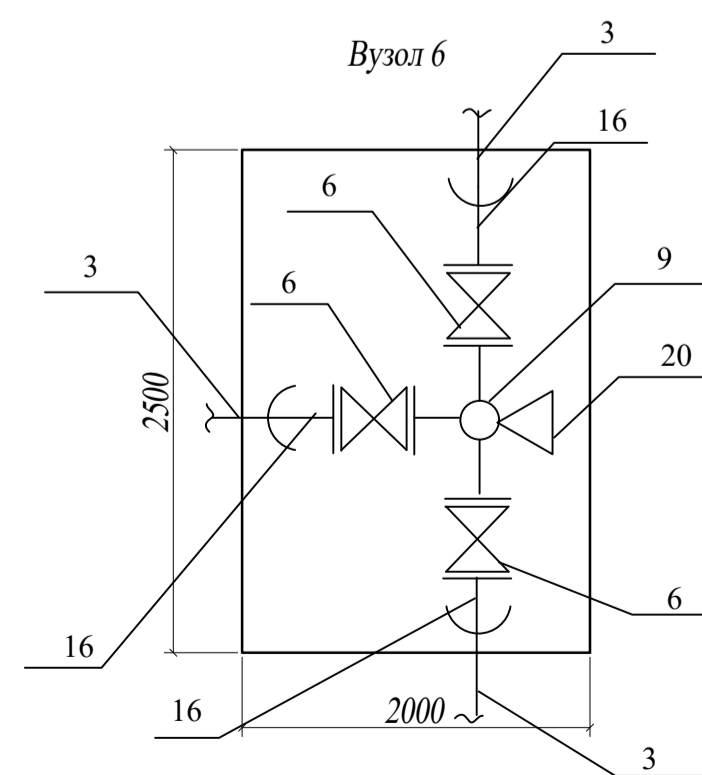
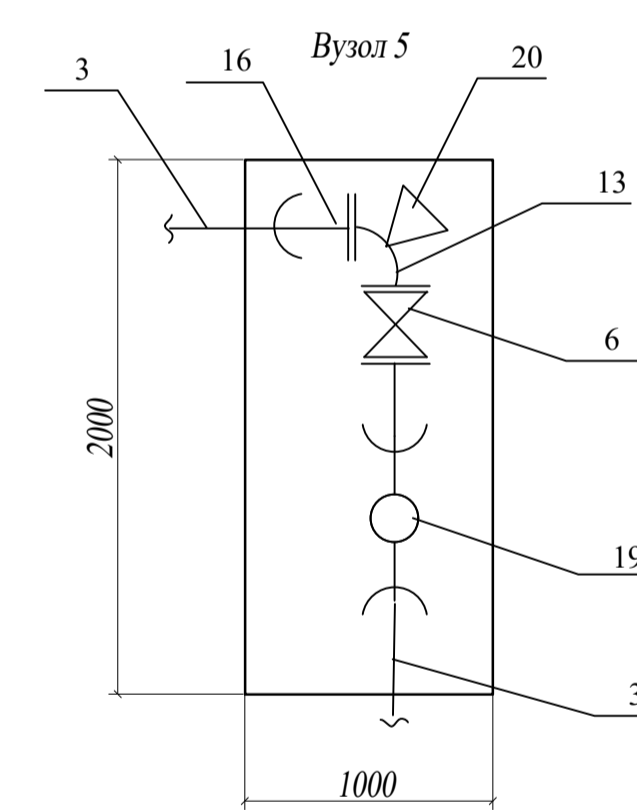
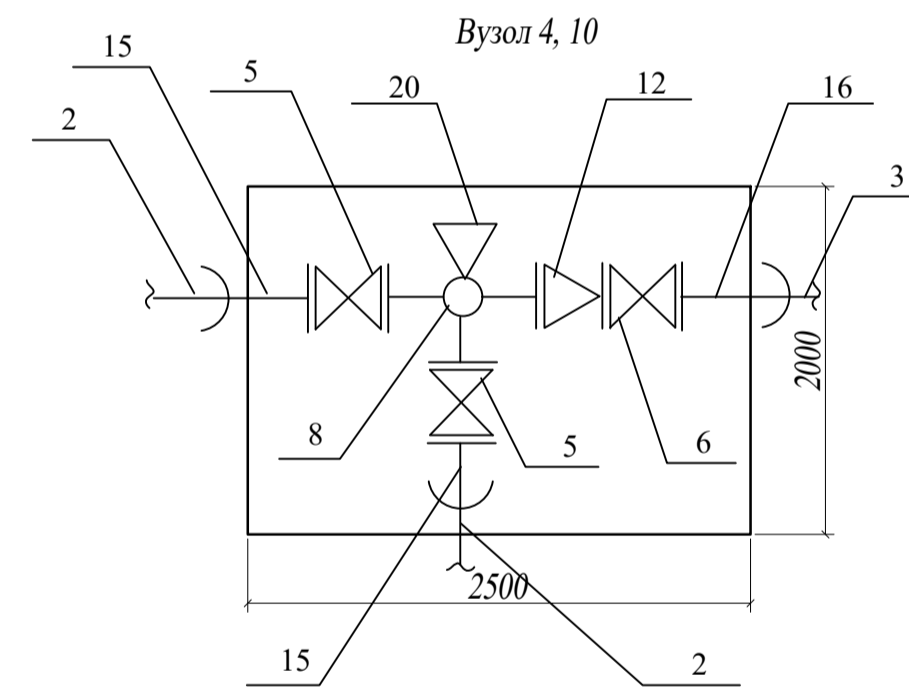
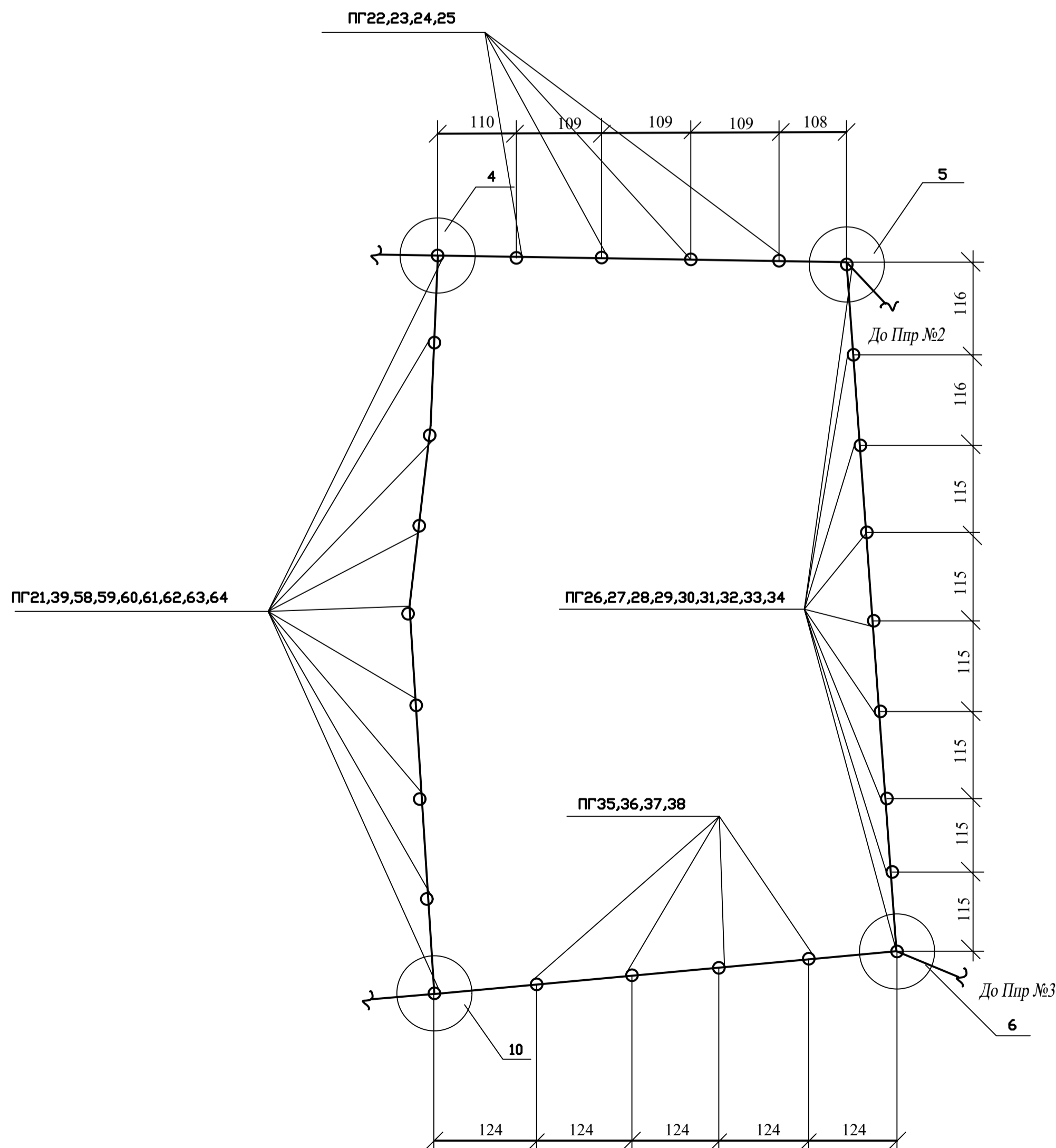
Лінія	Призначення
—	трубопровід сирій води
— К —	подача коагулянту
— Ф —	подача флокулянту
— СІ —	трубопровід хлору
— ВІ —	трубопровід промивної води
— В —	трубопровід очищеної води
— Т —	теплопровід
— Е —	електро кабелі
— КІ —	каналізація

БАКАЛАВРЬСЬКА РОБОТА					
Змін.	Кіл.	Арк.	Редок	Підпис	Дата
Кафедра водопостачання та водовідведення					
Водопостачання міста з житловими районами різної поверховості				Стадія	Лист
Розробила: Кураксіна А.				БР	3
Керівник: Балло В.П.				Листів	6
Зав. каф.: Хоружий В.П.				Схема водозабірних споруд. Схема водозабірної оголовки. Водозабірний колодязь. Висотна схема очисних споруд	
				КНУБА-2022 ФІСЕ, гр. ВВ-41	

## План насосної станції на позначці 0.000 М 1:100



## Кільце водопровідної мережі М 1:100



## Специфікація

Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Маса, кг	Прим.
1	Лівгідромаш	Насос Д630-90Б з електродвиг. А103-4М, 1475об/хв, 200 кВт	6	1877	3 роб. 2рез.
2	Лівгідромаш	Насос Д800-57а з електродвиг. А102-4м, 1470об/хв, 125 кВт	2	2130	1 рез.
3	Молдавгідромаш	Насос погружний ГНОМ 100-25	2	140	1 роб. 1 рез.
4	Молдавгідромаш	Насос ВКС 4/24 N=7.5кВт	2	166	1 роб. 1 рез.
5	ГОСТ8696-74	Труби сталінні електрозварювальні Ду=1000мм	28м	82,4	
6	ГОСТ8696-74	Труби сталінні електрозварювальні Ду=600мм	26м	63	
7	ГОСТ8696-74	Труби сталінні електрозварювальні Ду=400мм	41м	45,4	
8	ГОСТ8696-74	Труби сталінні електрозварювальні Ду=400мм	17м	45,54	
9	30ч914нж1	Засувка з електроприводом d=1000мм,	7	1049	Усм. кол.
10	30ч914нж1	Засувка з електроприводом Ду=600мм	2	495	Усм.
11	30ч915бр	Засувка з електроприводом Ду=600мм	4	899	Нап. кол-р
12	30ч914нж1	Засувка з електроприводом Ду=400мм,	7	300	Усм.
13	30ч906бр	Засувка з електроприводом Ду=400мм	6	310	Нап. кол-р
14	30ч906бр	Засувка з електроприводом Ду=400мм	1	500	Нап. кол-р

## Специфікація

Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Маса, кг	Пр.
1	ГОСТ 9583-7	ЧНР 300А	3369м	86.2	
2	—//—	ЧНР 250А	2667м	65.9	
3	—//—	ЧНР 200А	2087м	48.8	
4	ГОСТ 10194-78	Засувка Ду=300, Ру=0.6 МПа	10	241.2	
5	—//—	Засувка Ду=250, Ру=0.6 МПа	7	192	
6	—//—	Засувка Ду=200, Ру=0.6 МПа	6	161.2	
7	ГОСТ 5525-61	ППТФ 300	3	131	
8	—//—	ППТФ 250	2	111	
9	—//—	ППТФ 200	1	92	
10	—//—	ППКФ 300	1	154	
11	—//—	ХФ 300x250	3	52.2	
12	—//—	ХФ 250x200	2	42.7	
13	—//—	УФ 200	1	50.8	
14	—//—	ПФР 300	10	58	
15	—//—	ПФР 250	7	46.2	
16	—//—	ПФР 200	7	31.1	
17	—//—	ППР 300	27	121	
18	—//—	ППР 250	20	97	
19	—//—	ППР 200	17	75	
20	—//—	Підставка	7		

## БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

Кафедра водопостачання та водовідведення

Водопостачання міста з житловими районами різної поверховості

Студія Лист Листів  
БР 4 6

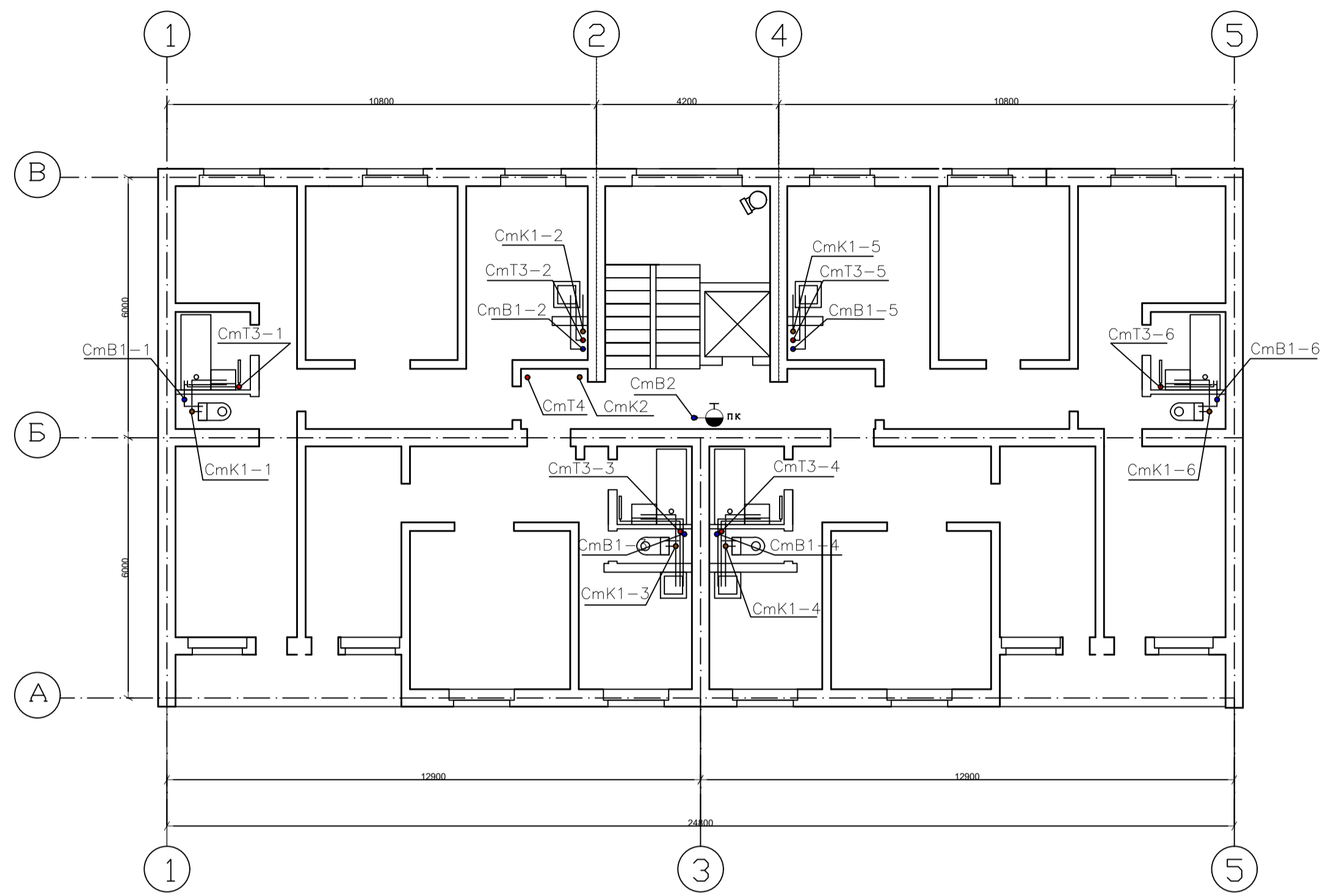
План насосної станції на позначці 0.000. Специфікація. Кільце водопровідної мережі. Деталювання кільця

КНУБА-2022 ФІСЕ, гр. ВВ-41

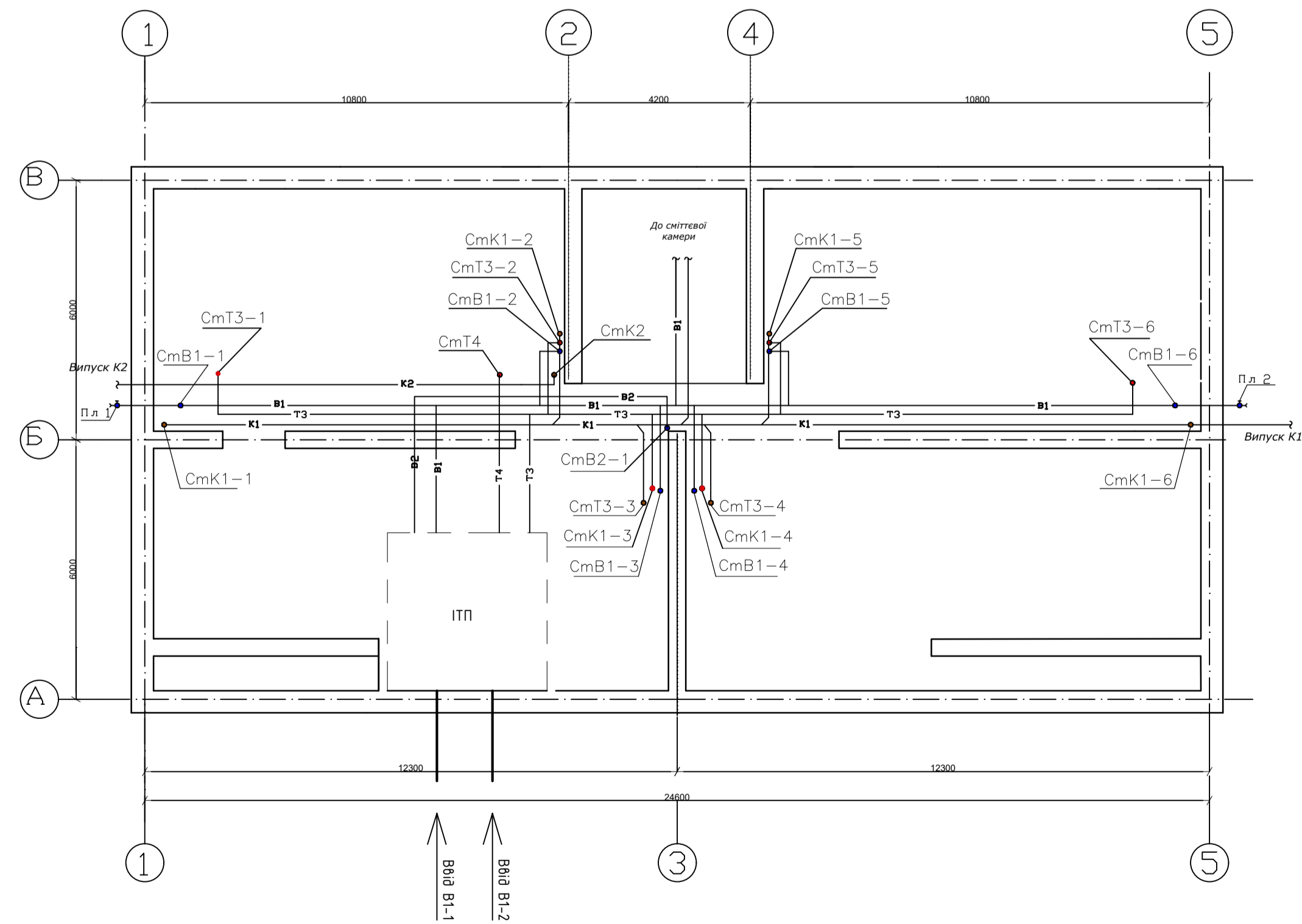
Змін.	Кіл.	Арк.	Редок	Підпис	Дата

Розробила: Кураксіна А.  
Керівник: Балюк В.П.  
Зав. каф.: Хоружий В.П.

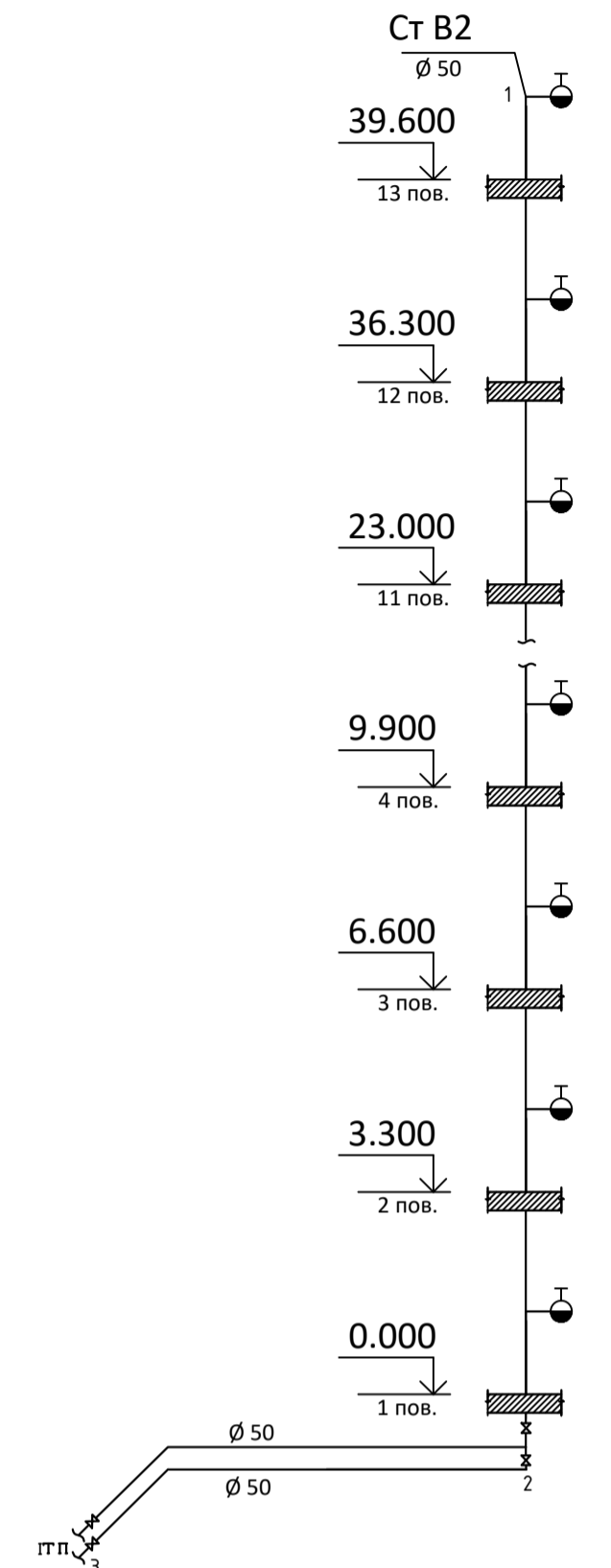
План типового поверху М 1:100



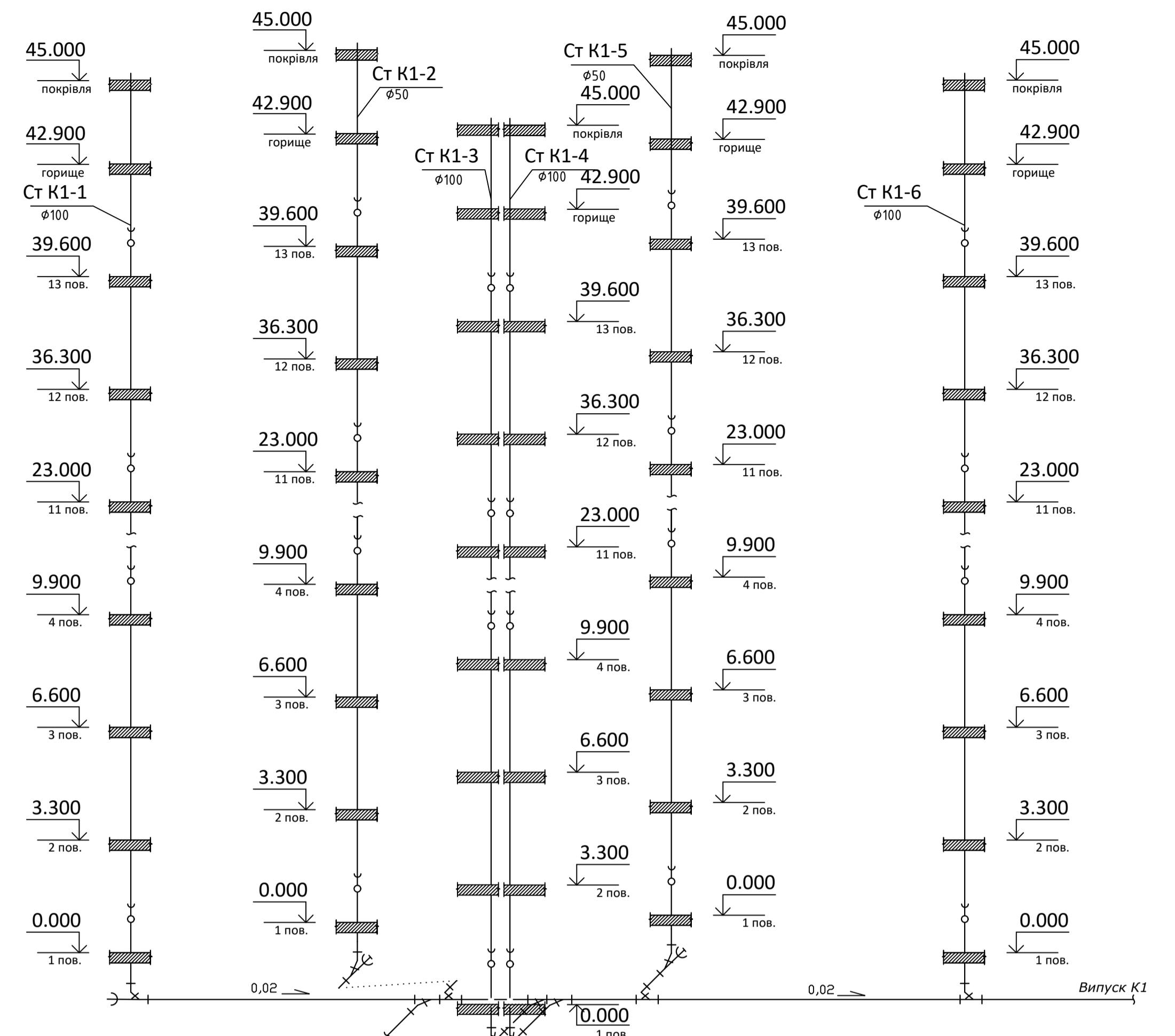
План підвалу М 1:100



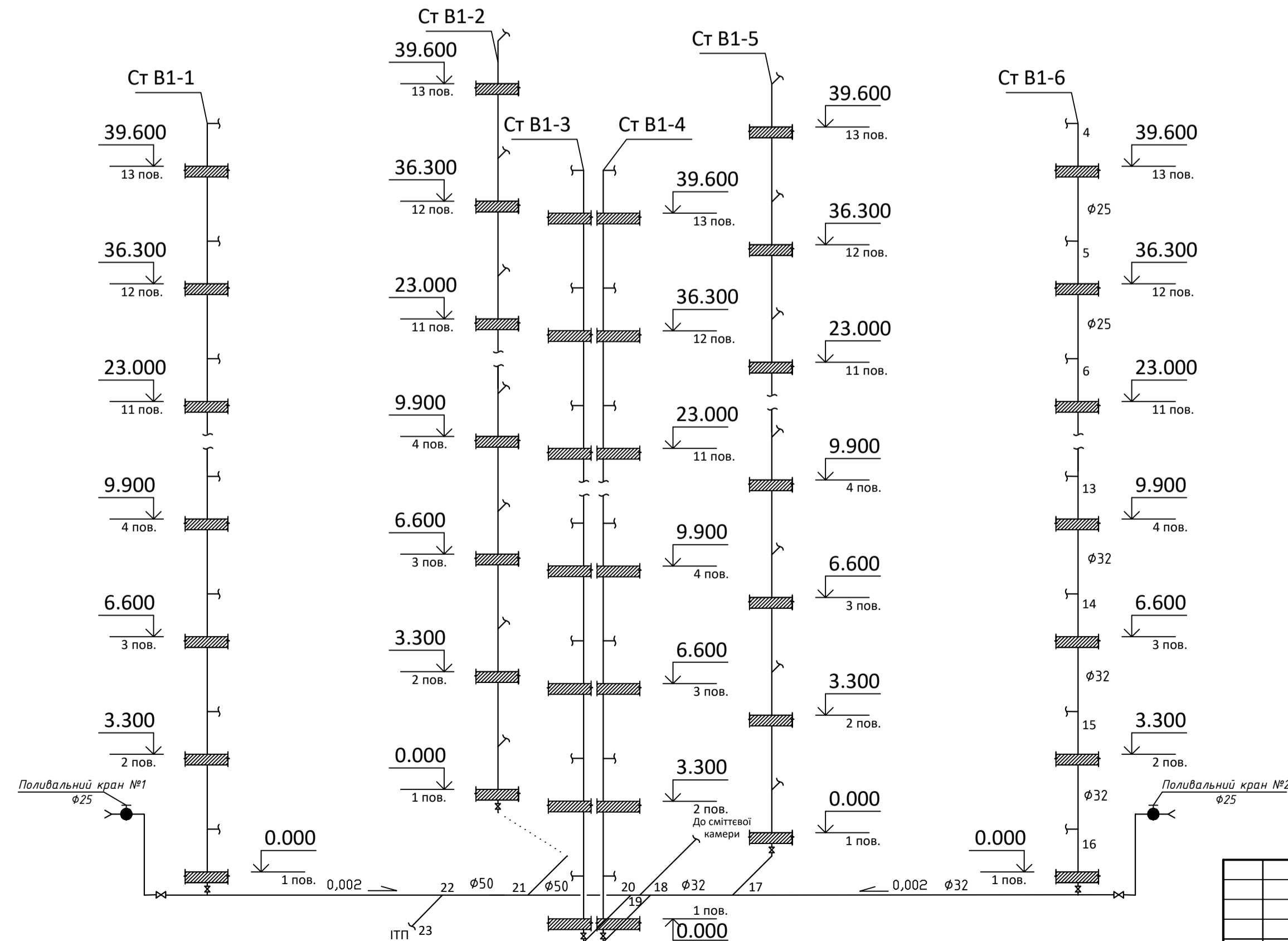
АксонOMETрична схема системи В2 М 1:100



АксонOMETрична схема системи К1 М 1:100



АксонOMETрична схема системи В1 М 1:100



БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА						
Змін.	Кіл.	Арх.	Резюк	Підпис	Дата	
Кафедра водопостачання та водовідведення				Сталія	Лист	Листів
Водопостачання міста з житловими районами різної поверховості				БР	5	6
Розробила: Кураєва А.				КНУБА-2022		
Керівник: Балло В.П.				ФІСЕ, гр. ВВ-41		
Зав. каф.: Хоружий В.П.						

# Схема розбивки будівлі на захватки та рух кранів під час монтажу

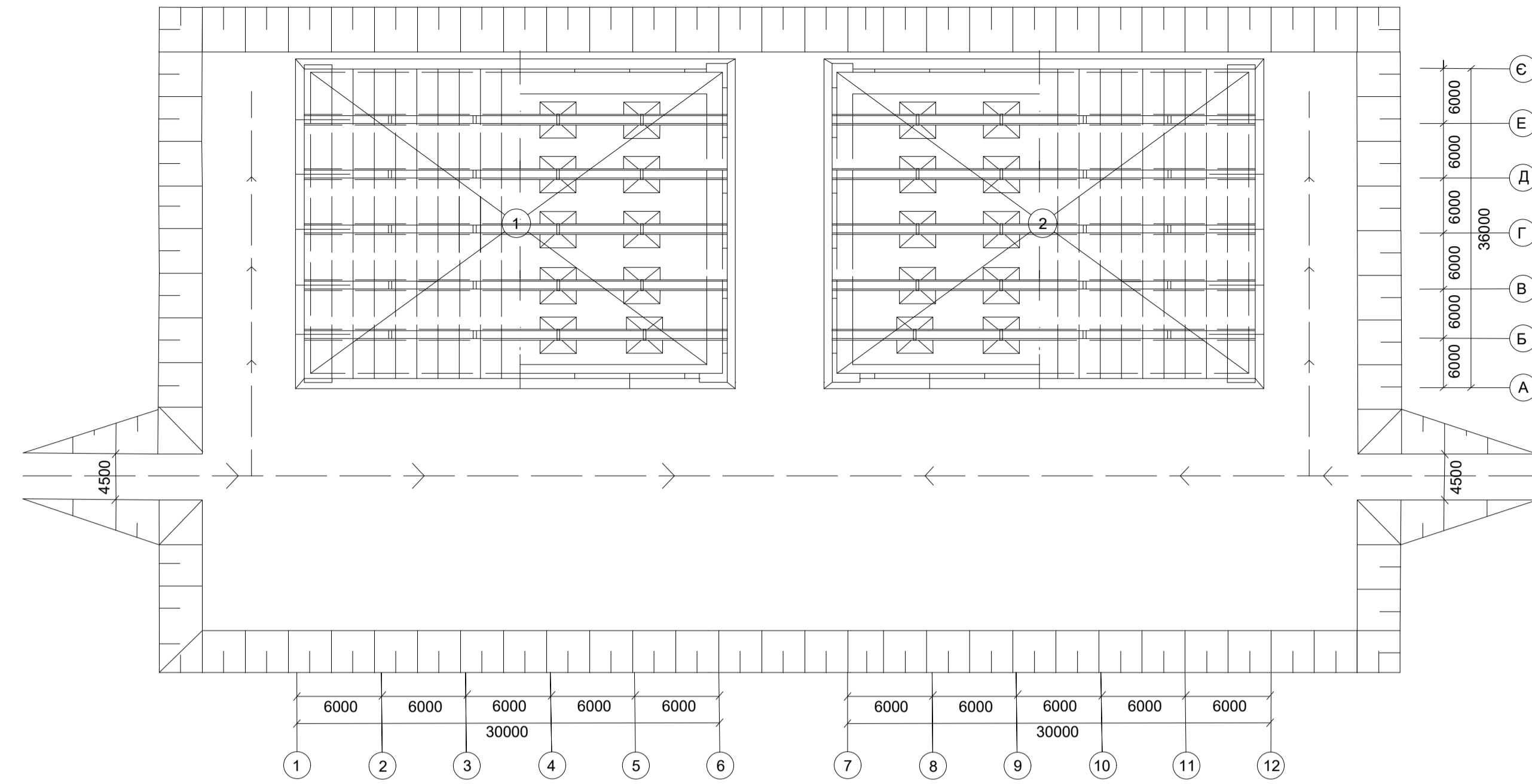
# ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА

# Область застосування

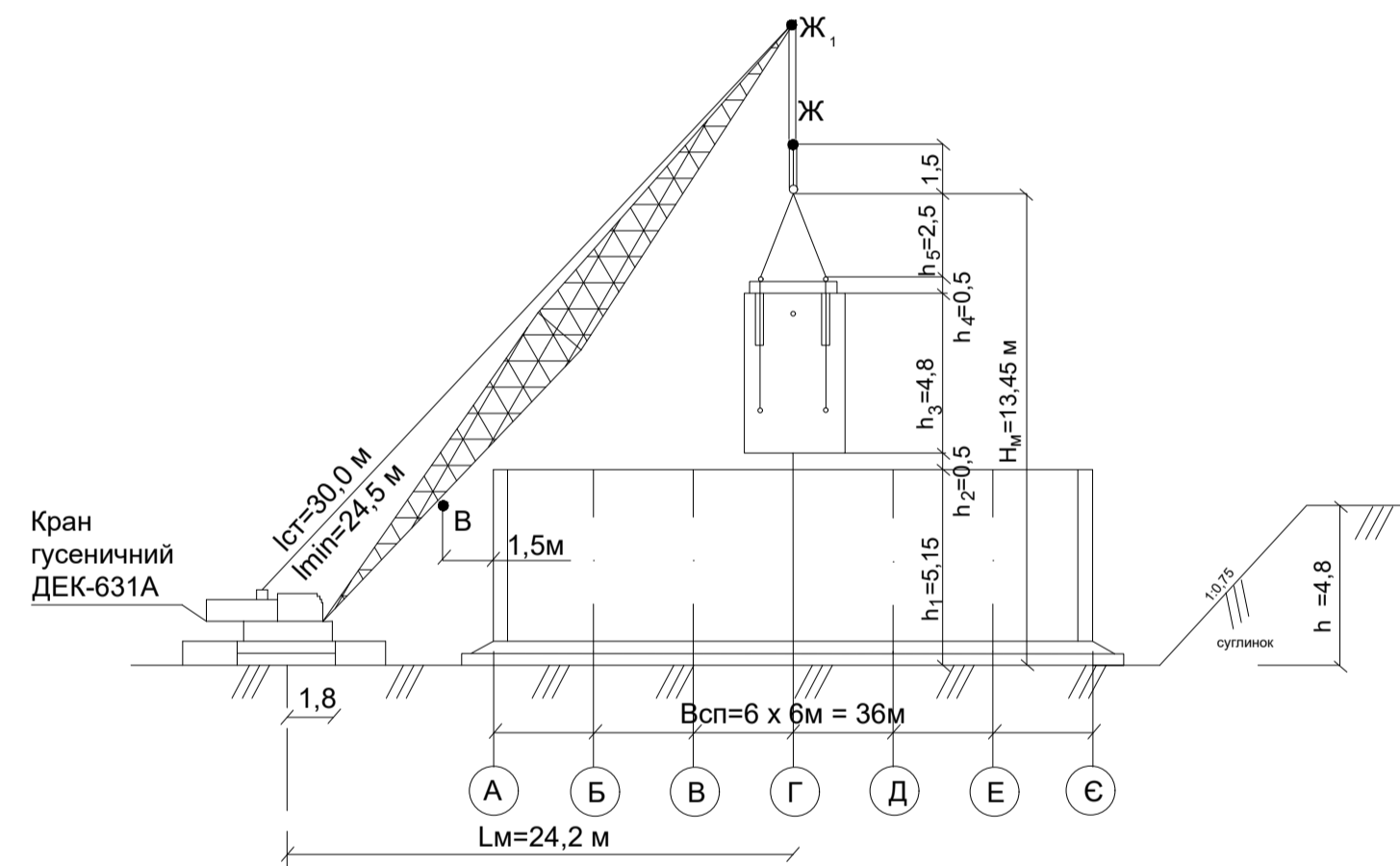
Карта розроблена для монтажу стінових панелей, колон, ригелів та плит покриття для двох резервуарів чистої води розмірами 30 x 36 м об'ємом 1900 м3 кожен, відстань між резервуарами - 10 м

## Інженерні заходи з охорони праці

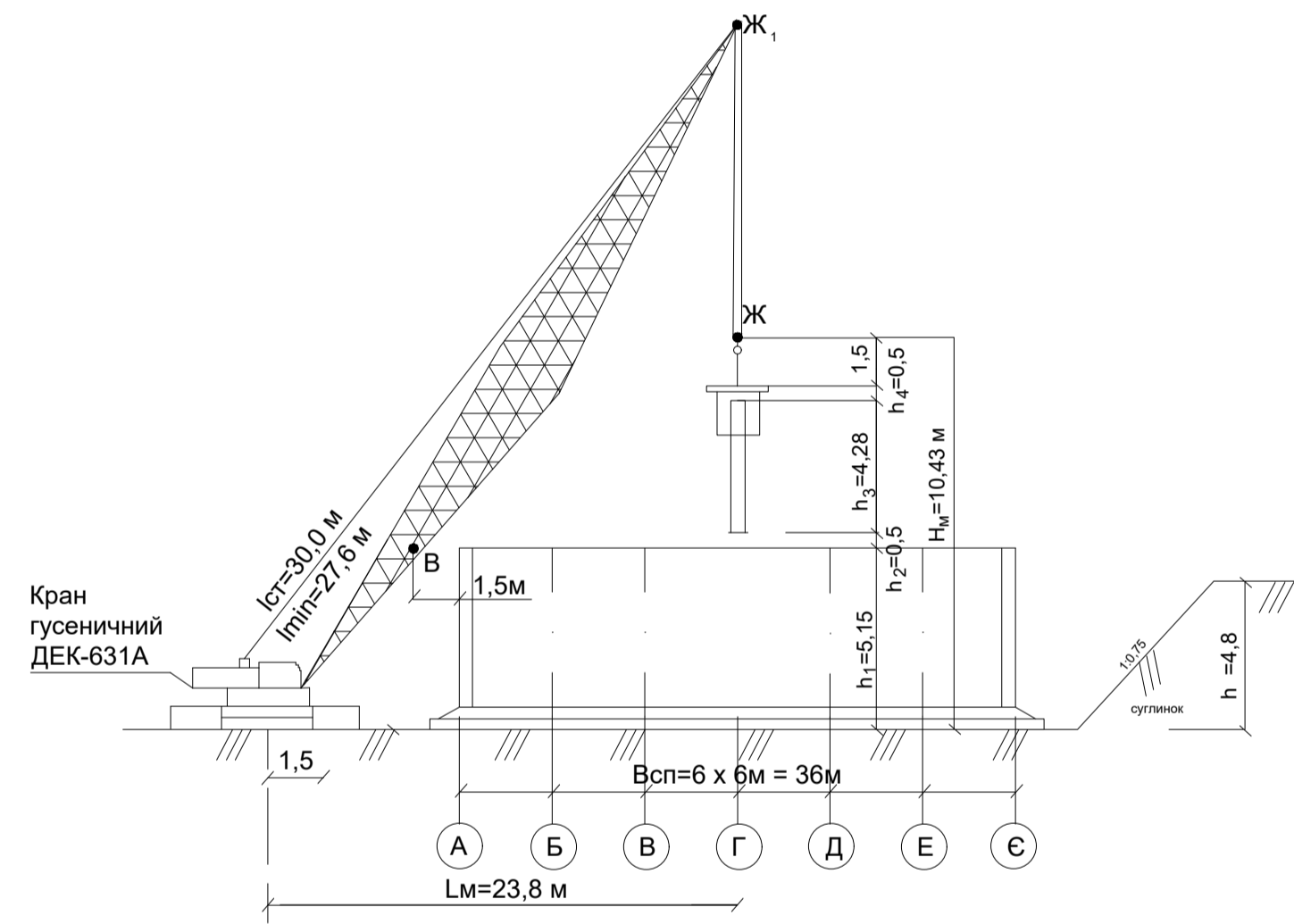
- Приклади таких вказівок наведено нижче.
- Для спускання робітників в котлован використовувати приставні дерев'яні драбини, встановлені не ближче 10 м від місця роботи крана.
  - На ділянці, де виконуються монтажні роботи, не допускається перебування сторонніх осіб, для чого на межах ділянок необхідно встановити сигнальне огороження.
  - При монтажі ригелів захватний пристрій дозволяється знімати після кінцевого їх закріплення.
  - Під час монтажу споруд монтажники повинні перебувати на ригелі встановлених і надійно закріплених конструкціях чи засобах підмоцнення. Забороняється перебування людей на елементах конструкцій і обладнання під час їх підняття і переміщення, або якщо вони не мають постійного закріплення.
  - Підкоси для тимчасового закріплення стінових панелей, необхідно прикріпити до надійних опор, наприклад фундаментних блоків. Підкоси необхідно розташовувати за межами габаритів руху транспорту і будівельних машин.
  - Підняття вантажу (приміром, частково засипаного ґрунтом, сміттям, з'єднаного з елементами інших конструкцій тощо), який перевищує вантажопідйомність монтажного крана, заборонено.
  - Для освітлення робочого місця в темну пору доби на відстані не більше 8 м з двох сторін від місця, де виконують монтаж слід встановити інвентарні освітлювальні вишки з електричними прожекторами потужністю кожного не менше 400 Вт.
  - Під час монтажу плит покриття на змонтованих чарунках встановити по периметру тимчасову огорожу, яка розрахована на навал робітника з інструментом.



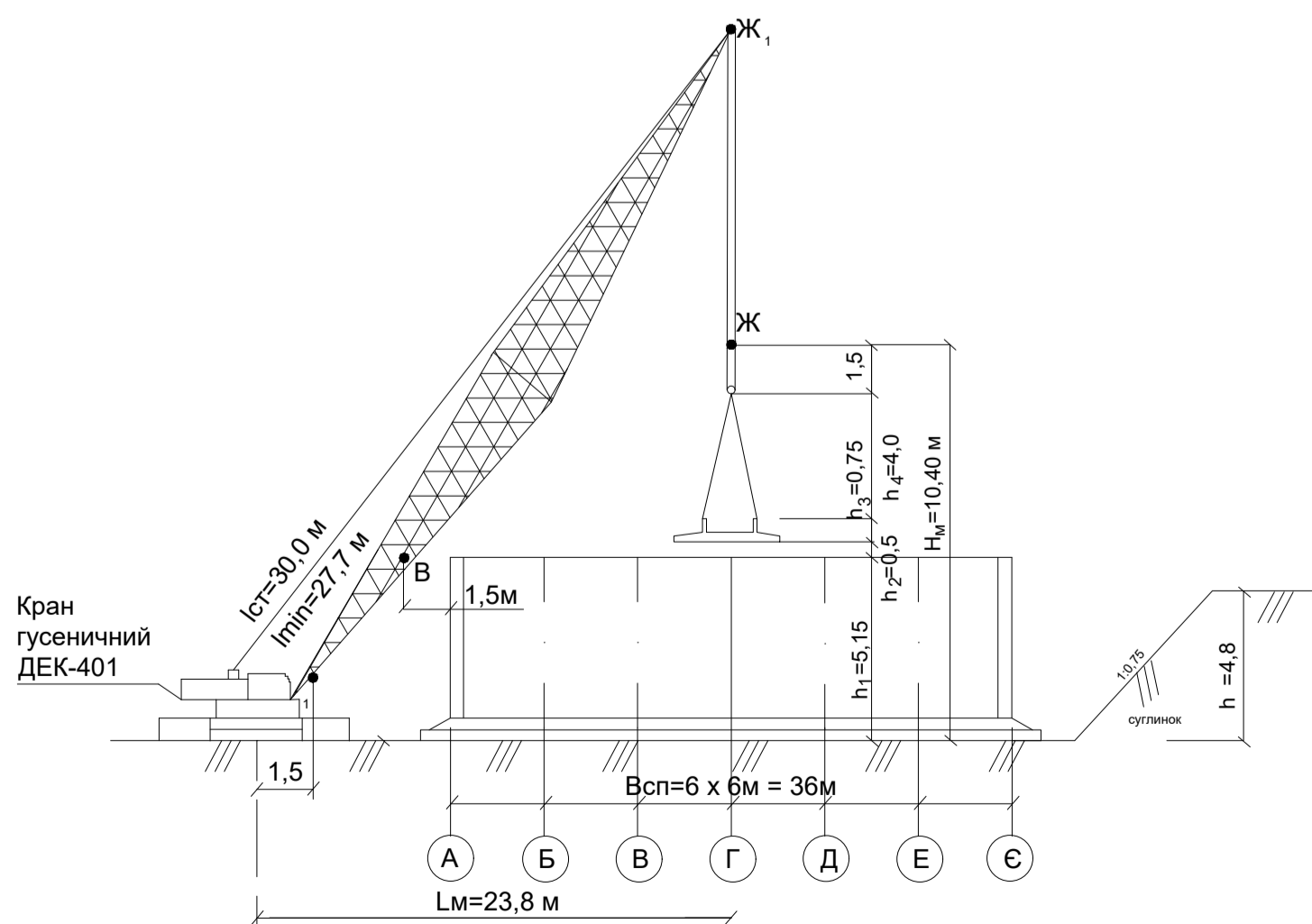
Розріз 1-1



Розріз 3-3



Розріз 2-2



## Графік виконання робіт

№ п/п	Найменування процесів	Однієї вимірювання	Продовжити тривалість, якщо замовлено		Склад бригади (люди)		Робочі зміни		Робочі зміни	
			на ділянці № 1	на ділянці № 2	на ділянці № 1	на ділянці № 2	1	2	3	4
1	Установка ланкової стіни резервуару площею	1 шт.	40	8,0	8,0	4	4	2	2	
2	Закріплення арматури ланкової стіни	10 м	17,28	18,0	18,0	8	8	2	2	
3	Закріплення стіни ланкової стіни резервуару	1 м	3,58	2,0	2,0	4	4	2,35	2,35	
4	Встановлення монолітних блоків стіни резервуару	1 м	1,458	25,0	25,0	2	2	4,0	4,0	
5	Установка арматурних колонок заповнювальних колонок у фундаменті	1 шт.	20	2,0	2,0	5	5	2,6	2,6	
6	Установка робочих плит покриття	1 шт.	25	22,0	22,0	5	5	6,4	6,4	
7	Електрозварювання ригелів з колонками і стіни резервуару	10 м	1,24	3,0	3,0	1	1	6,4	6,4	
8	Заливка швів плит покриття	100 м	10,7	5,00	5,00	2	2	1,25	1,25	

## Потреба в машинах, устаткуванні, інструменті, інвентарі і пристроях

№ пор.	Машина, устаткування, інструмент, інвентарі і пристрої	Марка	Одиниці вимірювання	Кількість
<b>I. Машина та пристрої</b>				
1	Кран гусеничний	ДЕК-631А	шт.	2
1.1	Кран гусеничний	ДЕК-401	шт.	1
2	Бортовий автомобіль	Зил - 433440	шт.	1
3	Тягач з навіприсечом - панелевозом	КамАЗ-5410 ПП-1307А	шт.	1
4	Автобетоновоз СБ - 113 на базі Зил-13Д	СБ - 113	шт.	1
5	Неповоротний бункер місткістю 0,5 м3	БНВ - 0,5	шт.	1
6	Балансуюча траверса для монтажу стінових панелей	-	шт.	1
7	Траверса для монтажу колон	-	шт.	1
8	Чотирикутний строп	4 СК 5	шт.	1
<b>II. Ручний будівельний інструмент</b>				
9	Вібратор глибинний	ІВ - 113	шт.	2
10	Лопата для розчину	ЛР	шт.	10
11	Пристрій для тимчасового кріплення ригелів	-	шт.	1
12	Кондуктор для монтажу колон	-	шт.	6
13	Зубило слюсарне 20 x 60	ЗС	шт.	1
14	Скребок	-	шт.	2
15	Розширка стальна	РВ - 1 РВ - 2	шт.	1
16	Лом монтажний	ЛМ - 20 ЛМ - 24	шт.	2 3
17	Киянка кругла	КК	шт.	1
18	Сокира будівельна	А - 2	шт.	1
19	Маяк причальний	-	шт.	3
20	Каска пластмасова	-	шт.	10
21	Пояс запобіжний	-	шт.	9
22	Відро	-	шт.	4
<b>III. Засоби вимірювання і контролю</b>				
23	Висок будівельний 600 г	ОС - 600	шт.	4
24	Рейка з виском	-	шт.	4
25	Рулетка	РЗ - 20	шт.	3
26	Метр складний металевий	МС	шт.	9
27	Кутник дерев'яний	УД	шт.	4
28	Правило	-	шт.	4
29	Рівень будівельний	УС - 300	шт.	3
<b>IV. Інвентар</b>				
30	Ящик для розчину металевий	-	шт.	2
31	Клиновий вклядши	-	шт.	18
32	Риштування монтажні	-	шт.	4
33	Драбина монтажна	-	шт.	4
34	Підкос зі струбицею	-	шт.	10
35	Штуди опалубки PERI 1200 x 3300 мм 600 x 3300 мм 300 x 3300 мм 1200 x 1200 мм 600 x 1200 мм 300 x 1200 мм	PERI	шт.	8 4 6 8 4 6

## ТЕП

№ п/п	Найменування	Одиниці виміру	Кількість на 1 резервуар	Кількість на 2 резервуар
1	Тривалість роботи	зміни	27	54
2	Трудомісткість	людино - години	111	222
3	Машиномісткість	машино - години	24	48

## Схема операційного контролю якості

Операції, які підлягають контролю		Контроль якості виконання операцій			
виконавцем	майстром	склад	спосіб	строки	залучені служби
1	2	3	4	5	6
-	Монтаж ланкової резервуару	Вісочність, послідовність монтажу розробленої ТК. Точність установки ланкової резервуару. Контроль якості зварювальних швів	Взувально, рулеткою	В процесі монтажу	-
Монтаж ланкової резервуару	-	Правильність і надійність спорудження. Вертикальність встановлених ланкових. Надійність тимчасового кріплення. Правильність призначення прив'язки ланкової резервуару в плані	Взувально, рулеткою	В процесі монтажу	-
-	Монтаж фунда-ментів	Суцільність основи фундаменту відносно осей. Відхилення відміток відзначення шару під блоку і окремі поверхні для ставлення від проєкції. Правильність прив'язки фундаменту до поверхні основи.	Взувально, рулеткою	В процесі монтажу	Головне управління

*Продовження таблиці в записі на ст.37.*

## Потреба в будівельних конструкціях, деталях, напівфабрикатах, матеріалах і устаткуванні

№ пор.	Будівельні конструкції, деталі, напівфабрикати, матеріали та устаткування	Марка	Одиниці вимірювання	Кількість
1	2	3	4	5
1	Стінова панель	ПС2 - 48 - БГ1	шт.	36
2	Стінова панель	ПС1 - 48 - БГ1	шт.	44
3	Фундамент під колони	2ФР2	шт.	40
4	Колона	ЗКР48	шт.	40
5	Ригель	Р - 1	шт.	50
6	Плита покриття	1П7	шт.	24
7	Плита покриття	1П3	шт.	228
8	Бетон	С 10/15	м <sup>3</sup>	38,5+0,9+4,9=44,3
9	Розчинна суміш	М 100	м <sup>3</sup>	6,3+1=6,3
10	Вироби монтажні	-	т	0,3
11	Пісок	-	м <sup>3</sup>	20
12	Бруски 75 мм	IV сорт	м <sup>3</sup>	0,9+2=2,9
13	Дошки 25 - 32 мм	IV сорт	м <sup>3</sup>	0,9+0,5+17,8=19,2
14	Дошки 40 мм	IV сорт	м <sup>3</sup>	0,6+0,2+5,3=6,1
15	Гвіздки 100 мм	-	кг	24,5
16	Електроди	Е - 42	кг	34,0+23,6=57,6
17	Дріт 4 мм	Вр - I	кг	6
18	Бетон для монолітних ділянок	С 15/20	м <sup>3</sup>	34,2
19	Арматура діаметром 6 мм	A240С	кг	30,2
20	Арматура діаметром 8 мм	A400С	кг	466,4
21	Арматура діаметром 14 мм	A400С	кг	262,9
22	Арматура діаметром 16 мм	A400С	кг	2911,9
23	Гвіздки 120 мм	-	кг	50,7
24	Тісто вапняне	-	кг	201,3

## БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

Змін.	Кіл.	Арк.	Редок	Підпис	Дата
Кафедра водопостачання та водовідведення					
Водопостачання міста з житловими районами різної поверховості				Стадія	Лист
Розробила Кураксіна А.				БР	6
Керувник Балло В.П.				КНУБА-2022	
Зав. каф. Хоружий В.П.				ФІСЕ, гр. ВВ-41	