

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

**Факультет інженерних систем та екології
Кафедра водопостачання та водовідведення**

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
водопостачання та водовідведення
Віктор ХОРУЖИЙ
«___» _____ 2025 року

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»

Водопостачання міста з розробкою внутрішнього санітарно-технічного
обладнання 12 поверхового будинку

Галузь знань:
19 «Архітектура та будівництво»
Спеціальність:
192 «Будівництво та цивільна інженерія»
Освітньо-професійна програма:
«Водопостачання та водовідведення»

IV курс, група ВВ-21
Здобувач: Рижик Василь Вікторович

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: інженерних систем та екології

Кафедра: водопостачання та водовідведення

Ступінь вищої освіти: бакалавр

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Спеціальність: 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Освітня програма: «Водопостачання та водовідведення»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Віктор ХОРУЖИЙ, д.т.н., проф.

“ ____ ” _____ 20__ року

**З А В Д А Н Н Я
НА ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»**

Здобувач Рижик Василь Вікторович

1. Тема кваліфікаційної роботи Водопостачання міста з розробкою внутрішнього санітарно-технічного обладнання 12 поверхового будинку Керівник роботи Аргатенко Тетяна Вікторівна, кандидат технічних наук

затверджені наказом КНУБА № _____ від “ ____ ” _____ 202__ року

2. Термін подання здобувачем роботи _____

3. Вихідні данні: місто Луганськ, кількість населення 1 району – 27000 осіб, 2 району – 19000 осіб, поверховість забудови – 6 та 4 поверхи відповідно, ступінь благоустрою житлової забудови 1 району – з централізованим гарячим водопостачанням, 2 району – без ванн, кліматичний район – II – Південний степ, довжина напірних водоводів – 2,7 км, відмітка поверхні землі біля НС-II підйому – 122 м, у місті наявні 3 промислові підприємства – м'ясокомбінат, консервний завод (дитячого харчування) та ковальсько-штампувальний цех.

4. Перелік розділів основної частини кваліфікаційної роботи:

- P.1. Водовідведення населеного пункту
- P.2. Внутрішнє санітарно-технічне обладнання будівлі
- P.3. Технологічні процеси в будівництві
- P.4. Розрахунок собівартості води та послуг водопостачання
- P.5. Охорона навколишнього середовища

5. Графічний матеріал за розділами

P.1. Схема магістральної водопровідної мережі М1:20000, Схема водозабірних споруд, Графік п'єзометричних напорів, Монтажна схема водоприймального колодязя, Генплан станції водоочистки М 1:1000, Ситуаційний план М 1:10000. Висотна схема технологічних споруд станції водоочистки.

P.2. План типового поверху 1-12 поверхів, План горища, План підвалу, Генплан №3, Аксинометричні схеми систем водопостачання В1;Т3;Т4. Аксинометричні схеми систем водовідведення К1; К2.

P.3. Схема розбивки споруди на ділянки та рух кранів, Технологічні розрахунки і графік виконання робіт.

7. Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1	20.05.2025
Розділ 2	25.05.2025
Розділ 3	30.05.2025
Розділ 4	03.05.2025
Розділ 5	05.06.2025
Остаточне оформлення роботи	10.06.2025
Направлення роботи для перевірки на плагіат	16.06.2025
Попередній захист роботи на кафедрі	
Направлення роботи на рецензування	19.06.2025

8. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

Розділ	ПІБ та посада консультанта	Перевірів	
		дата	підпис
Розділ 1	Хомутецька Т.П.		
Розділ 2	Кравчук А.М.		
Розділ 3	Чебанов Т.Л.		
Розділ 4	Дупляк О.В.		
Розділ 5	Уряднікова І.В.		

9. Дата видачі завдання 12 травня 2025 року

Зав. кафедри _____ Віктор ХОРУЖИЙ
(підпис)

Керівник _____ Тетяна АРГАТЕНКО
(підпис)

Здобувач _____ Василь РИЖИК

РЕЗЮМЕ (SUMMARY) до атестаційної випускної роботи здобувача:	(ПІБ здобувача українською та англійською) <i>Рижик Василь Вікторович</i> <i>Ryzhyk Vasyl Viktorovych</i>		
ЗВО	Київський національний університет будівництва і архітектури		
Тема (українською та англійською)	Водопостачання міста з розробкою внутрішнього санітарно-технічного обладнання 12 поверхового будинку Water Supply System Design for a City with Development of Internal Sanitary Engineering Equipment for a 12-Storey Residential Building		
Освітній ступінь	бакалавр		
Факультет	інженерних систем та екології		
Випускова кафедра	водопостачання та водовідведення		
Спеціальність	192 – Будівництво та цивільна інженерія		
Освітня програма	Водопостачання та водовідведення		
Керівник			
Обсяг роботи:	пояснювальна записка, стор.	розділів	креслень формату А1
	97	5	6
Розділ 1	Виконаний проект водопостачання міста з проектуванням, визначено водоспоживання населенням, підприємствами і витрату води на полив. Розроблено водопровідну мережу, погодинний графік подачі води, вибрано тип башти, обраховано об'єм РЧВ. Виконаний гідравлічний розрахунок мережі, обрано тип насосів, побудовано профілі мереж.		
Розділ 2	Була розроблена система внутрішнього санітарного обладнання, включаючи системи господарчо-питного водопостачання, протипожежного водопроводу, централізованого гарячого водопостачання та системи побутової і дощової каналізації. Також були проведені відповідні розрахунки для цих систем. Побудовані відповідні аксонометричні схеми мереж.		
Розділ 3	Була розроблена технологічна схема монтажу РЧВ, вибрано необхідні машини і механізми, черговість монтажу елементів, і складено графік виконання робіт.		

Розділ 4	Обрахована собівартість подачі 1 м3 води. Враховано амортизацію, енерговитрати, заробітну плату, реагенти тощо.
Розділ 5	Проаналізований вплив споруд на довкілля. Розроблено заходи для зменшення шкідливих впливів. Розглянуто питання облаштування зон санітарної охорони водопровідних споруд.
Висновки по роботі:	Усі частини системи водопостачання, від джерела до крана, розраховані з урахуванням гідравлічних, технічних та санітарних вимог. Запропоновані рішення є технічно та економічно обґрунтованими, відповідають діючим ДБН і забезпечують надійне водопостачання міста та будинку.
Ключові слова: Keywords:	Водопостачання, водозабір, насосна станція, резервуар чистої води, водопровідна мережа, витрати води, гідравлічний розрахунок, санітарно-технічне обладнання, внутрішній водопровід, житловий будинок, монтаж трубопроводів, будівельна технологія, собівартість води, охорона довкілля, економічне обґрунтування. Water supply, water intake, pumping station, clean water reservoir, water distribution network, water consumption, hydraulic calculation, sanitary engineering equipment, internal water pipeline, residential building, pipeline installation, construction technology, water cost price, environmental protection, economic justification.

Здобувач

(підпис)

(власне ім'я та прізвище)

Керівник

(підпис)

(власне ім'я та прізвище)

“ ” _____ 202_ р.

Зміст

Зміст	7
Вступ	8
РОЗДІЛ 1 ВОДОПОСТАЧАННЯ НАСЕЛЕНОГО ПУНКТУ	9
1.1. Водопровідна мережа	16
1.2. Водозабірні споруди	27
1.3. Водопровідні очисні споруди	35
1.4. Насосна станція II підйому	47
РОЗДІЛ 2 ВНУТРІШНЄ САНІТАРНО-ТЕХНІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ БУДІВЛІ	56
2.1 Попередні розрахунки	57
2.2 Розрахунок насосної установки	60
2.3 Розрахунок системи гарячого водопостачання	61
2.4 Конструювання системи водовідведення	63
2.5 Розрахунок мережі внутрішньої системи дощового водовідведення ..	64
РОЗДІЛ 3 ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА	67
3.1 Підрахунок об'ємів робіт	71
3.2 Підбір монтажних кранів	73
РОЗДІЛ 4 СОБІВАРТІСТЬ ВОДИ ТА ПОСЛУГ ВОДОПОСТАЧАННЯ	84
РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	96
5.1 Зони санітарної охорони	96
5.2 Заходи для об'єктів системи водопостачання	97
5.3 Заходи щодо охорони поверхневих вод	98
5.4 Інші екологічні рішення	98
5.5 Водоохоронні та санітарні заходи	99
5.6 Заборонені дії в межах зон санітарної охорони	99
Висновки	101
Список літератури	102

Вступ

У межах даної кваліфікаційної роботи було розроблено проєкт системи водопостачання для міста з орієнтовною чисельністю населення 46 тисяч осіб. Основною метою проєкту стало створення ефективної та надійної схеми забезпечення міста якісною питною водою з поверхневого джерела.

В рамках роботи було запроєктовано розгалужену розподільчу водопровідну мережу, виконано її гідравлічний розрахунок, побудовано графік п'єзометричних напорів, а також визначено параметри регулювальних споруд, зокрема водонапірної башти.

Окрему увагу приділено забезпеченню стабільної роботи системи в аварійних ситуаціях. Проведено підбір насосного обладнання для підйому другого ступеня, спроєктовано водозабірні споруди, станцію водопідготовки та два резервуари чистої води об'ємом по 4000 м³ кожен.

Крім технічної частини, у проєкті розглянуто питання санітарного захисту водопровідних споруд, а також умови експлуатації системи, що має важливе значення для підтримки її безперебійної та безпечної роботи.

РОЗДІЛ 1 ВОДОПОСТАЧАННЯ НАСЕЛЕНОГО ПУНКТУ

Таблиця 1.1. Вихідні дані для виконання проєкту

Населений пункт										
№	Параметр			1 район			1 район			
1	Кількість населення			27000 осіб			19000 осіб			
2	Кількість поверхів забудови міста			6			4			
3	Ступінь благоустрою житлової забудови			З централізованим гарячим водопостачанням			Без ванн			
4	Кліматичний район			II – Південний степ						
5	Довжина напірних водоводів			2,7 км						
6	Відмітка поверхні землі біля насосної станції II підйому			122,0 м						
Промислові підприємства										
№	Назва	К-сть змін роботи	Одиниця виміру продукції	Кількість продукції, що випускається		Норма витрати води на одиницю продукції м ³	Кількість працівників		% працівників у гарячих цехах	% працівників, що приймають душ
				за добу	за макс. зміну		за добу	за макс. зміну		
1	М'ясокомбінат	1	т	150	150	25	700	700	30	50
2	Консервний (дитячого харчування)	2	1000 банок	2	1	600	900	450	50	60
3	Ковальсько-штампувальний цех	3	т	350	120	20	400	150	40	50

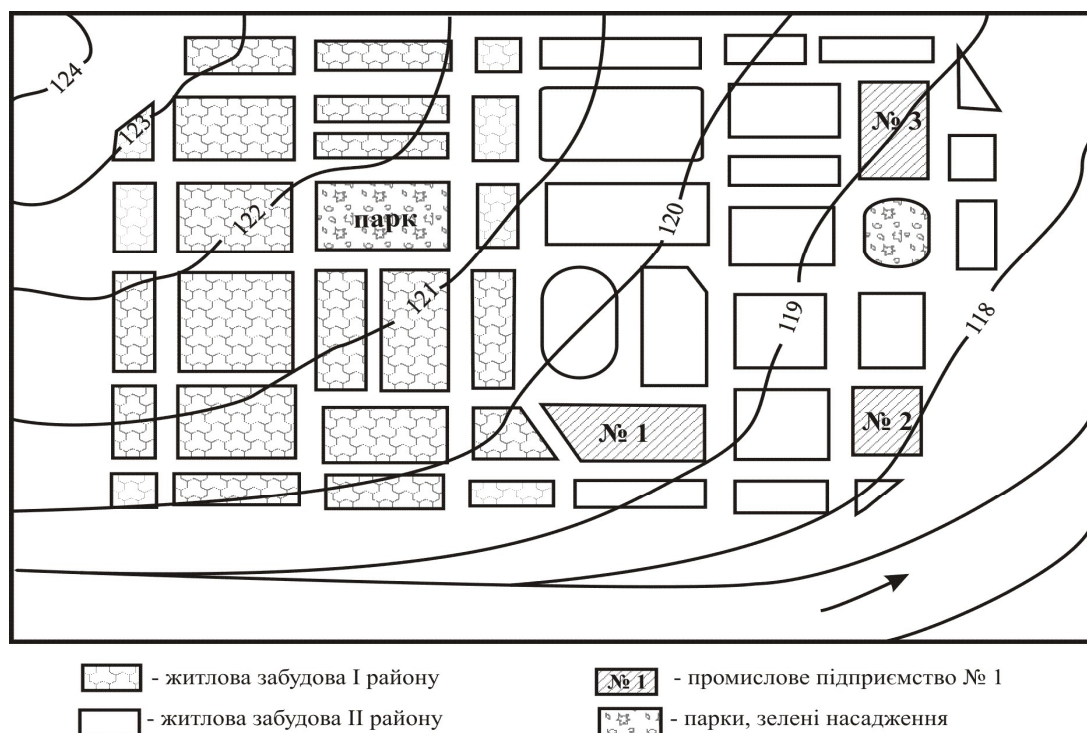


Рис.1.1. Генплан міста (М 1:20000)

1.1.1 Визначення добового водоспоживання населеного пункту

Розрахунок добових витрат води для міста розпочинається з визначення обсягу водоспоживання населенням (табл. 2).

Розрахункова добова витрата води на господарсько-питні потреби населення:

$$Q_{\text{доб.ср}} = N \cdot q_{\text{ж}} / 1000, \text{ м}^3/\text{добу}$$

Добові витрати води на господарсько-питні потреби населення у дні з максимальним та мінімальним водоспоживанням [1]:

$$Q_{\text{доб.макс}} = K_{\text{доб.макс}} \cdot Q_{\text{доб.ср}}$$

$$Q_{\text{доб.мін}} = K_{\text{доб.мін}} \cdot Q_{\text{доб.ср}}$$

Таблиця 1.2. Водоспоживання населення міста

Райони міста	N, осіб	q _ж , л/ос.добу	Q _{доб.ср} , м ³ /добу	K _{доб.макс} , м ³ /добу	Q _{доб.макс} , м ³ /добу	K _{доб.мін}	Q _{доб.мін} , м ³ /добу
I	27000	280	7560	1,27	9601,2	0,72	5443,2
II	19000	130	2470	1,27	3136,9	0,73	1803,1
Разом	46000	-	10030	-	12738,1	-	7246,3

Таблиця 1.3. Водоспоживання на виробничі потреби підприємств

Назва підприємства	№ зміни	Одиниця продукції	q, м ³ /од	N, од./зміну	Q, м ³ /зміну
М'ясокомбінат	1	т	25	150	3750
	2	0	0	0	0
	3	-	0	0	0
	Всього			150	3750
Консервний (дитячого харчування)	1	1000 банок	600	1	600
	2	1000 банок	600	1	600
	3	0	0	0	
	Всього			2	1200
Ковальсько-штампувальний цех	1	т	20	120	2400
	2	т	20	115	2300
	3	т	20	115	2300
	Всього			350	7000
Разом					11950

Витрати води на господарсько-питні потреби працівників підприємств протягом однієї зміни:

- для гарячих цехів q_г – 45 л/особу;
- для холодних q_х – 25 л/особу.

Кількість працівників, які користуються душем, визначаємо відповідно до завдання. Норму витрати води на одну особу, що приймає душ, обираємо залежно від характеру виробничого процесу на конкретному підприємстві.

Таблиця 1.4. Водоспоживання на господарсько-питні потреби підприємств та прийняття душу

№ під-приємства	№ зміни	К-сть працюючих, ос.	Гарячі цехи			Холодні цехи			Q _{г.п.} , м ³ /зм	Прийом душу		
			N _г , осіб	q _г , л/ос.	Q _г , м ³ /зм.	N _х , осіб	q _х , л/ос.	Q _х , м ³ /зм.		N _{душ} , осіб	q _{душ} , л/ос.зм.	Q _{душ} , м ³ /зм
1	1	700	210	45	9,45	490	25	12,25	21,7	350	53,5	18,73
	2	0	0		0	0		0	0	0		0
	3	0	0		0	0		0	0	0		0
	Σ	700	210	-	9,45	490	-	12,25	21,7	350	-	18,73
2	1	450	225	45	10,125	225	25	5,625	15,75	270	53,5	14,45
	2	450	225		10,125	225		5,625	15,75	270		14,45
	3	0	0		0	0		0	0	0		0
	Σ	900	450	-	20,25	450	-	11,25	31,5	540	-	28,89
3	1	150	60	45	2,7	90	25	2,25	4,95	75	75	5,63
	2	125	50		2,25	75		1,875	4,125	62,5		4,69
	3	125	50		2,25	75		1,875	4,125	62,5		4,69
Σ	400	160	-	7,2	240	-	6	13,2	200	-	15	
Разом	-	2000	820	-	36,9	1180	-	29,5	66,4	1090	-	62,62

Таблиця 1.5. Витрати води на полив вулиць та зелених насаджень

Райони міста	Кількість населення, осіб	Питомі витрати води, л/ос.добу	Витрата води, м ³ /добу
I	27000	55	1485
II	19000	55	1045
Разом	46000	-	2530

Таблиця 1.6. Баланс добового водоспоживання міста

№	Споживачі	Витрата води, м ³ /добу		
		Середньодобове водоспоживання	доба максимального водоспоживання	доба мінімального водоспоживання
1	Населення I району	7560	9601,2	5443,2
	Невраховані витрати	756	960,12	544,32
	Разом	8316	10561,32	5987,52
2	Населення II району	2470	3136,9	1803,1
	Невраховані витрати	247	313,69	180,31
	Разом	2717	3450,59	1983,41
3	Підприємство 1			
	Виробничі потреби	3750	3750	3750
	Господарсько-питні	21,7	21,7	21,7
	Душові	18,73	18,73	18,73
	Разом	3790,43	3790,43	3790,43
4	Підприємство 2			
	Виробничі потреби	1200	1200	1200
	Господарсько-питні	31,5	31,5	31,5
	Душові	28,89	28,89	28,89
	Разом	1260,39	1260,39	1260,39
5	Підприємство 3			
	Виробничі потреби	7000	7000	7000
	Господарсько-питні	13,2	13,2	13,2
	Душові	15	15	15
	Разом	7028,2	7028,2	7028,2
6	Полив вулиць і зелених насаджень			
	I район	742,5	1485	0
	II район	522,5	1045	0
	Разом	1265	2530	0
Всього по місту		25208,735	24377,02	28620,93

Відповідно до [1], обсяг водоспоживання для потреб місцевої промисловості, а також інші невраховані витрати, приймаються на рівні 10 % від обсягу води, що витрачається на господарсько-питні потреби населення.

Середньодобове водоспоживання для поливу вулиць і зелених насаджень визначається як 50 % від витрат води на ці цілі у добу максимального споживання. У добу з мінімальним водоспоживанням полив не проводиться.

1.1.2 Визначення погодинних витрат води

Максимальний коефіцієнт погодинної нерівномірності водоспоживання населенням:

$K_{г.маx} = \alpha_{маx} \cdot \beta_{маx}$	
I район	II район
$K_{г.маx.I} = 1,2 \cdot 1,19 = 1,43$	$K_{г.маx.II} = 1,4 \cdot 1,21 = 1,69$

Розподіл загального обсягу водоспоживання за годинами доби виконується для доби з максимальним споживанням води.

Погодинні витрати води населенням у кожному з районів міста визначаються на основі типових графіків водоспоживання, побудованих за даними аналогічних міських водопровідних систем.

Витрати води на потреби промислових підприємств (виробничі та господарсько-питні) вважаються рівномірними протягом усієї тривалості робочої зміни. Для усіх підприємств прийнято восьмигодинний режим роботи, з початком зміни о 8:00. Витрати води на душові установки розподіляються на 45 хвилин після завершення кожної зміни.

Полив зелених зон, вулиць і площ організовується відповідно до нормативних вимог [1] — його здійснюють у години зниженого або середнього рівня водоспоживання.

На основі погодинного розподілу обсягів будують **графік водоспоживання за добу** (рис. 2), який відображає зміну витрат води протягом 24 годин.

Таблиця 1.7. Визначення погодинних витрат у місті

Години доби	населення I району		населення II району		Разом	Підприємство 1				Підприємство 2				Підприємство 3				ΣQ, м³/год	Полив		Q міста, м³/год
	% від Q доб.мах	витрата, м³/год	% від Q доб.мах	витрата, м³/год		виробничі	госп-питні	душові	разом	виробничі	госп-питні	душові	разом	виробничі	госп-питні	душові	разом		I район	II район	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
0-1.	2,5	264,03	1	34,51	298,54	0	0	0	0	0	0	14,45	14,445	287,5	0,52	4,69	292,70	605,69			605,69
1-2.	2,65	279,87	1	34,51	314,38	0	0	0	0	0	0	0	0	287,5	0,52		288,02	602,40			602,40
2-3.	2,2	232,35	1	34,51	266,85	0	0	0	0	0	0	0	0	287,5	0,52		288,02	554,87	174,17		729,04
3-4.	2,25	237,63	1	34,51	272,14	0	0	0	0	0	0	0	0	287,5	0,52		288,02	560,15	185,625	174,16667	919,94
4-5.	3,2	337,96	2	69,01	406,97	0	0	0	0	0	0	0	0	287,5	0,52		288,02	694,99	185,625	174,16667	1054,78
5-6.	3,9	411,89	3	103,52	515,41	0	0	0	0	0	0	0	0	287,5	0,52		288,02	803,42	185,625	174,16667	1163,22
6-7.	4,5	475,26	5	172,53	647,79	0	0	0	0	0	0	0	0	287,5	0,52		288,02	935,80	185,625		1121,43
7-8.	5,1	538,63	6,5	224,29	762,92	0	0	0	0	0	0	0	0	287,5	0,52		288,02	1050,93			1050,93
8-9.	5,35	565,03	6,5	224,29	789,32	468,75	2,71		471,46	75	1,97		76,97	300,0	0,62	4,69	305,31	1643,06			1643,06
9-10.	5,85	617,84	5,5	189,78	807,62	468,75	2,71		471,46	75	1,97		76,97	300,0	0,62		300,62	1656,67			1656,67
10-11.	5,35	565,03	4,5	155,28	720,31	468,75	2,71		471,46	75	1,97		76,97	300,0	0,62		300,62	1569,36			1569,36
11-12.	5,25	554,47	5,5	189,78	744,25	468,75	2,71		471,46	75	1,97		76,97	300,0	0,62		300,62	1593,30			1593,30
12-13.	4,6	485,82	7	241,54	727,36	468,75	2,71		471,46	75	1,97		76,97	300,0	0,62		300,62	1576,41			1576,41
13-14	4,4	464,70	7	241,54	706,24	468,75	2,71		471,46	75	1,97		76,97	300,0	0,62		300,62	1555,29			1555,29
14-15	4,6	485,82	5,5	189,78	675,60	468,75	2,71		471,46	75	1,97		76,97	300,0	0,62		300,62	1524,65			1524,65
15-16	4,6	485,82	4,5	155,28	641,10	468,75	2,71		471,46	75	1,97		76,97	300,0	0,62		300,62	1490,15			1490,15
16-17	4,9	517,50	5	172,53	690,03	0	0	18,73	18,73	75	1,97	14,45	91,41	287,5	0,52	5,63	293,64	1093,82			1093,82
17-18	4,6	485,82	6,5	224,29	710,11	0	0	0	0	75	1,97		76,97	287,5	0,52		288,02	1075,09			1075,09
18-19	4,7	496,38	6,5	224,29	720,67	0	0	0	0	75	1,97		76,97	287,5	0,52		288,02	1085,65			1085,65
19-20	4,5	475,26	5	172,53	647,79	0	0	0	0	75	1,97		76,97	287,5	0,52		288,02	1012,77			1012,77
20-21	4,4	464,70	4,5	155,28	619,97	0	0	0	0	75	1,97		76,97	287,5	0,52		288,02	984,96	185,625		1170,58
21-22	4,2	443,58	3	103,52	547,09	0	0	0	0	75	1,97		76,97	287,5	0,52		288,02	912,08	185,625		1097,70
22-23	3,7	390,77	2	69,01	459,78	0	0	0	0	75	1,97		76,97	287,5	0,52		288,02	824,77	185,625	174,16667	1184,56
23-24	2,7	285,16	1	34,51	319,66	0	0	0	0	75	1,97		76,97	287,5	0,52		288,02	684,65	185,625	174,16667	1044,44
Всього	100	10561,32	100	3450,59	14011,91	3750	21,7	18,73	3790,43	1200	31,5	28,89	1260,39	7000	13,2	15	7028,20	26090,93	1485	1045	28620,93

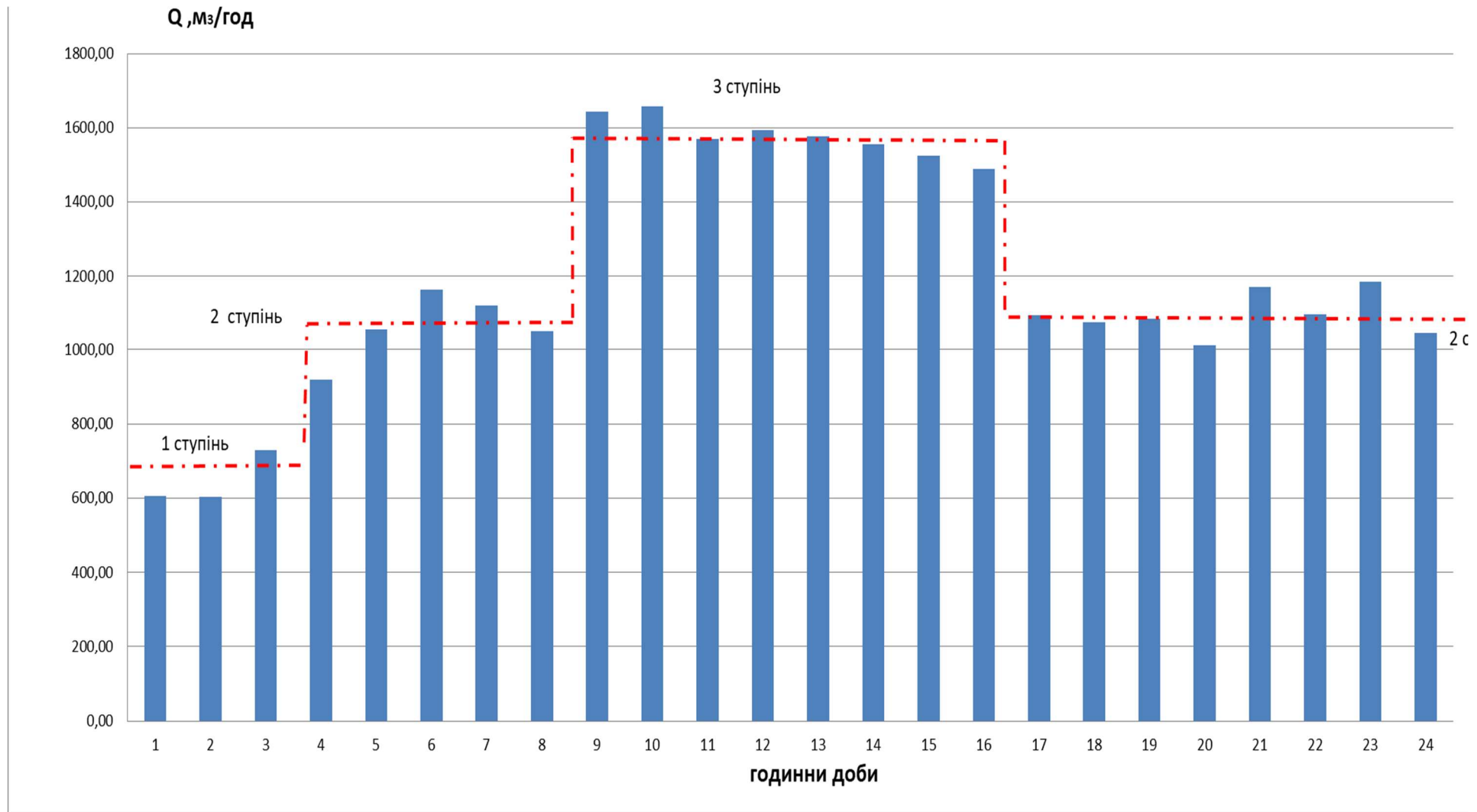


Рис. 1.2. Добові графіки водоспоживання міста і подачі води насосними станціями

Таблиця 1.8. Визначення подачі насосів на насосних станціях

Насосна станція	Тривалість роботи насосів, год.	Витрата, м ³ /год	Подача, м ³ /добу
1 ступінь	3	645,71	1937,12
2 ступінь	13	1082,69	14074,92
3 ступінь	8	1576,11	12608,89
НС - I підйому	24	1192,54	28620,93

1.1. Водопровідна мережа

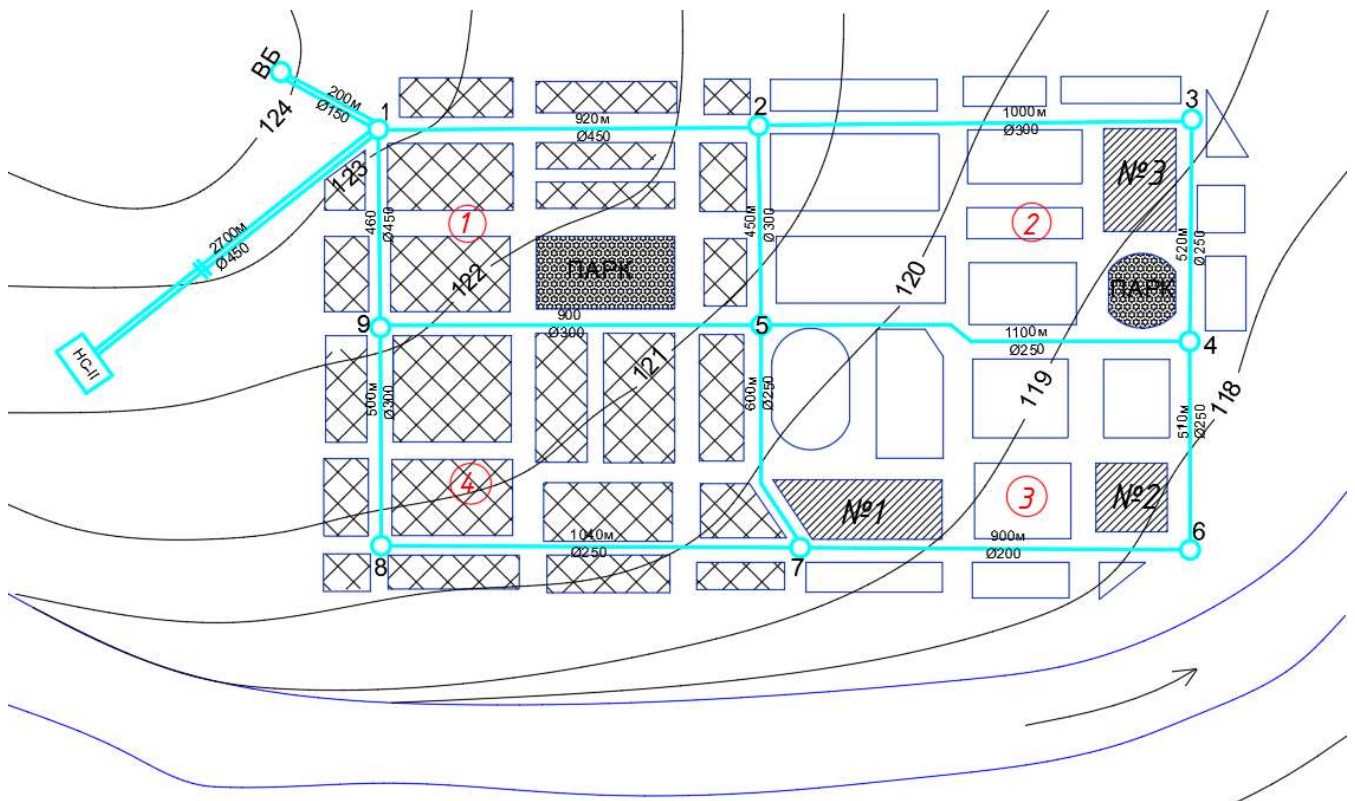


Рис. 1.3. Трасування водопровідної мережі

Таблиця 1.9. Визначення регулюючого об'єму водонапірної башти

Години доби	Q _{міста} , м ³ /год	Q _{н.с.п.} , м ³ /год	q у бак, м ³ /год	q із бака, м ³ /год	W у баку, м ³
1	2	3	4	5	6
0-1	605,69	645,71	40,02	0	40,02
1-2.	602,40	645,71	43,31	0	83,33
2-3.	729,04	645,71	0,00	83,33	0,00
3-4.	919,94	1082,69	162,74	0	162,74
4-5.	1054,78	1082,69	27,91	0	190,65
5-6.	1163,22	1082,69	0,00	80,53	110,12
6-7.	1121,43	1082,69	0,00	38,74	71,38
7-8.	1050,93	1082,69	31,76	0	103,14
8-9.	1643,06	1576,11	0,00	66,95	36,19
9-10.	1656,67	1576,11	0,00	80,56	-44,37
10-11.	1569,36	1576,11	6,75	0	-37,62
11-12.	1593,30	1576,11	0,00	17,19	-54,81
12-13.	1576,41	1576,11	0,00	0,3	-55,11
13-14.	1555,29	1576,11	20,82	0	-34,29
14-15.	1524,65	1576,11	51,46	0	17,17
15-16.	1490,15	1576,11	85,96	0	103,13
16-17.	1093,82	1082,69	0,00	11,13	92,00
17-18.	1075,09	1082,69	7,59	0	99,59
18-19.	1085,65	1082,69	0,00	2,97	96,62
19-20.	1012,77	1082,69	69,91	0	166,54
20-21.	1170,58	1082,69	0,00	87,9	78,64
21-22.	1097,70	1082,69	0,00	15,02	63,62
22-23.	1184,56	1082,69	0,00	101,87	-38,25
23-24.	1044,44	1082,69	38,25	0	0,00
Всього	28620,93	28620,93	586,49	586,49	

$$W_{\text{рег.б}} = 190,65 + 55,11 = 245,76 \text{ м}^3$$

1.2.1 Схема з прохідною баштою

Оскільки прийнято водопровідну мережу з прохідною баштою, то отриманий регулюючий об'єм водонапірної башти зменшуємо на 10%:

$$W_{\text{рег.б}} = 245,76 - 24,58 = 221,18 \text{ м}^3.$$

Протипожежний запас води в башті:

$$W_{\text{пож.б}} = 0,6(q_{\text{п.з}} + q_{\text{п.в}} + q_{\text{б.мах}})$$

$$W_{\text{пож.б}} = 0,6(25+5+80,56/3,6) = 31,43 \text{ м}^3$$

Повний об'єм бака:

$$W_{\text{б}} = W_{\text{рег.б}} + W_{\text{пож.б}} = 221,18 + 31,43 = 252,61 \text{ м}^3.$$

Діаметр бака:

$$D_6 = \sqrt[3]{\frac{300}{0,785}} = 7,26\text{м}$$

Висота регулюючого об'єму:

$$h_{\text{рег.б}} = \frac{1,27 \times 221,18}{7,26^2} = 5,32\text{ м}$$

Висота протипожежного об'єму:

$$h_{\text{пож.б}} = \frac{1,27 \times 31,43}{7,26^2} = 0,76\text{ м}$$

Таблиця 1.10. Визначення регулюючого об'єму РЧВ

Години доби	Qнс-л, м ³ /год	Qнс-п, м ³ /год	q до РЧВ, м ³ /год	q із РЧВ, м ³ /год	W у РЧВ, м ³
1	2	3	4	5	6
0-1	1192,54	645,71	546,83	0	546,83
1-2.	1192,54	645,71	546,83	0	1093,66
2-3.	1192,54	645,71	546,83	0	1640,49
3-4.	1192,54	1082,69	109,85	0	1750,34
4-5.	1192,54	1082,69	109,85	0	1860,20
5-6.	1192,54	1082,69	109,85	0	1970,05
6-7.	1192,54	1082,69	109,85	0	2079,90
7-8.	1192,54	1082,69	109,85	0	2189,75
8-9.	1192,54	1576,11	0,00	383,57	1806,18
9-10.	1192,54	1576,11	0	383,57	1422,61
10-11.	1192,54	1576,11	0,00	383,57	1039,04
11-12.	1192,54	1576,11	0,00	383,57	655,47
12-13.	1192,54	1576,11	0,00	383,57	271,90
13-14	1192,54	1576,11	0,00	383,57	-111,67
14-15	1192,54	1576,11	0,00	383,57	-495,24
15-16	1192,54	1576,11	0,00	383,57	-878,81
16-17	1192,54	1082,69	109,85	0	-768,95
17-18	1192,54	1082,69	109,85	0	-659,10
18-19	1192,54	1082,69	109,85	0	-549,25
19-20	1192,54	1082,69	109,85	0	-439,40
20-21	1192,54	1082,69	109,85	0	-329,54
21-22	1192,54	1082,69	109,85	0	-219,69
22-23	1192,54	1082,69	109,85	0	-109,84
23-24	1192,54	1082,69	109,85	0	0,01
Всього	28620,93	28620,93	3068,58	3068,56	

Таблиця 1.11.

$W_{\text{рег.р}}$	$W_{\text{рчв}}$	$W_{\text{пож.р}}$	$h_{\text{рег.р}}$	$h_{\text{пож.р}}$	$h_{\text{в.п}}$	$Z_{\text{max.р}}$	$Z_{\text{д.р}}$	$Z_{\text{min.р}}$
3092,39	6641,11	1831,47	1,79	1,06	1,0	123,0	118,16	120,21

Приймаємо два прямокутні РЧВ місткістю 4000 м³ кожен:

- довжина – 36 м;
- ширина – 24 м;
- глибина води – 4,84 м.

Таблиця 1.12. Визначення розрахункових секундних витрат води

Розмірність	$q_{\text{нас.І}}$	$q_{\text{нас.ІІ}}$	$q_{\text{підпр.І}}$	$q_{\text{підпр.ІІ}}$	$q_{\text{підпр.ІІІ}}$	$q_{\text{пол.І}}$	$q_{\text{пол.ІІ}}$	Всього
година максимального водоспоживання								
м ³ /год	617,84	189,78	471,46	76,97	300,62	0	0	1656,67
л/с	171,62	52,72	130,96	21,38	83,51	0	0	460,19
година максимального транзиту води в башту								
м ³ /год								
л/с								

Таблиця 1.13. Визначення секундних витрат живлення мережі

Одиниця	Режим	Водоспоживання	Подача насосів	Надходження води із башти	Подача води в башту
м ³ /год	max	1656,67	1576,11	80,56	0
л/с		460,19	437,81	22,38	0
м ³ /год	транзит				
л/с					
м ³ /год	max+пож	1836,68	1836,68	0	0
л/с		460,19 + 50 = 510,19	510,19	0	0

Визначаємо питомі витрати води в добу максимального водоспоживання:

$$q_{\text{пит.І}} = \frac{q_{\text{нас.І}} + q_{\text{пол.І}}}{L_{\text{І}}} = \frac{171,62 + 0}{4345} = 0,039 \text{ л/с} * \text{м};$$

$$q_{\text{пит.ІІ}} = \frac{q_{\text{нас.ІІ}} + q_{\text{пол.ІІ}}}{L_{\text{ІІ}}} = \frac{52,72 + 0}{4300} = 0,012 \text{ л/с} * \text{м};$$

Таблиця 1.14. Визначення дорожніх витрат води

Ділянка	Фактична довжина, м	Розрахункова довжина, м	Q _{д.мах} , л/с	Q _{д.транз} , л/с
Район І				
2-5.	450	225	8,89	
5-7.	600	300	11,85	
7-8.	1040	1040	41,08	
8-9.	500	500	19,75	
9-5.	900	900	35,55	
9-1.	460	460	18,17	
1-2.	920	920	36,34	
Разом	4870	L_I = 4345	171,62	
Район ІІ				
2-5.	450	225	2,76	
5-7.	600	300	3,68	
2-3.	1000	1000	12,26	
3-4.	520	520	6,38	
4-5.	1100	1100	13,49	
4-6.	510	255	3,13	
6-7.	900	900	11,03	
Разом	5080	L_{II} = 4300	52,72	
Всього	9950	8645	224,34	

Таблиця 1.15. Визначення вузлових відборів

№ вузла	мах			мах+пож	
	q _{вузл} , л/с	q _{зос} , л/с	Q _{вузл} , л/с	q _{пож} , л/с	Q _{вузл} , л/с
1	0,00		27,25		27,25
2	0,00		30,12		30,12
3	0,00	83,51	92,83	25	117,83
4	0,00		11,49		11,49
5	0,00		38,10		38,10
6	0,00	21,38	28,48	25	53,48
7	0,00	130,96	130,96		164,78
8	0,00		30,41		30,41
9	0,00		36,73		36,73
Разом	0,00	235,85	426,37	50	510,19

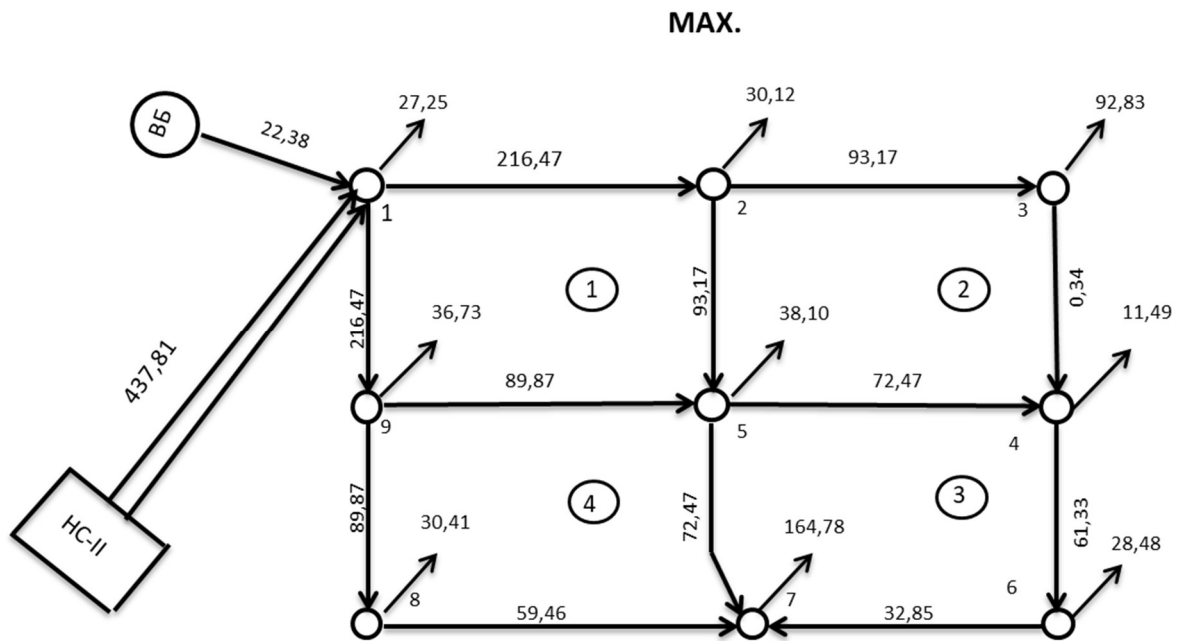


Рис. 1.4. Попередній розподіл витрат води для режиму максимального водоспоживання

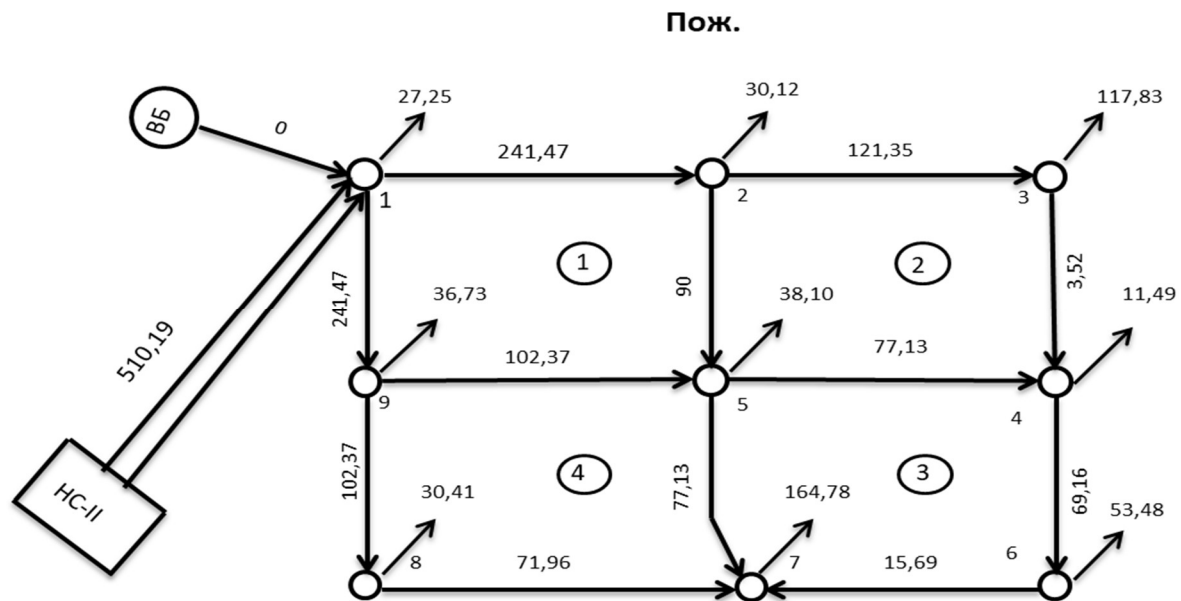


Рис. 1.5. Попередній розподіл витрат води для режиму пожежогасіння під час максимального водоспоживання

Таблиця 1.16. Гідравлічний розрахунок мережі для режиму максимального водоспоживання

№ кільця	№ ділянки	L, м	D, мм	попередній поточкорозподіл								десяте наближення											
				q, л/с	V, м/с	A	K _f	A _п	S	знак	h = S*q ²	h/q	Δqкільця	Δqсум.кільця	Δq	q, л/с	V, м/с	K _f	S	знак	h = S*q ²	h/q	
1	1-9	460	450	216,47	1,36	0,1186	1	0,119	54,56	-1	-2,56	0,01	0,05		0,05	216,18	1,36	1	54,56	-1	-2,55	0,01	
	1-2	920	450	216,47	1,36	0,1186	1	0,119	109,11	1	5,11	0,02	-0,05	-0,05	216,76	1,36	1	109,11	1	5,13	0,02		
	2-5	450	300	93,17	1,32	0,9485	1	0,949	426,83	1	3,71	0,04	-0,05	0,05	0	86,62	1,23	1	426,83	1	3,2	0,04	
	5-9	900	300	89,87	1,27	0,9485	1	0,949	853,65	-1	-6,89	0,08	0,05	-0,03	0,02	81,98	1,16	1,006	858,77	-1	-5,77	0,07	
											Δh кільця =	-0,63	0,15								Δh кільця =	0,01	0,14
										Δq кільця =	2,08										Δq кільця =	0,03	
2	2-3	1000	300	93,17	1,32	0,9485	1	0,949	948,5	1	8,23	0,09	-0,05	-0,05	100,01	1,42	1	948,5	1	9,49	0,09		
	3-4	520	250	0,34	0,01	2,528	1,41	3,564	1853,53	1	0	0	-0,05	-0,05	7,18	0,15	1,41	1853,53	1	0,1	0,01		
	4-5	1100	250	72,47	1,48	2,528	1	2,528	2780,8	-1	-14,6	0,2	0,05	-0,01	0,04	47,06	0,96	1,035	2878,13	-1	-6,37	0,14	
	2-5	450	300	93,17	1,32	0,9485	1	0,949	426,83	-1	-3,71	0,04	0,05	-0,05	0	86,62	1,23	1	426,83	-1	-3,2	0,04	
											Δh кільця =	-10,08	0,33								Δh кільця =	0,01	0,28
										Δq кільця =	15,25										Δq кільця =	0,01	
3	4-5	1100	250	72,47	1,48	2,528	1	2,528	2780,8	1	14,6	0,2	-0,01	0,05	0,04	47,06	0,96	1,035	2878,13	1	6,37	0,14	
	4-6	510	250	61,33	1,25	2,528	1	2,528	1289,28	1	4,85	0,08	-0,01	-0,01	42,76	0,87	1,046	1348,59	1	2,47	0,06		
	6-7	900	200	32,85	1,05	8,092	1,024	8,286	7457,59	1	8,05	0,24	-0,01	-0,01	14,28	0,45	1,175	8557,29	1	1,74	0,12		
	5-7	600	250	72,47	1,48	2,528	1	2,528	1516,8	-1	-7,97	0,11	0,01	-0,03	-0,01	83,45	1,7	1	1516,8	-1	-10,56	0,13	
											Δh кільця =	19,54	0,64								Δh кільця =	0,02	0,44
										Δq кільця =	15,37										Δq кільця =	0,02	
4	5-7	600	250	72,47	1,48	2,528	1	2,528	1516,8	1	7,97	0,11	-0,03	0,01	-0,01	83,45	1,7	1	1516,8	1	10,56	0,13	
	7-8	1040	250	59,46	1,21	2,528	1	2,528	2629,12	-1	-9,3	0,16	0,03	0,03	67,05	1,37	1	2629,12	-1	-11,82	0,18		
	5-9	900	300	89,87	1,27	0,9485	1	0,949	853,65	1	6,89	0,08	-0,03	0,05	0,02	81,98	1,16	1,006	858,77	1	5,77	0,07	
	8-9	500	300	89,87	1,27	0,9485	1	0,949	474,25	-1	-3,83	0,04	0,03	0,03	0,03	97,46	1,38	1	474,25	-1	-4,5	0,05	
											Δh кільця =	1,74	0,39								Δh кільця =	0,01	0,42
										Δq кільця =	2,25										Δq кільця =	0,01	
										Δh контура =	10,56										Δh контура =	0,05	

Таблиця 1.17. Гідравлічний розрахунок мережі для режиму максимального водоспоживання + пожежогасіння

№ кільця	№ ділянки	L, м	D, мм	попередній потіккорозподіл									десяте наближення									
				q, л/с	V, м/с	A	K ₁	A _n	S	знак	h = S*q ²	h/q	Δqкільця	Δqсум.кільця	Δq	q, л/с	V, м/с	K ₁	S	знак	h = S*q ²	h/q
1	1-9	460	450	241,47	1,52	0,1186	1	0,119	54,56	-1	-3,18	0,01	-0,01		-0,01	236,52	1,49	1	54,56	-1	-3,05	0,01
	1-2	920	450	241,47	1,52	0,1186	1	0,119	109,11	1	6,36	0,03	0,01		0,01	246,42	1,55	1	109,11	1	6,63	0,03
	2-5	450	300	90	1,27	0,9485	1	0,949	426,83	1	3,46	0,04	0,01	0,14	0,15	96,09	1,36	1	426,83	1	3,94	0,04
	5-9	900	300	102,37	1,45	0,9485	1	0,949	853,65	-1	-8,95	0,09	-0,01	-0,1	-0,11	93,65	1,33	1	853,65	-1	-7,49	0,08
											Δh кільця = -2,31	0,17									Δh кільця = 0,03	0,16
										Δq кільця = 6,98											Δq кільця = 0,09	
2	2-3	1000	300	121,35	1,72	0,9485	1	0,949	948,5	1	13,97	0,12	-0,14		-0,14	120,21	1,7	1	948,5	1	13,71	0,11
	3-4	520	250	3,52	0,07	2,528	1,41	3,564	1853,53	1	0,02	0,01	-0,14		-0,14	2,38	0,05	1,41	1853,53	1	0,01	0
	4-5	1100	250	77,13	1,57	2,528	1	2,528	2780,8	-1	-16,54	0,21	0,14	0,01	0,15	59,3	1,21	1	2780,8	-1	-9,78	0,16
	2-5	450	300	90	1,27	0,9485	1	0,949	426,83	-1	-3,46	0,04	0,14	0,01	0,15	96,09	1,36	1	426,83	-1	-3,94	0,04
											Δh кільця = -6,01	0,37									Δh кільця = 0	0,32
										Δq кільця = 8,02											Δq кільця = 0	
3	4-5	1100	250	77,13	1,57	2,528	1	2,528	2780,8	1	16,54	0,21	0,01	0,14	0,15	59,3	1,21	1	2780,8	1	9,78	0,16
	4-6	510	250	69,16	1,41	2,528	1	2,528	1289,28	1	6,17	0,09	0,01		0,01	50,2	1,02	1,027	1324,09	1	3,34	0,07
	6-7	900	200	15,69	0,5	8,092	1,155	9,346	8411,63	1	2,07	0,13	-0,01		-0,01	3,27	0,1	1,41	10268,8	-1	-0,11	0,03
	5-7	600	250	77,13	1,57	2,528	1	2,528	1516,8	-1	-9,02	0,12	-0,01	-0,1	-0,11	92,33	1,88	1	1516,8	-1	-12,93	0,14
											Δh кільця = 15,76	0,55									Δh кільця = 0,08	0,41
										Δq кільця = 14,26											Δq кільця = 0,09	
4	5-7	600	250	77,13	1,57	2,528	1	2,528	1516,8	1	9,02	0,12	-0,1	-0,01	-0,11	92,33	1,88	1	1516,8	1	12,93	0,14
	7-8	1040	250	71,96	1,47	2,528	1	2,528	2629,12	-1	-13,61	0,19	0,1		0,1	75,73	1,54	1	2629,12	-1	-15,08	0,2
	5-9	900	300	102,37	1,45	0,9485	1	0,949	853,65	1	8,95	0,09	-0,1	-0,01	-0,11	93,65	1,33	1	853,65	1	7,49	0,08
	8-9	500	300	102,37	1,45	0,9485	1	0,949	474,25	-1	-4,97	0,05	0,1		0,1	106,14	1,5	1	474,25	-1	-5,34	0,05
											Δh кільця = -0,61	0,44									Δh кільця = 0	0,47
										Δq кільця = 0,7											Δq кільця = 0	
										Δh контура = 6,82											Δh контура = 0,1	

Таблиця 1.18. Гідралічний розрахунок підключаючих трубопроводів і водоводів

Ділянка	Довжина l, км	Діаметр D, мм	Витрата q, л/с	Швидкість, V, м/с	1000i, м/км	h = 1000i · l, м
7 - № 1	0,2	250	130,96/2 = 65,48	1,29	10,80	2,16
6 - № 2	0,3	150	21,38	1,18	17,20	5,16
3 - № 3	0,2	250	83,51/2 = 41,75	1,28	14,10	2,82
1 – ВБ (транзит)	0	0	0	0	0	0
1 – ВБ (max)	0,2	150	22,38/2=11,19	0,87	12,5	2,50
НС-II – 1 (max)	2,7	450	437,81/2 = 218,90	1,37	5,65	15,26
НС-II – 1 (max+пож)	2,7	450	510,19/2=255,10	1,6	7,70	20,79
НС-II – 1 (транзит)	0	0	0	0	0	0

Потрібний вільний напір $H_{тр}$:

$$H_{тр} = 4(n - 1) + 10 \text{ м}$$

Відмітка максимального рівня води в башті:

$$Z_{max.б} = Z_{min.б} + h_{пер.б} \quad 169,05 + 5,32 = 174,37 \text{ м}$$

Висота дна бака над поверхнею землі:

$$H_б = Z_{min.б} - h_{пож.б} - Z_{з.б} = 169,05 - 0,76 - 124,2 = 44,09 \text{ м}$$

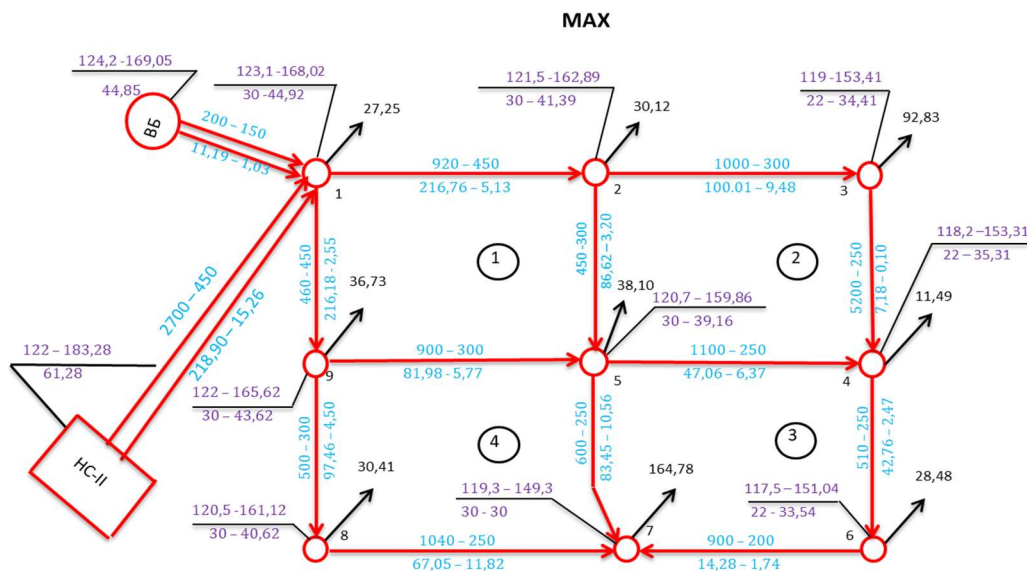


Рис. 1.6. Розрахункова схема мережі для режиму максимального водоспоживання

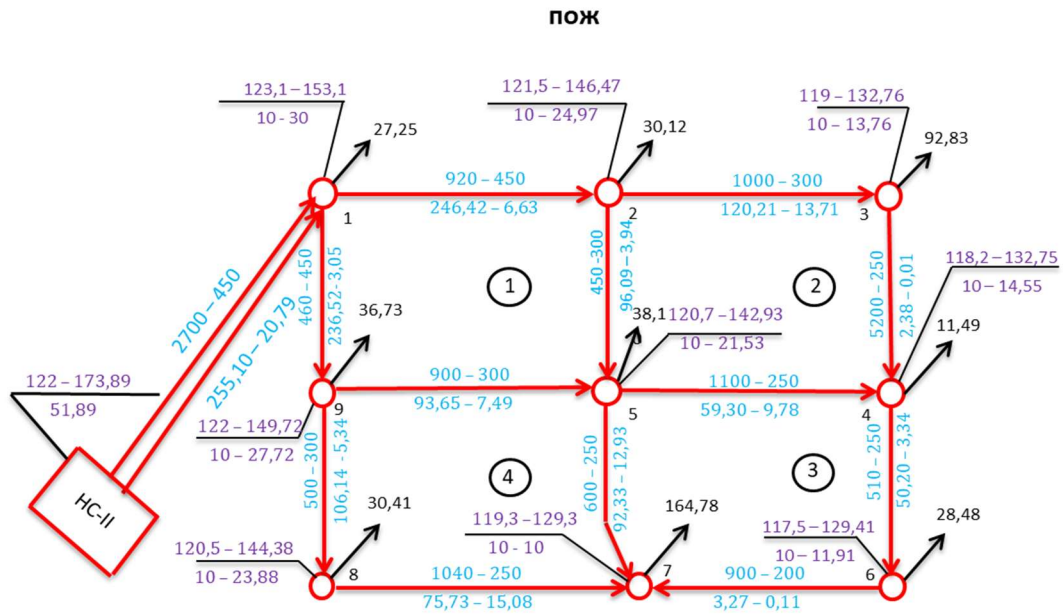


Рис.1.7. Розрахункова схема мережі для режиму пожежогасіння під час
максимального водоспоживання

Напір господарсько-питних насосів:

$$H_p = H_r + h_k$$

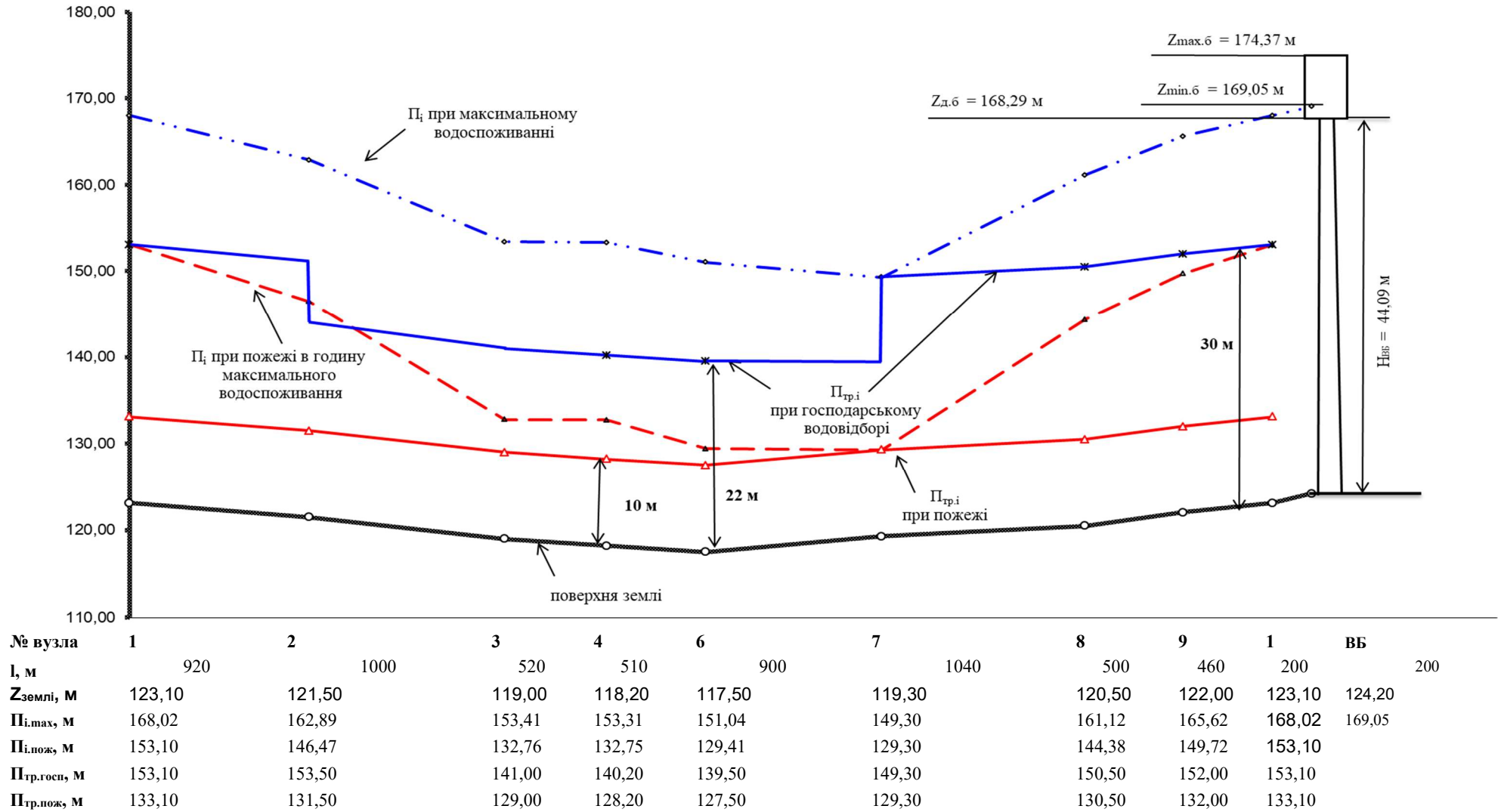
$$H_r = \frac{\Pi_{НС-П.мах} + \Pi_{НС-П.тр}}{2} - \frac{Z_{min}}{2} - \frac{Z_{мах,р}}{2} = \frac{183,28 + 190,66}{2} - \frac{123 + 120,21}{2} = 65,36 \text{ м}$$

$$H_p = 65,36 + 2 = 67,36 \text{ м}$$

$$H_{г.пож} = \Pi_{НС-П.пож} - Z_{д,р} = 173,89 - 118,16 = 55,73 \text{ м}$$

$$H_{р.пож} = 55,73 + 3 = 58,73$$

Таблиця 1.19. Витратний режим річки в створі водозабору



1.2. Водозабірні споруди

Таблиця 1.20. Вихідні дані

Максимальне добове водоспоживання, $\Sigma Q_{\text{макс}}$, тис. м ³	28621
П'єзометрична позначка подачі води, Н, м	37
Номер ділянки під водозабір	2
Берег	Лівий
Найвища каламутність, ρ , кг/м ³	0,9
Товщина льоду, $h_{\text{л}}$, м	0,6
Шуга, бал	2
Середній діаметр зависі, $d \cdot 10^{-4}$, м	0,8

Згідно з [1] приймаємо другу категорію надійності.

Таблиця 1.21.

Категорія об'єкта водопостачання	Мінімальні середньомісячні витрати води	Розрахункові рівні води	
		Max	Min
II	90%	3%	95%

Розрахункова продуктивність водозабору:

$$Q_{\text{роз}} = K_1 * K_2 * K_3 * Q_1 = 1,1 * 1,1 * 28621 = 34631 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Збільшення водоспоживання у перспективі:

$$Q_{\text{персп}} = K_4 * Q_{\text{розр}}$$

$$Q_{\text{персп}} = 1,2 * 34631 = 41557 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Таблиця 1.22. Розрахункова продуктивність водозабору

	Розрахунковий період		Перспективний період	
	м ³ /добу	м ³ /с	м ³ /добу	м ³ /с
Загальні витрати Q	34631	0,4	41557	0,48

Таблиця 1.23. Витратний режим річки в створі водозабору

	Середньомісячна витрата води м ³ /с забезпеченості				
	95%	90%	50%	10%	3%
Q _{зим} /Q _{літ}	25/14	35/18	50/45	400	640

Таблиця 1.24. Значення розрахункових витрат

1	Q _{роз} водозабору	0,4 м ³ /с
2	Q _{персп} водозабору	0,48 м ³ /с
3	Q _{95%}	14 м ³ /с
4	Q _{роз} ^{сан} річки	13,6 м ³ /с
5	Q _{персп} ^{сан} річки	13,52 м ³ /с

Висновки:

- Санітарні витрати річки, з урахуванням забору води водозабірною спорудою, перевищують нормативно встановлений мінімум, що свідчить про екологічну безпеку водовідбору.
- Об'єм водотоку є достатнім для стабільного функціонування водозабору як у поточний, так і в перспективний період експлуатації.
- Необхідності у штучному регулюванні стоку не виявлено.
- Якість води джерела, за умови застосування передбаченої в проєкті системи водопідготовки, відповідає вимогам до питного водопостачання.

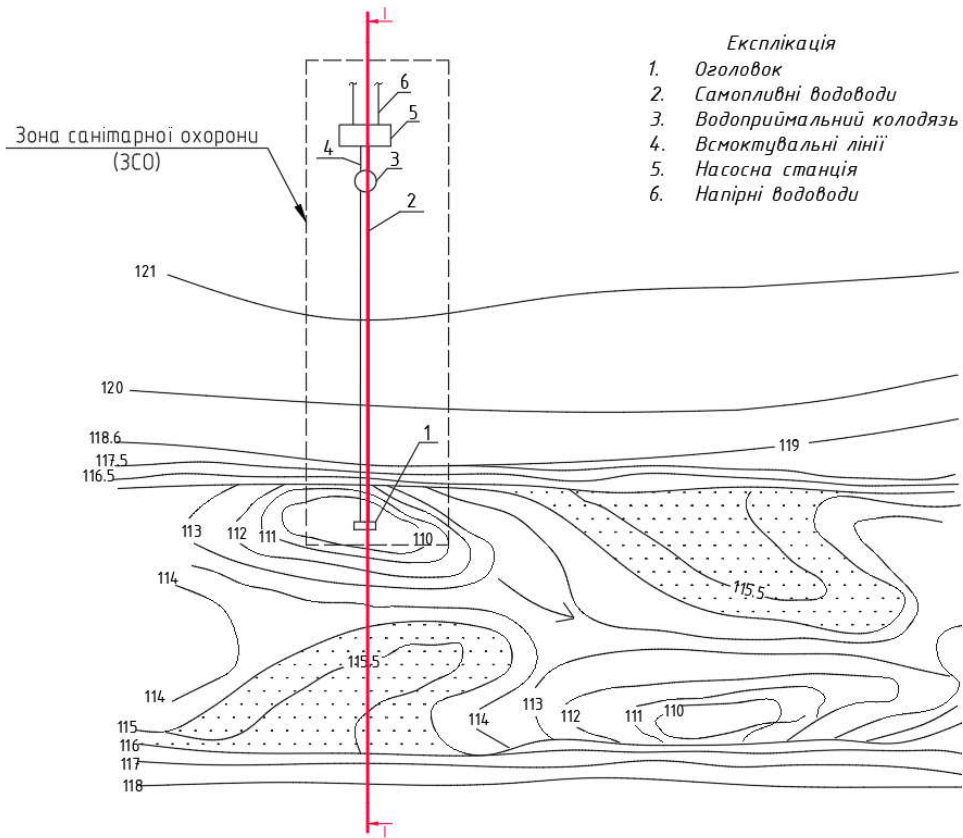


Рис. 1.8. Ділянка під водозабір

Річка має побічний тип руслового процесу.

Відповідно до наданих рекомендацій, як потенційне місце для розміщення водозабірної споруди обрано поперечний переріз I–I (рис. 9).

1.3.1 Вибір типу водоприймача та принципові схеми споруди

Таблиця 1.25.

№	Категорія	%	Витрати зима/літо м ³ /с	Позначки рівнів води/глибини, м		
				Зимові	Літні	Весняні
1	II	95	25/40	114,4/4,9	114,8/5,3	-
2		90	35/18	114,7/5,2	114,2/4,7	-
3		50	55/45	115/5,5	114,9/5,4	-
4		3	640	-	-	118/8,5
5		10	400	-	-	117/7,5

Амплітуда коливання рівнів у річці:

$$A = H_{\max 3\%} - H_{\min 95\%} = 8,5 - 4,7 = 3,8 \text{ м}$$

Схема водозабірних споруд МВ 1:100 МГ 1:500

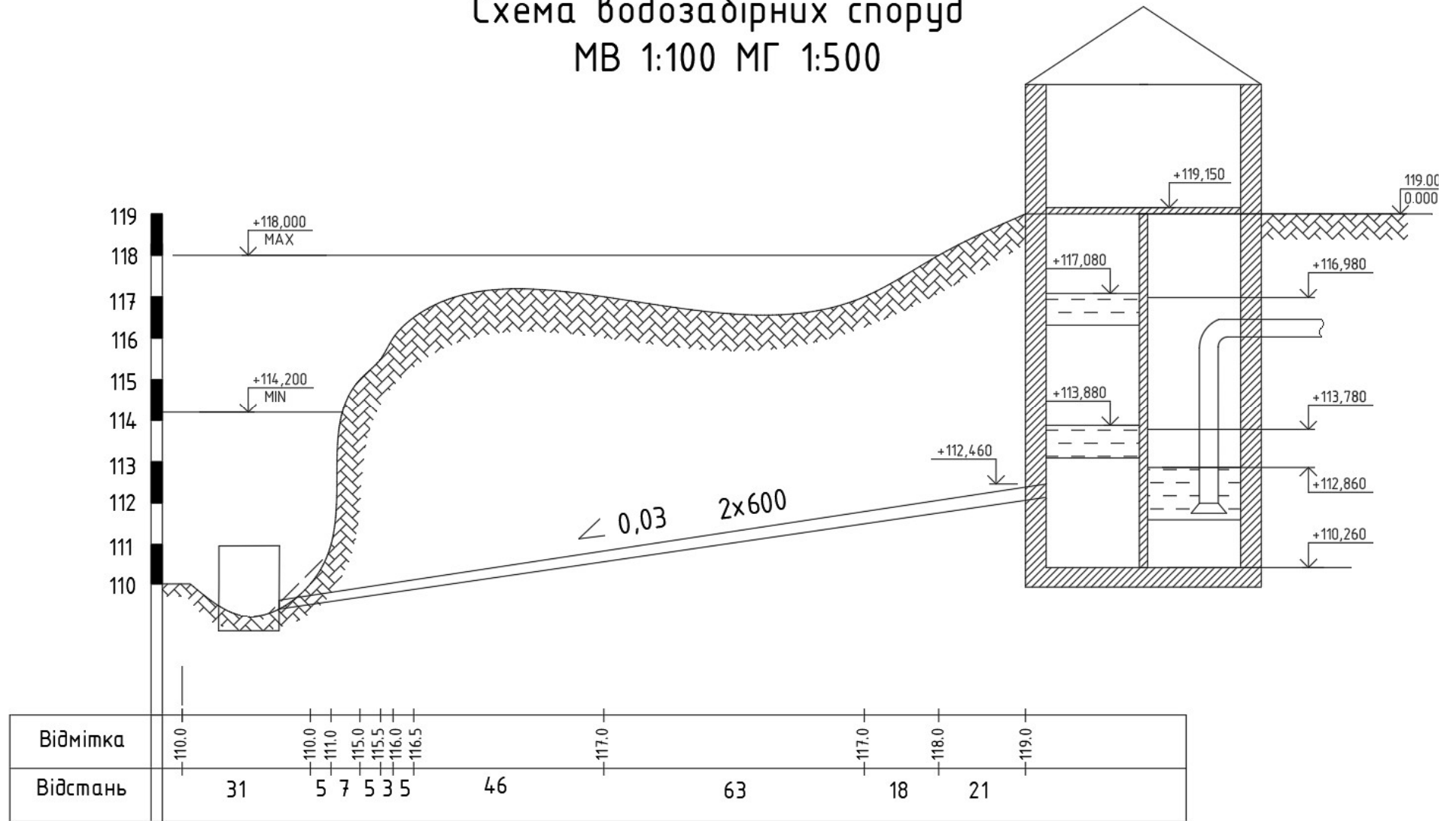


Рис. 1.9. Поздовжній профіль по осі водозабірних споруд

Приймаємо **руслівий водозабір** з роздільним компонуванням.

Складові водозабірної вузла:

- Оголовок, винесений в русло річки
- Береговий сітковий колодязь (БВСК)
- Трубопроводи
- Окремо розташована НС-І

1.3.2 Підбір оголовка

За рекомендаціями приймаємо залізобетонний розтрубний захисний оголовок з боковим прийомом води з двома секціями.

Габаритні розміри:

$$Q_{\text{вод}} = Q_{\text{персп}} = 0,48 \text{ м}^3/\text{с}$$

Згідно з [1], для II категорії надійності в аварійному режимі допускається зниження водовідбору на 30%:

$$Q_{\text{авар}} = 0,7 * Q_{\text{вод}} = 0,336 \text{ м}^3/\text{с}$$

1.3.3 Підбір решіток

Площа водоприймального вікна однієї секції водоприймача:

$$\omega_{\text{брutto}}^{\text{реш}} = 1,25 * \frac{Q_{\text{секц}}}{V_{\text{вт}}^{\text{реш}}} * K_{\text{ст}}$$

$$Q_{\text{секц}} = \frac{Q}{2} = \frac{0,48}{2} = 0,24 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$K_{\text{ст}} = \frac{50 + 10}{10} = 1,2$$

$$\omega_{\text{брutto}}^{\text{реш}} = 1,25 * \frac{0,24}{0,2} * 1,2 = 1,8 \text{ м}^2$$

Найбільш можливий вертикальний розмір отвору:

$$H_{\text{отв}}^{\text{л}} = H_{\text{min}\%}^{\text{літн}} - 0,5 - 0,3$$

$$H_{\text{отв}}^{\text{л}} = 4,7 - 0,5 - 0,3 = 3,9$$

$$H_{\text{отв}}^{\text{з}} = H_{\text{min}\%}^{\text{зимов}} - 0,5 - 0,9h_{\text{л}} - 0,2$$

$$H_{\text{отв}}^{\text{з}} = 4,9 - 0,5 - 0,9 * 0,6 - 0,2 = 3,66 \text{ м}$$

Приймаємо 2 решітки на 1 отвір 1250x1500 ($\omega = 1,08 \text{ м}^2$).

1.3.4 Підбір сіток

Оскільки водозабір має низьку продуктивність, то приймаємо плоскі сіткою

Площа сітки однієї сітки:

$$\omega_{\text{сітки брутто}} = 1,25 * \frac{Q_{\text{секц}}}{V_{\text{сітки втікання}}} * K_{\text{ст}}$$

$$K_{\text{ст}} = \left(\frac{3,5 + 1}{3,5}\right)^2 = 1,65$$

Приймаємо $V = 0,3$ м/с

$$\omega_{\text{сіт}} = 1,25 * \frac{0,24}{1,5} * 1,65 = 1,65 \text{ м}^2$$

Приймаємо сітку 1000x1500

Перевіряємо швидкість втікання

$$V_{\text{втікання}} = 1,25 * \frac{0,24}{1,5} * 1,65 = 0,33 \text{ м/с} < 0,4 \text{ м/с}$$

1.3.5 Розрахунок водоводів

Приймаємо два сталевих самопливних водоводи.

Довжину самопливних водоводів визначаємо за планом..

$$Z_{\text{бер кол}} = Z_{\text{мах3\%}} + H_{\text{хв}} + 0,5$$

$$Z_{\text{бер кол}} = 27 + 0,5 + 0,5 = 28 \text{ м}$$

Розрахунок проводимо для трьох режимів: нормального, аварійного і роботи в паводок.

- Нормальний режим:

$$h_{2d} = 1000i * l + \sum \zeta * \frac{V^2}{2g} + h_{\text{реш}}$$

$$\sum \zeta = \zeta_{\text{вхід}} + \zeta_{\text{перехід звуження}} + 2 * \zeta_{\text{поворот}} + \zeta_{\text{трийник}} + \zeta_{\text{засувка}} + \zeta_{\text{вихід}}$$

$$\sum \zeta = 0,15 + 0,25 + 2 * 0,45 + 0,1 + 0,1 + 1,0 = 2,5$$

$$Q_{2d} = \frac{Q_{\text{перс}}}{2} = 240 \text{ л/с. Звідси } 1000i = 1,38$$

$$h_{2d} = 1,38 * 0,094 + 2,5 * \frac{0,805^2}{2 * 9,81} + 0,1 = 0,312 \text{ м}$$

- Втрати напору при роботі одного водоводу в паводок:

$$1000i = 5,21$$

$$V = 1,61 \text{ м/с}$$

$$h_d = 5,21 * 0,094 + 2,5 * \frac{1,61^2}{2 * 9,81} + 0,1 = 0,92 \text{ м}$$

Таблиця 1.26. Визначення рівнів води в береговому колодязі

Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₄	Z ₅	Z ₆
117,08	133,88	112,96	116,98	113,78	112,86
Z ₈	Z ₉	Z ₁₀	Z ₁₁	Z ₁₂	Z ₁₃
111,26	110,76	110,26	112,46	109	119,15

Відмітка від низу труби до дна приямка

$$H_{\text{відм}} = Z_{11} - d_{\text{с.в.}} - Z_{10}$$

$$H_{\text{відм}} = 112,46 - 0,6 - 110,26 = 1,6 \text{ м}$$

Глибина берегового колодязя

$$H_{\text{б.к.}} = Z_{13} - Z_{10}$$

$$H_{\text{б.к.}} = 119,15 - 110,26 = 8,89 \text{ м}$$

Мінімальна глибина в всмоктувальній камері

$$H_{\text{всм.к.камера}}^{\text{min}} = Z_6 - Z_9$$

$$H_{\text{б.к.}} = 112,86 - 110,76 = 2,1 \text{ м}$$

1.3.6 Розрахунок промивного трубопроводу

Приймаємо швидкість промивної води $V_{\text{пр.в}} = 1.8 \text{ м/с}$.

За таблицями Шевелева, необхідна витрата промивної води у самопливному трубопроводі діаметром 600 мм становить $Q_{\text{пр}} = 540 \text{ л/с}$.

Промивна вода подається через напірні трубопроводи, підключені до насосів першого підйому (НС-І). Діаметр промивних трубопроводів визначається за допомогою таблиць Шевельова, виходячи з рекомендованої швидкості потоку води в межах 2–3 м/с.

Приймаємо:

$$d = 500 \text{ мм}; \quad V = 2,58 \text{ м/с}; \quad 1000i = 16,9.$$

В межах водоприймального колодязя зменшуємо діаметр промивних трубопроводів на 1-2 сортаменти. Тобто, виходить $D = 400 \text{ мм}$.

1.3.7 Попередній добір насосів НС-I

Середня розрахункова подача насосної станції:

$$Q_{\text{Н.С}} = Q_{\text{водоз}} = \frac{41557 \frac{\text{м}^3}{\text{доб}}}{24} = 1731,54 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$$

Потрібний напір насосів НС-I:

$$H_{\text{Н.С}} = H_{\text{geo}} + \sum h \qquad H_{\text{geo}} = Z_{\text{зсішувач}} - Z_6$$

$$H_{\text{geo}} = 128 - 112,86 = 15,14 \text{ м}$$

$$\sum h = h_{\text{в.в}} + h_{\text{н.с.}} + h_{\text{ліч}} + h_{\text{нап.водов}} + h_{\text{вилив}}$$

$$\sum h = 0,5 + 2,0 + 1,5 + 5 + 1 = 10 \text{ м}$$

$$H_{\text{Н.С}} = 15,14 + 10 = 25,14 \text{ м}$$

Приймаємо два робочих і один резервний насоси серії 300Н(N)13.

Діаметр всмоктувального патрубку насоса:

$$Q_{\text{к}} = 865,77 \frac{\text{м}^3}{\text{с}} = 240,49 \frac{\text{л}}{\text{с}}$$

Тоді: $d_{\text{н}} = 600 \text{ мм}$

За рекомендаціями обираємо споруду діаметром 7.5 м.

Стіни – 1 м.

1.3. Водопровідні очисні споруди

Таблиця 1.27. Вихідні дані

Показник	Дані
Територіальна полоса, де знаходиться водопровід	Південна
Максимальна відмітка майданчику очисної станції над рівнем моря, м	43
Ухил майданчику очисної станції, м	Від річки 0,05
Характеристика ґрунтів майданчику, від 0 -5,0м: - 0,5-3,0 м від 3,0 і нижче, м	Рослинний шар Глина Супісь
Глибина рівня ґрунтових вод, м	-3,2
Корисна продуктивність очисної станції, тис.м ³ /добу на першу чергу на розрахунковий період	<u>15</u> 30
Каламутність води у джерелі, мг/л Найбільша Найменша	<u>40</u> 25
Колірність води в джерелі, град	100
Жорсткість води мг-екв./л загальна карбонатна	<u>3,7</u> 1,5
Смак, балів	3
Запах, балів	2
Перманганатна окислюваність, мг/л	6,8
Лужність, мг-екв./л	1,5
Фтор, мг/л	0,4
Колі-індекс, шт/л	2,0

1.4.1 Визначення витрати водоочисної станції

Визначаємо витрати води на власні потреби станції ($Q_{вл.п.}$) та додаткові витрати на поповнення протипожежного резерву ($Q_{дод.}$):

$$Q_{ос\ повн} = Q_{ос} + \alpha Q_{тах.доб} + Q_{доп}$$

$$Q_{ос\ повн} = 28620 + 297,68 + 1620 = 30537 \text{ м}^3/\text{доб} = 1035,8 \text{ м}^3/\text{год} = 0.2872 \text{ м}^3/\text{с.}$$

Розраховуємо кількість жителів:

$$N_{\text{ж}} = (28620/220) \cdot 1000 = 104,5 \text{ тис.}$$

Витрати води на пожежогасіння:

$$Q_{\text{доп}} = 3,6 \cdot t_{\text{пож}} \cdot (m \cdot q_{\text{пож}} + m' \cdot q_{\text{пож}}')$$

$$Q_{\text{доп}} = 3,6 \cdot t_{\text{пож}} \cdot (m \cdot q_{\text{пож}} + m' \cdot q_{\text{пож}}'), \text{ м}^3 = 3,6 \cdot 3(3 \cdot 40 + 1 \cdot 30) = 1620 \text{ м}^3/\text{доб}$$

Оскільки $Q_{\text{ос повн}} = 30537$ тис. м³/добу, приймаємо в якості основної споруди для очистки – **контактний освітлювач**.

1.4.2 Розрахунок споруд і обладнання реагентного господарства

Приймаємо коагулянт **сульфат заліза** $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$

Доза коагулянту:

$$D_{\text{к}} = 4\sqrt{\text{Колірн}} = 4\sqrt{100} = 40 \text{ мг/л.}$$

Для штучного підлучення використовуємо поліакриламід (ПАА). Доза реагента:

$$D_{\text{л}} = K_{\text{л}} \left(\frac{D_{\text{к}}}{e_{\text{к}}} - L_{\text{вих}} + 1 \right), \text{ мг/л,}$$

$$D_{\text{л}} = (40/67 - 0,75 + 1) \cdot 28 = 23,716 \text{ мг/л,}$$

Доза фторовмісного реагенту:

$$D_{\text{ф}} = [m_{\text{ф}} a_{\text{ф}} - (\Phi^-)] \frac{100}{K_{\text{ф}}} \cdot \frac{100}{C_{\text{ф}}} = (1,1 \cdot 1,2 - 0,2) \cdot \frac{100}{45} \cdot \frac{100}{98} = 2,54 \text{ мг/л}$$

1.4.3 Приготування реагентів

Добова витрата товарного коагулянту:

$$Q_{\text{к}}^{\text{доб}} = \frac{Q_{\text{ос}} \cdot D_{\text{к}}}{10^4 \cdot P_{\text{к}}} = \frac{30537 \cdot 40}{10^4 \cdot 51} = 1,95 \text{ т/доб}$$

30-ти добовий запас коагулянту буде складати:

$$Q_{\text{к}}^1 = Q_{\text{к}}^{\text{доб}} \cdot 30 = 1,95 \cdot 30 = 58,5 \text{ т}$$

Площа сховища коагулянту:

$$F_{\text{к}} = \frac{Q_{\text{к}}^{\text{раз}}}{p_{\text{к}}^{\text{тов}} \cdot h_{\text{к}}} = \frac{58,5}{1,1 \cdot 4} = 13,295$$

Ємність розчинних баків:

$$W_{\text{к}}^{\text{розч}} = \frac{Q_{\text{год}} \cdot n \cdot D_{\text{к}}}{10^4 \cdot b_{\text{к}}^{\text{розч}} \cdot p_{\text{к}}} = \frac{1035,8 \cdot 12 \cdot 40}{10^4 \cdot 20 \cdot 1.226} = 2,027 \text{ м}^3;$$

Ємність витратних баків $W_{\text{к}}^{\text{випр}}$:

$$W_{\text{к}}^{\text{випр}} = \frac{Q_{\text{год}} \cdot n \cdot D_{\text{к}}}{10^4 \cdot b_{\text{к}}^{\text{випр}} \cdot p_{\text{к}}} = \frac{1035,8 \cdot 12 \cdot 40}{10^4 \cdot 8 \cdot 1.083} = 5,73 \text{ м}^3;$$

Об'єм одного баку:

$$W_{\text{лк}}^{\text{розч}} = \frac{W_{\text{к}}^{\text{розч}}}{2} = \frac{2,027}{2} = 1,01 \text{ м}^3;$$

Приймаємо циліндричні баки діаметром 1 м і висотою 1 м:

$$W = 3.14 \cdot r^2 \cdot h; r = 0,6; h = 1; W = 1,13 \text{ м}^3$$

$$F = 1.13 \text{ м}^2$$

Об'єм одного витратного баку:

$$W_{\text{лк}}^{\text{випр}} = \frac{W_{\text{к}}^{\text{випр}}}{2} = \frac{5,73}{2} = 2,865 \text{ м}^3;$$

Приймаємо 2 циліндричні баки:

$$W = 3.14 \cdot r^2 \cdot h; r = 1; h = 1; W = 3,14 \text{ м}^3$$

$$F = 3.14 \text{ м}^2$$

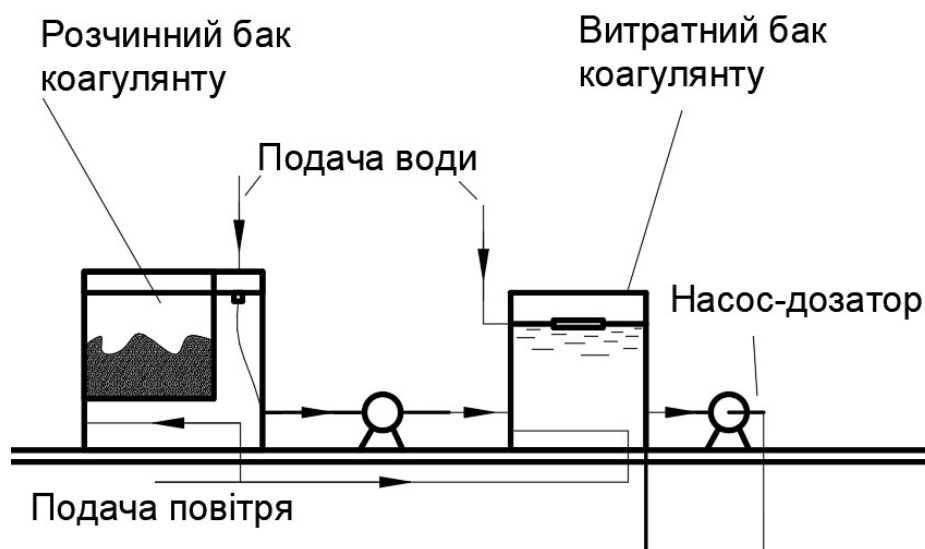


Рис. 1.10. Схема приготування розчину коагулянту при «сухому» зберіганні

1.4.4 Повітровувні станції

Витрата повітря:

$$Q_{\text{ПОВ}} = \Sigma f \cdot n \cdot a ,$$

Витрата повітря в розчинних баках:

$$Q_{\text{ПОВ}}^{\text{РОЗ}} = 1,13 \cdot 2 \cdot 10 = 22,61 \text{ л/с}$$

Витрата повітря в витратних баках:

$$Q_{\text{ПОВ}}^{\text{ВТ}} = 3,14 \cdot 2 \cdot 5 = 31,4 \text{ л/с}$$

Сумарна витрата повітря реагентного господарства:

$$Q_{\text{РГ}} = Q_{\text{ПОВ}}^{\text{РОЗ}} + Q_{\text{ПОВ}}^{\text{ВТ}} = 22,61 + 31,4 = 54,01 \text{ л/с}$$

$$W = 3,24 \text{ м}^3/\text{хв}$$

Приймаємо 2 повітровувки 1 робоча, 1 резервна ІАП-30-4А = 6,5 м³/хв потужністю 32,2 кВт, Р = 3 МПа.

1.4.5 Зберігання флокулянту (ПАА)

Місячна потреба в ПАА, кг:

$$P_{\text{ПАА}}^{\text{МІС}} = 10^{-3} \cdot D_{\text{ПАА}} \cdot Q_{\text{ДОБ}} \cdot n_{30}$$

$$P_{\text{ПАА}}^{\text{МІС}} = 10^{-3} \cdot 0,45 \cdot 30537 \cdot 30 = 335,06 \text{ кг.}$$

Об'єм витратних баків, м³:

$$W_{\text{ПАА}}^{\text{ВИТ}} = 100 \cdot K_{3П} \cdot P_{\text{ПАА}}^{\text{ДОБ}} \cdot T_{ЗБ} / C_{\text{ПАА}} \cdot \rho_{\text{ПАА}} ,$$

Добова потреба у флокулянті:

$$P_{\text{ПАА}}^{\text{ДОБ}} = P_{\text{ПАА}}^{\text{МІС}} / 30 = 335,06 / 30 = 11,17 \text{ кг/доб,}$$

Об'єм баків:

$$W_{\text{ПАА}}^{\text{ВИТ}} = 100 \cdot 1,1 \cdot 11,17 \cdot 3 / 0,2 \cdot 1000 = 18,43 \text{ м}^3 ,$$

При мінімальній кількості баків – 3, об'єм одного витратного баку, м³:

$$W_{\text{ПАА}}^{\text{БАК}} = W_{\text{ПАА}}^{\text{ВИТ}} / 3 = 18,43 / 3 = 6,14 \text{ м}^3.$$

$$W = 3,14 \cdot r^2 \cdot h; r = 1; h = 2; W = 6,28 \text{ м}^3$$

1.4.6 Зберігання і приготування вапна

Добова витрата $Q_k^{доб}$ товарного коагулянту :

$$Q_k^{доб} = \frac{Q_{ос} \cdot D_l}{10^4 \cdot P_l} = \frac{30537 \cdot 23,716}{10^4 \cdot 78} = 0,756 \frac{\text{т}}{\text{доб}};$$

16-ти добовий запас вапна:

$$Q_l^1 = Q_l^{доб} \cdot 16 = 0,756 \cdot 16 = 12,096 \text{ т};$$

Об'єм баків для вапняного молока:

$$W_B = Q_l^1 \cdot C_B = 12,096 \cdot 4,5 = 54,432$$

$$W = 3,14 \cdot r^2 \cdot h; r = 3 \text{ м}; h = 2 \text{ м}; W = 56,52 \text{ м}^3$$

Приймаємо два баки $r = 3 \text{ м}; h = 2 \text{ м}$.

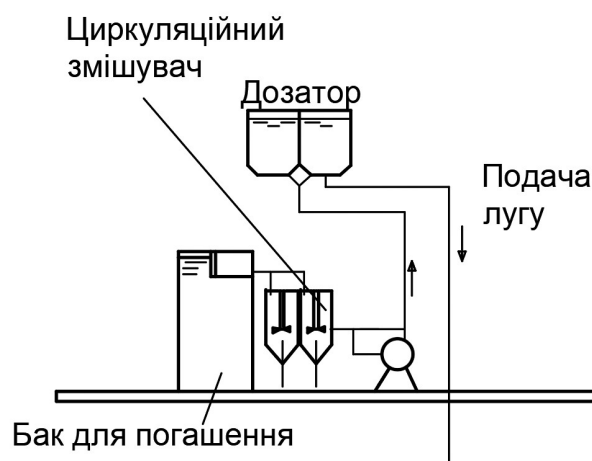


Рис. 1.11. Схема приготування вапняного молока

1.4.7 Зберігання і приготування фторовмісних реагентів

Об'єм баків:

$$W_\phi = \frac{Q_{ос} D_\phi^ч}{n \cdot 10^4 \cdot b_\phi \cdot \rho_\phi} = \frac{30537 \cdot 2,3836}{4 \cdot 10^4 \cdot 2,5 \cdot 1} = 0,593 \text{ м}^3;$$

$$D_\phi^ч = D_\phi \cdot \frac{C_\phi}{100} = 2,54 \cdot \frac{94}{100} = 2,3836$$

Витрата фторовмісного реагента за добу:

$$Q_\phi^{доб} = \frac{Q_{ос} \cdot D_\phi}{10^6} = \frac{30537 \cdot 2,54}{10^6} = 0,063 \frac{\text{т}}{\text{доб}};$$

30-ти добовий запас:

$$Q_{\phi}^1 = Q_{\phi}^{\text{доб}} * 30 = 0,063 * 30 = 1,895 \text{ т}$$

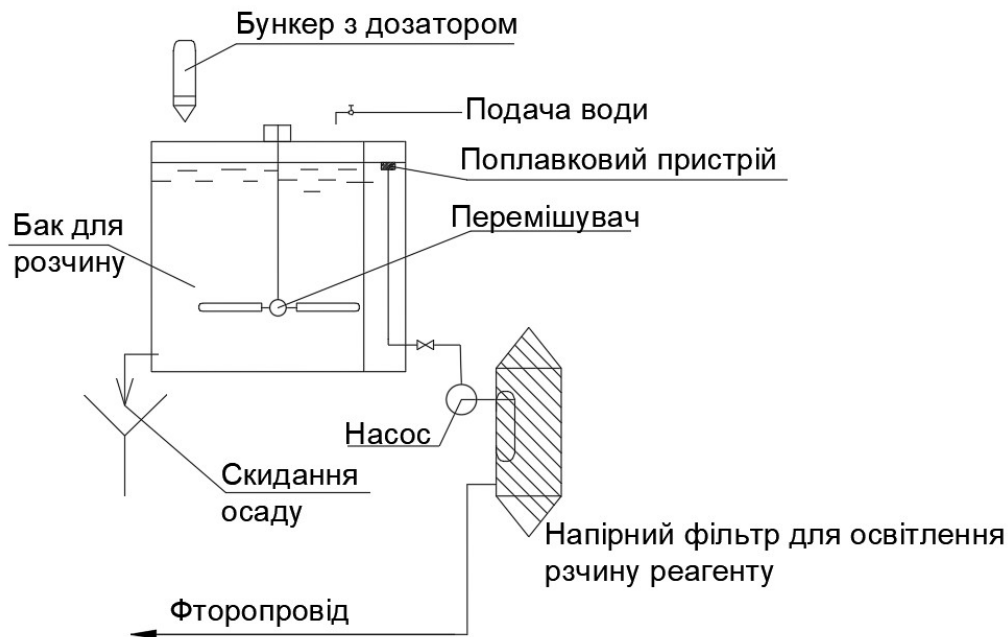


Рис. 1.12. Схема приготування ненасиченого розчину у витратних баках

1.4.8 Зберігання хлору

Місячна потреба в хлорі:

$$Q_{\text{хл}}^{\text{міс}} = 10^{-3} * Q_{\text{хл}}^{\text{доб}} * n_{30},$$

Подобова потреба хлору при дозах хлору:

- на первинне хлорування 8 мг/л
- на вторинне хлорування 2 мг/л:

$$Q_{\text{хл}}^{\text{доб(п)}} = 30537 \cdot 8 / 1000 = 198,87 \text{ кг/добу},$$

$$Q_{\text{хл}}^{\text{доб(зн)}} = 30537 \cdot 2 / 1000 = 49,71 \text{ кг/добу},$$

$$Q_{\text{хл}}^{\text{доб}} = 198,87 + 49,71 = 248,58 \text{ кг/добу}$$

$$Q_{\text{хл}}^{\text{міс}} = 10^{-3} \cdot 258,58 \cdot 30 = 7,76 \text{ т.}$$

К-сть запасних балонів:

$$n_{\text{хл}}^3 = \frac{Q_{\text{хл}}^{\text{доб}} \cdot 30}{55} = \frac{248,58 \cdot 30}{55} = 136 \text{ балонів}$$

К-сть витратних балонів:

$$n_{\text{хл}}^{\text{вир}} = \frac{Q_{\text{хл}}}{S_{\text{бал}}} = \frac{248,58}{0,7 * 24} = 14,79 = 15 \text{ балонів};$$

Приймаємо встановлення бочок-випаровувачів, $S_{\text{хл}} = 3 \text{ кг/год з } 1 \text{ м}^2$ поверхні. Бокова поверхня бочки складає $3,65 \text{ м}^2$.

$$q_{\text{б}} = F_{\text{б}} S_{\text{хл}} = 3,65 * 3 = 10,95 \frac{\text{кг}}{\text{год}};$$

Необхідна кількість $n_{\text{б}}$ бочок-випаровувачів:

$$n_{\text{б}} = \frac{Q_{\text{хл}}}{q_{\text{б}}} = \frac{248,58}{10,95 * 24} = 0,946 = 1 \text{ шт.}$$

1.4.9 Розрахунок окремих апаратів і споруд

Вихровий змішувач

Приймаємо 4 вихрових змішувачі.

Внутрішні діаметри труб на виході зі змішувача:

$$d_{\text{ВХ}} = \sqrt{\frac{4Q_{\text{ДОБ}}}{86400 \cdot \pi \cdot n \cdot V_{\text{ТР}}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 30537}{86400 \cdot 3,14 \cdot 4 \cdot 1,5}} = 0,257 \text{ м}$$

приймаємо $d_{\text{ВХ}} = 300 \text{ мм}$;

$$d_{\text{ЗОВН}} = d_{\text{ВХ}} + 2\delta = 300 + 5 * 2 = 310 \text{ мм}$$

приймаємо $d_{\text{ВИХ}} = 310 \text{ мм}$.

Площа верхньої частини:

$$F_{\text{В}} = \frac{Q_{\text{ДОБ}}}{24 \cdot n \cdot V_{\text{ЗМІШ}}} = F_{\text{В}} = \frac{30537}{24 \cdot 4 \cdot 120} = 2,16 \text{ м}^2$$

Площа нижньої частини:

$$F_{\text{Н}} = \frac{\pi(1,02 \cdot d_{\text{ВХ}})^2}{4} = \frac{3,14(1,02 \cdot 0,25)^2}{4} = 0,05 \text{ м}^2$$

Об'єм верхньої частини:

$$W_{\text{В}} = 1,5 \cdot F_{\text{В}} = 1,5 \cdot 2,16 = 3,24 \text{ м}^2$$

Діаметр верхньої частини:

$$d_B = \sqrt{\frac{4 \cdot F_B}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2,16}{3,14}} = 1,658 \text{ м,}$$

приймаємо 2 м.

Повний об'єм змішувача:

$$W = \frac{Q_{\text{ДОБ}} \cdot t_{\text{ЗМІШ}}}{1440 \cdot n}$$
$$W = \frac{30537 \cdot 1,5}{1440 \cdot 4} = 6,47 \text{ м}^3.$$

Об'єм нижньої частини змішувач, м³:

$$W_H = W - W_B = 6,47 - 3,24 = 3,23 \text{ м}^3$$

Висота нижньої частини змішувача, м:

$$h_H = \frac{12 \cdot W_H}{\pi \cdot [(1,02 \cdot d_{\text{ВХ}})^2 + d_B^2 + 1,02 \cdot d_{\text{ВХ}} \cdot d_B]}$$
$$h_H = \frac{12 \cdot 3,23}{3,14 \cdot [(1,02 \cdot 0,25)^2 + 2,0^2 + 1,02 \cdot 0,25 \cdot 2]} = 2,7 \text{ м.}$$

Перевірка співвідношення висоти нижньої частини до сторони або діаметру верхньої:

$$h_H/d_B = 2,7/2 = 1,35,$$

Умова виконується.

Повний об'єм змішувача:

$$W = W_H + W_B = 3,23 + 3,24 = 6,47 \text{ м}^3.$$

Повітровіддільники

На трубопроводах, що подають воду для промивання фільтрів, необхідно передбачити встановлення стояків-повітровідвідників діаметром у межах від 75 до 150 мм, обладнаних запірною арматурою або автоматичними пристроями для випуску повітря.

На колекторах трубчастої розподільчої системи фільтрату також слід передбачити стояки-повітровідвідники, діаметром від 50 до 75 мм, з установкою вентилів або аналогічних пристроїв для відведення повітря з системи.

Кількість повітровідвідників рекомендується приймати в залежності від площі фільтра:

- для фільтрів площею до 50 м² включно — один стояк;
- для фільтрів площею понад 50 м² — два стояки, розташовані на початку та в кінці колектора.

Контактні освітлювачі

Попередньо приймаємо двошарове фільтрування.

Загальна площа контактного освітлювача:

$$F_{\Phi} = \frac{Q_{oc}}{T_{ст} \cdot v_{н} - n_{пр} \cdot q_{пр} - (\tau_{пр} \cdot v_{н} \cdot n_{пр})},$$
$$F_{\Phi} = \frac{30537}{24 \cdot 5,5 - 2 \cdot 0,96 - (0,33 \cdot 5,5 \cdot 2)} = 196,77 \text{ м}^2$$

Мінімальна кількість фільтрів на станції – 4. Визначаємо кількість фільтрів:

$$N_{\Phi} = \frac{\sqrt{F_{\Phi}}}{2} \text{ шт} = \frac{\sqrt{196,77}}{2} = 7,1 \text{ шт}, \approx 8 \text{ шт}$$

Перевіряємо виконання співвідношення:

$$v_{\Phi} = \frac{v_{н} \cdot N_{\Phi}}{N_{\Phi} - N_1} = \frac{5 \cdot 8}{8 - 1} = 5,71 \text{ м/год}$$

Площа одного фільтра дорівнює:

$$F_{\Phi}^1 = F_{\Phi} / N_{\Phi} = \frac{196,77}{8} = 24,6 \text{ м}^2$$

приймаємо площу 25 м²; розміром (5x5)

Розраховуємо витрату води необхідної для промивки одного фільтра:

$$Q_{пр} = F_{\Phi}^1 \cdot q_{пр}^1 \cdot 10^{-3} = 25 \cdot 16 \cdot 10^{-3} = 0,4 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

Визначаємо діаметр колектора:

$$d_k = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{пр}}{\pi \cdot v_k}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,4}{3,14 \cdot 0,95}} = 0,732 \text{ м}$$

Перевіряємо величину v_k :

$$v_k = \frac{4 \cdot Q_{\text{пр}}}{\pi \cdot d_k^2}, \frac{\text{м}}{\text{с}};$$
$$v_k = \frac{4 \cdot 0,4}{3,14 \cdot 0,732^2} = 0,95 \text{ м/с};$$
$$d_k = 800 \text{ мм}$$

Загальна кількість відгалуджень на кожному фільтрі:

$$n_{\text{заг}}^{\text{відг}} = 2 \cdot \frac{B}{m} = 2 \cdot \frac{5}{0,25} = 40 \text{ шт}$$

Витрата промивної води через одне відгалудження:

$$q_{\text{відг}} = \frac{Q_{\text{пр}}}{n_{\text{заг}}^{\text{відг}}} = \frac{0,4}{40} = 0,01 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

Діаметр відгалудження:

$$d_{\text{відг}} = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{\text{відг}}}{\pi \cdot v_{\text{відг}}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,01}{3,14 \cdot 2}} = 0,079 \text{ м}$$

Перевіряємо величину $v_{\text{відг}}$:

$$v_{\text{відг}} = \frac{4 \cdot q_{\text{відг}}}{\pi \cdot d_{\text{відг}}^2} = \frac{4 \cdot 0,01}{3,14 \cdot 0,079^2} = 2,04 \text{ м/с}$$
$$d_{\text{відг}} = 100 \text{ мм}$$

Загальна площа отворів у відгалудженнях:

$$\Sigma f_0 = (0,25 \dots 0,5) F_{\Phi}^1 \cdot 10^{-2}, \text{ м}^2$$
$$\Sigma f_0 = 0,28 \cdot 25 \cdot 10^{-2} = 0,07 \text{ м}^2$$

Діаметр отворів $d_o = (10 \dots 12) \cdot 10^{-3}, \text{ м}$.

Площа одного отвору f_0 :

$$f_0 = \frac{\pi \cdot d_o^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,012^2}{4} = 0,000113 \text{ м}^2$$

Загальна кількість отворів n_0 для фільтра:

$$n_0 = \frac{\Sigma f_0}{f_0} = \frac{0,07}{0,000113} \approx 620 \text{ шт.}$$

Кількість отворів на одному відгалудженні:

$$n_o^{\text{відг}} = \frac{n_o}{n_{\text{заг}}} = \frac{620}{40} = 15,5 = 16 \text{ шт}$$

Довжина кожного відгалудження:

$$l_{\text{відг}} = \frac{L - d_{\text{к}}^{\text{зобн}}}{2} = \frac{5 - 0,8}{2} = 2,1 \text{ м}$$

Крок осі отворів:

$$l_o = \frac{l_{\text{відг}}}{n_o^{\text{відг}}} \cdot 10^3 = \frac{2,1}{16} \cdot 10^3 = 131,25 \text{ мм}$$

Витрата води, що припадає на один жолоб

$$q_{\text{ж}} = \frac{Q_{\text{пр}}}{n_{\text{ж}}} = \frac{0,4}{3} = 0,14 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

Ширина жолоба $B_{\text{ж}}$:

$$B_{\text{ж}} = K_{\text{ж}} \sqrt[5]{\frac{q_{\text{ж}}^2}{(1,57 + a_{\text{ж}})^3}} = 2,1 \sqrt[5]{\frac{0,14^2}{(1,57 + 1,2)^3}} = 0,52 \text{ м}$$

Так, прямокутна частина жолоба:

$$h_{\text{п}} = (0,5 \dots 0,75) B_{\text{ж}} = 0,58 \cdot 0,52 = 0,3 \text{ м}$$

$$h_{\text{ж}} = h_{\text{п}} + (0,5) B_{\text{ж}} = 0,3 + 0,26 = 0,56 \text{ м},$$

Конструктивна висота $h_{\text{ж}}^k$, м:

$$h_{\text{ж}}^k = h_{\text{ж}} + 0,08 = 0,56 + 0,08 = 0,64 \text{ м}$$

Відстань $H_{\text{ж}}$ від поверхні фільтруючого завантаження до кромки жолоба:

$$H_{\text{ж}} = \frac{H_3 \cdot a_3}{100} + 0,3 = \frac{(0,8 + 0,5) \cdot 50}{100} + 0,3 = 0,95 \text{ м}$$

Швидкість руху води в кінці каналу:

$$v_{\text{кан}} = \frac{q_{\text{кан}}}{B_{\text{кан}} \cdot (H_{\text{кан}} - 0,2)}, \text{ м/с},$$
$$v_{\text{кан}} = \frac{0,4}{0,7 \cdot (0,756 - 0,2)} = 1,02 \text{ м/с}.$$

1.4.10 Обробка промивних вод та осаду очисної станції

Розрахунок споруд для обробки промивної води та осаду

Розрахунок резервуара промивної води

Витрати води на промивку фільтра:

$$P = \frac{\omega \cdot f \cdot t_1 \cdot 60 \cdot N}{Q_{\text{год}} \cdot T_p \cdot 1000} \cdot 100\% = \frac{14 \cdot 25 \cdot 6 \cdot 60 \cdot 8}{1035,8 \cdot 11,4 \cdot 1000} \cdot 100\% = 8,54\% \rightarrow$$

$$\rightarrow q_1 = 88,38 \text{ м}^3/\text{год}$$

Витрата води на одну промивку фільтра протягом 6 хв.:

$$q = \frac{F \cdot w \cdot 60 \cdot t_1}{1000} = \frac{25 \cdot 14 \cdot 60 \cdot 6}{1000} = 126 \text{ м}^3.$$

Приймаємо місткість резервуара усереднювача з двох відділень 130 м³.

Розрахунок пісковловлювачів

Перед резервуаром-усереднювачем для затримання піску передбачається встановлення тангенціальної пісколовки, яка забезпечує ефективне осадження мінеральних домішок із потоку стічної води.

Площа тангенціальної пісколовки:

$$F = \frac{Q_{\text{год}}}{n \cdot q_0} = \frac{21}{2 \cdot 2} = 5,25 \text{ м}^2$$

Приймаємо пісколовку з двома відділеннями діаметром 5 м.

Визначаємо об'єм відстійника промивної води при двох годинах відстоювання та рівномірній подачі води:

$$V_{\text{от}} = q_1 \cdot t = 88,38 \cdot 2 = 176,76$$

Приймаємо 2 відстійника з однієї секції завширшки 6 м. Якщо висота осадкової частини дорівнює 2 м, то довжина відстійника складе 8 м. Враховуючи будівельну висоти, об'єм відстійника складе 96 м³.

Витрата освітленої води:

$$q_2 = (0,7 - 0,75) \cdot q_1 = 0,75 \cdot 88,38 = 66,29 \text{ м}^3/\text{год},$$

Витрата осаду:

$$q_3 = (0,3 - 0,25) q_1 = 0,25 \cdot 88,38 = 22,1.$$

Приймаємо $q_2 = 66,29 \text{ м}^3/\text{год}$; $q_y = 22,1 \text{ м}^3/\text{год}$;

Витрата води у відсотках, що витрачається під час видалення осаду з відстійника:

$$q_{\text{ос}} = \frac{K_p \cdot W \cdot 100}{24 \cdot Q_{\text{ос}} \cdot T} = \frac{1,3 \cdot 1 \cdot 100}{24 \cdot 517,9 \cdot 1} = 0,01\%$$

$$Q_{\text{ос}} = \frac{Q_{\text{год}}}{2} = \frac{1035,8}{2} = 517,9 \text{ м}^3/\text{год}$$

Кількість води, що втрачається при викиді осаду з осадощільнювача :

$$q_{\text{ос}} = \frac{K_p \cdot (C - m)}{\delta_{\text{сер}}} = \frac{1,3 \cdot (70 - 10)}{23000} \cdot 100\% = 0,339 \%$$

1.4.11 Розрахунок згущувачів

Об'єм згущувача (м³) визначається за формулою

$$W_{\text{зг}} = 1,3 \cdot K_{p.o} \cdot W_{\text{ос.ч.}}$$

$$W_{\text{зг}} = 1,3 \cdot 1,5 \cdot 1 = 1,95 \text{ м}^3$$

У якості згущувачів осаду приймаємо вертикальні відстійники.

Приймаємо 3 відстійника діаметром 6,0 м, висота циліндричної частини - 2,1 м; конічної - 1,8 м.

Загальна площа зневоднення:

$$F = \frac{Q_{\text{год}} \cdot C}{q_0} = \frac{1035,8 \cdot 0,193}{7} = 28,56 \text{ м}^2$$

Приймаємо 1 робочий і 1 резервний фільтр-прес ФПАКМ-30У, площею 30 м² кожен.

1.4. Насосна станція II підйому

1.5.1 Визначення категорії надійності

Насосна станція належить до I категорії надійності, оскільки подає воду на пожежогасіння.

Приймаємо витрату за розрахунком водоспоживання міста:

$$Q_{\text{нс}} = Q_{\text{мах}}^{\text{год}} = Q_{\text{нс}}^{\text{тр}} = 1656,67 \text{ м}^3/\text{год} = 460,19 \text{ л/с}$$

Витрата напірного водоводу:

$$Q_{\text{н.в.}} = \frac{Q_{\text{н.с}}}{n} = \frac{460,19}{2} = 230,09 \text{ л/с}$$

За таблицями Шевелева приймаємо:

- труби чавунні
- $d=450$ мм
- $1000i = 6,30$ м/км;
- $v = 1,44$ м/с.

Необхідний напір насосної станції:

$$H_{н.с.} = H_{гео} + \Sigma h$$

$$\Sigma h = h_{у.в.} + h_{н.с.} + h_{вдв.} + h_{н.в.} + h_{м.} = 0,5 + 2,0 + 1 + 18,71 + 18,89 = 41,1 \text{ м}$$

Статичний напір:

$$H_{гео} = \downarrow ДТ + H_{в\text{іл}}^r - \downarrow ПЗ = 119,3 + 30 - 122,0 = 27,3 \text{ м}$$

Втрата напору в напірному водоводі:

$$h_{н.в.} = (1,05 \dots 1,1) * 1000i * L_{н.в.} = 1,1 * 6,30 * 2,7 = 18,71 \text{ м}$$

Необхідний напір:

$$H_{н.с.} = 27,3 + 41,1 = 68,4 \text{ м}$$

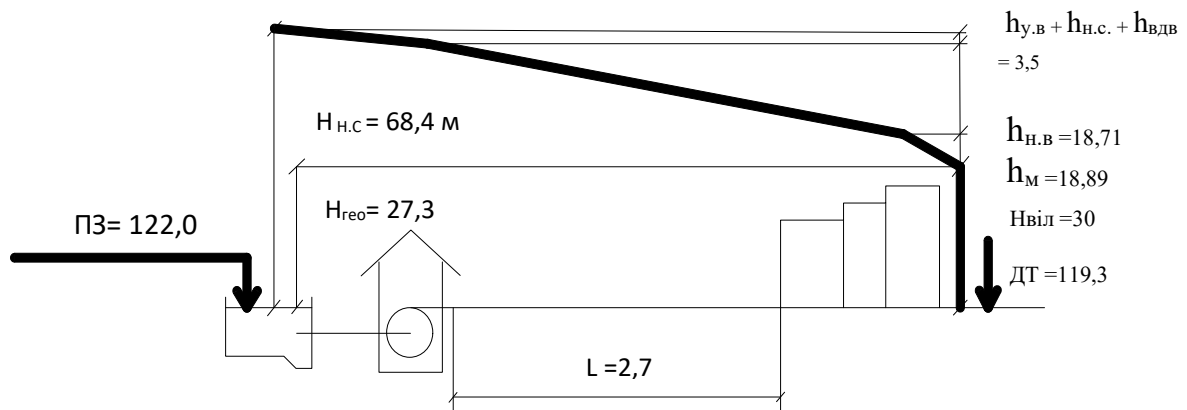


Рис.1.13. Висотна схема

Таблиця 1.28. Розрахунок характеристик напірних трубопроводів

№ п/п	Напори	Витрати, м ³ /год				
		0	546,7	828,3	1656,67	1822,3
		Відношення Q/Q _{н.с.}				
		0	0,33	0,5	1	1,1
Два водовода						
1	H _{geo}	27,3	27,3	27,3	27,3	27,3
2	h _{у.в.}	0	0,1	0,1	0,5	0,6
3	h _{н.с.}	0	0,2	0,5	2,0	2,4
4	h _{в.дв.}	0	0,1	0,3	1,0	1,2
5	h _{н.в.}	0	1,9	4,7	18,71	22,6
6	h _м	0	1,9	4,7	18,89	22,9
7	H _{2d}	27,3	31,4	37,6	68,4	77,0
Один водовод						
8	H _{geo}	27,3	27,3	27,3	27,3	27,3
9	h _{у.в.}	0	0,1	0,1	0,5	0,6
10	h _{н.с.}	0	0,2	0,5	2,0	2,4
11	h _{в.дв.}	0	0,1	0,3	1,0	1,2
12	h _{н.в.}	0	7,5	18,6	74,55	90,2
13	h _м	0	1,9	4,7	18,89	22,9
14	H _d	27,3	37,0	51,5	124,2	144,6
Два водовода. Одна перемичка. Аварія						
15	H _{geo}	27,3	27,3	27,3	27,3	27,3
16	h _{у.в.}	0	0,1	0,1	0,5	0,6
17	h _{н.с.}	0	0,2	0,5	2,0	2,4
18	h _{в.дв.}	0	0,1	0,3	1,0	1,2
19	h _{н.в.}	0	4,7	11,7	46,6	56,4
20	h _м	0	1,9	4,7	18,89	22,9
21	H _d	27,3	34,2	44,6	96,3	110,8

1.5.2 Вибір насосів

Визначаємо необхідні розрахункові напори:

- при 2 насосах $Q = (1656,67 \cdot 1,05) / 2 = 869,8 \text{ м}^3/\text{год}$
- при 3 насосах $Q = (1656,67 \cdot 1,05) / 3 = 579,8 \text{ м}^3/\text{год}$
- при 4 насосах $Q = (1656,67 \cdot 1,05) / 4 = 434,9 \text{ м}^3/\text{год}$

Таблиця 1.29. Варіанти для вибору насосів

Вар.	Марка насоса	n_n	η	P1	P2	Посилання	NPSH
a	LS 300-200-489C, 1F2DSBBQE1 250/4	2	0,82	396,4	380,9	https://product-selection.grundfos.com/ua/configured-variant?pumpsystemid=2234683085&tab=variant-sizing-results	4,2
b	LS 300-200-489C, 1F2DSBBQE1 200/4	3	0,77	432	418,5	https://product-selection.grundfos.com/ua/configured-variant?pumpsystemid=2234684279&tab=variant-sizing-results	3,45
c	LS 200-150-483E, 1F2DSBBQE1 132/4	4	0,80	403,7	389,9	https://product-selection.grundfos.com/ua/configured-variant?pumpsystemid=2234689089&tab=variant-sizing-results	4,23

Приймаємо насос варіант «а» LS 300-200-489C, 1F2DSBBQE1 250/4.

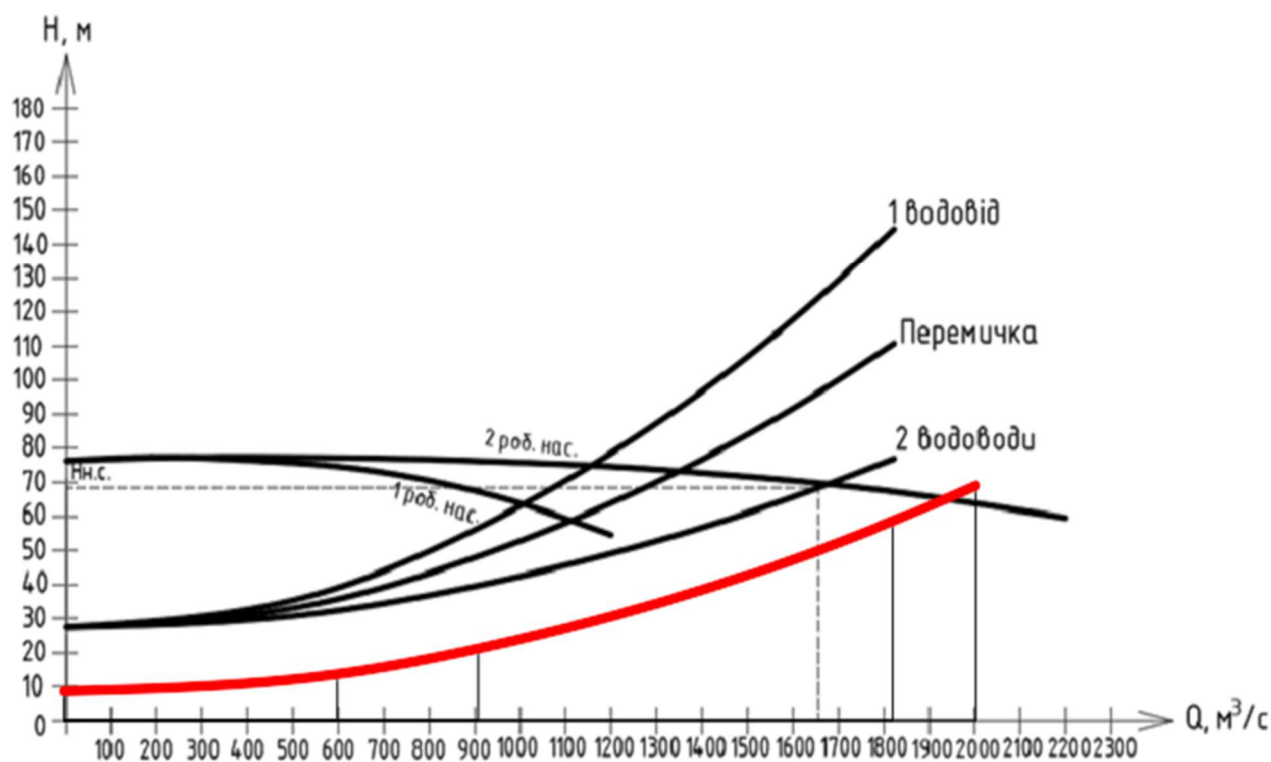


Рис.1.14. Гідравлічні характеристики насосів та напірні лінії водоводів

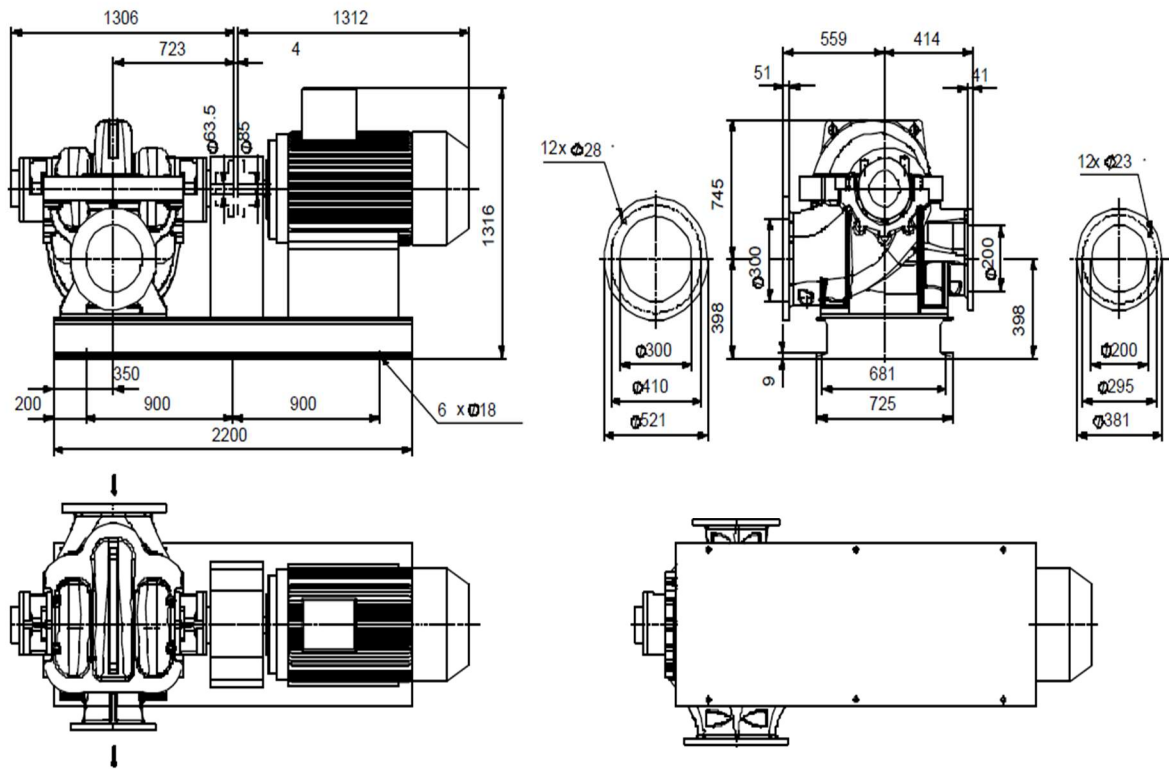


Рис.1.15. Схема насосного агрегата

Таблиця 1.30.

№ п/п	Напори	Витрати, м ³ /год				
		0	606,10	918,34	1836,68	2020,35
		Відношення Q/Q _{н.с.}				
		0	0,33	0,5	1	1,1
Два водовода						
1	H _{гео}	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7
2	h _{у.в.}	0	0,05	0,13	0,5	0,61
3	h _{н.с.}	0	0,2	0,5	2,0	2,42
4	h _{вдв}	0	0,1	0,25	1,0	1,21
5	h _{н.в.}	0	2,31	5,77	23,08	27,93
6	h _м	0	2,35	5,87	23,47	28,40
7	H _{2д}	8,7	13,71	21,22	58,75	69,27

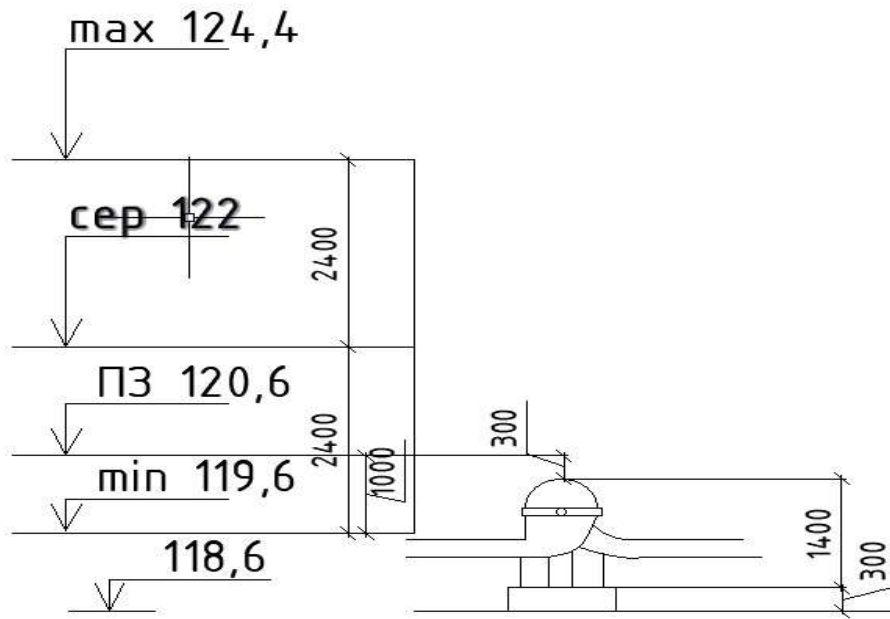


Рис.1.16. Визначення позначки підлоги насосної станції

$$122 - 118,6 = 3,4 \text{ м}$$

Глибина насосної станції 3,4 м

1.5.3 Підбір насосів для пожежних потреб

$$N_{\text{нс.пож}} = 8,7 + 0,5 + 2 + 1 + 23,08 + 23,47 = 58,75$$

Наявне насосне обладнання, призначене для господарсько-питного водопостачання, здатне забезпечити необхідну витрату води та напір при пожежі.

Приймаємо 2 робочих насоси і 2 резервних

Таблиця 1.31. Підбір трубопроводів в насосні станції

Призначення трубопроводу	Q, л/с	D, мм	V, м/с	1000i
Всмоктувальний	255	700	1,30	7,77
До насоса	255,1	450	1,58	14,2
Після насоса	255,1	350	1,90	17,6
Напірний	357,13	400	1,695	15,2

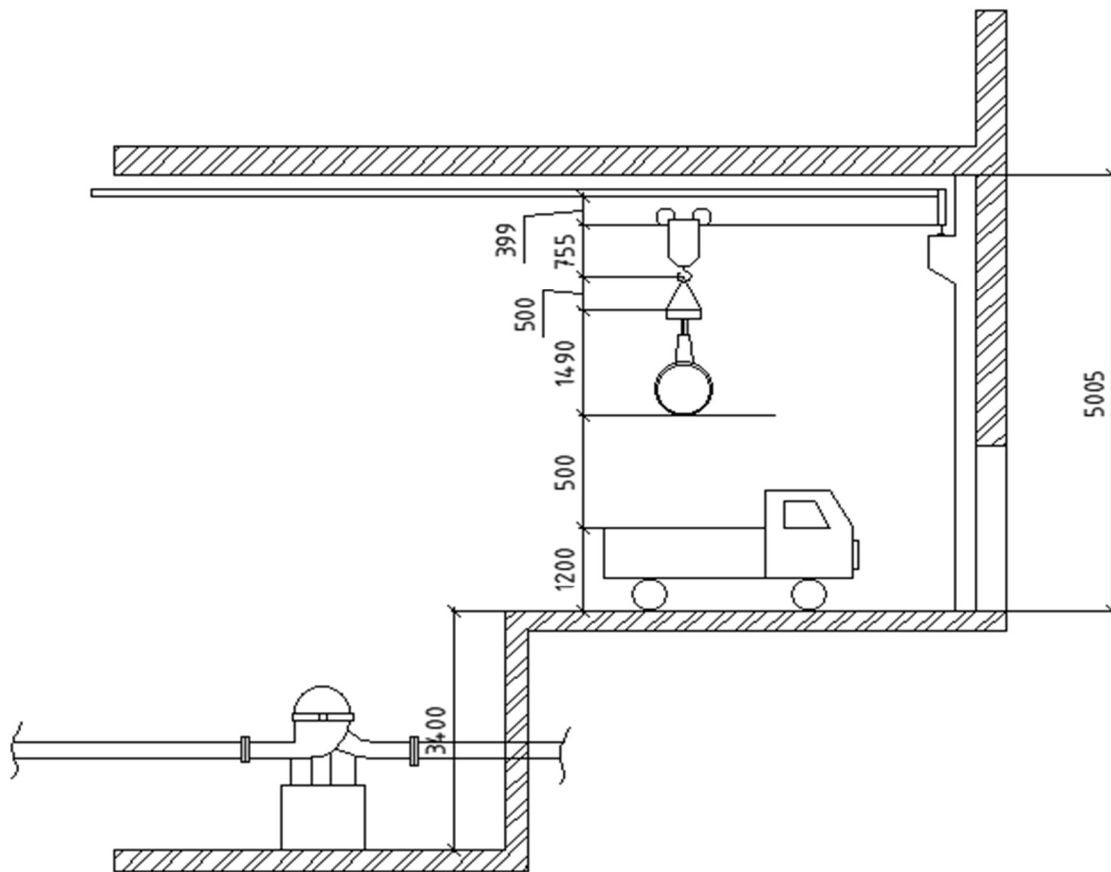


Рис.1.17. Підбір підйомно-транспортного обладнання в напівзаглубленій станції

Характеристики автомобіля:

- Вантажопідйомність, т: 2,5 т.
- довжина: 5725
- ширина: 2250

Висота верхньої будівлі:

$$H_{\text{верх}} \geq h_{\text{тр}} + 0,5 + h_{\text{г}} + h_{\text{с}} + H + 0,1$$

$$H_{\text{буд}} = 1,2 + 0,5 + 1,490 + 0,5 + 1,15 + 0,2 = 5,05$$

Приймаємо висоту верхньої будови 5.05 м.

1.5.4 Підбір трансформаторів

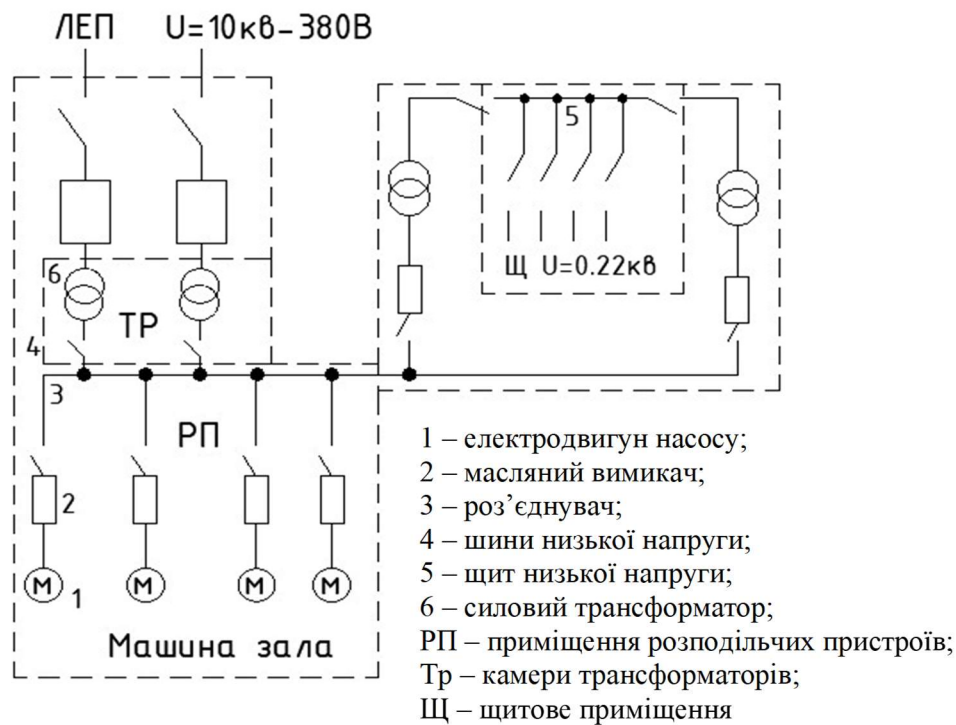


Рис.1.18. Схема можливого електричного з'єднання насосних станцій

Необхідна потужність трансформаторів:

$$S = k_0 \sum \frac{P_n}{\eta_{\text{дв}} \cos \varphi} + (10 \dots 50),$$

$$S = 0.8 \frac{396}{0.96 * 0.85} + 30 = 418 \text{ kВ} * \text{А}$$

$$0,96 = \text{П2/П1}$$

Приймаємо два трансформатори, які знижують напругу від 10 до 0,38 кВ потужністю 400 кВ * Ае

Навантаження від допоміжного обладнання, опалювальних і освітлювальних приладів становить 30 кВт, для нього приймаємо два трансформатори по 50 кВ*А.

1.5.5 Підбір додаткового насосного обладнання

Подача дренажних установок:

$$Q_d(1,5 \dots 2,0) * (\Sigma q_1 + q_2) == 1,5 * (0,001 * 189) = 1,69$$

Приймаємо дренажний насос КРС 600А:

<https://product-selection.grundfos.com/ua/products/kpc/kpc-600-a-98851054?pumpsystemid=2677736227&tab=variant-curves>

Продуктивність аварійних насосів:

$$Q_{ан} = \frac{0,5 * F}{t} = \frac{0,5 * 189}{6} = 15,75 \text{ м}^3/\text{год}$$

Напір осушувальних насосів приймаємо на 1 м більшим за заглиблення насосної станції.

Приймаємо осушувальний насос AP50.50.11.3.V:

<https://product-selection.grundfos.com/ua/products/ap/ap50/ap5050-92543558?pumpsystemid=2347270877&tab=variant-curves>

РОЗДІЛ 2 ВНУТРІШНЄ САНІТАРНО-ТЕХНІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ БУДІВЛІ

Таблиця 2.1. Вихідні дані:

Місто, де розташований будинок	Луганськ
Кількість поверхів	12
Висота підвалу	2,9 м
Висота житлового поверху	3,4 м
Системи будинку	В1, В2, Т3-Т4, К1, К2
Розміри будинку в плані	20,8 м x 14,6 м
Периметр будинку	70,8 м
Об'єм будинку	14,09 тис м ³
Кількість квартир на поверсі	4
Кількість приладів холодної води на секцію	16
Кількість приладів гарячої води на секцію	16

У квартирах передбачено встановлення сантехнічного обладнання: на кухнях — мийки зі змішувачами; у санвузлах — унітази зі зливними бачками, умивальники та ванни довжиною 1700 мм.

Проектований житловий будинок підключається до міської мережі холодного водопостачання. Система гарячого водопостачання функціонує на основі індивідуального теплового пункту, розміщеного у підвалі будівлі, де відбувається нагрів холодної води з подальшою циркуляцією в замкнутій системі Т3–Т4.

Відведення побутових і дощових стічних вод передбачено в зовнішню каналізаційну мережу міста.

2.1 Попередні розрахунки

Проектуємо 2 поливальних крани в цокольній частині будинку.

Витрата води на полив прилеглої території:

$$Q = (20,8+5)*(14,6+5) - 20,8*14,6=202 \text{ м}^2$$

Питому витрату на полив шириною 5 м навколо зелених насаджень та тротуарів приймаємо у відповідності до [1] 3 л/с.

Добова витрата на полив – 0,8 м³.

Висота будинку: 2,0 (цоколь) + 3,4*12 (висота житлової частини) + 2,0 (горище) + 1,6 (висота огороження на покрівлі) = 46,4 м.

Розрахункова кількість приладів холодної води в 12-поверховому будинку:

$$12 \times 16 = 192 \text{ шт.}$$

Розрахункова кількість приладів гарячої води в 12-поверховому будинку:

$$12 * 12 = 144 \text{ шт.}$$

Таблиця 2.2. Розрахункові витрати води

	Добові витрати			Середньо годинні витрати			Максимальні добові витрати		
	Q(tot)	л/добу	л/добу	Q max(tot)	л/год	л/год	Q max(tot)	л/добу	л/добу
Загальна	250			10,41			360		
Холодна	150			6,25			229,5		
Гаряча	100			4,16			153		
.. на господарсько-питні потреби									
Загальна	Q мах.доб (tot)	69,12	л/добу						
Холодна	Q мах.доб (с)	44,064	л/добу						
Гаряча	Q мах.доб (h)	29,376	л/добу						
Максимальна добова витрата холодної води									
Q мах.доб (с) =	46,564	л/добу				Q пол	2,5	л/добу	

Таблиця 2.3. Гідравлічний розрахунок внутрішнього холодного водопроводу
на режим максимального господарсько-питного водоспоживання

Номер ділянки	Довжина ділянки $l, \text{м}$	Кількість приладів ояких подається вода поданій розрахунковій ділянці N , шт.	Розрахункова витрата на ділянці $q \text{ с, л/с}$	Діаметр d , мм	Швидкість V , м/с	1000 i , мм	Витрата напору на довжиною, мм
							на ділянці $Hl = 1000 i \cdot l$, мм
1	2	3	4	5	6	7	8
1.-2	0,8	1	0,22	15	1,18	360,5	0,29
2.-3	1	2	0,23	15	1,45	560	0,56
3.-4	1	3	0,23	15	1,45	560	0,56
4.-5	1,2	4	0,25	15	1,47	560,4	0,67
5.-6	3,6	4	0,25	20	0,78	110,6	0,40
6.-7	3,6	8	0,3	20	0,94	154,9	0,56
7.-8	3,6	12	0,34	20	1,09	206,4	0,74
8.-9	3,6	16	0,38	20	1,25	266,6	0,96
9.-10	3,6	20	0,42	20	1,25	266,6	0,96
10.-11	3,6	24	0,44	20	1,25	266,6	0,96
11.-12	3,6	28	0,47	25	0,93	110,9	0,40
12.-13	3,6	32	0,51	25	0,93	110,9	0,40
13.-14	3,6	36	0,54	25	0,93	110,9	0,40
14.-15	3,6	40	0,58	25	1,12	155,8	0,56
15.-16	3,6	44	0,59	25	1,12	155,8	0,56
16.-17	1,5	48	0,62	25	1,12	155,8	0,23
17.-18	2,10	96	0,94	32	0,97	79	0,17
18.-19	0,3	96	0,94	32	0,97	79	0,02
19.-20	3,9	96	0,94	50	0,43	10,8	0,53
20.- 21	0,30	144	1,23	50	0,59	18	0,04
21.- 22	6,8	192	1,51	50	0,71	27	1,21
22- Насоси	3	192	1,51	50	0,71	27	0,53
						$\Sigma H (l) =$	11,71

Таблиця 2.4. Розрахунок внутрішньої мережі холодного водопроводу на пропуск максимальної господарсько-питної і протипожежної витрат

Номер ділянки	Довжина ділянки $l, \text{м}$	Витрата води $q, \text{л/с}$			Діаметр $d, \text{мм}$	Швидкість $V, \text{м/с}$	Втрати напору за довжиною, мм	
		Господарсько-питні потреби	Пожежні потреби	Розрахункова			1000 $i, \text{мм}$	на ділянці $H(l) = 1000i \cdot l, \text{м}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1-2	45,0	0	2,5	2,5	50	1,41	99,7	4,4865
2-3	3,9	0,94	2,5	3,44	50	1,65	135,7	0,52923
3-4	0,3	1,23	2,5	3,73	50	1,65	135,7	0,04071
4-5	6,8	1,51	2,5	4,01	50	1,88	177,3	1,20564
5- Насоси	3	1,51	2,5	4,01	50	1,88	177,3	0,5319
							$\Sigma H(l) =$	6.8

Таблиця 2.5. Розрахунок внутрішньої мережі холодного водопроводу на пропуск максимальної господарської-питної і протипожежної витрат подачі води на господарсько-питні потреби

Номер ділянки	Довжина ділянки $l, \text{м}$	Кількість приладів ояких подається вода поданий розрахунковій ділянці	Розрахункова витрата на ділянці $q \text{ с, л/с}$	Діаметр $d, \text{мм}$	Швидкість $V, \text{м/с}$	Втрати напору за довжиною, мм	
						1000 $i, \text{мм}$	на ділянці $H(l) = 1000i \cdot l, \text{м}$
1	2	3	4	5	6	7	8
1.-2	10	192	1,4	50	1,11	88,2	0,882
2.-3	13	2000	9,47		100	0,98	19,2
3.-4.	28	2000	9,47	100	0,98	19,2	0,5376
						$\Sigma H(l) =$	1,67

Визначення необхідного напору в мережі холодного водопроводу

Необхідний напір у точці підключення до міської водопровідної мережі:

$$H_{\text{необх}} = \pm H_{\text{geod}} + \Sigma H_{l,tot}^{30BH} + H_{\text{geom}} + \Sigma H_{l,tot}^{BH} + H_{\text{лiч}} + H_f$$

$$H_{\text{необх}} = 0,4 + 6,05 + 38,7 + 14,05 + 1,037 + 3 = 63,287 \text{ м}$$

$$\pm H_{\text{geod}} = 119,1 - 119,5 = 0,4 \text{ м};$$

$$\Sigma H_{l,tot}^{30BH} = (1 + 0,1) * 500 * \frac{11}{1000} = 6,05 \text{ м};$$

$$H_{\text{geom}} = 0,5 + 0,8 + 37,4 = 38,7 \text{ м}$$

$$\Sigma H_{l,tot}^{BH} = 14,05 \text{ м};$$

$$H_{\text{лiч}} = 1,037 \text{ м};$$

$$H_f = 3 \text{ м};$$

При пожежі :

$$H_{\text{необх}} = 0,6 + 6,05 + 38,7 + 6,8 + 7,76 + 10 = 69,91 \text{ м}$$

$$H_f = 10 \text{ м};$$

$$\Sigma H_{l,tot}^{BH} = 6,8 \text{ м};$$

За завданням гарантований напір $H_g = 34 \text{ м}$.

2.2 Розрахунок насосної установки

Потужність насосної установки:

$$N = \frac{\rho g q H_{\text{нас}}}{1000 \eta} * K = \frac{1000 * 9,81 * 34,91}{1000 * 0,5} * 1,3 = 890,63 = 900 \text{ Вт}$$

$$H_{\text{нас}} = 69,91 - 34 = 34,91 \text{ м}$$

2.3 Розрахунок системи гарячого водопостачання

Таблиця 2.6. Гідравлічний розрахунок внутрішнього гарячого водопроводу на режим максимального господарсько-питного водоспоживання

Номер ділянки	Довжина ділянки l, м	Кількість приладів ояких подається вода поданій розрахунковій ділянці	Розрахункова витрата на ділянці q c, л/с	Діаметр d, мм	Швидкість V, м/с	Втрати напору за довжиною, мм	
						1000 i, мм	на ділянці H (l) = 1000i * l, м
1	2	3	4	5	6	7	8
1.-2	0,8	1	0,17	15	1,12	327,6	0,26
2.-3	1	2	0,18	15	1,12	327,6	0,33
3.-4	1	3	0,19	15	1,12	327,6	0,33
4.-5	3,6	3	0,19	15	1,12	327,6	1,18
5.-6	3,6	6	0,22	15	1,18	360,5	1,30
6.-7	3,6	9	0,25	20	0,78	110,6	0,40
7.-8	3,6	12	0,28	20	0,94	149	0,54
8.-9	3,6	15	0,3	20	0,94	154,9	0,56
9.-10	3,6	18	0,32	20	0,94	150	0,54
10.-11	3,6	21	0,35	20	1,09	206,4	0,74
11.-12	3,6	24	0,37	20	1,09	206,4	0,74
12.-13	3,6	27	0,39	20	1,25	266,6	0,96
13.-14	3,6	30	0,42	20	1,25	266,6	0,96
14.-15	3,6	33	0,44	20	1,25	266,6	0,96
15.-16	2,65	36	0,46	25	0,93	110,9	0,29
16.-17	7,3	72	0,69	25	1,31	209,6	1,53
17.-18	0,25	108	0,89	32	0,94	77	0,02
18.-Водонагрівач	7,70	144	1,09	32	1,15	111,9	0,86
						$\Sigma H (l) =$	12,5

Циркуляційна витрата в системі:

$$q^{cir} = \frac{\Sigma Q^{ht}}{\rho \cdot c \cdot \Delta t_w} = \frac{2,11}{1 \cdot 4,2 \cdot 4} = 0,167 \frac{\text{л}}{\text{с}}$$

$$\Sigma Q^{ht} = \Sigma q_{w.k} \cdot l_{w.k} + q_{w.s} \cdot l_{w.s} = 11 \cdot 58,91 + 7 \cdot 209,15 = 2,11 \text{ кВт}$$

Таблиця 2.7. Гідравлічний розрахунок внутрішнього гарячого водопроводу на режим циркуляції

Номер ділянки	Теплові втрати, кВт			Циркуляційна витрата, л/с	Діаметр d, мм	Швидкість V, м/с	Втрати напору за довжиною, мм	
	$q(w.k):l(w.k)$	$q(w.s):l(w.s)$	Сумарна				1000 і, мм	на ділянці $H(l) = 1000i^*l$, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1-2	156,64	0,0	0,16	0,012	15	0,153	6,926	0,0986
2-3	183,04	292,6	0,48	0,038	15	0,215	7,725	0,34
3-4	251,24	585,2	0,84	0,066	15	0,374	20,57	0,99
4-5	329,12	877,8	1,21	0,096	20	0,306	10,126	0,49
5-6	329,12	1170,4	1,50	0,119	20	0,379	14,82	0,62
6-7	423,72	1171,5	1,60	0,127	20	0,404	16,636	0,14
7-8	430,87	1464,1	1,89	0,15	20	0,478	22,35	0,95
8-9	648,01	1464,1	2,11	0,168	20	0,535	27,327	0,54
							$\Sigma H(l) =$	4,17

Витрата циркуляційної води:

$$q_a^{cir} = q^{cir} \frac{Q_a^{ht}}{Q_a^{ht} + Q_d^{ht}} = 0.167 * \frac{0.64}{0.64 + 3.97} = 0.02 \frac{\text{л}}{\text{с}}$$

$$q_d^{cir} = q^{cir} \frac{Q_d^{ht}}{Q_a^{ht} + Q_d^{ht}} = 0.167 * \frac{3.97}{0.64 + 3.97} = 0.14 \frac{\text{л}}{\text{с}}$$

$$Q_a^{ht} = 127.34 * \frac{5}{1000} = 0.64 \text{ кВт};$$

$$Q_d^{ht} = (209 * 18 + 41.9 * 5) / 1000 = 3.97 \text{ кВт};$$

Розрахунок водонагрівальної установки

Необхідний тепловий потік за годину максимального водоспоживання на потреби гарячого:

$$Q_{hr}^h = 1.16 q_{hr}^h (55 - t^c) + Q^{ht},$$

$$Q_{hr}^h = 1.16 * 1.09 * (55 - 2) + 2.11 = 69.13 \text{ кВт};$$

Загальна площа поверхні теплообміну в апараті:

$$F = \frac{Q_{hr}^h}{k * \Delta t_{max}} = \frac{69.13}{1.5 * 24,74} = 1.86 \text{ м}^2$$

Середньологарифмічний температурний напір:

$$\overline{\Delta t_{max}} = \frac{(t_1^1 - t_2^{11}) - (t_1^{11} - t_2^1)}{\ln \frac{(t_1^1 - t_2^{11})}{(t_1^{11} - t_2^1)}} = \frac{(90 - 75) - (40 - 2)}{\ln \frac{(90 - 75)}{(40 - 2)}} = \frac{-23}{\ln 0.394} = 24,74^\circ\text{C}$$

Кількість пластин у теплообміннику:

$$n = \frac{F}{f} + 2 = \frac{1.86}{0.6} + 2 = 5.1 \approx 6 \text{ шт.}$$

2.4 Конструювання системи водовідведення

Розрахункова витрата господарсько-побутових стічних для каналізаційного стояка:

$$q^s = q^{tot} + q_0^s = 1.44 + 1.6 = 2.04 \text{ л/с}$$

Діаметри каналізаційних трубопроводів для відведення стічних вод від окремих санітарно-технічних приладів, а також для поверхових розводок і стояків приймаються конструктивно, без виконання спеціального гідравлічного розрахунку.

Підключення ванни, умивальника та кухонної мийки до внутрішньої каналізаційної мережі виконується через трубопроводи діаметром 50 мм, тоді як унітази приєднуються трубами діаметром 100 мм.

На поверхах трубопроводи діаметром 50 мм прокладаються з ухилом $i = 0,03$, а трубопроводи діаметром 100 мм — з ухилом $i = 0,02$, відповідно до будівельних норм.

Діаметри каналізаційних стояків приймаємо 100 мм.

Ухил – 0,02 , $h/d = 0.4$, $V=1.039 \text{ м/с}$.

Перевірка :

$$V \sqrt{\frac{H}{d}} \geq K; \quad 1.039 \sqrt{0.4} = 0.6569 \geq 0.6;$$

2.5 Розрахунок мережі внутрішньої системи дощового водовідведення

Витрату дощових вод з покрівлі будинку:

- для плоских покрівель (ухил $\leq 1,5\%$)

$$Q = \frac{Fq_{20}}{10000} = \frac{314.3 * 100}{10000} = 3.143 \text{ л/с}$$

Діаметр внутрішніх водостічних стояків – 100 мм.

Таблиця 2.8. Розрахунок внутрішньоквартальної (дворової) господарсько-побутової мережі водовідведення

№ буд	N приладів	q tot	q(s0)	q(s)
Буд 7	192	2,38	1,6	3,98
Буд 1	410	7,08	1,6	8,68
Буд 2	300	3,34	1,6	4,94
Буд 3	275	3,26	1,6	4,86
Буд 4	310	3,18	1,6	4,78
Буд 5	260	3,06	1,6	4,66
Буд 6	290	2,94	1,6	4,54

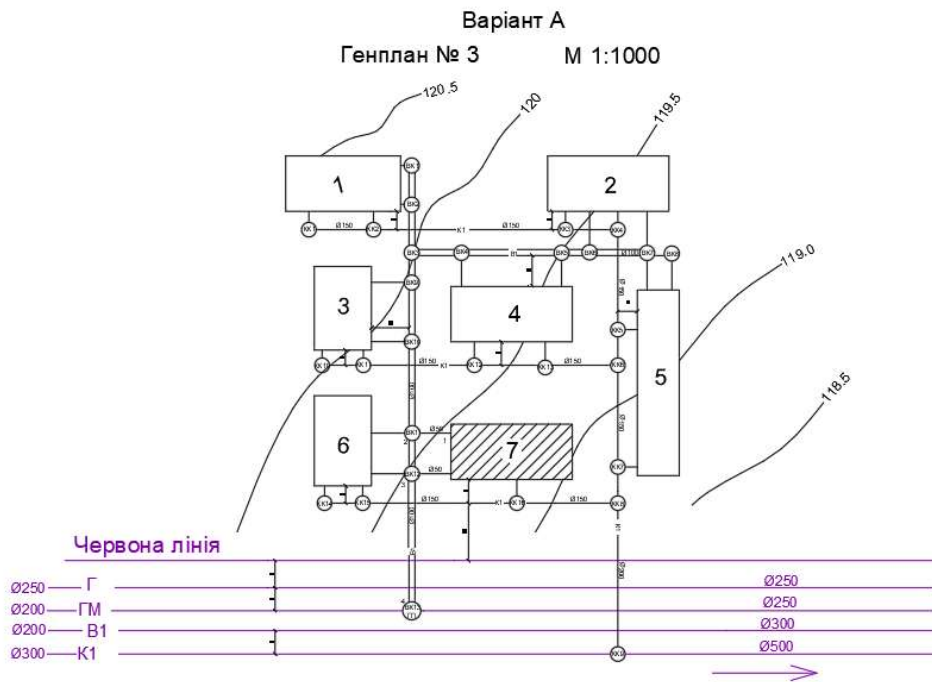


Рис.2.1. Схема внутрішньоквартальної господарсько-побутової мережі водовідведення

Таблиця 2.9.

№№ ділянок	Довжина L, м	Розрахункова витрата Q_{cit} , л/с	Діаметр d, мм	Ухил		Наповнення h/d	Висота h, м	Швидкість V, м/с	Падіння $i_{тр}$, м	Глибина закладання лотка труби в м						Глибина закладання лотка труби в м	
				Землі i_3	Труби $i_{тр}$					Поверхні землі		Лотка труби		Шелиги труби		На початку	В кінці
										На початку	В кінці	На початку	В кінці	На початку	В кінці		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	15	16	17	18	19	20
1-2	19,62	4,54	150	0,0051	0,006	0,444	0,07	0,597	0,12	120,30	120,20	118,80	118,68	118,95	118,83	1,50	1,52
2-3	58,26	4,54	150	0,0086	0,006	0,444	0,07	0,597	0,35	120,20	119,70	118,68	118,33	118,83	118,48	1,52	1,37
3-4	15,88	9,20	150	0,0189	0,010	0,583	0,09	0,860	0,16	119,70	119,4	118,31	118,15	118,46	118,30	1,37	1,25
4-5	30,33	9,20	150	0,0033	0,010	0,583	0,09	0,860	0,30	119,40	119,30	118,15	117,85	118,30	118,00	1,25	1,45
5-6	10,8	14,14	200	0,0093	0,005	0,588	0,12	0,735	0,05	119,30	119,20	117,82	117,77	118,02	117,97	1,45	1,43
6-7	30,87	23,78	200	0,0162	0,005	0,579	0,12	0,808	0,14	119,20	118,70	117,77	117,63	117,97	117,83	1,43	1,07
7-8	10,97	23,78	200	0,0091	0,005	0,579	0,12	0,808	0,05	118,70	118,60	117,63	117,58	117,83	117,78	1,07	1,02
8-9	40	36,44	250	0,0050	0,0050	0,574	0,14	0,850	0,20	118,60	118,40	117,55	117,35	117,80	117,60	1,02	1,05

Повздовжній профіль внутрішньоквартальної господарчо-побутової каналізаційної мережі

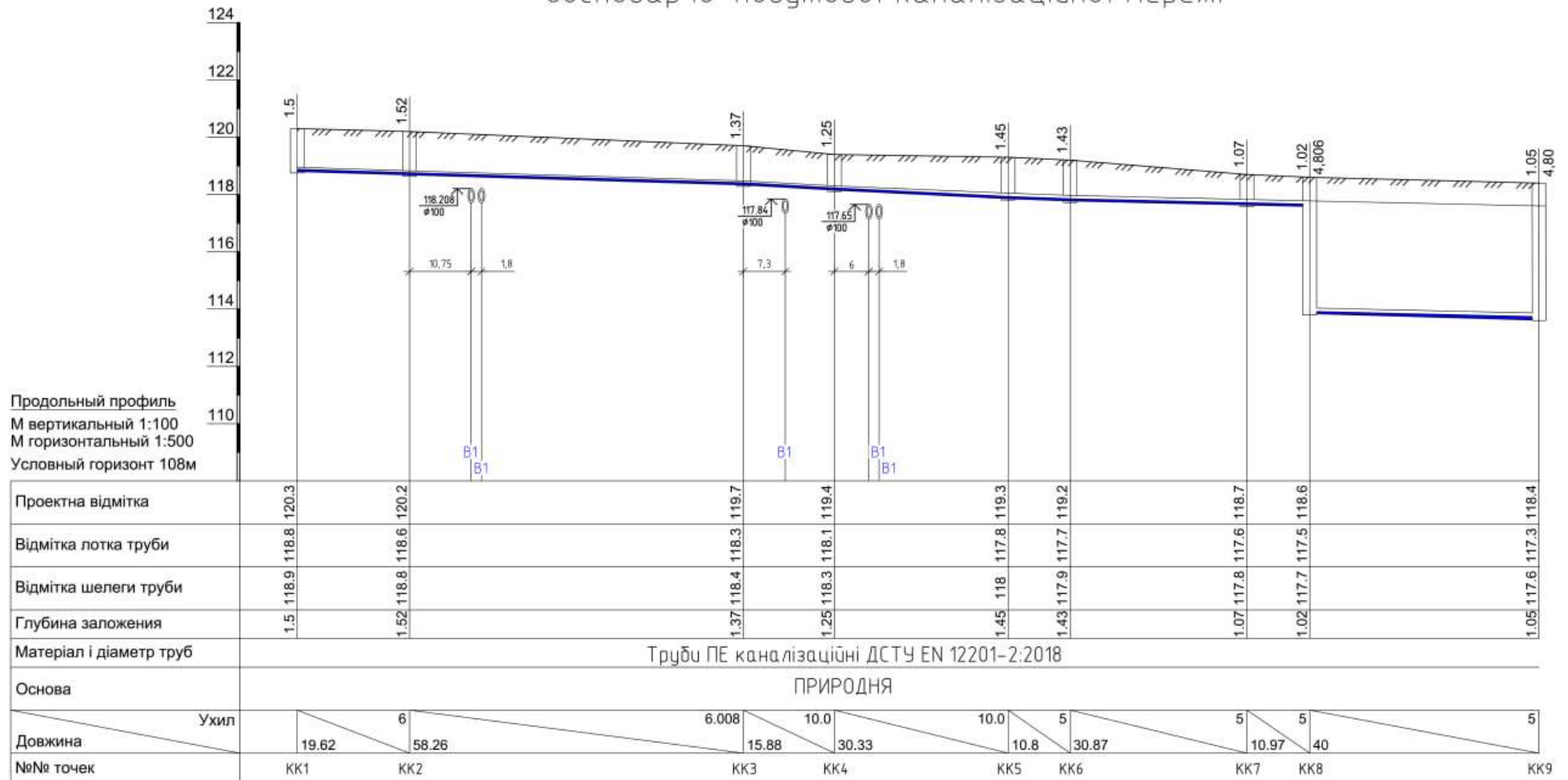


Рис. 2.2. Повздовжній профіль внутрішньоквартальної господарсько-побутової каналізаційної мережі

РОЗДІЛ 3 ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

Таблиця 3.1. Вихідні дані для проектування

Розміри резервуару в плані	36 м х 24 м
Заглиблення резервуару в ґрунт	4,84 м
Крок колон	6 м х 6 м
Стінові панелі	ПС2-48-Б без обв'язочної балки і ПС1-48-Б з обв'язочною балкою
Висота плоских стінових панелей	4,84 м

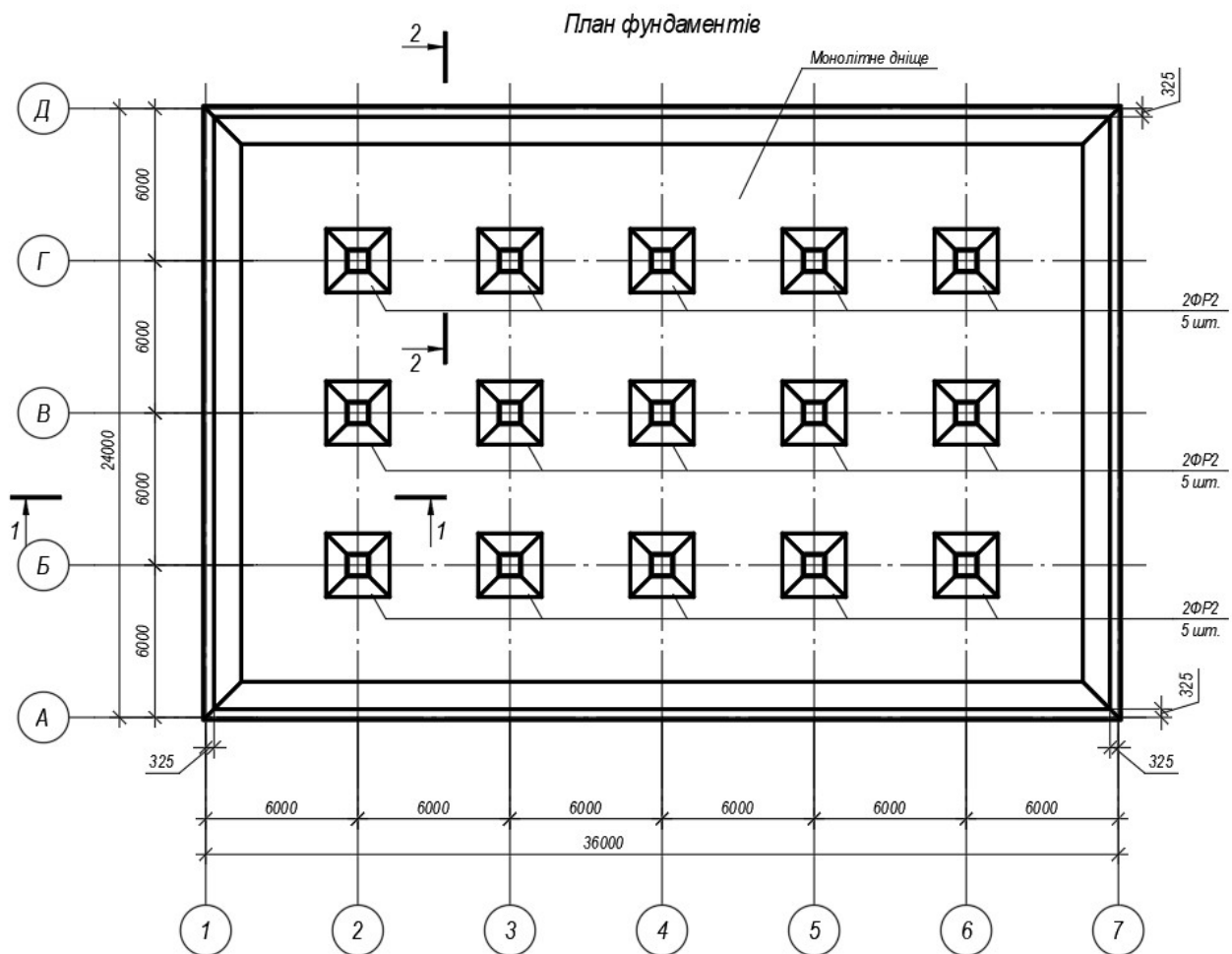


Рис.3.1. Схематичний план фундаментів РЧВ місткістю 4000 м³

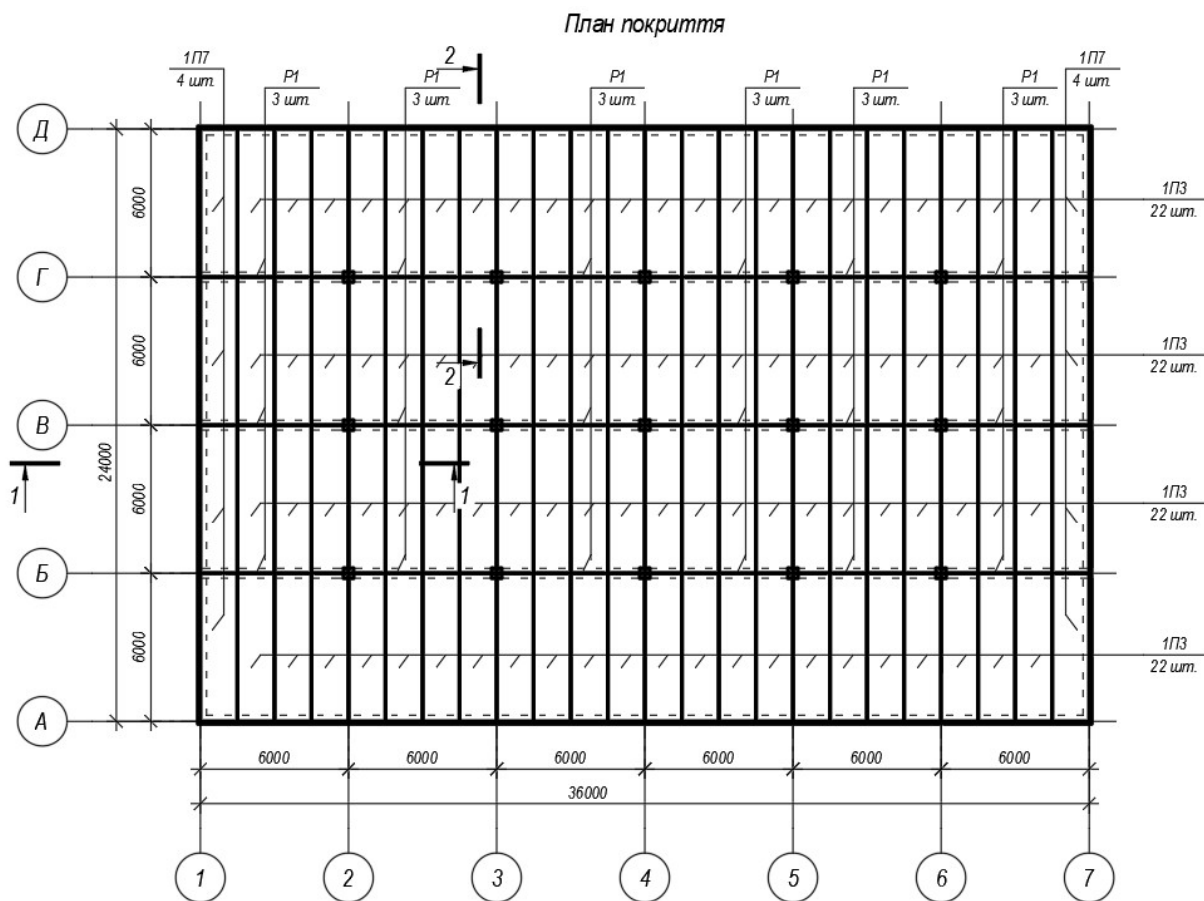


Рис.3.2. Схематичний план покриття РЧВ місткістю 4000 м³

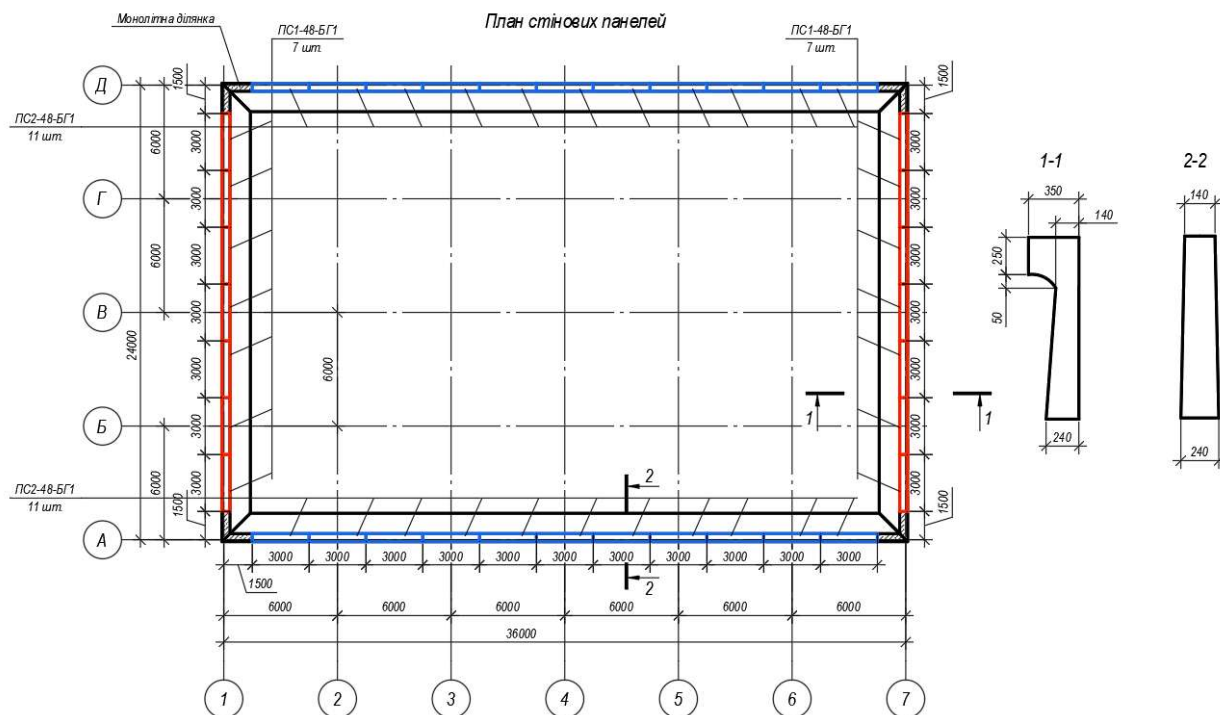


Рис.3.3. Схематичний план стінових панелей РЧВ місткістю 4000 м³

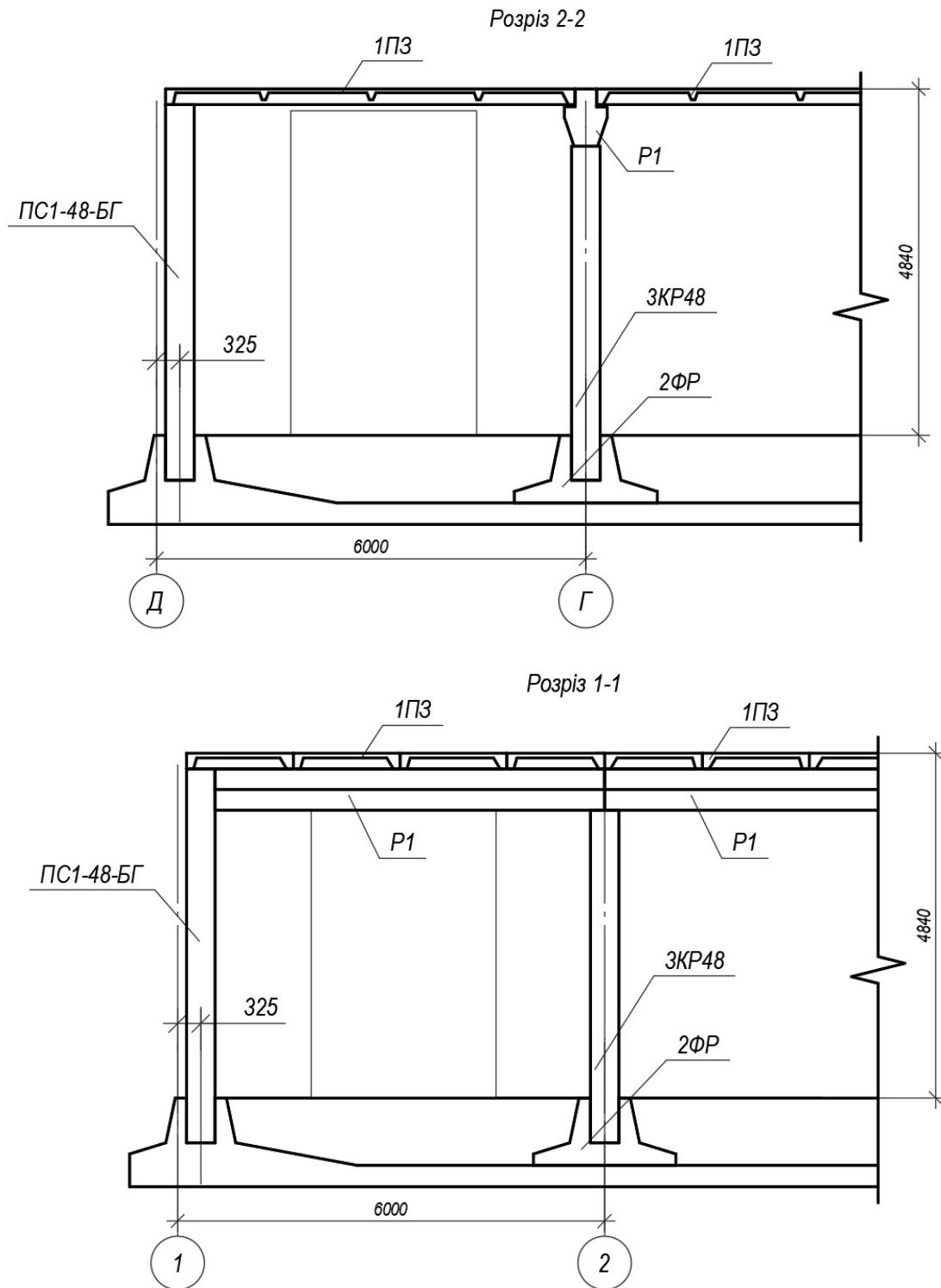
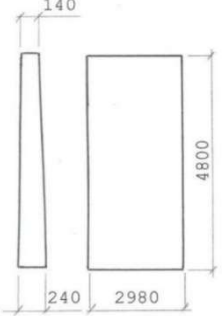
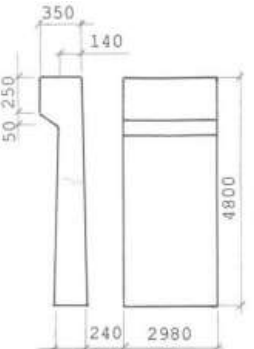
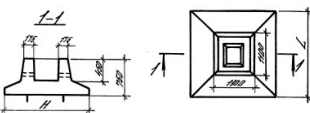
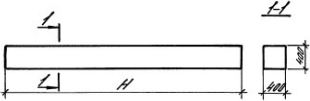
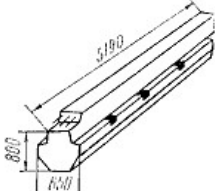
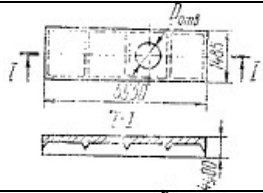
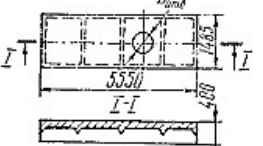


Рис.3.4. Схематичні розрізи резервуару чистої води місткістю 3200 м³ з маркуванням конструкцій каркаса

Таблиця 3.2. Характеристика монтажних елементів

№ п/п	Монтажні елементи	Марка	Ескіз	Маса елемента, т	Об'єм елемента, м ³
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

3.1 Підрахунок об'ємів робіт

Таблиця 3.3. Об'єм монтажних робіт

№ пор.	Найменування елементів	Марка елемен-та	Кількість елементів, шт.			Об'єм елемента, м ³	Об'єм елементів, м ³
			на дільницях		всього		
			1	2			
1	Стінова панель масою 6,7т	ПС2-48-БГ1	22	22	44	2,69	118,36
	Стінова панель масою 7,1т	ПС1-48-БГ1	14	14	28	2,85	79,8
2	Фундамент під колону масою 4,18 т	2ФР2	15	15	30	1,67	50,1
3	Колона масою 1,7 т	ЗКР48	15	15	30	0,63	18,9
4	Ригель масою 4,2 т	Р-1	18	18	36	2,35	84,6
5	Плита покриття масою 1,2 т	1П7	8	8	16	1,05	16,8
	Плита покриття масою 2,3 т	1П3	88	88	173-6	1,9	334,4
Всього:							702,93

Таблиця 3.4. Об'єм опалубних робіт

Марка монолітної ділянки	Тип поверхні, яка покривається опалубним щитом	Розміри поверхні, мхм	Кількість поверхонь кожного типу, шт.	Площа одної поверхні, м ²	Площа опалубки за типом поверхні та загальна площа опалубки, м ²
УМ48-БГ1	1	1,59х4,28	2	6,80	13,60
	2	1,21х4,28	2	5,18	10,36
	3	0,28х4,28	1	1,98	1,98
Площа опалубки на одну монолітну ділянку, м ²					25,94
Площа опалубки на монтажну дільницю, м ²					103,76
Площа опалубки на споруду, м ²					207,52

Таблиця 3.5. Об'єм бетонних робіт

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

Таблиця 3.6. Об'єм арматурних робіт

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

Таблиця 3.7. Об'єм робіт із закладання стиків

№ пор.	Назва процесу	Одиниця вимірювання	Об'єм робіт на ділянках			Об'єм робіт на споруду
			Одиниці вимірювання	1	2	
1	Зварювання випусків арматури панелей стін	10 м шва	0,432	9,504	9,504	19,008
2	Закладання швів дна паза днища бетоном з ущільненням	1 м ³	0,03	0,66	0,66	1,32
3	Заливання швів панелей стін бетоном механізовано	100 м	0,048	1,056	1,056	2,112
4	Замонолічування колон у стаканах фундаментів	1 стик	1	15	15	30
5	Електрозварювання ригеля з колоною	10 м шва	0,062	0,93	0,93	1,86
6	Електрозварювання ригеля із стіною панеллю	10 м шва	0,025	0,2	0,2	0,4
7	Електрозварювання плити з ригелем	10 м шва	0,024	0,432	0,432	0,864
8	Електрозварювання плити покриття із стіною панеллю при обпиранні довшою стороною	10 м шва	0,008	0,064	0,064	0,128
9	Заливка швів плит покриття розчином механізовано	100 м	7,06	7,06	7,06	14,12

3.2 Підбір монтажних кранів

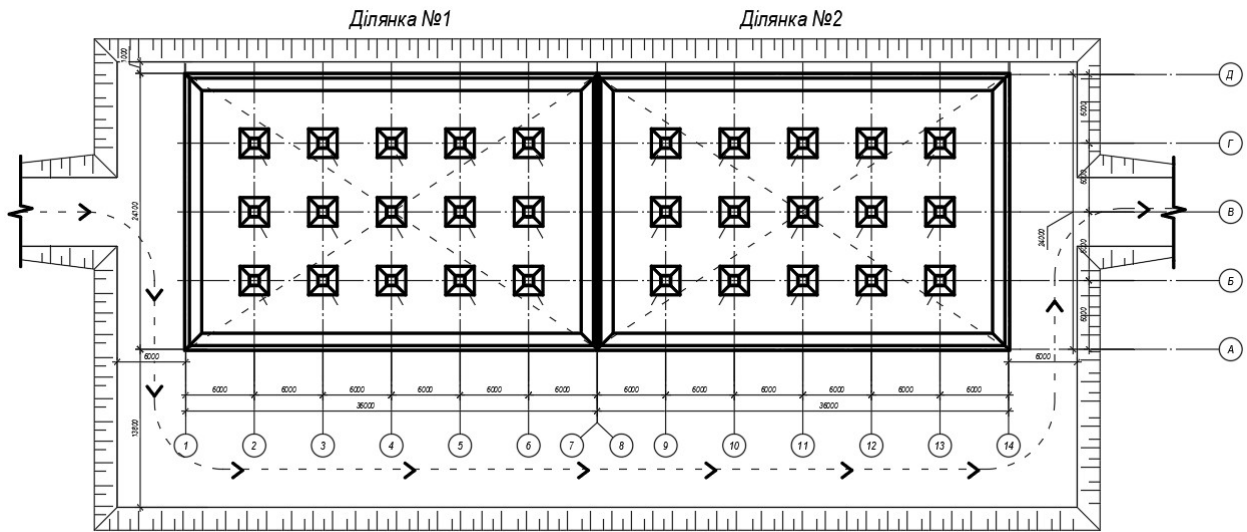


Рис. 3.5. Схема проходок монтажних кранів

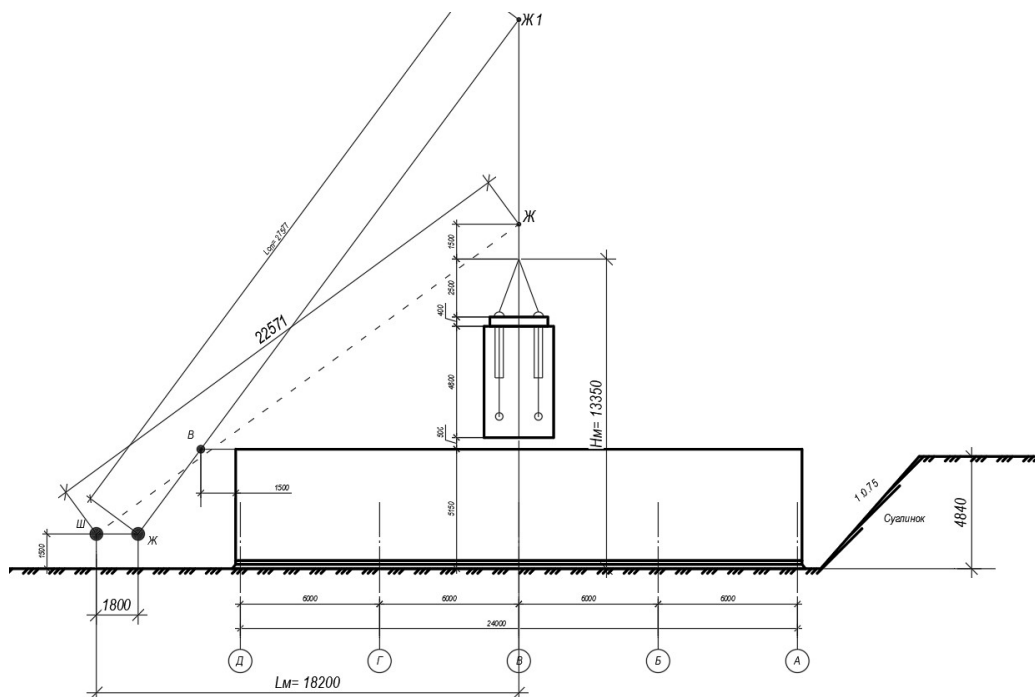


Рис. 3.6. Визначення монтажних характеристик стінових панелей

$$Q_M^{СП} = 7,1 + 0,15 + 0,05 = 7,3 \text{ т;}$$

$$H_M^{СП} = 5,15 + 0,5 + 4,8 + 0,5 + 2,5 = 13,45 \text{ м}$$

$$L_M^{СП} = L_{min} = 18,2 \text{ м.}$$

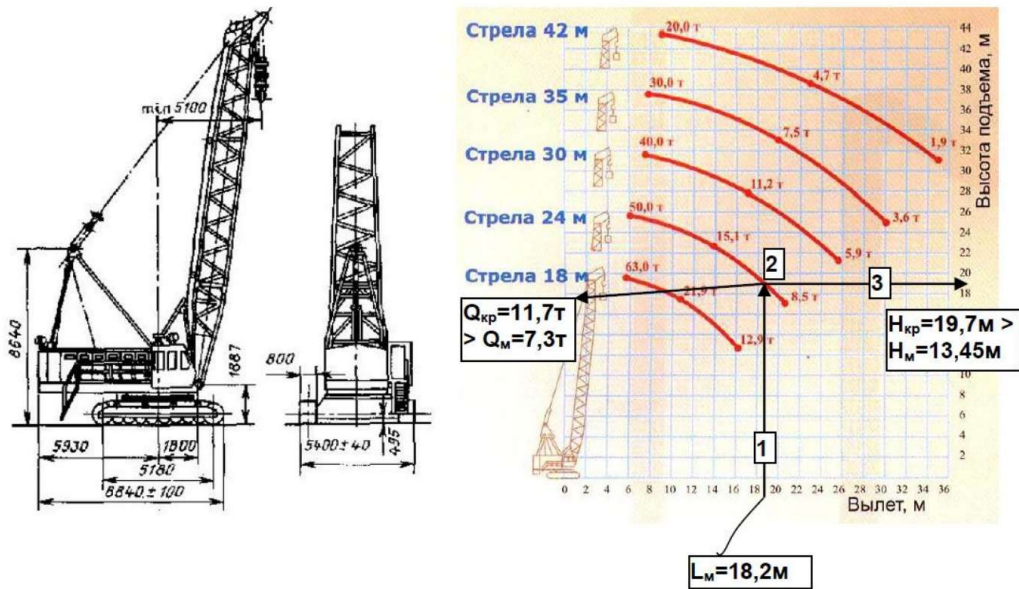


Рис.3.7. Загальний вид та вантажопідйомні характеристики гусеничного крана ДЕК-631А у стріловому виконанні зі стрілою 24 м

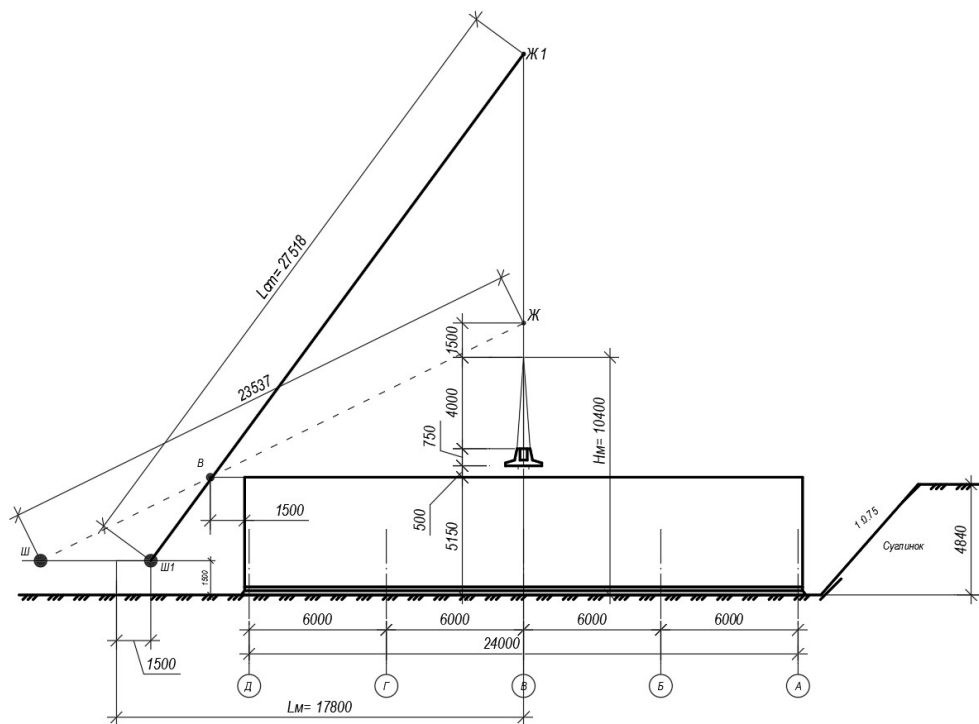


Рис. 3.8. Визначення монтажних характеристик фундаментів

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

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

$$L_M^{СП} = L_{min} = 17,8 \text{ м}$$

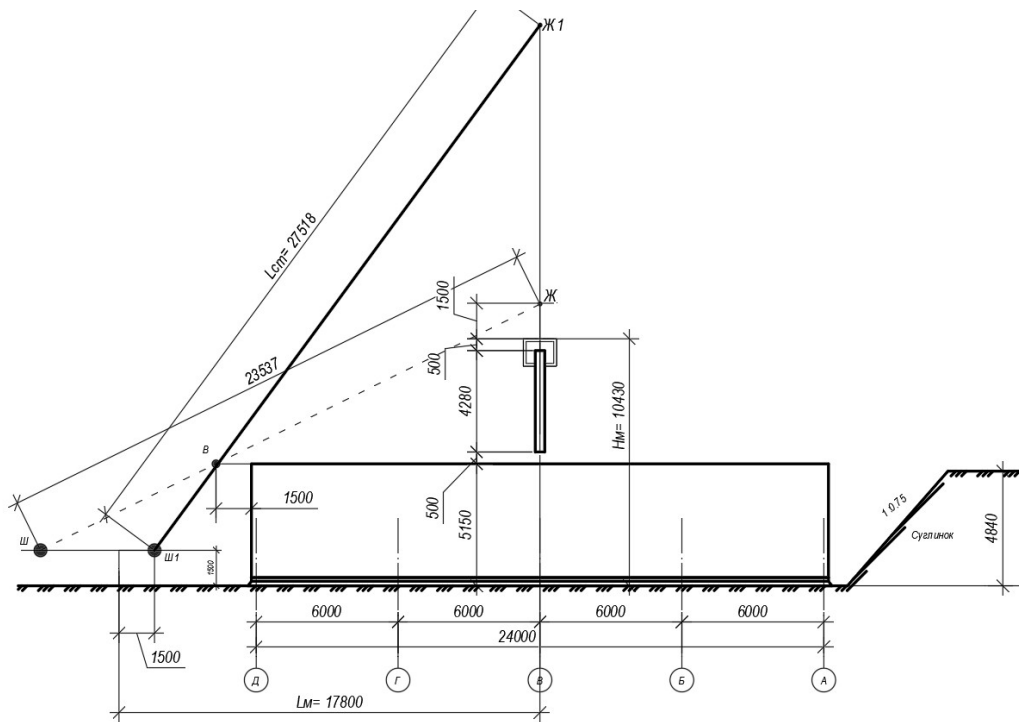


Рис. 3.9. Визначення монтажних характеристик колон

$$Q_M^{сп} = 1,7 + 0,135 = 1,84 \text{ т};$$

$$H_M^{сп} = 5,15 + 0,5 + 4,28 + 0,5 = 10,43 \text{ м}$$

$$L_M^{сп} = L_{min} = 17,8 \text{ м.}$$

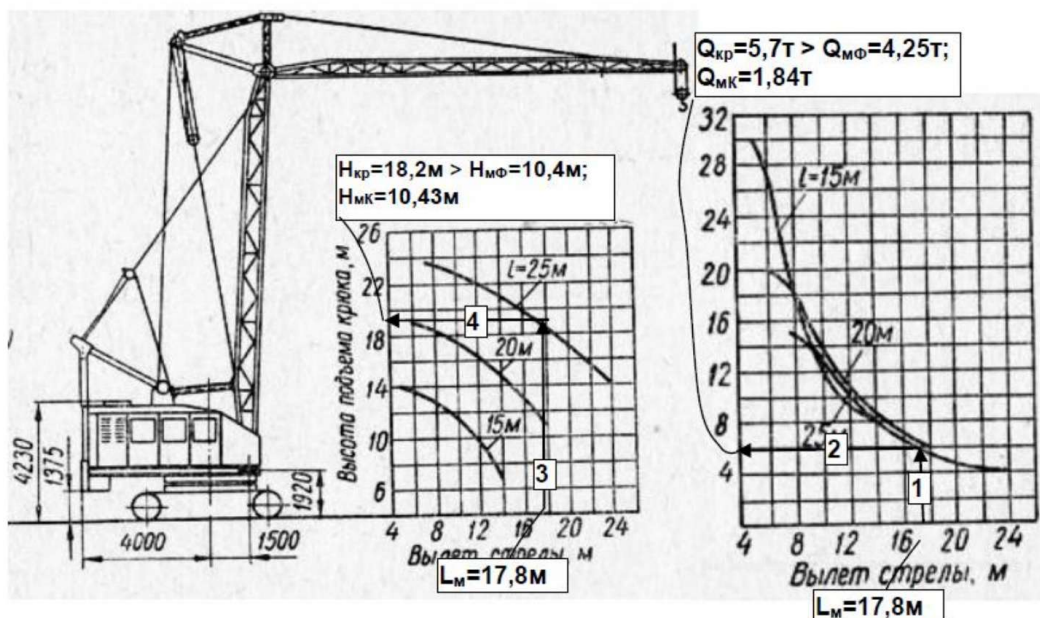


Рис.3.10. Загальний вид та вантажопідйомні характеристики гусеничного крана СКГ-30/10 у стріловому виконанні зі стрілою 25 м

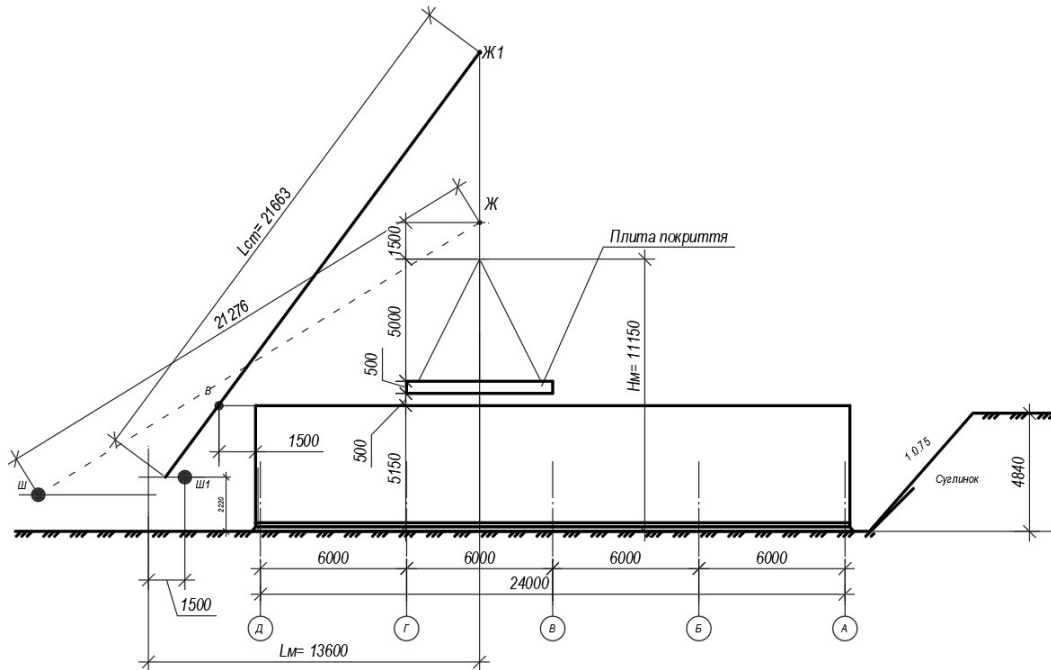


Рис.3.13. Визначення монтажних характеристик плит покриття

$$Q_M^{сп} = 2,3 + 0,048 = 2,35 \text{ т};$$

$$H_M^{сп} = 5,15 + 0,5 + 0,4 + 5 = 11,05 \text{ м}$$

$$L_M^{сп} = L_{min} = 13,6 \text{ м}$$

Таблиця 3.8. Підібрані монтажні крани, які задовольняють вимогам монтажних характеристик конструкцій в елементарних потоках

№ поз.	Назва конструкції в елементарних монтажних потоках	Монтажні характеристики конструкцій			Гусеничні крани, придатні за технічними характеристиками
		$Q_M, \text{т}$	$H_M, \text{м}$	$L_M, \text{м}$	
1	2	3	4	5	6
1	Стінові панелі	7,3	13,45	18,2	Гусеничний кран ДЕК-631А, стріла 24 м механічний привід
2	Фундаментні блоки	4,32	10,4	17,8	Гусеничний кран СКГ 30/10, стріла 25 м механічний привід
3	Колони	1,84	10,43	17,8	
4	Ригелі	4,25	10,75	17,4	Гусеничний кран СКГ-25, стріла 25 м механічний привід
5	Плити покриття	2,35	11,15	13,6	

Таблиця 3.9. Калькуляція трудових витрат (на дільницю)

№ п/п	Обґрунтування ЕНіР та ін.норми	Найменування процесів	Об'єм робіт		Норма часу		Трудовитрати на весь об'єм		Склад бригади	
			Од.вимір	Кільк.	Люд-год	Маш-год	Люд-год	Маш-год	Професія	Кільк.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Е 4-1-8 табл.2.п.10а.б	Установка панелей стін резервуара площею $4.8 \times 2.98 = 14.3 \text{ м}^2$	шт.	22	1.5	0.37	33	8.14	Монтажник- 5р,4р,3р,2р – 4 Машиніст -6р -1	4
2	Е 22-1-4. п.4а	Зварювання випусків арматури панелей стін $22 \times 4.32 = 95.04 \text{ м}$	10 м	9.5	7.1	-	67.45	-	Зварювальник 5р	1
3	Е4-1-51 п.1	Закладання швів дна паза днища бетонною сумішшю з ущільненням ($0.08 + 0.095$)/ $2 \times 0.33 \times 2.98 \times 22 = 1.89 \text{ м}^3$	1 м3	1.89	5.8	-	10.962	-	Монтажник 4р, 3р	2
4	Е 4-1-26 п.2а	Заливання швів панелей стін бетонною сумішшю механізованим способом. $4.8 \times 22 = 105.6 \text{ м}$	100 м	1.056	28	-	29.568	-	Монтажник 4р, 3р	2
5	Е 4-1-46 табл 2. п.12	Установка і в'язання арматури окремими стержнями монолітних ділянок стін резервуара	1 т	1.458	24	-	34.992	-	Армувальник 6р, 2р	2
6	Е 4-1-36, табл 2. п 8а	Влаштування опалубки монолітних ділянок стін резервуарів	1 м2	103.76	1.1	-	114.136	-	Тесляр 5р, 3р	2
7	Е 4-1-49 табл 3. п4д	Укладання бетонної суміші в монолітні ділянки стін резервуарів до 5 м3	1 м3	13.6	1.2	-	16.32	-	Бетонник 4р , 2р	2
8	Е 4-1-36 табл 2. п.8б	Розбирання опалубки монолітних ділянок стін резервуарів	1 м2	103.76	0.35	-	36.316	-	Тесляр 5р, 3р	2
9	Е 4-1-1 табл 2. п.8а б	Установка фундаментів масою до 5 т	1 шт.	15	2	0.67	30	10.05	Монтажник-4р,3р,2р - Машиніст -6р -1	3

10	Е 4-1-4 табл 2.п.2а.б	Установка колон масою до 2 т у стакани фундаментів за допомогою кондукторів	1 шт.	15	2.4	0.24	36	3.60	Монтажник- 5р,4р,3р,2р - 4Машиніст -6р -1	4
11	Е 4-1-25 табл .1 п.1	Замонолічування колон у стаканах фундаментів	1 стик	15	0.81	-	12.15	-	Монтажник 4р, 3р	2
12	Е 4-1-6 табл 2. п.4а.б	Установка ригелів масою до 5т	1 шт.	18	2.4	0.48	43.2	8.64	Монтажник- 5р,4р,3р,2р – 4 Машиніст -6р -1	4
13	Е1-19 п.2а	Електрозварювання ригеля з колоною 0.62x18=10.8 м	10 м	1.08	6.8	-	7.344	-	Зварювальник 5р	1
14	Е 22-1-3 п.1Г	Електрозварювання ригеля із стіноюю панеллю 0.25x9=2.25 м	10 м	0.225	6.8	-	1.53	-	Зварювальник 5р	1
15	Е 4-1-7 п.9а.б	Установка плит покриття площею до 1 м2 1.5x6=9 м2	1 шт.	88	0.84	0.21	73.92	18.48	Монтажник- 5р,4р, 3р,2р – 4 Машиніст -6р -1	4
16	Е 22-1-3 п.1Г	Електрозварювання плити з ригелем 0.24x88=21.12 м	10 м	2.12	6.8	-	14.416	-	Зварювальник 5р	1
17	Е 22-1-3 П.1Г	Електрозварювання плити покриття із стіноюю панеллю при обпиранні довшою стороною 0.08x7=0.56 м	10 м	0.056	6.8	-	0.3808	-	Зварювальник 5р	1
18	Е 4-1-26 п.3а	Заливка швів плити покриття розчином механізованим способом	100 м	7	4	-	28	-	Монтажник 4р, 3р	2

Таблиця 3.10. Технологічні розрахунки монтажу РЧВ (на діляницю)

№ п/п	Посилання на пункти калькуляції	Найменування процесів	Об'єм робіт		Трудовитрати на весь об'єм				Склад бригади		Кільк. змін	Трив, днів	Виконання норм, %
					Нормативна		Прийнята						
			Од.вимір	Кільк.	Люд-зм.	Маш-зм.	Люд-зм.	Маш-зм.	Професія	Кільк.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	1	Установка панелей стін резервуару площею	1 шт.	22	4.125	1.02	4	1	Монтажник 5р,4р, 3р,2р, Машиніст 6р	4	1	1	103.13
2	2	Зварювання випусків арматури панелей стін	10 м	9.5	8.43125	-	8	-	Зварювальник 5р	8	1	1	105.39
3	3,4	Закладання швів дна паза днища і панелей стін бетонною сумішшю	1 м3 100 м	2.946	5.06625	-	4	-	Монтажник 4р,3р	4	1	1	126.66
4	5,6,7,8	Бетонування монолітних ділянок стін резервуару	1 т 1 м2 1 м3 1 м2	222.578	25.2205	-	24	-	Армувальник 6р, 2р. Тесляр 5р, 3р. Бетонувальник 4р, 2р	6	1	4	105.09
5	9,10,11	Установка фундаменті, колон, замонолічування колон у стаканах фундаментів	1 шт. 1шт. 1 стик	45.00	9.77	1.71	10	2	Монтажник 5р,4р, 3р,2р, Машиніст 6р	5	1	2	97.69
6	12,15	Установка ригелів плит покриття	1шт. 1шт.	106.00	14.64	3.39	15	3	Монтажник 5р,4р, 3р,2р, Машиніст 6р	5	1	3	97.60
7	13,14,16,17	Електрозварювання ригелів з колонами і стіновими панелями, плит покриття з ригелями і стіновими панелями	10 м 10 м 10 м 10 м	3.48	2.96	-	3	-	Зварювальник 5р	1	1	3	98.63
8	18	Заливка швів плит покриття розчином механізованим способом	100 м	7.00	3.50	-	4	-	Монтажник 4р, 3р	2	1	2	87.50
Всього					73.711	6.11	72	6	Всього		17	102.38	

Таблиця 3.12. Потреба в будівельних конструкціях, деталях, напівфабрикатах, матеріалах і устаткуванні

№ пор.	Будівельні конструкції, деталі, напівфабрикати, матеріали та устаткування	Марка	Одиниця вимірювання	Кількість
1	2	3	4	5
1	Стінова панель	ПС2-48-БГ1	шт.	22
2	Стінова панель	ПС1-48-БГ1	шт.	14
3	Фундамент під колони	2ФР2	шт.	15
4	Колона	ЗКР48	шт.	15
5	Ригель	Р-1	шт.	18
6	Плита покриття	1П7	шт.	8
7	Плита покриття	1П3	шт.	88
8	Бетон	С 10/15	м ³	35,1
9	Розчинна суміш	М 100	м ³	5
10	Вироби монтажні	-	т	0,3
11	Пісок	-	м ³	15,9
12	Бруски 75 мм	IV сорт	м ³	2,3
13	Дошки 25 – 32 мм	IV сорт	м ³	15,3
14	Дошки 40 мм	IV сорт	м ³	4,9
15	Гвіздки 100 мм	-	кг	19,4
16	Електроди	Е-42	кг	45,8
17	Дріт 4 мм	Вр-I	кг	4,8
18	Бетон для монолітних ділянок	С 15/20	м ³	27,2
19	Арматура діаметром 6 мм	A240С	кг	24,0
20	Арматура діаметром 8 мм	A400С	кг	370,4
21	Арматура діаметром 14 мм	A400С	кг	208,8
22	Арматура діаметром 16 мм	A400С	кг	2312,8
23	Гвіздки 120 мм	-	кг	40,3
24	Тісто вапняне	-	кг	159,9

Таблиця 3.13. Схема операційного контролю якості роботи

Операції які підлягають контролю		Контроль якості виконання операцій			
Виконавцем	Майстром	Склад	Спосіб	строки	залучені служби
1	2	3	4	5	6
-	Монтаж панелей резервуару	Відповідальність послідовність монтажу розроблених ТК. Точність установки панелей резервуара. Контроль якості, закладених стиків	Візуально, рулеткою	В процесі-монтажу	-
Монтаж панелей резервуара	-	Правильність і надійність стропування. Вертикальність встановлених панелей. Надійність тимчасового кріплення. Правильність привязки панелей резервуара в плані	Візуально, рулеткою	В процесі-монтажу	-
-	Монтаж фундаментів	Суміщення осей фундаменту відносно осей. Відхилення відміток вирівнювального шару під блоки і опорні поверхні дна стаканів від проектних. Щільність примикання підшови фундаменту до поверхні основи	Візуально, рулеткою	В процесі-монтажу	Геодезична служба
Монтаж фундаментів	-	Відхилення відміток опорних поверхонь дна стаканів від проектних. Відповідність положення змонтованих фундаментів в плані	Візуально, рулеткою	В процесі-монтажу	Геодезична служба
-	Монтаж колон, ригелів, плит покриття	Установку конструкцій в проектне положення. Надійність тимчасового кріплення. Якість бетонних робіт при замоноличуванні колон. Глибину облицювання плит	Візуально, рулеткою	В процесі-монтажу	-
Монтаж колон, ригелів, плит покриття	Дюбелі фасадні 12x100 мм	Фактичне положення змонтованих конструкцій. Відповідність закріплення конструкцій проектом	Візуально, рулеткою	В процесі-зварювання	Геодезична служба
-	Зварювання закладних деталей	Відповідність порядку зварювання і типу використаних електродів. Прокту. Розміри швів, якість зачистки	Візуально,	В процесі-зварювання	Лабораторія
Зварювання і антикорозійний захист	-	Якість зварювання, наявність і правильність ведення журналу зварювальних робіт. Якість антикорозійного покриття.	Візуально,	В процесі-закладання стиків	Лабораторія
-	Закладання стиків	Дотримання технологічної послідовності операції. Якість закладених стиків. Температурно-вологісний режим твердіння розчину. Фактичну міцність бетону і розчину і терміни розбирання опалубки.	Візуально,	В процесі-монтажу	Лабораторія
Закладання стиків	-	Якість герметизації зовнішніх стін. Фактичну міцність бетону і розчину. Зовнішній вигляд закладних стиків	Візуально,	В процесі-монтажу	Лабораторія

РОЗДІЛ 4 СОБІВАРТІСТЬ ВОДИ ТА ПОСЛУГ ВОДОПОСТАЧАННЯ

Виконуємо розрахунок чисельності працівників, які залучаються до основного та допоміжного виробництва систем водопостачання і водовідведення.

Складаємо штатний розпис, у якому враховуємо всі необхідні професії та спеціалізації.

До складу допоміжного персоналу включаємо молодший обслуговуючий персонал (МОП) — двірників, прибиральниць тощо. Їхню кількість визначаємо за відповідними нормативами, орієнтовно приймаючи 3–4 особи.

Зазначимо, що МОП не враховуються в графі «Чисельність робітників», а відносяться до загальної «Чисельності працюючих», як це передбачено звітністю та нормативними розрахунками. Це враховується в подальших етапах розрахунку.

Таблиця 4.1. Розрахунок чисельності робітників основного і допоміжного виробництва водопроводу на 2025р.

№ п/п	Вид споруд	Професія	Розряд	Обсяг виробництва /продуктивність споруд, протяжність мереж тощо/		Нормативна чисельність робітників (прийнята), чол./добу	Основа
				Одиниця	Кількість одиниць		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Водоприймальні споруди	Машиніст насосних установок	5	Тисяча м ³ /добу	34,6	4,2 (4)	Дод 2.1
1.1		Електромонтер з ремонту та обслуговування електроустаткування	5	Тисяча м ³ /добу	34,6	4,2 (4)	Дод 2.1
2.1	Мікрофільтр	Оператор	4	Тисяча м ³ /добу	34,6	4,3 (4)	Дод 2.3
2.2	Контактна камера	Оператор	4	Тисяча м ³ /добу	34,6	4,3 (4)	Дод 2.3
2.3	Змішувач	Оператор	4	Тисяча м ³ /добу	34,6	4,3 (4)	Дод 2.3
2.4	Контактний освітлювач	Оператор	4	Тисяча м ³ /добу	34,6	4,3 (4)	Дод 2.3
2.5	Хлораторні установки	Оператор хлораторних установок	4	Тисяча м ³ /добу	34,6	4,2 (4)	Дод 2.3
2.6	Цех приготування реагентів і дозування	Коагулянтщик	2	Тисяча м ³ /добу	34,6	4,4 (5)	Дод 2.3
2.7	Компресорні установки	Машиніст повітродувних установок	4	Тисяча м ³ /добу	34,6	2 (2)	Дод 2.3

3	Водопровідна мережа/ включаючи водопроводи, вуличну, внутрішньоквартальну і внутрішньодворову мережі	Слюсар аварійно-відновлювальних робіт	4	км	55	10 (10)	Дод 2.4
		Обхідник водопровідної мережі	3	км	55	10 (10)	Дод 2.4
4	РЧВ	Водороздатчик	1	шт	2	1,0	Дод 2.5
5	Насосні станції водопроводу	Машиніст насосних установок	5	Тисяча м ³ /добу	34,6	4,2 (4)	Дод 2.10
		Електромонтер з ремонту та обслуговування електроустаткування	5	Тисяча м ³ /добу	34,6	4,2 (4)	Дод 2.10
		Газоелектрозварник	4	Тисяча м ³ /добу	34,6	1	Дод 2.10
		Електромонтер по ремонту устаткування	5	Тисяча м ³ /добу	34,6	4,2 (4)	Дод 2.10
		Електромонтер по обслуговуванню устаткування	3	Тисяча м ³ /добу	34,6	4,2 (4)	Дод 2.10
		Слюсар КВПіО	4	Тисяча м ³ /добу	34,6	1	Дод 2.10
		Лаборанти хіміко-бактеріологічної лабораторії:	5	Тисяча м ³ /добу	34,6	1	Дод 2.10

Всього робітників 75 чол.

МОП 4 чол.

Всього працюючих по підприємству: 79 чол.

Таблиця 4.2. Розрахунок нормативної чисельності ІТП і службовців водопроводу на 2025р.

№ п/п	Функція управління	Структурний підрозділ	Перелік посад з виконанням відповідних функцій	Нормативна чисельність, чол.
1	2	3	4	5
1	Загальне керівництво основним виробництвом і кадрами	Управління, відділ кадрів	Начальник управління	1
			головний інженер	1
			інженер по кадрах	1
2	Оперативне керівництво спорудами водопроводу	Очисні споруди водопроводу	Начальник очисної станції	1
3	Оперативне керівництво мережами водопроводу	Водопровідні мережі	Начальник ділянки	1
			Головний диспетчер	1
			Інженери	3
			Техніки	2

Продовження таблиці 4.2.

№ п/п	Функція управління	Структурний підрозділ	Перелік посад з виконанням відповідних функцій	Нормативна чисельність, чол.
1	2	3	4	5
4	Розвиток і технічна підготовка виробництва, охорона праці і техніки безпеки	Виробничій відділ праці	Начальник відділу	1
			інженери	1
			інженер по охороні праці техніці безпеки	1
5	Технічний контроль якості продукції	Хіміко-бактеріологічна лабораторія	Начальник лабораторії	1
			інженери	2
			лаборанти	2
6	Ремонт і технічне обслуговування енергетичного та іншого обладнання, будівель, споруд, мереж, КІПіА	Допоміжні цехи /ділянки/	Інженери усіх спеціальностей	3
7			Начальник відділу	1
8	Техніко-економічне планування організація праці і заробітної плати, НОТ	Планово-економічний відділ	економісти	2

Продовження таблиці 4.2.

№ п/п	Функція управління	Структурний підрозділ	Перелік посад з виконанням відповідних функцій	Нормативна чисельність, чол.
1	2	3	4	5
9	Техніко-економічне планування організація праці і заробітної плати, НОТ	Планово-економічний відділ	економісти	2
10	Бухгалтерський облік і Н ₆ фінансова діяльність, організація взаєморозрахунків з споживачами, водозбуту	Бухгалтерія	Головний бухгалтер	1
			бухгалтери	1
11	Господарчі функції /матеріально-технічне постачання, діловодство, господарське обслуговування/	Відділ матеріально-технічного постачання	Начальник відділу	1
			техніки	1
			комірники	1

Всього по підприємству:

30 чоловік

Таблиця 4.3. Розрахунок фонду заробітної плати робітників, ІТП і службовців на 2025р.

№ п/п	Посада	Кількість	Встановлений місячний оклад	Річний фонд заробітної плати, грн	Премія із ФМЗ, %	Річна сума премії, грн	Загальний річний фонд заробітної плати ,тис. грн
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Начальник управління	1	30000	360000	25%	90000	450
2	Головний інженер	1	25000	300000	25%	75000	375
3	Начальник очисної станції	1	20000	240000	25%	60000	300
4	Начальник ділянки	1	20000	240000	25%	60000	300
5	Головний диспетчер	1	10000	120000	25%	30000	150
6	Технік	3	9500	342000	25%	85500	427,5
7	Начальник відділу	3	15000	540000	25%	135000	675
8	Інженери всіх спеціальностей	11	12000	1584000	25%	396000	1980
9	Начальник лабораторії	1	15000	180000	25%	45000	225
10	Лаборанти	2	8500	204000	25%	51000	255
11	Економісти	2	12000	288000	25%	72000	360
12	Головний бухгалтер	1	15000	180000	25%	45000	225
13	Бухгалтер	1	10000	120000	25%	30000	150
14	Комірник	1	8500	102000	25%	25500	127,5
15	Робітник 1 розряду	1	9000	108000	25%	27000	135
16	Робітник 2 розряду	5	9500	570000	25%	142500	712,5
17	Робітник 3 розряду	14	10000	1680000	25%	420000	2100
18	Робітник 4 розряду	34	10500	4284000	25%	1071000	5355
19	Робітник 5 розряду	21	12000	3024000	25%	756000	3780
20	МОП	4	8000	384000	25%	96000	480

Всього: 109 чол.

18562,5 тис.грн

Розрахунок потреб електроенергії

Визначаємо витрату одного насоса 300Н(Н)13:

$$Q_H = Q_{\text{доб (розр)}}/24n = 34631 / (24 \cdot 2) = 721,54 \text{ м}^3/\text{Год};$$

Потужність насоса

$$N_H = \frac{Q_H \cdot H_H}{102 \cdot \eta_H \cdot 3,6} = \frac{721,54 \cdot 25,14}{102 \cdot 0,76 \cdot 3,6} = 65,03 \text{ кВт}$$

Розрахункова потужність електродвигуна насоса (за умови приєднання насоса до двигуна через пружну муфту):

$$N_{\text{дв}}^p = N_H k_1 = 65,03 \cdot 1,12 = 72,83 \text{ кВт.}$$

Коефіцієнт корисної дії електродвигуна $\eta_{\text{дв}}$ приймаємо за таблицею 55.

Таблиця 4.4. Коефіцієнт корисної дії електродвигуна

Потужність електродвигуна, кВт	До 22	22-40	40-100	100-1000	1000-2000	Більше 2000
К.к.д. електродвигуна, $\eta_{\text{дв}}$	0,72-0,89	0,89-0,91	0,91-0,92	0,92-0,94	0,94-0,95	0,95-0,97

Річна витрата електроенергії НС-І, що сплачується:

$$E^{\text{НС-І}} = \frac{N_H n \cdot 24 \cdot 365}{\eta_{\text{дв}}} k_5 = \frac{72,83 \cdot 24 \cdot 365}{0,91} \cdot 1,05 = 1472286,3 \text{ кВт} \cdot \text{г}$$

Таблиця 4.5. Визначення добової потужності насосної станції II підйому

Години доби	$P\%$ для кгод мах	$Q_i, \text{м}^3/\text{Г}$	Кількість працюючих насосів n , шт.	Витрата одного насоса $Q_n = Q_i/n$, $\text{м}^3/\text{Г}$	Потужність насоса за характеристикою N , кВт	$N \cdot n$, кВт
1	2	3	4	5	6	7
0-1	2,5	645,71	1	645,71	244,3	244,3
1-2	2,65	645,71	1	645,71	244,3	244,3
2-3	2,2	645,71	1	645,71	244,3	244,3
3-4	2,25	1082,69	1	1082,69	380,9	380,9
4-5	3,2	1082,69	1	1082,69	380,9	380,9
5-6	3,9	1082,69	1	1082,69	380,9	380,9
6-7	4,5	1082,69	1	1082,69	380,9	380,9
7-8	5,1	1082,69	1	1082,69	380,9	380,9
8-9	5,35	1082,69	1	1082,69	380,9	380,9
9-10	5,85	1576,11	1	1576,11	396,4	396,4
10-11	5,35	1576,11	1	1576,11	396,4	396,4
11-12	5,25	1576,11	1	1576,11	396,4	396,4
12-13	4,6	1576,11	1	1576,11	396,4	396,4
13-14	4,4	1576,11	1	1576,11	396,4	396,4
14-15	4,6	1576,11	1	1576,11	396,4	396,4
15-16	4,6	1576,11	1	1576,11	396,4	396,4
16-17	4,9	1082,69	1	1082,69	380,9	380,9
17-18	4,6	1082,69	1	1082,69	380,9	380,9
18-19	4,7	1082,69	1	1082,69	380,9	380,9
19-20	4,5	1082,69	1	1082,69	380,9	380,9
20-21	4,4	1082,69	1	1082,69	380,9	380,9
21-22	4,2	1082,69	1	1082,69	380,9	380,9
22-23	3,7	1082,69	1	1082,69	380,9	380,9
23-24	2,7	1082,69	1	1082,69	380,9	380,9

Витрата за кожную годину доби:

$$Q_i = Q_{доб} P/100, \text{ м}^3/\text{Г.}$$

Річна витрата активної електроенергії, що сплачується:

$$E^{HC-II} = \frac{\Sigma(N \cdot n) \cdot 365}{\eta_{дв}} k_5 = \frac{8840,3 \cdot 365}{0.851} 1.05 = 3226309,5 \text{ кВт} - \text{Г}$$

Розрахунок витрат електроенергії електродізнної установкою «Полум'я-2 25кг»

$$N_{дв}^p = N_H k_1 = 4,5 \cdot 1,15 = 5,175 \text{ кВт.}$$

$$E^{HC-I} = \frac{N_H n \cdot 24 \cdot 365}{\eta_{дв}} k_5 = \frac{5,175 \cdot 24 \cdot 365}{0.72} \cdot 1.05 = 59882 \text{ кВт} - \text{Г}$$

Вартість електроенергії водопровідних насосних станцій:

$$B_{ел} = Ц \cdot (E^{HC-I} + E^{HC-II}) = 1,68(1\,472\,286,3 + 3\,226\,309,5 + 59\,882) = 7\,997\,233,38$$

грн.

Річна потреба реагентів для очищення природних вод:

$$P_p = D_{сер} \cdot Q_p$$

Таблиця 4.6. Розрахунок потреб і вартості реагентів для очищення природних вод на 2025 р.

№ п/п	Реагенти	Одиниця	Доза реагенту	Обсяг виробництва подача води (очищення стічних вод), тис. м ³ /рік	Витрата реагенту, т	Вартість 1 т реагенту грн	Загальна вартість реагенту грн
1	2	3	4	5	6	7	8
1	NaCl	кг/м ³	0,025	12640,3	93,12	5400	502848
2	Fe2(SO4)3	кг/м ³	0,04	12640,3	711,75	24000	17082000
3	ПАА	кг/м ³	0,00045	12640,3	4,02	36000	144745,92
4	Лужний реагент (вапно)	кг/м ³	0,0237	12640,3	275,94	1650	455301
5	NaF	кг/м ³	0,00254	12640,3	32,1	15000	481595,43

Всього: 18 666 490,35 грн

Таблиця 4.7. Розрахунок амортизаційних відрахувань на 2025р

№ п/п	Основні фонди	Вартість основних фондів В, тис .грн	Строк корисного виористання Т, років	Сума амортизаційних відрахувань А, тис.грн
1	2	3	4	5
1	Береговий водозабор, тис.грн	5958	15	397,2
2	Насоси, 2 шт	-	5	-
3	Комплекс очисних споруд водопроводу, що включає реагентне господарство, НС- II і устаткування, тис.грн	75700	15	5046,6
4	РЧВ залізобетонні, тис.грн	2982x2 =5964	15	397,6
5	Водонапірна башта, тис.грн	2638	15	175,86
6	Залізобетонна огорожа висотою 1,9 м, тис.грн	1651	5	330,2
7	Водопроводи сталеві тис.грн	2694,6	10	269,46
8	Мережі водопровідні сталеві, тис.грн	9860	10	986
9	Мережі водопровідні чавунні, тис.грн	34371	10	3437,1
10	Мережі водопровідні поліетиленові, тис.грн	1072,8	10	107,28

Всього: 11 147 300 тис. грн

Таблиця 4.8. Кошторис витрат на подачу води, грн

Стаття витрат	Кількість	Примітка
1	2	3
Заробітна плата робітників, ІПП і службовців	18 562 500	
Нарахування на заробітну плату (ЄСВ) в розмірі 22%	4 083 750	
Всього:	22 646 250	грн
Електроенергія	7 997 233,38	
Реагенти	18 666 490,35	
Амортизація	11 147 300	
Всього:	37 811 024	грн
Інші витрати	6 045 727,373	

Всього витрат: 66 503 001,1 грн

Собівартість продукції водопроводу:

$$C = \frac{З}{Q_p} = \frac{66\,503\,001,1}{12640315} = 5,2611 \text{ грн/м}^3;$$

РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Проектування систем водопостачання обов'язково включає дотримання екологічних вимог, зокрема захист джерел водозабору, запобігання забрудненню підземних і поверхневих вод, а також обмеження техногенного впливу на природне середовище.

5.1 Зони санітарної охорони

Згідно з вимогами ДСанПіН 2.2.4-171-10 та положеннями п. 9.1–9.3 ДБН В.2.5-74:2013, для кожного джерела централізованого водопостачання обов'язково передбачаються зони санітарної охорони (ЗСО). Їх основна функція — забезпечення захисту водозабору від можливого забруднення. ЗСО поділяються на три функціональні пояси:

- Перший пояс (зона суворого режиму) охоплює безпосередню територію навколо водозабірних споруд. Для поверхневих джерел мінімальна відстань від точки водозабору становить не менше 200 м. На цій ділянці категорично заборонена будь-яка діяльність, що може загрожувати якості води: будівництво, проживання, розміщення складів, прокладання трубопроводів, землеробство, випас худоби тощо.
- Другий пояс (зона обмежень) створюється для запобігання переносу можливих забруднювачів із суміжних територій. Конфігурація та площа цієї зони визначаються з урахуванням гідрогеологічних, гідрологічних і кліматичних характеристик місцевості. Орієнтовна ширина — від 500 до 1000 метрів. Тут допускається обмежене землекористування за спеціальними умовами.
- Третій пояс (зона спостереження) охоплює всю площу водозбірного басейну, що впливає на якість води в джерелі. У цій зоні допускається контрольоване господарське використання земель, але лише за погодженням з органами санітарно-епідеміологічного нагляду. Забезпечується регулярний моніторинг стану ґрунтів, води та потенційних джерел забруднення.

Забезпечення належного режиму зон санітарної охорони є обов'язковим заходом у системі екологічної безпеки та невід'ємною складовою при проектуванні об'єктів водопостачання.

5.2 Заходи для об'єктів системи водопостачання

Відповідно до ДБН В.2.5-75:2013, при проектуванні об'єктів водопостачання обов'язково дотримуються мінімально допустимі санітарно-захисні відстані між основними елементами інфраструктури та об'єктами, що можуть зазнавати або створювати санітарно-екологічний вплив:

- від споруд водопідготовки до житлової забудови — не менше 50 м;
- від резервуарів чистої води до зовнішніх стін будівель — не менше 25 м;
- від водонапірної вежі — не менше 15 м;
- від місць зберігання реагентів до межі зони санітарної охорони — не менше 30 м.

У проєкті передбачено комплекс технічних рішень, що враховують як нормативні вимоги, так і природно-гідрологічні умови майданчика:

- два незалежні водозабірні блоки з окремими підвідними трубопроводами, що забезпечують надійність і резервування подачі води;
- береговий сітковий колодязь, розташований на підвищеній ділянці, що виключає ризик підтоплення під час паводків або підйому рівня води;
- система промивних трубопроводів для запобігання замуленню водозабірних споруд та підтримання стабільної роботи обладнання;
- резервуари чистої води загальним об'ємом $2 \times 4000 \text{ м}^3$, розташовані з дотриманням нормативних санітарних розривів, що гарантує безпечне зберігання води та її стабільну подачу до споживачів.

Запропоновані рішення забезпечують екологічну безпеку, стійкість системи до аварійних ситуацій та відповідність сучасним технічним і санітарно-гігієнічним вимогам.

5.3 Заходи щодо охорони поверхневих вод

Відповідно до статті 87 Водного кодексу України, скидання неочищених або недостатньо очищених стічних вод у поверхневі водні об'єкти категорично заборонено. Для запобігання негативному впливу на довкілля проектом передбачено комплекс заходів екологічної безпеки:

- застосовано герметичні трубопроводи, що унеможливають просочування стоків у ґрунтові води;
- передбачено влаштування технологічних майданчиків із дренажною системою для збирання можливих аварійних витоків;
- встановлено запірну арматуру на ключових ділянках системи з метою локалізації аварійних ситуацій;
- організовано щоденний лабораторний контроль якості води, що подається на очисні споруди та скидається після очищення;
- на насосних станціях запроваджено автоматизовану систему сигналізації, що реагує на зміну тиску, рівня або витрат;
- забезпечено обмеження доступу сторонніх осіб на територію об'єкта шляхом облаштування огорожі та впровадження режиму охорони.

Застосування вищезазначених рішень дозволяє гарантувати надійне функціонування системи водовідведення з мінімальним ризиком для довкілля та в повній відповідності до чинного природоохоронного законодавства України.

5.4 Інші екологічні рішення

Проектована технологія очищення води ґрунтується на застосуванні контактної освітлювача, що забезпечує ефективне видалення забруднень при мінімальному використанні хімічних реагентів. Такий підхід сприяє зменшенню навантаження на навколишнє середовище та знижує обсяг утворених відходів.

Для будівництва очисних споруд передбачено використання екологічно безпечних матеріалів, які відповідають чинним стандартам у сфері охорони довкілля та забезпечують тривалий термін експлуатації без негативного впливу на ґрунт і підземні води.

З метою покращення мікроклімату та зменшення впливу шуму й пилу, у межах території комплексу запроектовано озеленення, що також виконує функції природного бар'єра і підвищує естетичну привабливість об'єкта.

5.5 Водоохоронні та санітарні заходи

У межах проєкту реалізовано комплекс заходів з екологічного контролю та безпеки функціонування водогосподарських об'єктів. Зокрема, передбачено:

- організацію лабораторного контролю якості води на всіх ключових етапах технологічного процесу — від забору до скиду;
- використання герметичних ємностей для зберігання та дозування реагентів, що виключає можливість їхнього витоку в навколишнє середовище;
- впровадження локальних очисних споруд для обробки технологічних стоків, що утворюються в процесі експлуатації об'єкта;
- утримання зони санітарної охорони (ЗСО) у належному санітарному стані, включаючи прибирання території, боротьбу з самосійною рослинністю та регулярний огляд;
- ведення журналу екологічного контролю, де фіксуються всі результати лабораторних досліджень, перевірок, заходів реагування та інші дані, що підтверджують відповідність системи вимогам природоохоронного законодавства.

Ці заходи забезпечують стабільне функціонування об'єкта з дотриманням екологічних норм і сприяють мінімізації впливу на довкілля.

5.6 Заборонені дії в межах зон санітарної охорони

Відповідно до статті 88 Водного кодексу України та вимог ДСанПіН 2.2.4-171-10, на території зон санітарної охорони (ЗСО) джерел централізованого водопостачання встановлюється чіткий режим обмежень, що регламентує допустимі та заборонені види діяльності у межах кожного поясу:

- У межах першого поясу (зона суворого режиму) суворо забороняється будь-яке будівництво, прокладання інженерних комунікацій, скидання

стічних вод, зберігання матеріалів, організація автостоянок, рибальство, а також проїзд і стоянка автотранспорту. Це зона максимального захисту водозабору.

- У другому поясі (зона обмежень) забороняється розміщення автомийок, зберігання та використання пестицидів, добрив і хімікатів, а також випас худоби. Ці обмеження спрямовані на запобігання непрямому забрудненню джерела через інфільтрацію або поверхневий стік.
- У третьому поясі (зона спостереження) обмежується інтенсивне ведення сільського господарства, зокрема землеробство без контролю агрохімікатів, вирубка лісів, проведення меліоративних робіт без узгодження з органами екологічного та санітарного нагляду.

Дотримання встановленого режиму є обов'язковим і має контролюватися відповідними службами з метою захисту джерел водопостачання від забруднення та виснаження.

Висновки

У межах цієї кваліфікаційної роботи виконано всебічне проектування системи водопостачання міста з населенням близько 46 тисяч осіб. Проект охоплює аналіз джерела водопостачання, проектування водозабірних споруд, станції водоочищення, насосних станцій першого та другого підйому, резервуарів чистої води, водонапірної башти, а також внутрішньої системи водопостачання для 12-поверхового житлового будинку.

За результатами гідравлічних та техніко-економічних розрахунків встановлено, що запроєктована система забезпечує необхідну продуктивність, стабільну роботу та відповідну якість водопостачання у штатному, аварійному та пожежному режимах. Зокрема, розраховано потужність насосної станції другого підйому з урахуванням пікового годинного водоспоживання, визначено напір, втрати тиску, а також підібрано оптимальні типи насосного обладнання. З метою гарантування безперебійної роботи передбачено встановлення двох насосів — робочого та резервного — згідно з нормативними вимогами.

Внутрішні мережі водопостачання розроблено з урахуванням чинних нормативів водоспоживання, проведено вибір діаметрів труб, побудовано аксонометричні схеми, визначено характеристики стояків, вводів і сантехнічного обладнання.

Проект також враховує розміщення охоронних зон навколо водогосподарських споруд, дотримання санітарно-гігієнічних вимог, вимог щодо благоустрою території та екологічної безпеки. Економічні розрахунки вартості водопостачання підтвердили доцільність обраного інженерного рішення.

Таким чином, проєктована система відповідає сучасним критеріям ефективності, енергозбереження та надійності. Передбачені інженерні рішення забезпечують якісне водопостачання населення та враховують імовірні аварійні ситуації, що дозволяє рекомендувати даний проєкт до практичної реалізації в містах аналогічного масштабу.

Список літератури

1. ДБН В.2.5-74:2013 Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – К.: Мінрегіон України, 2013. – 180 с.
2. Шевелев Ф.А., Шевелев А.Ф. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб. Справочное пособие. М., Стройиздат, 1984. – 116 с.
3. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4-171-10) URL <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text>
4. ДБН В.2.5-64:2012. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина 1. Проектування. – Київ: Мінрегіон України, 2013. – 113 с.
5. ДБН А.3.1-5-2016 Організація будівельного виробництва – К.: Мінрегіонбуд України, 2017. – 70 с.
6. Кравчук А.М., Кравчук О.А. Водопостачання і водовідведення. К: КНУБА. 2013. – 180 с.
7. Санітарно-технічне обладнання будівель: методичні вказівки до виконання курсового проекту / уклад.: А.М. Кравчук, О.А. Кравчук. – Київ: КНУБА, 2022. – 46 с.
8. Споруди для забору поверхневих вод: методичні вказівки до виконання курсового проекту / уклад.: А.М. Тугай, Я.А. Тугай, І.А. Обертас, Ю.М. Пікуль. – К.: КНУБА, 2014. – 40 с.
9. Водопостачання. Методичні вказівки до виконання курсового проекту. / Укл.: О. М. Кушка, Є. В. Юрков, В. П. Балло – К.: КНУБА, 2014. – 56 с
10. Гідравлічні та аеродинамічні машини, насосні і повітрорудні станції: методичні вказівки до виконання курсового проекту та контрольної роботи / уклад.: А.М. Кравчук, О.А. Кравчук. – Київ: КНУБА, 2022. – 42 с.
11. Зоря О.В, Копаниця Ю.Д. Технологія монтажу систем водопостачання та водовідведення - Методичні вказівки до курсового проекту – 2007
12. Посібник з розробки проектів організації будівництва і проектів виконання робіт (до ДБН А.3.1-5-96 «Організація будівельного виробництва»)

- Технологічна та виконавча документація орендне підприємство науково дослідний інститут будівельного виробництва. Київ – 1997. Частина 1.: Технологічна та виконавча документація. – 53 с.
13. Розрахунок собівартості води та послуг водовідведення: методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи з дисципліни «Експлуатація систем водопостачання та водовідведення» / Уклад.: Дупляк О.В., Величко С.В. – К.: КНУБА, 2024. – 56 с.
14. ДБН В.1.2-5-2007 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Науково-технічний супровід будівельних об'єктів. Мінрегіонбуд України. – К.: 2007. – 14 с.
15. Організація будівництва. За редакцією С.А. Ушацького. Підручник. К.: Кондор, 2007. – 520 с.
16. Кравчук А.М., Кравчук О.А. Водопостачання і водовідведення. К.: КНУБА. 2013. – 180 с.
17. Тугай А.М., Терновцев В.О., Тугай Я.А. Розрахунок і проектування споруд систем водопостачання: Навчальний посібник. – КНУБА, 2001. – 256 с.
18. Санітарно-технічне обладнання будівель: методичні вказівки до виконання курсового проекту / уклад.: А.М. Кравчук, О.А. Кравчук. – Київ: КНУБА, 2022. – 46 с.
19. Тугай А.М., Орлов В.О. Водопостачання: Підручник. – К.: Знання, 2009. – 735с.
20. Споруди для забору поверхневих вод: методичні вказівки до виконання курсового проекту / уклад.: А.М. Тугай, Я.А. Тугай, І.А. Обертас, Ю.М. Пікуль. – К.: КНУБА, 2014. – 40 с.
21. Водопостачання. Методичні вказівки до виконання курсового проекту. / Укл.: О. М. Кушка, Є. В. Юрков, В. П. Балло – К.: КНУБА, 2014. – 56 с