

**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 проектуванням насосної станції II підйому  
(назва)

Галузь знань:

19 «Архітектура та будівництво»

Спеціальність:

192 «Будівництво та цивільна  
інженерія»

Освітньо-професійна програма:

«Водопостачання та водовідведення»

IV курс, група ВВ-21

Здобувач:

Матвієнко О. П.

(прізвище та ініціали)

Керівник

Аргатенко Т. В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

\_\_\_\_\_  
( підпис)

\_\_\_\_\_  
( підпис)

\_\_\_\_\_  
( 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

**ЗАВДАННЯ  
НА ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ  
Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»**

Здобувач(ка) Матвієнко Олексій Павлович  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи Водопостачання міста з проектуванням насосної станції II підйому

Керівник роботи Аргатенко Тетяна Вікторівна

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

затверджені наказом КНУБА №424/24/25 від “23”березня 2025 року

2. Термін подання здобувачем роботи 16 червня 2025 року

3. Вихідні данні:

кількість населення: I район - 22000 осіб, II район - 16000 осіб;

кількість поверхів: I район – 5, II район – 3;

ступінь благоустрою житлової забудови: I район - з централізованим гарячим водопостачанням, II район - без ванн;

кліматичний район населеного пункту: І- Лісостеп

підприємства: Хлібзавод, Чавунного лиття, Содовий;

відмітка поверхні землі біля насосної станції ІІ підйому - 126,0 м

Перелік розділів основної частини кваліфікаційної роботи:

Р.1. Водопостачання населеного пункту

Р.2. Внутрішнє санітарно-технічне обладнання будівлі

Р.3. Розрахунок собівартості води та послуг водопостачання

Р.4. Технологія будівельного виробництва

Р.5. Охорона навколишнього середовища

6. Графічний матеріал за розділами

Р.1. План водопровідної мережі міста; Ситуаційний план; Поздовжній профіль по осі водозабірних споруд; Графік п'єзометричних напорів; Схема водозабірних споруд; Висотна схема; Графік сумісної роботи насосів та систем водопостачання міста.

Р.2. План типового поверху; План підвалу; Аксонометрична схема В1; Аксонометрична схема Т3, Т4.

Р.4. Схема розбивки будівлі на захватки та руху кранів під час монтажу; Схеми монтажу колон, стінових панелей, плит покриття; Технологічні розрахунки.

7. Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1	28.05.2025
Розділ 2	05.06.2025
Розділ 3	10.06.2025
Розділ 4	11.06.2025
Розділ 5	12.06.2025
Остаточне оформлення роботи	15.06.2025
Направлення роботи для перевірки на плагіат	15.06.2025
Попередній захист роботи на кафедрі	19.06.2025
Направлення роботи на рецензування	19.06.2025

8. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

Розділ	ПІБ та посада консультанта	Перевірів	
		дата	підпис
Розділ 1			
Розділ 2			
Розділ 3			
Розділ 4	Чебанов Т.Л.		
Розділ 5			

9. Дата видачі завдання 10.05.2025

Керівник \_\_\_\_\_ Тетяна АРГАТЕНКО  
( підпис ) ( власне ім'я та прізвище )

Здобувач \_\_\_\_\_ Олексій МАТВИЄНКО  
( підпис ) ( власне ім'я та прізвище )

## ЗМІСТ

	Стор.
Вступ.....	6
Розділ 1. ВОДОПОСТАЧАННЯ НАСЕЛЕНОГО ПУНКТУ.....	7
Визначення розрахункових добових витрат води.....	8
Водозабірні споруди.....	41
Насосна станція II підйому.....	47
Розділ 2. ВНУТРІШНЄ САНІТАРНО-ТЕХНІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ БУДІВЛІ.....	59
Розділ 3. РОЗРАХУНОК СОБІВАРТОСТІ ВОДИ ТА ПОСЛУГ ВОДОПОСТАЧАННЯ.....	72
Розділ 4. ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦВА.....	81
Розділ 5. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	100
Висновки.....	103
Література.....	104

## **Вступ**

Ця робота присвячена проектуванню комплексної системи водопостачання для міста з населенням 38 тисяч осіб, що базується на використанні підземного джерела. В межах проєкту було детально розроблено розподільчу водопровідну мережу з повним гідравлічним розрахунком та графіком п'єзометричних напорів. Також виконано проектування водозабірних споруд і станції водопідготовки, а також підібрано насоси II підйому. Важливим етапом став розрахунок собівартості води та послуг водопостачання. Окрім того, розроблено технологію будівництва двох резервуарів чистої води об'ємом 2000 м<sup>3</sup> кожен, а також розглянуто питання зон санітарної охорони водопровідних споруд та умови їх експлуатації.

## Розділ 1. ВОДОПОСТАЧАННЯ НАСЕЛЕНОГО ПУНКТУ

Вихідні данні для проєктування

1. Кількість населення:

І район - 22000 осіб

ІІ район - 16000 осіб

2. Кількість поверхів забудови міста:

І район - 5

ІІ район - 3

3. Ступінь благоустрою житлової забудови (ДБН В.2.5-74:2013, табл.1):

І район - з централізованим гарячим водопостачанням

ІІ район - без ванн

4. Кліматичний район населеного пункту (ДСТУ-Н Б.В.1.1-27) – І Лісостеп

5. Промислові підприємства:

Табл.1.1

№	Назва	К-сть змін роботи	Одиниця виміру продукції	Кількість продукції, що випускається		Норма витрати води на одиницю продукції м <sup>3</sup>	Кількість працівників		% працівників у гарячих цехах	% працівників, що приймають душ
				за добу	за макс. зміну		за добу	за макс. зміну		
1	Хлібозавод	1	т	250	250	2,1	90	90	70	90
2	Чавунного лиття	2	т	85	45	21	4100	2100	60	75
3	Содовий	3	т	45	18	75	120	50	60	70

6. Довжина напірних водоводів - 1,5 км

7. Відмітка поверхні землі біля насосної станції ІІ підйому - 126,0 м



Схема з прохідною баштою

### 1.1. Визначення розрахункових добових витрат води

Розрахункову (середню за рік) добову витрату води на господарсько-питні потреби обчислюємо за формулою:

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

де  $N$  – кількість населення, що мешкає у даному районі (за завданням), осіб;  $q_{\text{ж}}$  – питоме господарсько-питне водоспоживання населення, л/ос·добу, яке приймаємо для кожного з районів міста

Розрахункові витрати води на господарсько-питні потреби населення в добу найбільшого і найменшого водоспоживання визначаємо:

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

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

де  $K_{\text{доб.мах}} = 1,1-1,3$  і  $K_{\text{доб.мін}} = 0,7-0,9$  – коефіцієнти добової нерівномірності водоспоживання.

## Водоспоживання населення міста

Таблиця 1.2

Райони міста	N, осіб	q <sub>ж</sub> , л/ос.добу	Q <sub>доб.ср</sub> , м <sup>3</sup> /добу	K <sub>доб.мах</sub>	Q <sub>доб.мах</sub> , м <sup>3</sup> /добу	K <sub>доб.мін</sub>	Q <sub>доб.мін</sub> , м <sup>3</sup> /добу
I	22000	240	5280	1,1	5808	0,7	3696
II	16000	100	1600	1,1	1760	0,7	1120
<b>Разом</b>	<b>38000</b>	-	<b>6880</b>	-	<b>7568</b>	-	<b>4816</b>

Розраховуємо водоспоживання на виробничі (табл. 1.2) та господарсько-питні (табл. 1.3) потреби промислових підприємств.

Таблиця 1.3

Назва підприємства	№ зміни	Одиниця продукції	q <sub>в</sub> , м <sup>3</sup> /од	N <sub>прод</sub> , од./зміну	Q <sub>в</sub> , м <sup>3</sup> /зміну
хлібзавод	1	т	2,1	250	525
	2	-	-	-	-
	3	-	-	-	-
	<b>Всього</b>	-		<b>250</b>	<b>525</b>
Чавунного лиття	1	т	21	45	945
	2	т	21	40	840
	3		-	-	-
	<b>Всього</b>			<b>85</b>	<b>1785</b>
Содовий	1	т	75	18	1350
	2	т	75	13,5	1012,5
	3	т	75	13,5	1012,5
	<b>Всього</b>			<b>45</b>	<b>3375</b>
<b>Разом</b>					<b>5685</b>

## Водоспоживання на господарсько-питні потреби підприємств та прийняття душу

№ підприємства	№ зміни	К-сть працюючих, ос.	Гарячі цехи			Холодні цехи			Q <sub>г.п.</sub> , м <sup>3</sup> /зм.	Прийняття душу			
			N <sub>г</sub> , осіб	q <sub>г</sub> , л/ос.	Q <sub>г</sub> , м <sup>3</sup> /зм.	N <sub>х</sub> , осіб	q <sub>х</sub> , л/ос.	Q <sub>х</sub> , м <sup>3</sup> /зм.		N <sub>душ</sub> , осіб	q <sub>душ</sub> , л/ос.зм.	Q <sub>душ</sub> , м <sup>3</sup> /зм	
1	1	90	63	45	2,84	27	25	0,675	3,51	81	54	4,3	
	2	-	-		-	-		-	-	-		-	-
	3	-	-		-	-		-	-	-		-	-
	<b>S</b>	<b>90</b>	<b>63</b>	-	<b>2,84</b>	<b>27</b>	-	<b>0,675</b>	<b>3,51</b>	<b>81</b>	-	<b>4,3</b>	
2	1	2100	1260	45	56,7	840	25	21	77,7	1575	54	84,26	
	2	2000	1200		54	800		20	74	1500		80,25	
	3	-	-		-	-		-	-	-		-	
	<b>S</b>	<b>4100</b>	<b>2460</b>	-	<b>111</b>	<b>1640</b>	-	<b>41</b>	<b>151,7</b>	<b>3075</b>	-	<b>164,5125</b>	
3	1	50	30	45	1,35	20	25	0,5	1,85	35	75	2,625	
	2	35	21		0,95	14		0,35	1,295	24,5		1,8375	
	3	35	21		0,95	14		0,35	1,295	24,5		1,8375	
	<b>S</b>	<b>120</b>	<b>72</b>	-	<b>3,24</b>	<b>48</b>	-	<b>1,2</b>	<b>4,44</b>	<b>84</b>	-	<b>6,3</b>	
<b>Разом</b>	-	<b>4310</b>	<b>2595</b>	-	<b>117</b>	<b>1715</b>	-	<b>42,875</b>	<b>159,65</b>	<b>3240</b>	-	<b>175,1125</b>	

Таблиця 1.5

Райони міста	Кількість населення, осіб	Питомі витрати води, л/ос.добу	Витрата води, м <sup>3</sup> /добу
I	22000	45	990
II	16000	45	720
<b>Разом</b>	<b>38000</b>	<b>-</b>	<b>1710</b>

Райони міста	Кількість населення, осіб	Питомі витрати води, л/ос.добу	Витрата води, м <sup>3</sup> /добу
I	22000	45	990
II	16000	45	720
<b>Разом</b>	<b>38000</b>	<b>-</b>	<b>1710</b>

За даними таблиць 1.1-1.5 складаємо таблицю 1.6 балансу у добу середнього, максимального і мінімального водоспоживання міста.

Таблиця 1.6

№	Споживачі	Витрата води, м <sup>3</sup> /добу		
		середньодобове водоспоживання	доба максимального водоспоживання	доба мінімального водоспоживання
1	Населення I району	5280	5808	3696
	Невраховані витрати	528	580,8	369,6
	<b>Разом</b>	<b>5808</b>	<b>6388,8</b>	<b>4065,6</b>
2	Населення II району	1600	1760	1120
	Невраховані витрати	160	176	112
	<b>Разом</b>	<b>1760</b>	<b>1936</b>	<b>1232</b>
3	Підприємство 1			
	Виробничі потреби	525	525	525
	Господарсько-питні	3,51	3,51	3,51
	Душові	4,3	4,3	4,3
	<b>Разом</b>	<b>532,81</b>	<b>532,81</b>	<b>532,81</b>
4	Підприємство 2			
	Виробничі потреби	1785	1785	1785
	Господарсько-питні	151,7	151,7	151,7

	Душові	<b>164,51</b>	164,51	164,51
	<b>Разом</b>	<b>2101,21</b>	<b>2101,21</b>	<b>2101,2</b>
	Підприємство 3			
5	Виробничі потреби	3375	3375	3375
	Господарсько-питні	4,44	4,44	4,44
	Душові	6,3	6,3	6,3
	<b>Разом</b>	<b>3385,74</b>	<b>3385,74</b>	<b>3385,7</b>
	Полив			
6	I район	495	990	0
	II район	360	720	0
	<b>Разом</b>	<b>855</b>	<b>1710</b>	<b>0</b>
<b>Всього по місту</b>		<b>14442,8</b>	<b>16054,6</b>	<b>11317</b>

## 1.2. Визначення погодинних витрат води

Для кожного із районів міста обчислюємо максимальний коефіцієнт погодинної нерівномірності водоспоживання населенням

$$K_{г.маx} = \alpha_{маx} \cdot \beta_{маx} ;$$

де  $\alpha_{маx}$  – коефіцієнт, який враховує ступінь благоустрою будинків

$\beta$  – коефіцієнт, який враховує чисельність мешканців у населеному пункті

I район:

$$K_{г.маx.I} = 1,2 \cdot 1,19 = 1,43;$$

II район:

$$K_{г.маx.II} = 1,3 \cdot 1,28 = 1,66.$$

Погодинні витрати води населенням кожного з районів міста обчислюємо:

для першого району міста  $K_{г.маx} = 1,45$

для другого –  $K_{г.маx} = 1,7$ .

Визначення погодинних витрат у місті

Таблиця 1.7

Коди-ни до	населення I району		населення II району		Разом	Підприємство 1				Підприємство 2				Підприємство 3				SQ, м³/го.	Полив		Qміста, м³/год
	від Qдоб.п	трата, м³/л	від Qдоб.п	трата, м³/л		вироб-нич	госп-питн	ду-шові	разом	вироб-нич	госп-питн	ду-шові	разом	вироб-нич	госп-питн	ду-шові	разом		I ра-йон	II ра-йон	
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	127,776	1	19,36	147,136	0	0	0	0	0		80,25	80,25	126,56	0,16	1,84	128,56	355,946	123,75	120	599,696
1 2	2,1	134,1648	1	19,36	153,5248	0	0		0	0		0	0	126,56	0,16		126,72	280,2448	123,75	120	523,9948
2 3	1,85	118,1928	1	19,36	137,5528	0	0		0	0		0	0	126,56	0,16		126,72	264,2728	123,75	120	508,0228
3 4	1,9	121,3872	1	19,36	140,7472	0	0		0	0		0	0	126,56	0,16		126,72	267,4672	123,75	120	511,2172
4 5	2,85	182,0808	2	38,72	220,8008	0	0		0	0		0	0	126,56	0,16		126,72	347,5208	123,75	120	591,2708
5 6	3,7	236,3856	3	58,08	294,4656	0	0		0	0		0	0	126,56	0,16		126,72	421,1856	123,75		544,9356
6 7	4,5	287,496	5	96,8	384,296	0	0		0	0		0	0	126,56	0,16		126,72	511,016			511,016
7 8	5,3	338,6064	6,5	125,84	464,4464	0	0		0	0		0	0	126,56	0,16		126,72	591,1664			591,1664
8 9	5,8	370,5504	6,5	125,84	496,3904	65,625	0,438	0	66,063	118,125	9,71	0	127,835	168,75	0,231	1,84	170,821	861,1094			861,1094
9 10	6,05	386,5224	5,5	106,48	493,0024	65,625	0,438	0	66,063	118,125	9,71	0	127,835	168,75	0,231		168,981	855,8814			855,8814
10 11	5,8	370,5504	4,5	87,12	457,6704	65,625	0,438	0	66,063	118,125	9,71	0	127,835	168,75	0,231		168,981	820,5494			820,5494
11 12	5,7	364,1616	5,5	106,48	470,6416	65,625	0,438	0	66,063	118,125	9,71	0	127,835	168,75	0,231		168,981	833,5206			833,5206
12 13	4,8	306,6624	7	135,52	442,1824	65,625	0,438	0	66,063	118,125	9,71	0	127,835	168,75	0,231		168,981	805,0614			805,0614
13-14	4,7	300,2736	7	135,52	435,7936	65,625	0,438	0	66,063	118,125	9,71	0	127,835	168,75	0,231		168,981	798,6726			798,6726
14-15	5,05	322,6344	5,5	106,48	429,1144	65,625	0,438	0	66,063	118,125	9,71	0	127,835	168,75	0,231		168,981	791,9934			791,9934
15-16	5,3	338,6064	4,5	87,12	425,7264	65,625	0,438	0	66,063	118,125	9,71	0	127,835	168,75	0,231		168,981	788,6054			788,6054
16-17	5,45	348,1896	5	96,8	444,9896	0	0	4,3	4,3	105	9,25	84,26	198,51	126,56	0,16	2,625	129,345	777,1446			777,1446
17-18	5,05	322,6344	6,5	125,84	448,4744	0	0		0	105	9,25	0	114,25	126,56	0,16		126,72	689,4444			689,4444
18-19	4,85	309,8568	6,5	125,84	435,6968	0	0		0	105	9,25	0	114,25	126,56	0,16		126,72	676,6668			676,6668
19-20	4,5	287,496	5	96,8	384,296	0	0		0	105	9,25	0	114,25	126,56	0,16		126,72	625,266			625,266
20-21	4,2	268,3296	4,5	87,12	355,4496	0	0		0	105	9,25	0	114,25	126,56	0,16		126,72	596,4196			596,4196
21-22	3,6	229,9968	3	58,08	288,0768	0	0		0	105	9,25	0	114,25	126,56	0,16		126,72	529,0468			529,0468
22-23	2,85	182,0808	2	38,72	220,8008	0	0		0	105	9,25	0	114,25	126,56	0,16		126,72	461,7708	123,75		585,5208
23-24	2,1	134,1648	1	19,36	153,5248	0	0		0	105	9,25	0	114,25	126,56	0,16		126,72	394,4948	123,75	120	638,2448
Всього	100	6388,8	100	1936	8324,8	525	3,51	4,3	532,81	1785	151,7	164,51	2101,21	3375	4,44	6,3	3385,74	14344,56	990	720	16054,56

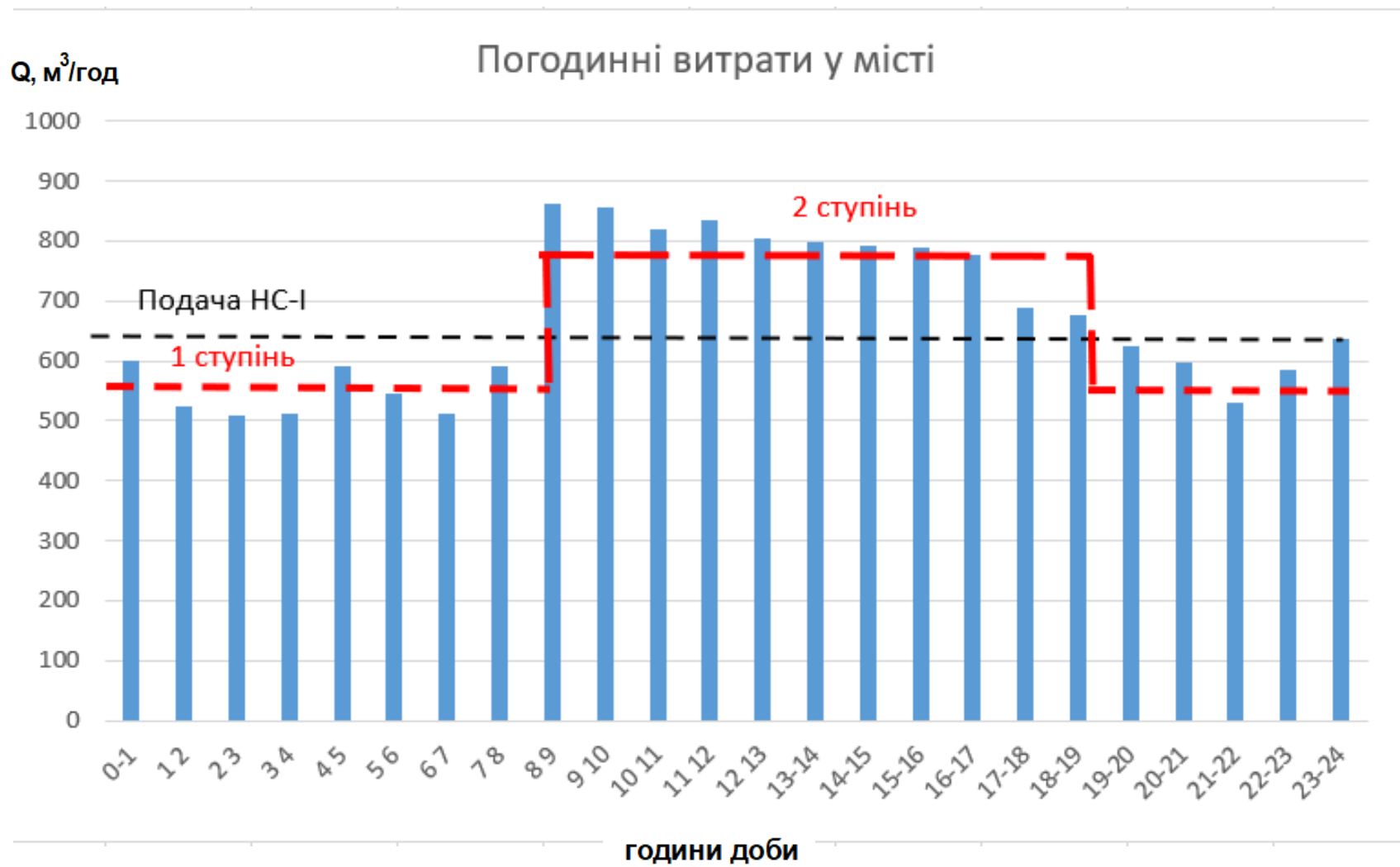


Рис. 1.1. Добові графіки водоспоживання міста і подачі води насосними станціями

Насосна станція	Тривалість роботи насосів, год.	Витрата, м3/год	Подача, м3/добу
НС - II 1 ступінь	13	565,83	7355,8176
НС - II 2 ступінь	11	790,79	8698,6494
НС - I	24	668,936	16054,467

### 1.3. Трасування водопровідної мережі

Діаметри розподільних ліній призначаємо конструктивно – 100 мм.

Намічаємо і нумеруємо вузли магістральної мережі у точках пересікання магістралей, місцях підключення крупних споживачів (підприємств), водонапірної башти і водоводів до магістральної мережі та записуємо довжини ділянок мережі між вузлами.

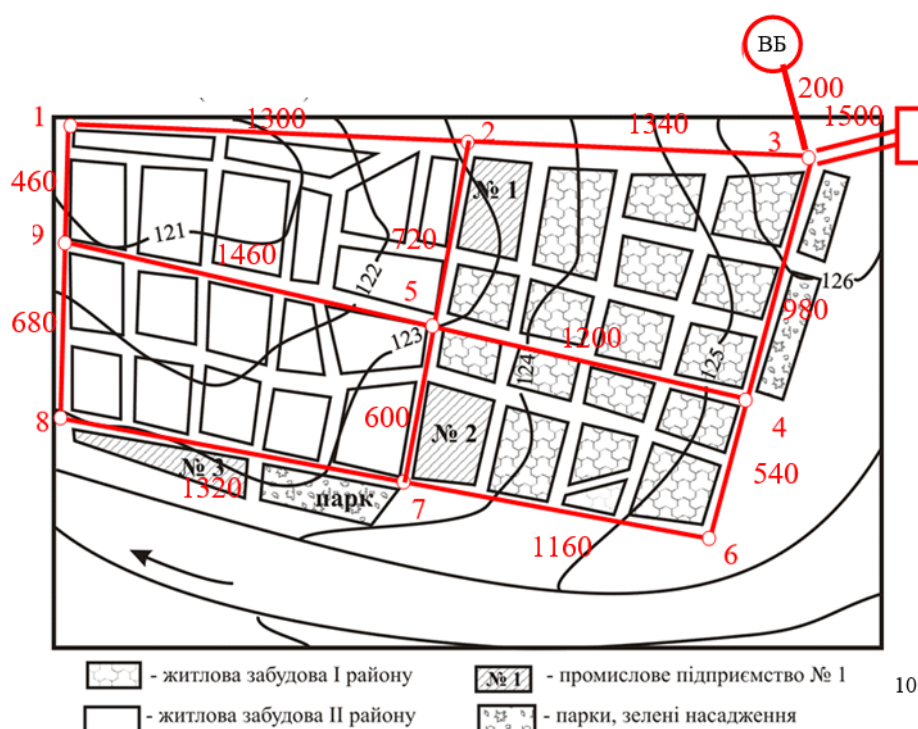


Рис.1.2

## 1.4. Визначення місткості регулюючих споруд

Регулюючий об'єм водонапірної башти

Табл. 1.9

Визначення регулюючого об'єму бака водонапірної башти					
Години доби	Q <sub>міста</sub> , м <sup>3</sup> /год	Q <sub>н.с.п.</sub> , м <sup>3</sup> /год	q <sub>у бак</sub> , м <sup>3</sup> /год	q <sub>із бака</sub> , м <sup>3</sup> /год	W <sub>у баку</sub> , м <sup>3</sup>
1	2	3	4	5	6
0-1	599,70	565,83	0	33,86387692	-33,86387692
1 2	523,99	565,83	41,83732308	0	7,973446154
2 3	508,02	565,83	57,80932308	0	65,78276923
3 4	511,22	565,83	54,61492308	0	120,3976923
4 5	591,27	565,83	0	25,43867692	94,95901538
5 6	544,94	565,83	20,89652308	0	115,8555385
6 7	511,02	565,83	54,81612308	0	<b>170,6716615</b>
7 8	591,17	565,83	0	25,33427692	145,3373846
<b>8 9</b>	<b>861,11</b>	<b>790,79</b>	0	<b>70,32309091</b>	<b>75,01429371</b>
9 10	855,88	790,79	0	65,09509091	9,919202797
10 11	820,55	790,79	0	29,76309091	-19,84388811
11 12	833,52	790,79	0	42,73429091	-62,57817902
12 13	805,06	790,79	0	14,27509091	-76,85326993
13-14	798,67	790,79	0	7,886290909	-84,73956084
14-15	791,99	790,79	0	1,207090909	<b>-85,94665175</b>
15-16	788,61	790,79	2,180909091	0	-83,76574266
16-17	777,14	790,79	13,64170909	0	-70,12403357
17-18	689,44	790,79	101,3419091	0	31,21787552
18-19	676,67	790,79	114,1195091	0	145,3373846
19-20	625,27	565,83	0	59,43387692	85,90350769
20-21	596,42	565,83	0	30,58747692	55,31603077
21-22	529,05	565,83	36,78532308	0	92,10135385
22-23	585,52	565,83	0	19,68867692	72,41267692
23-24	<b>638,24</b>	<b>565,83</b>	0	72,41267692	0,00
<b>Всього</b>	16054,47	16054,47	498,0435748	498,0435748	

Регулюючий об'єм бака башти дорівнює

$$W_{\text{рег.б}} = 230,95 \text{ м}^3.$$

Протипожежний запас води в башті

$$W_{\text{пож.б}} = 0,6(q_{\text{п.з}} + q_{\text{п.в}} + q_{\text{б.мак}}), \text{ м} \quad (5)$$

де  $q_{\text{п.з}}$  і  $q_{\text{п.в}}$  – розрахункові витрати води відповідно на гасіння однієї зовнішньої ( $q_{\text{п.з}} = 25$  л/с із додатка 6 методичних вказівок) і однієї внутрішньої ( $q_{\text{п.в}} = 5$  л/с) пожеж;  $q_{\text{б.мак}}$  – витрата води з бака башти в годину максимального водоспоживання, л/с.

$$W_{\text{пож.б}} = 0,6(25 + 5 + 77,16/3,6) = 29,72 \text{ м}^3.$$

Повний об'єм бака водонапірної башти обчислюємо за формулою

$$W_{\text{б}} = W_{\text{рег.б}} + W_{\text{пож.б}} = 230,95 + 29,72 = 260,67 \text{ м}^3. \quad (6)$$

$$\text{Діаметр бака становитиме } D_{\text{б}} = \sqrt[3]{\frac{300}{0,785}} = 7,26 \text{ м}; \quad (7)$$

$$\text{Висота регулюючого об'єму } h_{\text{рег.б}} = \frac{1,27 \cdot 230,95}{7,26^2} = 5,56 \text{ м}$$

$$\text{Противопожежного } h_{\text{пож.б}} = \frac{1,27 \cdot 29,72}{7,26^2} = 0,716 \text{ м.}$$

### Регулюючий об'єм РЧВ

Таблиця 1.10

Визначення регулюючого об'єму РЧВ					
Години доби	Q <sub>НС-П</sub> , м <sup>3</sup> /год	Q <sub>НС-П</sub> , м <sup>3</sup> /год	до РЧВ, м <sup>3</sup> /год	із РЧВ, м <sup>3</sup> /год	W у РЧВ, м <sup>3</sup>
1	2	3	4	5	6
0-1	668,936	565,83	103,10	0,00	103,10
1-2	668,936	565,83	103,10	0,00	206,21
2-3	668,936	565,83	103,10	0,00	309,31
3-4	668,936	565,83	103,10	0,00	412,42
4-5	668,936	565,83	103,10	0,00	515,52
5-6	668,936	565,83	103,10	0,00	618,62
6-7	668,936	565,83	103,10	0,00	721,73
7-8	668,936	565,83	103,10	0,00	<b>824,83</b>
<b>8-9</b>	668,936	790,79	0,00	121,85	702,98
9-10	668,936	790,79	0,00	121,85	581,13
10-11	668,936	790,79	0,00	121,85	459,28
11-12	668,936	790,79	0,00	121,85	337,43
12-13	668,936	790,79	0,00	121,85	215,58
13-14	668,936	790,79	0,00	121,85	93,73
14-15	668,936	790,79	0,00	121,85	-28,12
15-16	668,936	790,79	0,00	121,85	-149,97
16-17	668,936	790,79	0,00	121,85	-271,82
17-18	668,936	790,79	0,00	121,85	-393,67
18-19	668,936	790,79	0,00	121,85	<b>-515,52</b>
19-20	668,936	565,83	103,10	0,00	-412,42
20-21	668,936	565,83	103,10	0,00	-309,31
21-22	668,936	565,83	103,10	0,00	-206,21
22-23	668,936	565,83	103,10	0,00	-103,10
23-24	668,936	565,83	103,10	0,00	0,00
<b>Всього</b>	16054,47	16054,47	1340,35	1340,35	

$$W_{\text{рег.р}} = 824,83 + 515,52 = 1340,35 \text{ м}^3.$$

Для подальшого розрахунку регулюючий об'єм води в РЧВ збільшуємо на величину зменшеного регулюючого об'єму башти ( $25,66 \text{ м}^3$ ), тобто

$$W_{\text{рег.р}} = 1340,35 + 25,66 = 1366,01 \text{ м}^3.$$

Повний об'єм РЧВ:

$$W_{\text{рчв}} = W_{\text{рег.р}} + W_{\text{пож.р}} + W_{\text{в.п}},$$

де  $W_{\text{в.п}}$  – запас води на власні потреби станцій підготовки води (приймаємо  $W_{\text{в.п}} = 0,06 \cdot Q_{\text{доб.мах}} = 0,06 \cdot 16054,47 = 963,27 \text{ м}^3$ );  $W_{\text{пож.р}}$  – пожежний запас води:

$$W_{\text{пож.р}} = T_{\text{п}} (3,6q_{\text{п}} - Q_1) + W_{\text{госп}},$$

де  $T_{\text{п}} = 3$  – час гасіння пожежі в системах водопостачання I категорії;  $q_{\text{п}}$  – витрати води на гасіння розрахункової кількості пожеж у населеному пункті,

$q_{\text{п}} = 2 \cdot 25 = 50 \text{ л/с}$ ;  $Q_1 = 668,936 \text{ м}^3/\text{год}$  – подача води НС-I в РЧВ;

3,6 – коефіцієнт переведення л/с у  $\text{м}^3/\text{год}$ ;

$W_{\text{госп}} = 861,11 + 855,88 + 820,54 = 2537,53 \text{ м}^3$  – об'єм води, що споживається за три суміжні години найбільшого водоспоживання .

$$W_{\text{пож.р}} = 3 \cdot (3,6 \cdot 50 - 668,936) + 2537,53 = 1070,722 \text{ м}^3.$$

$$W_{\text{рчв}} = 1366,01 + 1070,722 + 963,27 = 3400,002 \text{ м}^3.$$

Приймаємо два прямокутні РЧВ місткістю  $2000 \text{ м}^3$  кожний розмірами: довжина – 24 м; ширина – 18 м; глибина води –  $h_{\text{р}} = 4,84 \text{ м}$ .

Глибини об'ємів води:

$$\text{– регулюючого } h_{\text{рег.р}} = W_{\text{р.р}} / nF_{\text{рчв}} = 1366,01 / 2 \cdot 24 \cdot 18 = 1,58 \text{ м};$$

$$\text{– пожежного } h_{\text{пож.р}} = 1070,72 / 2 \cdot 24 \cdot 18 = 1,24 \text{ м};$$

$$\text{– на власні потреби } h_{\text{в.п}} = 963,27 / 2 \cdot 24 \cdot 18 = 1,11 \text{ м}.$$

Відмітка максимального рівня води в резервуарі:

$$Z_{\text{мах.р}} = Z_{\text{з.р}} + \Delta h_{\text{р}} = 126,0 + 1,0 = 127,0 \text{ м},$$

де  $Z_{\text{з.р}}$  – відмітка поверхні землі в місці знаходження майданчика РЧВ і НС-II, м;

$\Delta h_{\text{р}}$  – перевищення максимального рівня води над поверхнею землі, м.

Відмітка дна РЧВ:

$$Z_{\text{д.р}} = Z_{\text{мах.р}} - h_{\text{р}} = 127,0 - 4,84 = 122,16 \text{ м}, \quad (10)$$

Відмітка мінімального рівня води в РЧВ:

$$Z_{\min.p} = Z_{\max.p} - h_{\text{рег.р}} - h_{\text{в.п}} = 127,0 - 1,58 - 1,11 = 124,31 \text{ м.} \quad (11)$$

### 1.5. Визначення розрахункових режимів роботи водопровідних мереж та секундних витрат води

У проєкті прийнято схему водопостачання міста з прохідною баштою,

Таблиця 1.11

Визначення розрахункових секундних витрат води								
Розмірність	Q <sub>нас.І</sub>	Q <sub>нас.ІІ</sub>	Q <sub>підпр.І</sub>	Q <sub>підпр.ІІ</sub>	Q <sub>підпр.ІІІ</sub>	Q <sub>пол.І</sub>	Q <sub>пол.ІІ</sub>	Всього
ГОДИНА МАКСИМАЛЬНОГО ВОДОСПОЖИВАННЯ								
м <sup>3</sup> /ГОД	370,5504	125,84	66,063	127,835	170,821	0	0	861,109
л/с	102,93	34,96	18,35	35,51	47,45	0,00	0,00	239,20

Таблиця 1.12

Визначення секундних витрат живлення мережі табл.11					
Одиниця	Режим	водоспоживан	Подача насосів	із башти	в башту
м <sup>3</sup> /ГОД	max	861,11	790,79	70,32	0,00
л/с		239,20	219,66	19,53	0,00
м <sup>3</sup> /ГОД	max+пож	1041,12	1041,12	0	0
л/с		289,20	289,2	0	0

### 1.6. Визначення дорожніх витрат та вузлових відборів

Для кожного з районів визначаємо питому витрату води

- при максимальному водоспоживанні

$$q_{\text{пит.І}} = \frac{q_{\text{нас.І}} + q_{\text{пол.І}}}{L_I} = \frac{102,93 + 0}{3870} = 0,026 \text{ л/с} \cdot \text{м};$$

$$q_{\text{пит.ІІ}} = \frac{q_{\text{нас.ІІ}} + q_{\text{пол.ІІ}}}{L_{II}} = \frac{34,96 + 0}{4280} = 0,008 \text{ л/с} \cdot \text{м};$$

Визначаємо дорожні витрати  $q_d$

Таблиця 1.13

Визначення дорожніх витрат води			
Ділянка	Фактична довжина, м	Розрахункова довжина, м	Q <sub>д,маж</sub> л/с
<b>Район І</b>			
2 3	1340	670	17,82
3 4	980	490	13,03
4 6	540	270	7,18
7 6	1160	580	15,43
2 5	720	360	9,57
5 7	600	300	7,98
5 4	1200	1200	31,92
<b>Разом</b>	<b>6540</b>	<b>L<sub>I</sub> = 3870</b>	<b>102,93</b>
<b>Район ІІ</b>			
1 9	460	230	1,88
9 8	680	340	2,78
1 2	1300	650	5,31
2 5	720	360	2,94
9 5	1460	1460	11,93
5 7	600	300	2,45
8 7	1320	940	7,68
<b>Разом</b>	<b>6540</b>	<b>L<sub>II</sub> = 4280</b>	<b>34,96</b>
<b>Всього</b>	<b>13080</b>	<b>8150</b>	<b>137,89</b>

Для кожного розрахункового режиму визначаємо вузлові витрати q<sub>вузл</sub>, л/с:

$$q_{\text{вузл}} = \frac{\sum q_{\text{д}}}{2}.$$

Таблиця 1.14

Визначення вузлових відборів					
№ вузла	max			max+пож	
	q <sub>вузл</sub> , л/с	q <sub>зос</sub> , л/с	Q <sub>вузл</sub> , л/с	q <sub>пож</sub> , л/с	Q <sub>вузл</sub> , л/с
1	3,59		3,59	25	28,59
2	17,82	18,35	36,17		36,17
3	15,43		15,43		15,43
4	26,06		26,06		26,06
5	33,39		33,39		33,39
6	11,30		11,30		11,30
7	16,77	35,51	52,28		52,28
8	5,23	47,45	52,68	25	77,68
9	8,29		8,29		8,29
<b>Разом</b>	<b>137,89</b>	<b>101,31</b>	<b>239,20</b>	<b>50</b>	<b>289,20</b>



## 1.8. Вибір матеріалу труб

Для водопровідної мережі міста призначаємо чавунні труби.

## 1.9. Визначення втрат напору в трубах та ув'язка кільць

Втрати напору на ділянках водопровідної мережі визначаємо за формулою

$$h = S \cdot q^2 = A \cdot K_1 \cdot l \cdot q^2, \quad \text{м,}$$

де  $q$  – витрата води на ділянці, л/с;  $S$  – опір ділянки, що дорівнює

$$S_i = A \cdot K_1 \cdot l, \quad (\text{с/л})^2\text{м,}$$

де  $A$  – питомий гідравлічний опір трубопроводу,  $(\text{с/л})^2$ ;

$K_1$  – коефіцієнт поправки до  $A$  залежно від швидкості руху води  $V$ ;

$l$  – довжина ділянки трубопроводу, м.

Поправочну витрату кільця  $\Delta q_k$  визначаємо за формулою

$$\Delta q_k = \frac{|\Delta h|}{2 \cdot \Sigma(Sq)} = \frac{|\Delta h|}{2 \Sigma \left( \frac{h}{q} \right)} \quad \text{л/с,}$$

де  $\Delta h$  – нев'язка кільця, м.

Таблиця 1.15. Гідравлічний розрахунок мережі для режиму максимального водоспоживання

№ кільця	№ ділянки	L, м	D, мм	попередній потіккорозподіл										перше наближення									
				q, л/с	V, м/с	A	K <sub>1</sub>	A <sub>1</sub>	S	знак	h = S*q <sup>2</sup>	h/q	Δqкільця	Δqсум.кільця	Δq	q, л/с	V, м/с	K <sub>1</sub>	S	знак	h = S*q <sup>2</sup>	h/q	
1	1-9	460	150	17,92	1,01	37,11	1,0285	38,168	17557,11	-1	-5,64	0,31	-2,15		-2,15	15,77	0,89	1,042	17787,57	-1	-4,43	0,28	
	1-2	1300	200	21,51	0,69	8,092	1,091	8,828	11476,88	-1	-5,31	0,25	-2,15		-2,15	19,36	0,62	1,112	11697,80	-1	-4,39	0,23	
	2-5	720	150	4,45	0,25	37,11	1,33	49,356	35536,54	1	0,70	0,16	2,15	12,37	14,52	18,97	1,07	1,020	27240,22	1	9,80	0,52	
	5-9	1460	200	21,51	0,69	8,092	1,091	8,828	12889,42	1	5,96	0,28	2,15	-4,75	-2,60	18,91	0,60	1,115	13172,97	1	4,71	0,25	
											Δh кільця =	-4,28	1,00								Δh кільця =	5,70	1,27
										Δq кільця =	2,15										Δq кільця =	2,24	
2	2-3	1340	300	62,13	0,88	0,9485	1,046	0,992	1329,46	-1	-5,13	0,08	12,37		12,37	74,50	1,05	1,023	1299,59	-1	-7,21	0,10	
	3-4	980	400	161,59	1,29	0,2189	1	0,219	214,52	1	5,60	0,03	-12,37		-12,37	149,22	1,19	1,003	215,17	1	4,79	0,03	
	4-5	1200	250	62,13	1,27	2,528	1	2,528	3033,60	1	11,71	0,19	-12,37	6,81	-5,56	56,57	1,15	1,008	3056,35	1	9,78	0,17	
	2-5	720	150	4,45	0,25	37,11	1,33	49,356	35536,54	-1	-0,70	0,16	12,37	2,15	14,52	18,97	1,07	1,020	27240,22	-1	-9,80	0,52	
											Δh кільця =	11,48	0,46									Δh кільця =	-2,44
										Δq кільця =	12,37										Δq кільця =	1,49	
3	4-5	1200	250	62,13	1,27	2,528	1	2,528	3033,60	-1	-11,71	0,19	6,81	-12,37	-5,56	56,57	1,15	1,008	3056,35	-1	-9,78	0,17	
	4-6	540	250	73,43	1,50	2,528	1	2,528	1365,12	1	7,36	0,10	-6,81		-6,81	66,62	1,36	1,000	1365,12	1	6,06	0,09	
	6-7	1160	250	62,13	1,27	2,528	1	2,528	2932,48	1	11,32	0,18	-6,81		-6,81	55,32	1,13	1,012	2967,67	1	9,08	0,16	
	5-7	600	150	11,66	0,66	37,11	1,097	40,710	24425,80	1	3,32	0,28	-6,81	-4,75	-11,56	0,10	0,01	1,410	31395,06	1	0,00	0,00	
											Δh кільця =	10,29	0,76									Δh кільця =	5,36
										Δq кільця =	6,81										Δq кільця =	6,22	
4	5-7	600	150	11,66	0,66	37,11	1,097	40,710	24425,80	-1	-3,32	0,28	-4,75	-6,81	-11,56	0,10	0,01	1,410	31395,06	-1	0,00	0,00	
	7-8	1320	200	21,51	0,69	8,092	1,091	8,828	11653,45	1	5,39	0,25	4,75		4,75	26,26	0,84	1,054	11258,24	1	7,76	0,30	
	5-9	1460	200	21,51	0,69	8,092	1,091	8,828	12889,42	-1	-5,96	0,28	-4,75	2,15	-2,60	18,91	0,60	1,115	13172,97	-1	-4,71	0,25	
	8-9	680	200	31,17	0,99	8,092	1,031	8,343	5673,14	-1	-5,51	0,18	-4,75		-4,75	26,42	0,84	1,052	5788,69	-1	-4,04	0,15	
											Δh кільця =	-9,40	0,99									Δh кільця =	-0,98
										Δq кільця =	4,75										Δq кільця =	0,70	
										Δh контура =	8,08										Δh контура =	7,63	

Таблиця 1.16. Гідравлічний розрахунок мережі для режиму максимального водоспоживання + пожежі

№ кільця	№ ділянки	дев'яте наближення									десяте наближення										
		$\Delta q_{\text{сум.кільця}}$	$\Delta q$	q, л/с	V, м/с	$K_1$	S	знак	$h = S \cdot q^2$	h/q	$\Delta q_{\text{кільця}}$	$\Delta q_{\text{сум.кільця}}$	$\Delta q$	q, л/с	V, м/с	$K_1$	S	знак	$h = S \cdot q^2$	h/q	
1	1-9		0,01	19,00	1,08	1,020	17403,48	-1	-6,28	0,33		0,04		0,04	19,04	1,08	1,020	17403,48	-1	-6,31	0,33
	1-2		0,01	22,49	0,72	1,082	11382,21	-1	-5,81	0,26		0,04		0,04	22,63	0,72	1,079	11350,65	-1	-5,81	0,26
	2-5	0,10	0,09	17,53	0,99	1,031	27547,50	1	8,46	0,48	-0,04	0,01	-0,03	17,50	0,99	1,031	27547,50	1	8,44	0,48	
	5-9	0,05	0,04	16,64	0,53	1,142	13491,95	1	3,73	0,22	-0,04	0,01	-0,04	16,60	0,53	1,142	13491,95	1	3,72	0,22	
									$\Delta h_{\text{кільця}} =$	<b>0,11</b>	<b>1,30</b>								$\Delta h_{\text{кільця}} =$	<b>0,03</b>	<b>1,29</b>
								$\Delta q_{\text{кільця}} =$	<b>0,04</b>									$\Delta q_{\text{кільця}} =$	<b>0,01</b>		
2	2-3		0,10	76,28	1,08	1,020	1295,77	-1	-7,54	0,10		0,01		0,01	76,30	1,08	1,020	1295,77	-1	-7,54	0,10
	3-4		-0,10	147,44	1,17	1,005	215,49	1	4,68	0,03	-0,01	-0,01	-0,01	147,42	1,17	1,005	215,49	1	4,68	0,03	
	4-5	0,01	-0,09	61,15	1,25	1,000	3033,60	1	11,34	0,19	-0,01	0,05	0,03	61,18	1,25	1,000	3033,60	1	11,36	0,19	
	2-5	-0,01	0,09	17,53	0,99	1,031	27547,50	-1	-8,46	0,48	0,01	-0,04	-0,03	17,50	0,99	1,031	27547,50	-1	-8,44	0,48	
									$\Delta h_{\text{кільця}} =$	<b>0,02</b>	<b>0,80</b>								$\Delta h_{\text{кільця}} =$	<b>0,06</b>	<b>0,80</b>
								$\Delta q_{\text{кільця}} =$	<b>0,01</b>									$\Delta q_{\text{кільця}} =$	<b>0,04</b>		
3	4-5	-0,10	-0,09	61,15	1,25	1,000	3033,60	-1	-11,34	0,19	0,05	-0,01	0,03	61,18	1,25	1,000	3033,60	-1	-11,36	0,19	
	4-6		-0,01	60,25	1,23	1,000	1365,12	1	4,96	0,08	-0,05		-0,05	60,21	1,23	1,000	1365,12	1	4,95	0,08	
	6-7		-0,01	48,95	1,00	1,031	3023,39	1	7,25	0,15	-0,05		-0,05	48,91	1,00	1,031	3023,39	1	7,23	0,15	
	5-7	-0,05	-0,04	5,31	0,30	1,280	28500,48	-1	-0,80	0,15	0,05	-0,01	0,04	5,35	0,30	1,280	28500,48	-1	-0,82	0,15	
									$\Delta h_{\text{кільця}} =$	<b>0,05</b>	<b>0,57</b>								$\Delta h_{\text{кільця}} =$	<b>0,01</b>	<b>0,57</b>
								$\Delta q_{\text{кільця}} =$	<b>0,05</b>									$\Delta q_{\text{кільця}} =$	<b>0,01</b>		
4	5-7	0,01	-0,04	5,31	0,30	1,280	28500,48	1	0,80	0,15	-0,01	0,05	0,04	5,35	0,30	1,280	28500,48	1	0,82	0,15	
	7-8		-0,05	25,31	0,81	1,060	11322,33	1	7,25	0,29	-0,01	-0,01	-0,01	25,30	0,81	1,060	11322,33	1	7,25	0,29	
	5-9	-0,01	0,04	16,64	0,53	1,142	13491,95	-1	-3,73	0,22	0,01	-0,04	-0,04	16,60	0,53	1,142	13491,95	-1	-3,72	0,22	
	8-9		0,05	27,37	0,87	1,046	5755,68	-1	-4,31	0,16	0,01		0,01	27,38	0,87	1,046	5755,68	-1	-4,31	0,16	
									$\Delta h_{\text{кільця}} =$	<b>0,01</b>	<b>0,82</b>								$\Delta h_{\text{кільця}} =$	<b>0,03</b>	<b>0,82</b>
								$\Delta q_{\text{кільця}} =$	<b>0,01</b>									$\Delta q_{\text{кільця}} =$	<b>0,02</b>		
								$\Delta h_{\text{контур}} =$	<b>0,20</b>									$\Delta h_{\text{контур}} =$	<b>0,13</b>		

Ділянка	Довжина $l$ , км	Діаметр $D$ , мм	Витрата $q$ ,	Швидкість,	1000 <i>i</i> ,	$h = 1000i \cdot$
			л/с	$V$ , м/с	м/км	$l$ , м
2 - № 1	0,2	100	18,35/2=9,175	1,13	26,7	5,34
7 - № 2	0,2	150	35,50/2=17,75	0,99	12,4	2,48
8 - № 3	0,3	150	47,45/2=23,72	1,32	21,4	6,42
3 – ВБ (max)	0,2	150	19,53/2 = 9,765	0,53	3,98	0,796
НС-II – 3 (max)	1,5	350	19,66/2 = 109,8	1,13	5,34	8,01
НС-II – 3 (max+пож)	1,5	350	289/2 = 144,6	1,77	9,45	14,175

### 1.10. Визначення вільних напорів і п'єзометричних відміток у вузлах водопровідної мережі та напору насосів

Потрібний вільний напір  $H_{\text{тр}}$  визначаємо залежно від кількості поверхів  $n$ :

$$H_{\text{тр}} = 4(n - 1) + 10, \quad \text{м.}$$

Значення фактичних вільних напорів у вузлах визначаємо за формулою

$$H_{\text{віль.і}} = \Pi_i - Z_{\text{з.і}}, \quad \text{м,}$$

де  $\Pi_i$  – п'єзометрична відмітка у  $i$ -му вузлі водопровідної мережі;  $Z_{\text{з.і}}$  – відмітка поверхні землі у цій же точці.

Значення  $\Pi_i$  в інших вузлах мережі визначаємо при послідовному обході всіх вузлових точок за формулою

$$\Pi_{i+1} = \Pi_i \pm h_i, \quad \text{м,}$$

Відмітки максимального рівня води в башті:

$$Z_{\text{max.б}} = Z_{\text{min.б}} + h_{\text{рег.б}} = 167,05 + 5,56 = 172,61 \text{ м,}$$

де  $Z_{\text{max.б}}$  і  $Z_{\text{min.б}}$  – відповідно відмітки максимального і мінімального рівнів води в башті (відмітка  $Z_{\text{min.б}}$  дорівнює п'єзометричній відмітці у місці влаштування башти для режиму максимального водоспоживання);  $h_{\text{рег.б}}$  – висота регулюючого об'єму води в башті.

Висота дна бака над поверхнею землі дорівнює

$$H_{\text{б}} = Z_{\text{min.б}} - h_{\text{пож.б}} - Z_{\text{з.б}} = 167,05 - 0,72 - 126,5 = 39,83 \text{ м,}$$

де  $h_{\text{пож.б}}$  – висота протипожежного об'єму води в башті, м;  $Z_{3.6}$  – відмітка поверхні землі біля башти.

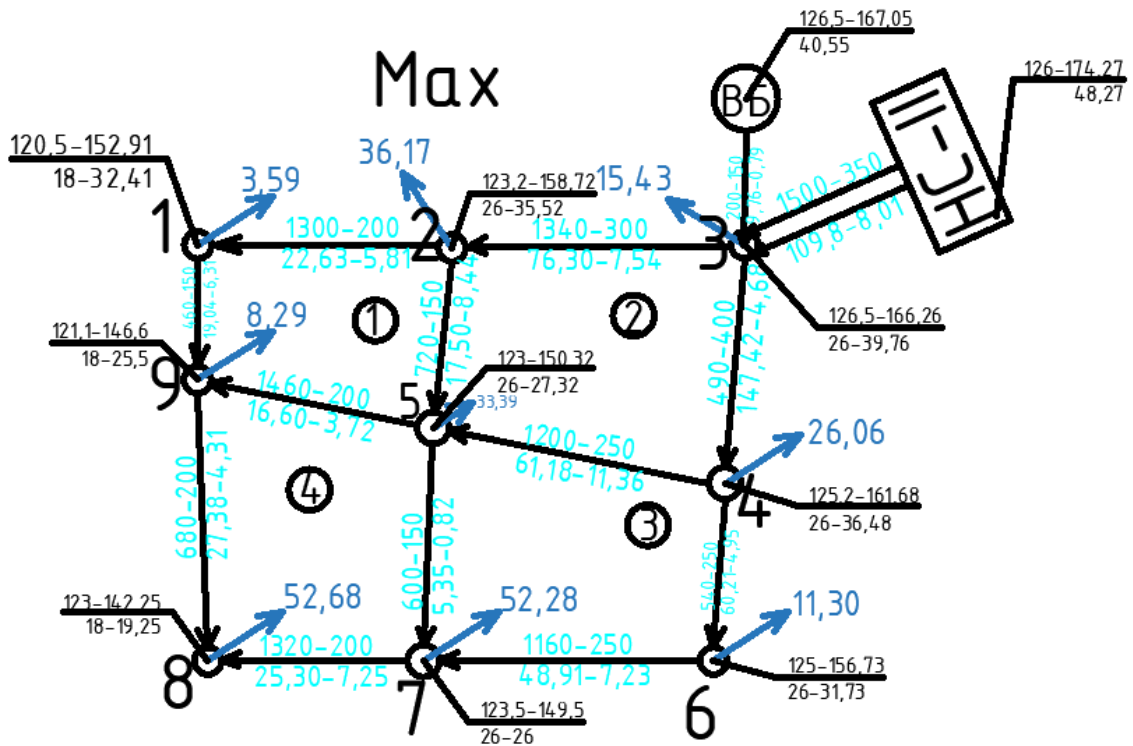


Рис. 1.5. Розрахункова схема мережі для режиму максимального водоспоживання

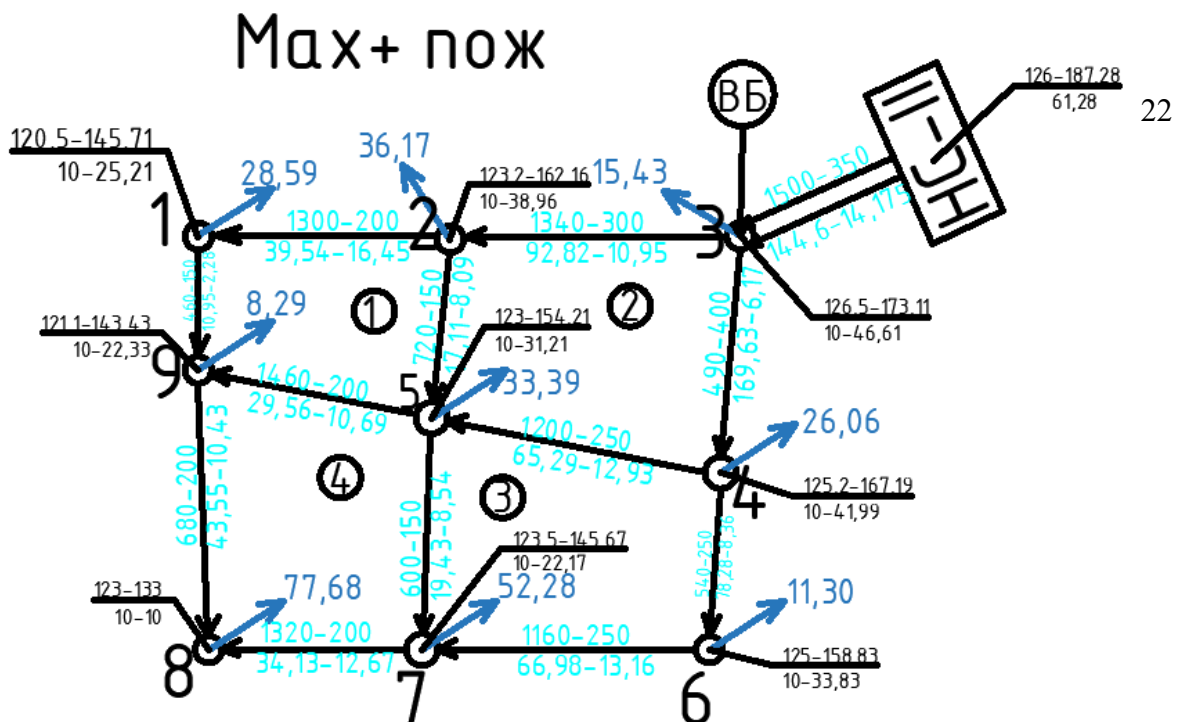


Рис. 1.6. Розрахункова схема мережі для режиму пожежогасіння під час максимального водоспоживання

Напір, що його розвивають господарсько-питні насоси, дорівнює

$$H_p = H_g + h_k,$$

де  $H_g$  – геометрична висота підйому води на НС-II, м;  $h_k$  – втрати напору в комунікаціях насосної станції (приймаємо  $h_k = 2$  м).

$$H_g = \frac{P_{НС-II.max}}{2} - \frac{Z_{min.p} + Z_{max.p}}{2} = 174,27 - \frac{127 + 124,31}{2} = 48,615 \text{ м},$$

де  $P_{НС-II.max}$  – п'єзометричні відмітки на НС-II, м, відповідно при максимальному водоспоживанні та максимальному транзиті води в башту;  $Z_{min.p}$  і  $Z_{max.p}$  – відповідно мінімальна та максимальна відмітка рівнів води у РЧВ.

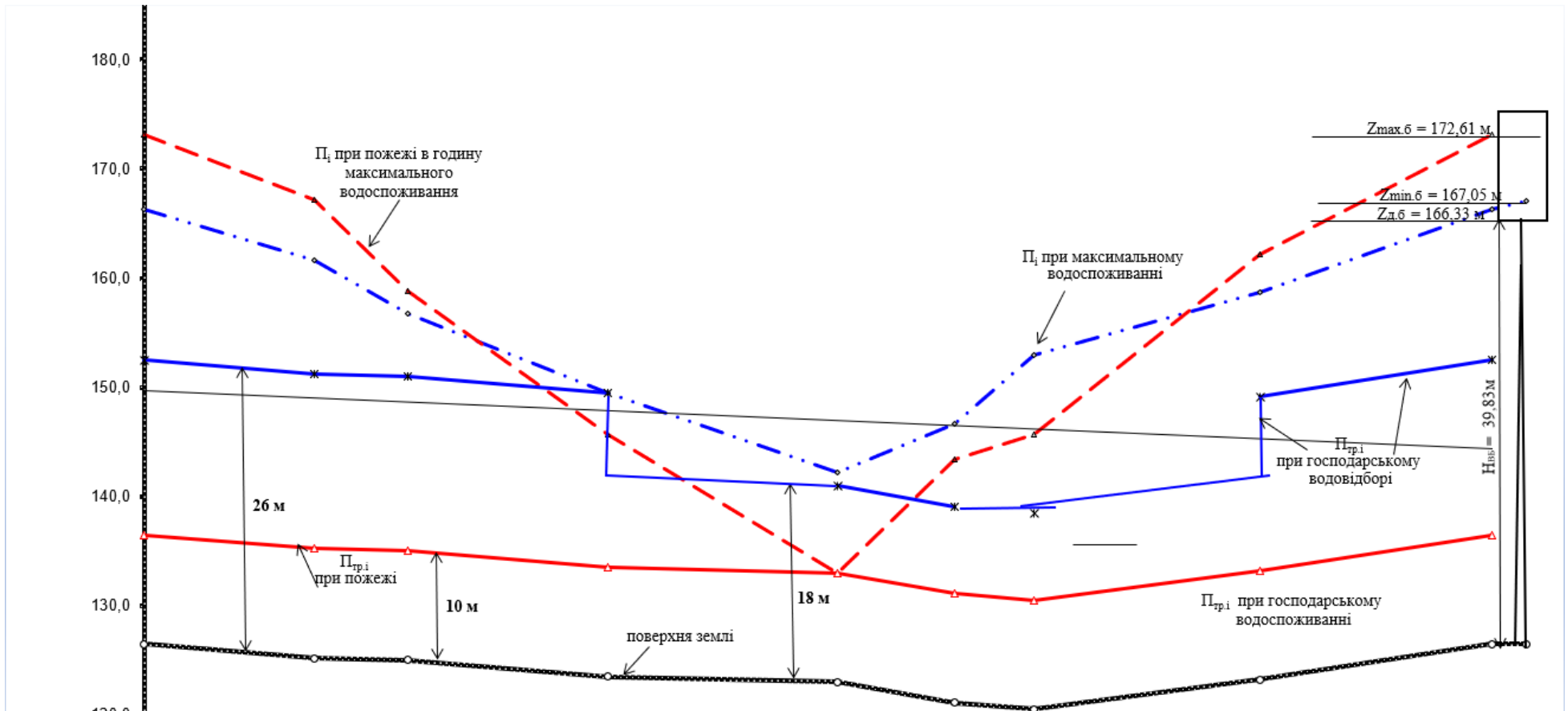
$$\text{Отже } H_p = 48,62 + 2 = 50,62 \text{ м.}$$

Напір пожежних насосів визначаємо прийнявши  $h_k = 3$  м, а геометричну висоту підйому обчисливши за формулою

$$H_{г.пож} = P_{НС-II.пож} - Z_{д.р} = 187,28 - 122,16 = 65,12 \text{ м},$$

де  $P_{НС-II.пож}$  – п'єзометрична відмітка на НС-II у режимі пожежогасіння, м;  $Z_{д.р}$  – відмітка дна РЧВ біля насосної станції, м.

$$\text{Отже } H_{p.пож} = 65,12 + 3 = 68,12 \text{ м.}$$



№ вузла	3	4	6	7	8	9	1	2	3	ВБ						
$l, \text{ м}$		980	540		1160		1320		680	460	1300		1340		200	200
$Z_{\text{землі}}, \text{ м}$	126,5	126,5	125,2	125,0	123,5	123,0	123,0	121,1	120,5	123,2	123,2	126,5	126,5	126,5	126,5	126,5
$\Pi_{i, \text{max}}, \text{ м}$	166,3	161,7	156,7	149,5	142,3	146,6	152,9	158,7	166,3	167,1	167,1	166,3	167,1	167,1	167,1	167,1
$\Pi_{i, \text{пож}}, \text{ м}$	173	167	158,8	145,7	133,0	143,4	145,7	162,2	173,1	173,1	173,1	173,1	173,1	173,1	173,1	173,1
$\Pi_{\text{тр.госп}}, \text{ м}$	152,5	151,2	151,0	149,5	141,0	139,1	138,5	149,2	152,5	152,5	152,5	152,5	152,5	152,5	152,5	152,5
$\Pi_{\text{тр.пож}}, \text{ м}$	136,5	135,2	135,0	133,5	133,0	131,1	130,5	133,2	136,5	136,5	136,5	136,5	136,5	136,5	136,5	136,5

## Водозабірні споруди

### 1.11. Геологічний опис порід та їх потужність, м :

- Рослинний шар : 0.6.
- Пісок середньозернистий : 22
- Суглинок : 12
- Пісок крупнозернистий : 15
- Мергель : 21.
- Крейда : 6.
- Вапняк : 8.
- Супісок : 14.
- Глина : 25
- Пісковик водоносний : 27.
- Глина щільна : 9.

Статичний напір від рівня поверхні землі, м : 37.  $Z_{ст}$

Коефіцієнт фільтрації експлуатаційного пласта  $k$ , м/добу. : 25.

Перевищення відмітки подачі над поверхнею землі, м : 13  $Z$

### 1.12. Визначення категорії надійності

Так як кількість жителів - 38 000 осіб і це є менше 50 000 осіб, то категорія надійності – II.

### 1.13. Визначення продуктивності водозабору

Продуктивність водозабору визначаємо на розрахунковий період:

$$Q_{розр} = Q \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3,$$

де  $Q \cdot k_3$  – максимальна добова втрата, м<sup>3</sup>/доб.

$k_1$  – коефіцієнт, що враховує невраховані витрати, який приймаємо 1,1 примітка

$k_2$  - коефіцієнт, що враховує витрати на власні потреби водозабору та очисних споруд, який приймаємо 1,05.

$$Q_{розр} = 16054 \cdot 1,1 \cdot 1,05 = 18480 \frac{\text{м}^3}{\text{добу}}.$$

Продуктивність водозабору визначаємо на перспективний період:

$$Q_{\text{персп}} = Q_{\text{розр}} \cdot k_4.$$

де  $k_4$  – коефіцієнт, що враховує збільшення витрати на перспективу, приймаємо 1,2.

$$Q_{\text{персп}} = 18480 \cdot 1,2 = 22176 \text{ м}^3/\text{добу}.$$

За цими даними складаємо таблицю:

Таблиця 1.18

Водоспоживання на розрахунковий та перспективний періоди

№	Водоспоживання	Розрахунковий період		Перспектива	
		м <sup>3</sup> /добу	м <sup>3</sup> /Год	м <sup>3</sup> /добу	м <sup>3</sup> /Год
1.	Загальна потреба Q	18480	770	22176	928

### 1.14. Вибір водоносного шару

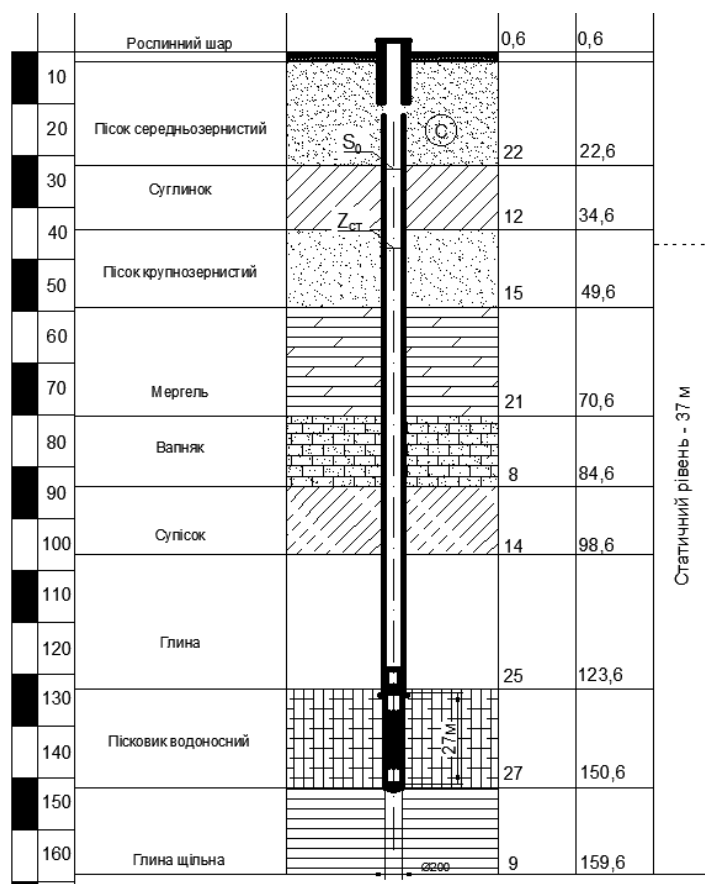


Рис. 1.8. Геологічний розріз ділянки можливого розміщення водозабірних свердловин

Водоносним шаром є пісковик. Потужність водоносного шару складає  $m = 27$  м. Він має глибини від 123,6 м до 150,6 м.

Напір над підшвою пласта дорівнює:

$$150,6 - 37 = 113,6 \text{ м.}$$

Коефіцієнт фільтрації експлуатаційного пласта  $k = 25$  м/добу.

Якість води цього шару відповідає ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» окрім вмісту заліза.

### 1.15. Вибір типу водозабірних споруд

Маємо значну глибину залягання водоносного шару (від 113,6 м до 150,6 м). Для відбору води в таких умовах використовуються трубчасті бурові колодязі – свердловини.

### 1.16. Гідрогеологічні розрахунки

#### Визначення розрахункової схеми

а) Напір над підшвою водоносного пласта  $H = 113,6$  м. Відповідно, водоносний пласт, є напірним

б) Попередньо розглядаємо свердловину як досконалу

Так як у нас напірні пласти, визначаємо максимально допустиме зниження статичного рівня за формулою:

$$S_{\text{доп}} = H - (0,3 \dots 0,5) \cdot m - H_N - \Delta S_{\text{ф}},$$

де  $H$  – початкова глибина води над підшвою водоносного напірного пласта,

$m$  – потужність напірного водоносного пласта,

$H_N$  – максимальна глибина занурення низу насоса (або його водоприймальної частини) під динамічний рівень води в колодязі (1-6 м), попередньо приймаємо

$H_N = 6$  м,

$\Delta S_{\text{ф}}$  – втрати напору на вхід води у свердловину (у фільтрі та при фільтровій зоні, 1-5 м), попередньо приймаємо  $\Delta S_{\text{ф}} = 4$  м.

$$S_{\text{доп}} = 113,6 - (0,3 \dots 0,5) \cdot 27 - 6 - 4 = 95,5 \dots 90,1 \text{ м.}$$

Розмір дозволеного зниження початкового рівня води спричиняє зменшення його до покрівлі водоносного пласта, його необхідно визначати як:

$$S_{\text{доп}} \approx (0,2 \dots 0,3) \cdot H$$

$$S_{\text{доп}} = (0,2 \dots 0,3) \cdot 113,6 = 22,72 \text{ м}$$

Приймаємо максимальне допустиме зниження статичного рівня  $S_{\text{доп}} = 22,72 \text{ м}$ .

**Продуктивність досконалого колодязя, що забирає воду з напірного водоносного пласта**

$$Q = \frac{2,73 \cdot k \cdot m \cdot S_{\text{доп}}}{\lg \frac{R}{r}},$$

де  $k$  – коефіцієнт фільтрації породи, що складає водоносний пласт, м/добу;

$m$  – потужність пласта, м;

$S_{\text{доп}}$  – величина пониження статичного (початкового) рівня, м;

$r$  – радіус колодязя, м;

$R$  – радіус впливу колодязя (відстань від центра колодязя до місця, де статичний рівень практично залишається без зміни), м.

Попередньо приймаємо діаметр каркасу фільтру свердловини  $d_{\text{ф}} = 200 \text{ мм}$ .

Тоді радіус колодязя буде дорівнювати  $r = 0,1 \text{ м}$ .

Радіус впливу колодязя визначаємо за формулою :

$$R = 10 \cdot S \cdot \sqrt{k}$$

$$R = 10 \cdot 25 \cdot \sqrt{25} = 1150 \text{ м}$$

Визначаємо продуктивність (дебіт) свердловини:

$$Q = \frac{2,73 \cdot 25 \cdot 27 \cdot 23}{\lg \frac{1150}{0,1}} = 10437,43 \frac{\text{м}^3}{\text{добу}} = 434,89 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$$

**1.17. Попередній вибір насоса**

Визначаємо необхідний напір:

$$H_{\text{н}} = (z_{\text{землі}} - z_{\text{ст}}) + \Delta z + S_{\text{доп}} + \sum h,$$

де  $(z_{\text{землі}} - z_{\text{ст}})$  – статичний напір від рівня поверхні землі, за завданням дорівнює 37 м;

$\Delta z$  – перевищення відмітки подачі води над поверхнею землі,

$\sum h$  – загальна сума втрат напору, яка визначається за формулою:

$$\sum h = \Delta S_{\text{ф}} + h_{\text{вт}} + \sum h_{\text{нв}}$$

де  $\Delta S_{\text{ф}}$  – втрати напору в фільтрі, попередньо приймаємо 3 м;

$h_{вт}$  – втрати напору у водопідйомній трубі, довжиною  $l_{вт}$ , попередньо приймаємо 3 м;

$\sum h_{нв}$  – сума втрат напору у збірному трубопроводі від найбільш віддаленого водозабору до водоприймальної споруди, попередньо приймаємо  $\sum h_{нв} = 10$  м.

Маємо:

$$\sum h = 3 + 3 + 10 = 17 \text{ м.}$$

Таким чином, попередньо розрахунковий напір:

$$H_H = 37 + 13 + 23 + 17 = 90 \text{ м.}$$

Вибираємо насос за потрібним напором і максимально можливою подачею. За зведеним графіком характеристик насосів попередньо обираємо насос марки **SP 215-5** з максимальною можливою подачею.  $Q = 280 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$ .

Діаметр насоса (двигуна насоса):  $12 \cdot 25 = 300$  мм.

### 1.18. Розрахунок фільтра

Визначимо водоприймальну потужність фільтру

$$Q_\phi = \pi \cdot d_\phi \cdot l_\phi \cdot V_\phi,$$

де  $l_\phi$  – можлива максимальна довжина фільтра, м;

$V_\phi$  – допустима вихідна швидкість води у фільтр,

$d_\phi$  – діаметр фільтра по зовнішнім обмірам, який дорівнює  $d_\phi = 200$  мм.

Можливу максимальну довжину фільтра визначаємо за формулою:

$$l_\phi = m - 1 - 1 = 27 - 1 - 1 = 25 \text{ м,}$$

де  $1$  м – відстань від покрівлі водоносного пласта до робочої частини фільтра,

$1$  м – відстань від підшви водоносного пласта до робочої частини фільтра.

Допустиму вихідну швидкість для фільтру визначається за формулою:

$$V_\phi = 65 \cdot \sqrt[3]{k},$$

$$V_\phi = 65 \sqrt[3]{25} = 190 \frac{\text{м}}{\text{добу}}$$

знаходимо можливу пропускну спроможності фільтра:

$$Q_{\phi} = 3.14 \cdot 0.2 \cdot 25 \cdot 190 = 2983 \text{ м}^3/\text{добу} = 124,29 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Зіставляючи можливий приплив до колодязя, беремо найменше з цих значень,  $124,29 \text{ м}^3/\text{год} = 2983 \text{ м}^3/\text{добу}$ .

### 1.19. Визначення кількості свердловин

На розрахунковий період:

$$n_1 = \frac{Q_{\text{розр}}}{Q_1} = \frac{18480}{24 \cdot 124,29} = 6,19 = 7 + 1_{\text{рез}} = 8$$

На розрахунковий період передбачаємо 8 свердловин, а також 1 резервну свердловину.

На перспективний період:

$$n_{1\text{перс}} = \frac{Q_{\text{персп}}}{Q_1} = \frac{22176}{24 \cdot 124,29} = 7,43 = 8 + 1_{\text{рез}} = 9.$$

На перспективний період передбачаємо 9 свердловин, а також 1 резервну свердловину.

### 1.20. Уточнення витрати свердловини

На розрахунковий період:

$$Q_{\text{св}}^{\text{р}} = \frac{Q_{\text{розр}}}{n_{\text{р}}} = \frac{18480}{7} = 2640 \text{ м}^3/\text{добу}.$$

На перспективний період:

$$Q_{\text{св}}^{\text{п}} = \frac{Q_{\text{персп}}}{n_{\text{персп}}} = \frac{22176}{8} = 2772 \text{ м}^3/\text{добу}.$$

Приймаємо для подальших розрахунків більшу з двох витрат свердловини, тобто  $Q_{\text{св}}^{\text{п}} = 2772 \text{ м}^3/\text{добу}$ .

### 1.21. Уточнення $S$ – зниження статичного рівня та $R$ – радіусу впливу

$$1. S = \frac{Q_{\text{св}}^{\text{н}}}{2,73 \cdot k \cdot m} \cdot \lg \frac{R}{r} = \frac{2772}{2,73 \cdot 25 \cdot 27} \cdot \lg \frac{1150}{0,1} = 6,09 \text{ м.}$$

$$R = 10 \cdot S \cdot \sqrt{k} = 10 \cdot 6,09 \cdot \sqrt{25} = 304,5 \text{ м.}$$

$$2. S = \frac{Q_{\text{св}}^{\text{н}}}{2,73 \cdot k \cdot m} \cdot \lg \frac{R}{r} = \frac{2772}{2,73 \cdot 25 \cdot 27} \cdot \lg \frac{304,5}{0,1} = 5,1 \text{ м.}$$

$$R = 10 \cdot S \cdot \sqrt{k} = 10 \cdot 5,1 \cdot \sqrt{25} = 225 \text{ м.}$$

$$3. S = \frac{Q_{\text{св}}^{\text{н}}}{2,73 \cdot k \cdot m} \cdot \lg \frac{R}{r} = \frac{2772}{2,73 \cdot 25 \cdot 27} \cdot \lg \frac{225}{0,1} = 4,95 \text{ м.}$$

$$R = 10 \cdot S \cdot \sqrt{k} = 10 \cdot 4,95 \cdot \sqrt{25} = 247,5 \text{ м.}$$

$$4. S = \frac{Q_{\text{св}}^{\text{н}}}{2,73 \cdot k \cdot m} \cdot \lg \frac{R}{r} = \frac{2772}{2,73 \cdot 25 \cdot 27} \cdot \lg \frac{247,5}{0,1} = 5,09 \text{ м.}$$

$$R = 10 \cdot S \cdot \sqrt{k} = 10 \cdot 5,085 \cdot \sqrt{25} = 254,25 \text{ м.}$$

$$5. S = \frac{Q_{\text{св}}^{\text{н}}}{2,73 \cdot k \cdot m} \cdot \lg \frac{R}{r} = \frac{2772}{2,73 \cdot 25 \cdot 27} \cdot \lg \frac{254}{0,1} = 5,1 \text{ м.}$$

$$R = 10 \cdot S \cdot \sqrt{k} = 10 \cdot 5,1 \cdot \sqrt{25} = 255 \text{ м.}$$

### 1.22. Вибір схеми розташування свердловини

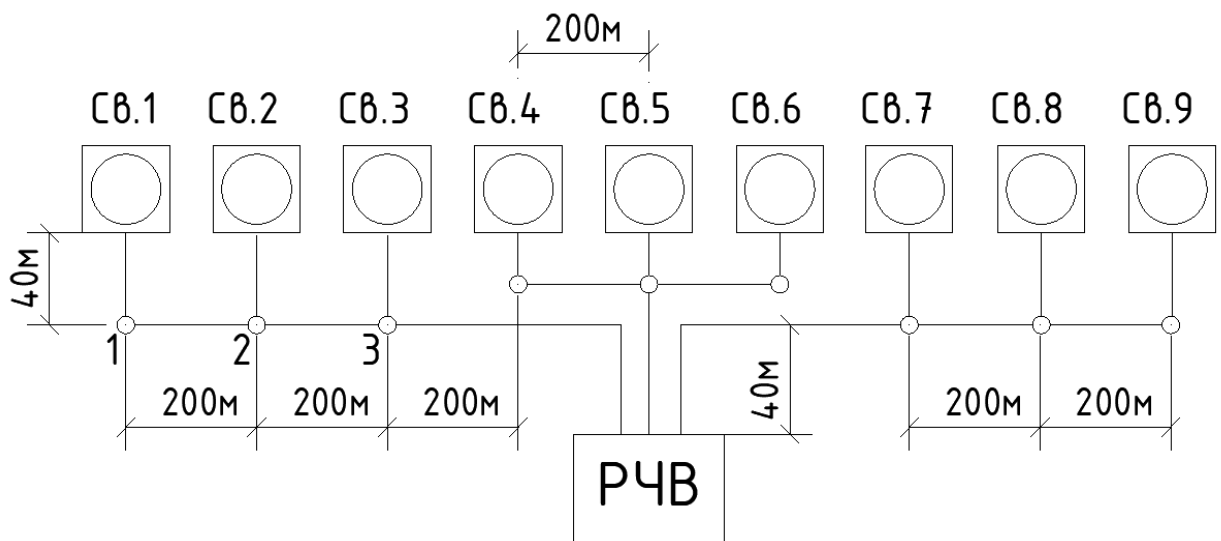


Рис.1.9. Схема розташування свердловин

Можливе пониження статичного рівня води з врахуванням взаємодії свердловини  $S_0$ .

$$S_0^{\text{персп}} = \frac{Q_i \cdot 3}{2 \cdot \Pi \cdot m \cdot K\phi} \cdot \left[ \ln R - \frac{1}{n} (\ln r_0 + \ln r_1 + \ln r_n) \right]$$

Підставляємо значення у формулу для перспективного періоду:

$$S_0^{\text{персп}} = \frac{2772 \cdot 3}{2 \cdot 3,14 \cdot 27 \cdot 25} \cdot \left[ \ln 255 - \frac{1}{3} (\ln 0,1 + 2 * \ln 200) \right] = 5,45 \text{ м.}$$

Додаткове пониження  $\Delta S_\phi$ , яке забезпечує подолання опору при вході води із водоносного пласта через фільтр у колодязь.

$$\Delta S_\phi = 0,01 \cdot a \cdot \sqrt{\frac{Q_{\text{св}} \cdot S_0}{k \cdot F_\phi}},$$

де  $a$  – коефіцієнт, що враховує конструкцію фільтра,

$F_\phi$  – робоча площа фільтра, яка дорівнює

Підставляємо значення у формулу для перспективного періоду:

$$\Delta S_\phi = 0,01 \cdot 8 \cdot \sqrt{\frac{2772 \cdot 5,45}{25 * 15,7}} = 0,49 \text{ м.}$$

Мінімальна глибина занурення насоса у свердловину.

$$H_{\text{гЛН}} = z_{\text{ст}} + S_0 + \Delta S_\phi + h_{\text{щ}} + H_{\text{н}}$$

де  $S_0$ - пониження статичного рівня з врахуванням взаємодії свердловин,

$\Delta S_\phi$ - втрати напору у фільтрі свердловини,

$h_{\text{щ}}$ – втрати напору в щілині між двигуном і стінками свердловини,

приймаємо  $h_{\text{щ}} = 1 \text{ м}$ ,

$H_{\text{н}}$ - підпір над фланцем насоса, визначаємо за паспортом насоса  $H_{\text{н}} = 1 \text{ м}$ .

$$H_{\text{гЛН}} = 37 + 5,45 + 0,49 + 1 + 1 = 44,94 \text{ м.}$$

### 1.23.Схема збірних трубопроводів

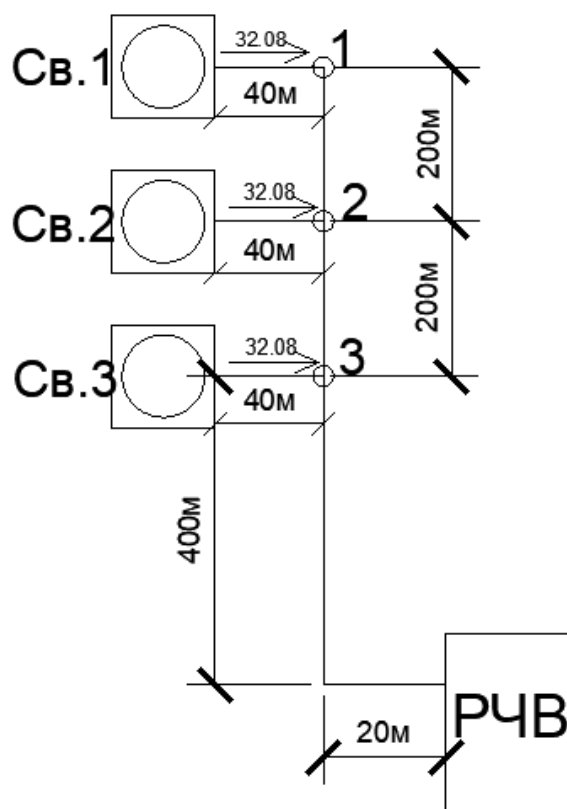


Рис. 1.10. Схема збірних трубопроводів

За розрахунковий вибираємо найгірший шлях Св.1-2-3-4-5-6-РЧВ .

а) Визначення діаметру водопідйомних труб:

Ділянка від заглибленого насоса у свердловині до устя свердловини Св.1:

$$Q_{\text{св}} = 115,5 \text{ м}^3 / \text{добу} = 32,08 \text{ л/с} , V_{\text{рек}} = 1,5 - 2 \text{ м/с}.$$

Приймаємо діаметр 150 мм і швидкість  $v = 1,63 \text{ м/с}$ ,  $1000i = 31,4 \text{ м/км}$

б) Визначення діаметрів напірного трубопроводу:

Ділянки Св.1-1-2:

$$Q_{\text{св.1-2}} = \dots \cdot V_{\text{рек}} = 0,4 - 0,7 \text{ м}^3/\text{с}.$$

За табл. Шевелевих приймаємо діаметр 300 мм і швидкість 0,42 м/с,

$1000i = 1,03$ ;

Ділянки 2-3:

$$Q_{2-3} = Q_{св} \cdot 2 = 64,16 \text{ л/с},$$

За табл. Шевелевих приймаємо діаметр 400 мм і швидкість 0,48 м/с,  
 $1000i = 0,91$ ;

Ділянки 3-РЧВ:

$$Q_{3-РЧВ} = 32,08 \cdot 3 = 96,24 \text{ л/с},$$

За табл. Шевелевих приймаємо діаметр 400 мм і швидкість 0,72 м/с,  $1000i = 1,9$ .

### 1.24. Побудова графіка сумісної роботи насоса і водовода

Табл.1.19

Найменування труб діаметр(мм), довжина(м)	Втрати напору $h = 1,1 \cdot 1000i \cdot L$ , м для $Q_{св}$ , л/с				
	0	10	20	30	40
Водопідйомні $d=150$ мм, $L=45$ м	0	0,17	0.62	1.36	2.43
Напірний трубопровід Св11-2 $d=3000$ мм, $L=240$ м	0	0,00576	0.0237	0.0204	0,0379
Магістраль 2-3 $d=4000$ мм, $L=200$ м	<b>32,08</b> 0.052	<b>42,08</b> 0.0937	<b>52,08</b> 0.136	<b>62,08</b> 0.189	<b>72,08</b> 0.2464
Магістраль 3-РЧВ $d=400$ м $L=420$	<b>64.18</b> 0.20	<b>74.16</b> 0.259	<b>84.16</b> 0.32	<b>94.16</b> 0.4	<b>104.16</b> 0.48
	0.252	0.5283	1.099	1.9694	3.19

$$Q = 0, S = 0; Q_{персп} = 2772 \text{ м}^3 / \text{добу} = 115,5 \text{ м}^3 / \text{годину} = 32,08 \text{ л/с},$$

загальне пониження статичного рівня дорівнює  $S = 5,09$  м.

в) Графоаналітичний метод підбору насоса:

Обираємо новий насос SM10E3L.

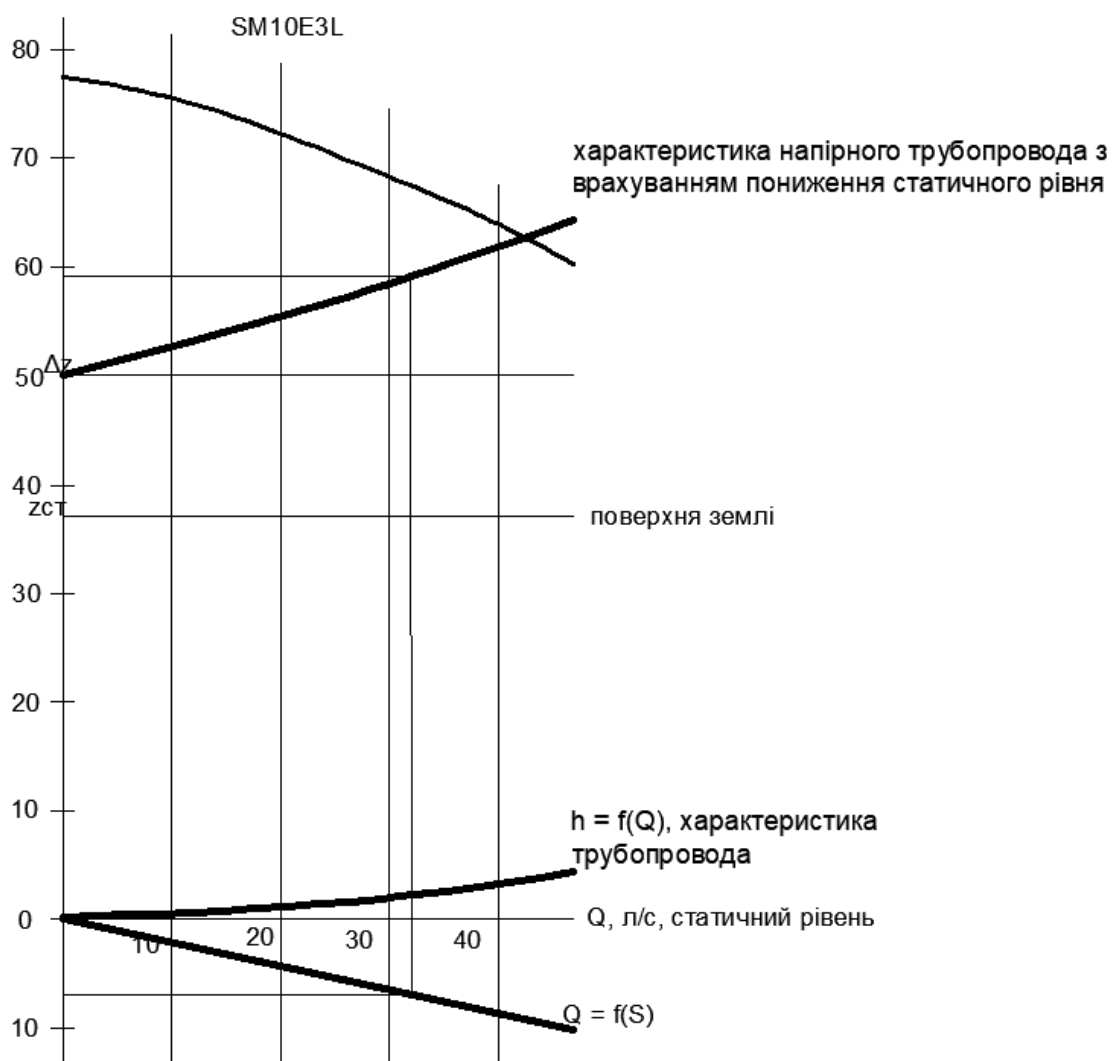


Рис. 1.11. Сумісна робота насоса і трубопроводів

## Позначки конструктивних елементів свердловини

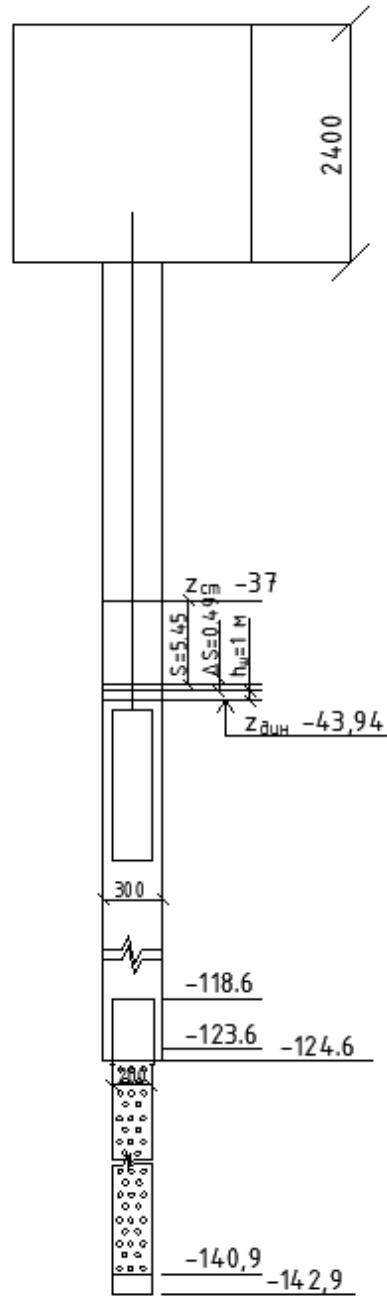


Рис.1.12. Конструктивні елементи свердловини

## Водопрвідні очисні споруди

### 1.25. Вибір технології очищення води

На підставі даних про якість води та потреб споживача передбачається очищення води від заліза спрощеною аерацією.

Спрощену аерацію проводимо, подаючи воду до каналу фільтра з висотою скидання – 0,5-0,6 м.

Повна розрахункова виробнича потужність водоочисної станції,

$$Q = \alpha \cdot Q_{\text{кор}} = 1,03 \cdot 16054,6 = 16536,24 \text{ м}^3/\text{доб},$$

де  $\alpha$  – коефіцієнт, враховує витрату води на власні потреби очисної станції,  $\alpha = 1,03$  з повторним використанням промивних вод від фільтрів.

### 1.26. Розробка висотної схеми споруд

За 0.000 приймаємо позначку землі біля РЧВ. Максимальний рівень води у резервуарах становить 2.400

Зниження напору в трубопроводах, що йдуть від фільтрів до РЧВ, дорівнює 0,5 м, тому відмітка води на випуску з фільтрів – 2,900. Падіння тиску у фільтрах становить 3,2 м, вода скидається в канал фільтра з рівня 0,5 м, відтак рівень на вході до фільтрів – 6,600.

### 1.27. Швидкі фільтри

Загальна площа фільтрування

$$F_{\phi} = \frac{Q_{\text{ос}}}{T_{\text{ст}} v_{\text{н}} - n_{\text{пр}} q_{\text{пр}} - n_{\text{пр}} v_{\text{н}} \tau_{\text{пр}}} = \frac{16536,24}{24 \cdot 7 - 2 \cdot 5,04 - 2 \cdot 7 \cdot 0,33} = 107,52, \text{ м}^2$$

де  $T_{\text{ст}} = 24$  год. – тривалість роботи станції на протязі доби;  $v_{\text{н}} = 7$  м/год – розрахункова швидкість фільтрації за звичайних умов,  $n_{\text{пр}} = 2$  – добова кількість промивань фільтра;  $q_{\text{пр}}$  – питома витрата води на одну промивку,

$$q_{\text{пр}} = q'_{\text{пр}} \cdot t \cdot 10^{-3} = 14 \cdot 360 \cdot 10^{-3} = 5,04, \text{ м}^3/\text{м}^2,$$

де  $q_{\text{пр}} = 14$  л/с·м<sup>2</sup>, – інтенсивність промивки;  $t = 360$  с – тривалість промивки;  $\tau_{\text{пр}} = 0,33$  год. – час простою фільтра через промивку.

Кількість фільтрів  $N_\phi = \frac{1}{2}\sqrt{F_\phi} = \frac{1}{2}\sqrt{107,52} = 5,18 \approx 6$ .

Площа одного фільтра  $f_\phi = \frac{107,52}{6} = 17,92 \text{ м}^2$ .

Приймаємо розмір одного фільтра  $6 \times 3 = 18 \text{ м}^2$ .

Тоді кількість фільтрів  $\frac{107,52}{18} = 5,97 \approx 6$ .

При цьому необхідно забезпечити співвідношення:

$$v_\phi = \frac{v_H N_\phi}{N_\phi - N_1} = \frac{7 \cdot 6}{6 - 1} = 8,4 \leq 10, \text{ м}^3/\text{год}$$

де  $v_\phi$  – швидкість фільтрації в інтенсивному режимі, що не має перевищувати 10 м/год.  $N_1 = 1$  – число фільтрів, які ремонтуються.

Визначаємо витрату води  $Q_{np}$ , необхідної для промивки одного фільтра

$$Q_{np} = F_\phi^0 \cdot q'_{np} \cdot 10^{-3} = 18 \cdot 14 \cdot 10^{-3} = 0,252, \text{ м}^3/\text{с},$$

де  $F_\phi^0 = 18 \text{ м}^2$  – площа одного фільтра ( $L \times B$ ).

Визначаємо діаметр колектору

$$d_k = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{np}}{\pi \cdot v_k}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,252}{3,14 \cdot 1,2}} = 0,51 \approx 0,5, \text{ м},$$

де  $v_k = 1,2 \text{ м/с}$  – швидкість руху води на початку колектору.

Площа дна фільтра, що приходить на одне відгалуження

$f_{відг} = (3 - 0,53) \cdot 0,3 = 0,741 \text{ м}^2$ , де 0,3 м – відстань між відгалуженнями.

Витрата промивної води у одному відгалуженні

$$q_{відг} = f_{відг} \cdot q'_{np} = 0,741 \cdot 14 = 10,37 \text{ л/с}.$$

Діаметр відгалужень 100 мм, швидкість виходу води  $v = 1,28 \text{ м/с}$ .

Сукупне число відгалужень на кожному фільтрі при відстані між їхніми центрами 0,3 м.

$$n_{відг}^{заг} = \frac{6}{0,3} = 20 \text{ шт.}$$

У нижній частині відгалужень під кутом  $45^\circ$  спроектовані отвори діаметром 10 мм. Загальна площа цих отворів становить 0,25% від площі фільтра

$$\Sigma f_{отв} = \frac{0,25 \cdot 18}{100} = 0,045 \text{ м}^2 = 450 \text{ см}^2.$$

Площа одного отвору  $f_0$  складає

$$f_0 = \frac{\pi \cdot d_0^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,01^2}{4} = 0,000079 \text{ м}^2.$$

Розраховуємо загальну кількість отворів  $n_0$  для фільтра

$$n_0 = \frac{\sum f_0}{f_0} = \frac{0,045}{0,000079} = 570, \text{ шт.}$$

Кількість отворів  $n_0^{\text{відг}}$  на одному відгалуженні

$$n_0^{\text{відг}} = \frac{n_0}{n_{\text{згг}}} = \frac{570}{20} \approx 28, \text{ шт}$$

Планується застосування жолобів для збору та відведення промивної води з фільтрів. Проміжок між центрами суміжних жолобів  $l=2\text{м}$

Розраховуємо витрату води  $q_{\text{ж}}$ , що припадає на один жолоб

$$q_{\text{ж}} = \frac{Q_{\text{пр}}}{n_{\text{ж}}} = \frac{0,252}{3} = 0,084, \text{ м}^3/\text{с.}$$

Знаходимо ширину жолоба  $B_{\text{ж}}$

$$B_{\text{ж}} = K_{\text{ж}} \cdot 5 \sqrt{\frac{q_{\text{ж}}^2}{(1,57 + a_{\text{ж}})^3}} = 2,1 \cdot 5 \sqrt{\frac{0,084^2}{(1,57 + 1,5)^3}} = 0,4, \text{ м,}$$

де  $a_{\text{ж}} = 1,5$  – відношення висоти прямокутної частини жолоба  $h_{\text{н}}$  до половини його ширини,  $K_{\text{ж}} = 2,1$  – для п'ятикутної форми жолоба.

Таким чином, прямокутна частина жолоба дорівнює

$$h_{\text{н}} = 0,75 \cdot B_{\text{ж}} = 0,75 \cdot 0,4 = 0,3, \text{ м.}$$

Корисна висота жолоба  $h_{\text{ж}}$  становить  $h_{\text{жс}} = h_{\text{н}} + 0,5B_{\text{ж}} = 0,3 + 0,5 \cdot 0,4 = 0,5, \text{ м.}$

Конструктивна висота  $h_{\text{ж}}^{\text{к}}$   $h_{\text{жс}}^{\text{к}} = h_{\text{жс}} + 0,08 = 0,5 + 0,08 = 0,58, \text{ м.}$

Визначаємо відстань  $H_{\text{ж}}$  від поверхні фільтруючого завантаження до кромки жолоба

$$H_{\text{ж}} = \frac{H_3 \cdot a_3}{100} + 0,3 = \frac{1,5 \cdot 30}{100} + 0,3 = 0,75, \text{ м,}$$

де  $H_3 = 1,5$  м – висота фільтруючого шару;  $a_3 = 30\%$  – відносне розширення фільтруючого завантаження.

Відстань від дна жолоба до дна каналу

$$H_{\text{кан}} = 1,73 \cdot \sqrt[3]{\frac{q_{\text{кан}}^2}{gB_{\text{кан}}^2}} + 0,2 = 1,73 \cdot \sqrt[3]{\frac{0,252^2}{9,81 \cdot 0,7^2}} + 0,2 = 0,62, \text{ м,}$$

де  $B_{\text{кан}}$  – ширина каналу, м ( $B_{\text{кан}} = 0,7$  м).

Швидкість руху води в кінці каналу  $v_{\text{кан}}$  визначається з урахуванням того, що рівень води в каналі повинен бути на 0,2 м нижче дна жолоба

$$v_{\text{кан}} = \frac{q_{\text{кан}}}{B_{\text{кан}}(H_{\text{кан}} - 0,2)} = \frac{0,252}{0,7 \cdot (0,9 - 0,2)} = 0,51, \text{ м/с.}$$

Розраховуємо втрати напору за промивки фільтра, які складаються з таких величин:

а) втрати напору в отворах труб розподільчої системи

$$h_{p.c.} = \left( \frac{2,2}{a^2} + 1 \right) \cdot \frac{v_k^2}{2g} + \frac{v_{\text{відг}}^2}{2g} = \left( \frac{2,2}{0,32^2} + 1 \right) \cdot \frac{1,2^2}{2 \cdot 9,81} + \frac{1,28^2}{2 \cdot 9,81} = 1,7, \text{ м}$$

де  $a = 0,09/0,2826 = 0,32$  – відношення загальної площі всіх отворів у розподільчій системі до площі перерізу колектору;

б) втрати напору в фільтруючому шарі визначаються за формулою

$$h_{\phi} = (a + b \cdot W) \cdot H_s = (0,76 + 0,017 \cdot 14) \cdot 1,5 = 1,5 \text{ м,}$$

де  $a = 0,76$ ,  $b = 0,017$ .

в) втрати напору в підтримуючому гравійному шарі висотою

$$h_{n.u.} = 0,022 \cdot H_{n.u.} \cdot q'_{np} = 0,22 \cdot 0,6 \cdot 14 = 0,19, \text{ м;}$$

г) втрати напору в трубопроводі  $h_{тр}$ , який подає промивну воду у колектор розподільчої системи:  $h_{mp} = i \cdot l = 0,007 \cdot 100 = 0,7, \text{ м,}$

де  $l = 100$  м – загальна довжина трубопроводу,  $i = 0,007$  м/м – гідравлічний ухил.

д) втрати напору на місцевій опір  $h_{m.o.}$  у фасонних частинах і арматурі

$$h_{m.o.} = \sum \zeta \frac{v^2}{2g} = 2,5 \cdot \frac{1,2^2}{2 \cdot 9,81} = 0,26 \text{ м.}$$

Таким чином, загальна величина втрат напору  $h$  при промивці швидкого фільтра складає:

$$h = h_{p.c.} + h_{\phi.u.} + h_{n.u.} + h_{mp} + h_{m.o.} = 1,7 + 0,19 + 0,7 + 0,26 + 1,5 = 4,35 \text{ м}$$

Вода для очищення подається з бака. Системи промивання розроблені для очищення одного фільтра. Ємність промивного бака має забезпечувати одну додаткову промивку.

Об'єм води в промивному баку,  $m^3 W_{бака} = 0,252 \cdot 360 \cdot (1 + 1) = 181,4 \approx 200m^3$

Напір води для очищення фільтрів беремо 4,85 м, з урахуванням розрахованих втрат тиску.

### 1.28. Піскове господарство

Піскове господарство призначене для підготовки кар'єрного піску та очищення забрудненого завантаження.

Об'єм піску у всіх фільтрах:  $W_n = 7 \cdot 18 \cdot 1,2 \approx 151,2m^3$ ,

Річна потреба 10%  $W_n = 15m^3$  (довантаження),

При вмісті піску в кар'єрному продукті 55%, потреба на станції перед пуском:  $W_{кп} = \frac{151,2 \cdot 100}{55} = 275m^3$

Щорічна потреба  $W_{кп}^1 = 27,5m^3$

Прийнято пісковий майданчик 18 x 18

### 1.29. Споруди для повторного використання промивної води

Промивні стоки після фільтрів потрібно відстоювати. Повторно використану воду знезаражують хлором у дозі 2 мг/дм<sup>3</sup>.

Після промивання фільтрів вода надходить до бака-усереднювача для стабілізації швидкості потоку та складу забруднень.

Площа тонкошарового блоку:

$$F_{роб} = \frac{Q}{q_0} = \frac{35,28}{4,5} = 7,84 \text{ м}^2 \text{ (розмір 2 x 1 м).}$$

Площа вертикального відстійника:

$$F_{роб} = \frac{Q \cdot 1000}{V \cdot 3600} = \frac{35,28 \cdot 1000}{0,1 \cdot 3600} = 98 \text{ м}^2, \text{ приймаємо 4 відстійника, площею}$$

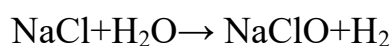
$$F = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot 0,9; \quad \text{при} \quad D = 6 \text{ м} \quad F = \frac{3,14 \cdot 6^2}{4} \cdot 0,9 = 25,43 \text{ м}^2$$

Осад з відстійників подається у згущувачі та на утилізацію.

### 1.30. Знезараження

Знезараження води здійснюватиметься за допомогою електролізного гіпохлориту натрію (NaClO).

Електрохімічний метод заснований на електролізі розчинів хлориду натрію, здійснюваним у електролізерах із графітовими, оксидно-рутенієвими або платинованими анодами без діафрагми, що призводить до утворення розчину гіпохлориту натрію (NaClO) з концентрацією 0,4%.. У процесі електролізу



Електрохімічний метод вигідно відрізняється простотою, доступністю сировини та можливістю створення мобільних установок.

Для очисної станції продуктивністю 16054 м/добу, обираємо електролізну установку " eIDes-1200".



Рис.1.13.Установка «eIDes-1200»

Витрати кухонної солі харчової якості на 1 кг активного хлору на годину становить 4 кг відповідно паспорту на установку

## Насосна станція II підйому

### 1.31. Добір насосів

Розрахунок ординат графіка погодинного притоку води до насосної станції при  $Q_{д,маx}=1200\text{м}^3$ , коефіцієнт часової нерівномірності  $K_ч=2$

Табл. 1.20. Погодинне водоспоживання

Година доби	Q год, м <sup>3</sup> /год	Q, л/с
0-1	599,696	166,58
1-2	523,9948	145,55
2-3	508,0228	141,12
3-4	511,2172	142,00
4-5	591,2708	164,24
5-6	544,9356	151,37
6-7	511,016	141,95
7-8	591,1664	164,21
<b>8-9</b>	<b>861,1094</b>	239,20
9-10	855,8814	237,74
10-11	820,5494	227,93
11-12	833,5206	231,53
12-13	805,0614	223,63
13-14	798,6726	221,85
14-15	791,9934	220,00
15-16	788,6054	219,06
16-17	777,1446	215,87
17-18	689,4444	191,51
18-19	676,6668	187,96
19-20	625,266	173,69
20-21	596,4196	165,67
21-22	529,0468	146,96
22-23	585,5208	162,64
23-24	638,2448	177,29
Всього	16054,56	4459,60

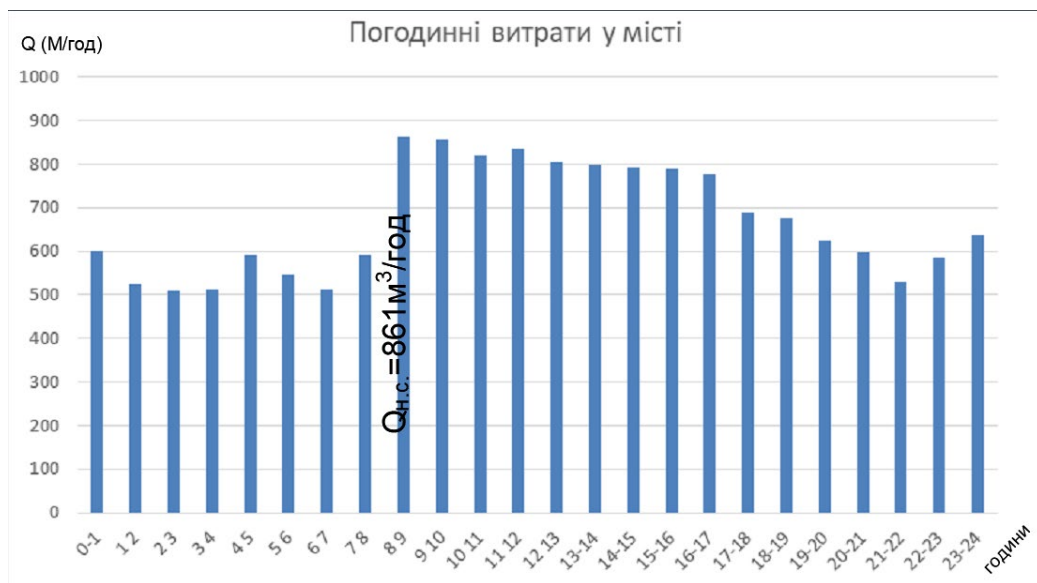


Рис.1.14 Погодинний графік водоспоживання міста і подачі насосної станції

При без баштової схемі розрахункова максимальна подача насосної станції дорівнює максимальній погодинній витраті:

$$Q_{н.с.} = q_{погод.мак}$$

$$Q_{н.с.} = 861,11 \text{ м}^3/\text{год} = 239,20 \text{ л/с}$$

Витрату напірного водоводу  $Q_{н.в.}$ , визначаємо за формулою:  $Q_{н.в.} = \frac{Q_{н.с.}}{n}$   
де  $n$  – кількість напірних водоводів,  $n=2$ .

$$Q_{н.в.} = \frac{239,20}{2} = 119,6 \text{ л/с}$$

По таблицях Шевелевих в залежності від  $Q_{н.в.}$ , приймаємо труби чавунні, діаметром  $d=350$  мм визначаємо  $1000i$  та  $v$ :

$$1000i = 6,28 \text{ м/км}; v = 1,23 \text{ м/с.}$$

Визначення втрати напору в напірному водоводі за формулою:

$$h_{н.в.} = (1,05 \dots 1,1) * 1000i * L_{н.в.}$$

де  $1000i$  – втрати напору на 1 км трубопроводу в метрах водяного стовпа;  
 $L_{н.в.}$  – довжина напірного водоводу, км.

$$h_{н.в.} = (1,1) * 6,28 * 1,5 = 10,36 \text{ м}$$

Необхідний напір насосної станції для без баштової системи визначається сумою величин:

$$H_{н.с.} = H_{гео} + \Sigma h;$$

де  $H_{\text{гео}}$  – статичний напір;  $\Sigma h$  сума втрат, визначається за формулою:

$$\Sigma h = h_{\text{у.в}} + h_{\text{н.с.}} + h_{\text{вдв}} + h_{\text{н.в}} + h_{\text{м}}$$

де  $h_{\text{у.в}}$  – втрати у всмоктуючих водоводах, у першому наближенні приймаємо 0,5 м;  $h_{\text{н.с.}}$  – втрати насосної станції, у першому наближенні приймаємо 2,0 м;  $h_{\text{вдв}}$  – втрати на водомірі, у першому наближенні приймаємо 1 м;  $h_{\text{н.в}}$  – втрати напіру в напірному водоводі;  $h_{\text{м}}$  – втрати в мережі при подачі максимальної витрати,  $h_{\text{м}} = 16,86$  м.

$$\Sigma h = 0,5 + 2 + 1 + 10,36 + 16,86 = 30,72 \text{ м};$$

Значення статичного напіру визначається за формулою

$$H_{\text{гео}} = \downarrow \text{ДТ} + H_{\text{віл}}^{\Gamma} - \downarrow \text{ПЗ};$$

де  $\downarrow \text{ДТ}$  – відмітка землі в диктуючій точці,  $\downarrow \text{ДТ} = 123,5$  м;  $H_{\text{віл}}^{\Gamma}$  – гарантований напір,  $H_{\text{віл}}^{\Gamma} = 26$  м;  $\downarrow \text{ПЗ}$  – відмітка землі у насосної станції,  $\downarrow \text{ПЗ} = 126$  м.

$$H_{\text{гео}} = 123,5 + 26 - 126 = 23,5 \text{ м};$$

Визначення втрати напіру в напірному водоводі за формулою:

$$h_{\text{н.в.}} = (1,05 \dots 1,1) * 1000i * L_{\text{н.в.}}$$

де  $1000i$  – втрати напіру на 1 км трубопроводу в метрах водяного стовпа;

$L_{\text{н.в.}}$  – довжина напірного водоводу, км.

$$h_{\text{н.в.}} = 1,1 * 6,28 * 1,5 = 10,36 \text{ м}$$

Необхідний напір:

$$H_{\text{н.с.}} = 23,5 + 30,72 = 54,22 \text{ м};$$

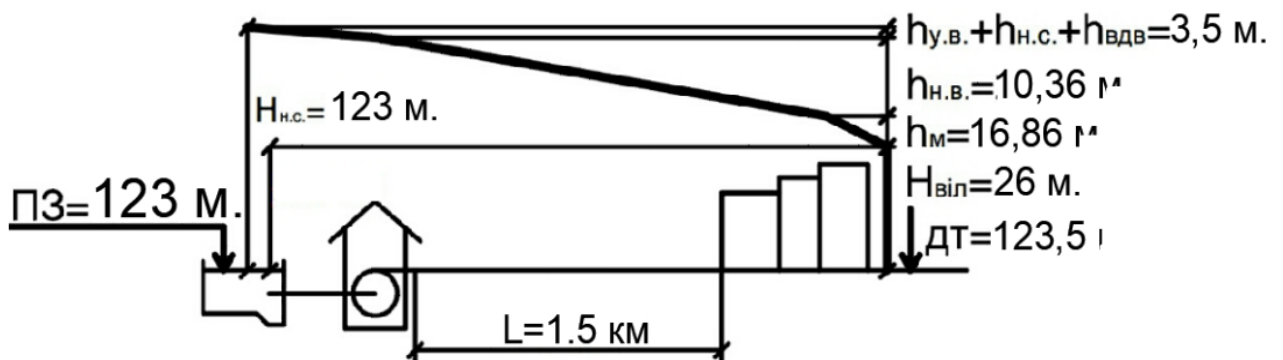


Рис.1.15.Висотна схема

### 1.32. Розрахунок характеристик напірних трубопроводів

Таблиця 1.21

№ п/п	Напори	Витрати, м <sup>3</sup> /год				
		0	284,16	430,55	861,10	947,22
		Відношення Q/Q <sub>н.с.</sub>				
		0	0,33	0,5	1	1,1
<b>Два водовода</b>						
1	H <sub>geo</sub>	23,5	23,5	23,5	23,5	23,5
2	h <sub>у.в.</sub>	0	0,5x0,1=0,05	0,5x0,25=0,125	0,5	0,5x1,21=0,605
3	h <sub>н.с.</sub>	0	0,2	0,5	2,0	2,42
4	h <sub>вдв</sub>	0	0,1	0,25	1,0	1,21
5	h <sub>н.в.</sub>	0	1,036	2,59	10,36	12,53
6	h <sub>м</sub>	0	1,686	4,215	16,86	20,40
7	H <sub>2d</sub>	23,5	26,572	31,18	54,22	60,66
<b>Один водовод</b>						
8	H <sub>geo</sub>	23,5	23,5	23,5	23,5	23,5
9	h <sub>у.в.</sub>	0	0,05	0,125	0,5	0,605
10	h <sub>н.с.</sub>	0	0,2	0,5	2,0	2,42
11	h <sub>вдв</sub>	0	0,1	0,25	1,0	1,21
12	h <sub>н.в.</sub>	0	4,141	10,35	41,41	50,106
13	h <sub>м</sub>	0	1,686	4,215	16,86	20,40
14	H <sub>d</sub>	23,5	29,67	38,94	85,27	98,241
<b>Два водовода. Одна перемичка. Аварія</b>						
15	H <sub>geo</sub>	23,5	23,5	23,5	23,5	23,5
16	h <sub>у.в.</sub>	0	0,05	0,125	0,5	0,605
17	h <sub>н.с.</sub>	0	0,2	0,5	2,0	2,42
18	h <sub>вдв</sub>	0	0,1	0,25	1,0	1,21
19	h <sub>н.в.</sub>	0	2,588	6,47	25,885	31,32
20	h <sub>м</sub>	0	1,686	4,215	16,86	20,40
21	H <sub>d</sub>	23,5	28,124	35,06	69,745	79,455

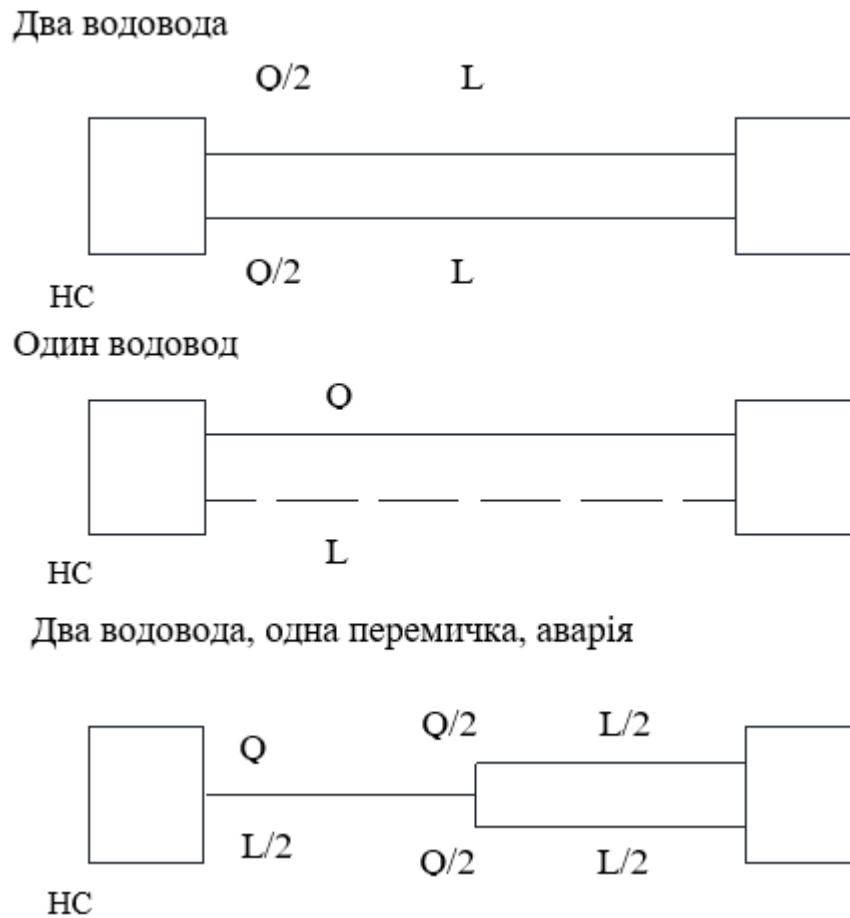


Рис. 1.16. Схеми роботи водоводів

Вибір насосів виконується за зведеними графіками, в залежності від необхідних розрахункових напорів і подач насосів  $Q = 861 \text{ м}^3/\text{год} = 239,16 \text{ л/с}$   $H = 54,22 \text{ м}$ .

- при 2 насосах  $Q = 904/2 = 452 \text{ м}^3/\text{год}$
- при 3 насосах  $Q = 904/3 = 301 \text{ м}^3/\text{год}$
- при 4 насосах  $Q = 904/4 = 225 \text{ м}^3/\text{год}$

Табл. 1.22. Варіанти для вибору насосів

Вар.	Марка насоса	пн	$\eta$	P1	P2	NPSH
a	<b>NB150-400/403</b> <b>AAF1AESBAQEWW3</b>	2	<b>0.86</b>	<b>165.2</b>	<b>159</b>	<b>4.86</b>
b	NB150-400/390 AAF1AESBAQEVW3	3	0.75	182	175	4.02
c	NB125-400/398 AAF2AESBAQEUW3	4	0.72	191.3	181.6	2.4

$\eta_{н.пр}$  – ККД насосу приведенне, визначається за формулою:

$$\eta_{н.пр} = \eta \frac{H_n}{H_{гр}}$$

З таблиці за більшим ККД та за кращими показниками P1 і P2 приймаємо насос варіант «а» NB 150-400/403 AAF1AESBAQEWW3

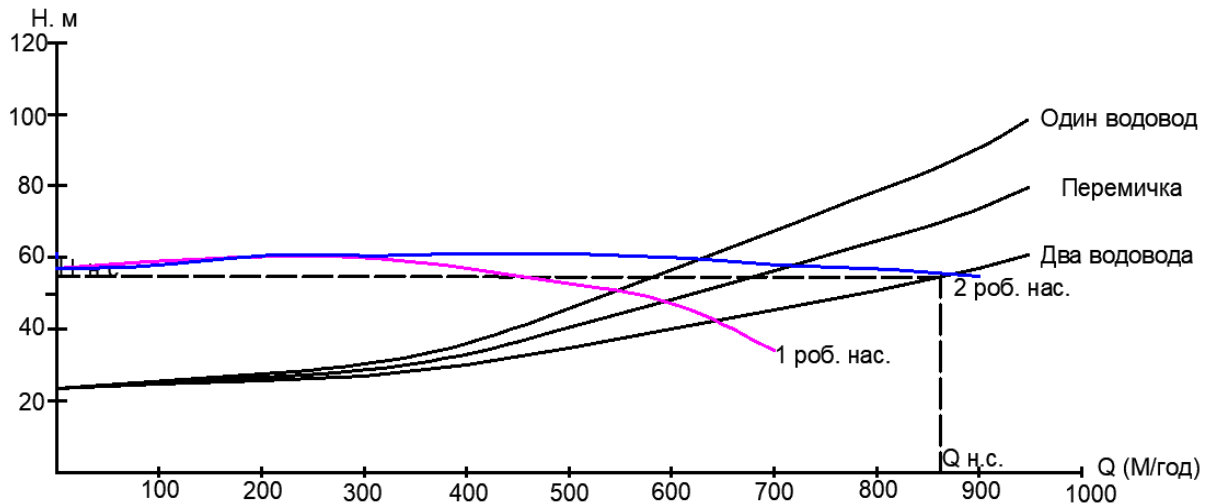


Рис. 1.17. Характеристика Q-H,  $\eta$  насоса NB 150-400/403 AAF1AESBAQEWW3

Розрахунки системи на режим максимального водоспоживання + пожежогасіння:

$$Q_{н.с.пож} = Q_{\max \text{ год}} + q_{\text{пож}}$$

$$Q_{н.с.пож} = 239,20 + 50 = 289,2 \text{ л/с}$$

При двох водоводах  $n = 2$ :

$$Q_{н.в.пож} = \frac{Q_{н.с.пож}}{2}$$

$$Q_{н.в.пож} = \frac{289,2}{2} = 144,6 \text{ л/с}$$

За таблицями Шевелевих:

$$1000i = 9,05$$

$$v = 1,48 \text{ м/с}$$

Необхідний напір насосів при роботі в режимі пожежогасіння, як суму величин:

$$H_{н.с.пож} = H_{\text{геом.пож}} + h_{у.в.} + h_{н.с} + h_{вдм} + h_{н.в.пож} + h_{\text{мер.пож}}$$

де  $h_{у.в.}$  – втрати напору в усмоктувальних трубопроводах = 0,5 м;  $h_{н.с.}$  – втрати напору в трубопроводах насосної станції = 2,0 м;  $h_{вдм}$  – втрати напору у водовимірjuвальному пристрої = 1,0 м;  $h_{мер.пож}$  – втрати напору в міській мережі водопостачання при пожежогаcінні=40,25м;  $h_{н.в.пож}$  – втрати напору в напірних водоводах при пропуску максимальної годинної витрати плюс пожежа: 14.93

$$h_{н.в.пож} = 1.1 * 1000i * L$$

$$h_{н.в.пож} = 1.1 * 9,05 * 1,5 = 14.93 \text{ м}$$

$H_{геом.пож}$  – геометрична висота підняття води при пожежі:

$$H_{геом.пож} = Z_{д.т} - Z_{рчв} + H_{г.пож}$$

де  $Z_{рчв} = Z_{н.с.} - \Delta h$  – відмітка рівня протипожежного запасу води в РЧВ;  $Z_{рчв} = 124,6$  м;  $H_{геом.пож} = 123,5 - 124,6 + 10 = 8,9$  м

$$H_{н.с.пож} = 8,9 + 0,5 + 2,0 + 1,0 + 14,93 + 40,25 = 67,58 \text{ м}$$

Табл.1.23

№ п/п	Напори	Витрати, м <sup>3</sup> /год				
		0	343,56	520,56	1041,12	1145,232
		Відношення Q/Q <sub>н.с.</sub>				
		0	0,33	0,5	1	1,1
<b>Два водовода</b>						
1	$H_{geo}$	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9
2	$h_{у.в.}$	0	$0,5 \times 0,1 = 0,05$	$0,5 \times 0,25 = 0,125$	0,5	$0,5 \times 1,21 = 0,605$
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	1,493	3,73	14,93	18,06
6	$h_m$	0	4,025	10,06	40,25	48,7
7	$H_{2d}$	8,9	14,768	23,56	67,58	79,89

Вибір насосів виконується за зведеними графіками, в залежності від необхідних розрахункових напорів і подач насосів  $Q = 1041,12 \text{ м}^3/\text{год} = 289,16,16 \text{ л/с}$   $H = 67,58 \text{ м}$ .

Табл. 1.24. Варіанти для вибору насосів

Вар.	Марка насоса	пн	$\eta$	P1	P2	NPSH
<b>a</b>	<b>NB200-450/455 AAF1AESBAQEYW3</b>	<b>2</b>	<b>0.81</b>	<b>259,6</b>	<b>251,2</b>	<b>5,4</b>

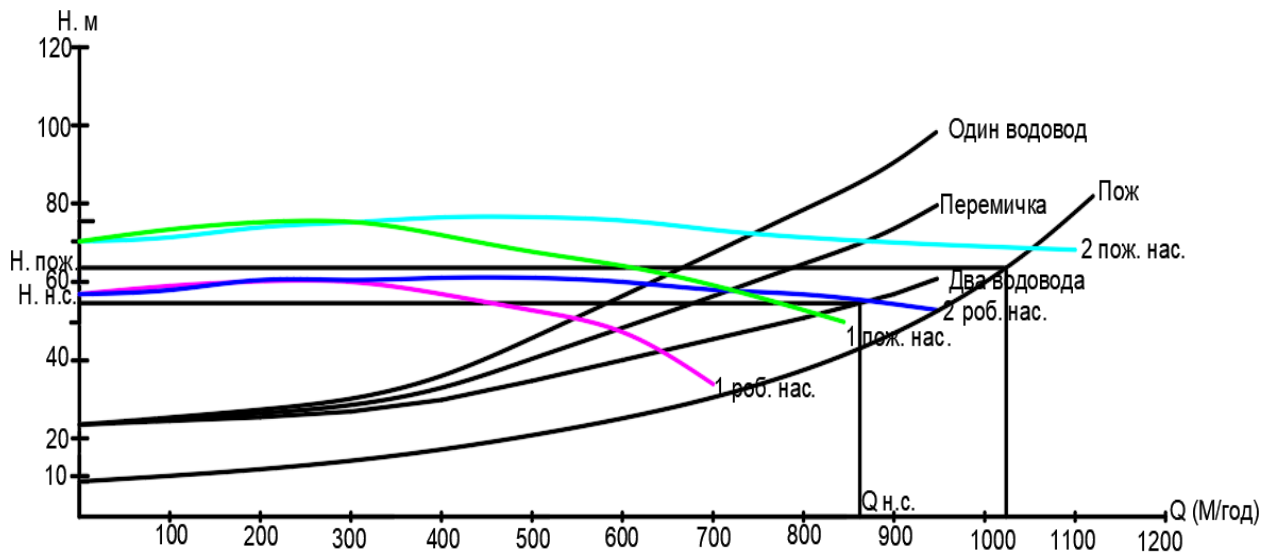


Рис.1.18. Характеристика Q-H,  $\eta$  насоса NB 150-400/403 AAF1AESBAQEWW3\ та для пожежі NB 200-450/455 AAF1AESBAQEYW3

Існуючі насоси для господарсько-питного водопостачання не забезпечать необхідну подачу і напір при режимі пожежогасіння. Тому підбираємо окрему групу протипожежних насосів.

Отримуємо 7 насосів: два робочих насоса; два резервних насоса; два насоси для пожежогасіння; один резервний

Всмоктуючий  $Q_{\text{пож}} = 289,2 \text{ л/с}$

Швидкість при діаметрі 500- 1.38м/с, 100і- 4,80

Всмоктуючий  $Q_{\text{нс пож}} = 289.14/2 = 144.58 \text{ л/с}$

Швидкість-1.07м/с 1000і-3,92 400 діаметр

Напірний  $Q_{\text{нс}} 239/2=119,5 \text{ л/с}$

Швидкість-1.58м/с 1000і-12.2 300 діаметр

Труби після насоса  $Q_{\text{нс пож}} = 289.14/2=144.5\text{л/с}$

Швидкість-1.90м/с 1000і-17,6 , 300 діаметр

Загальні  $Q_{\text{нс пож}} = 289.14*0,7=202,412\text{л/с}$

Швидкість-1,695м\с 1000і-15,2 , 350 діаметр

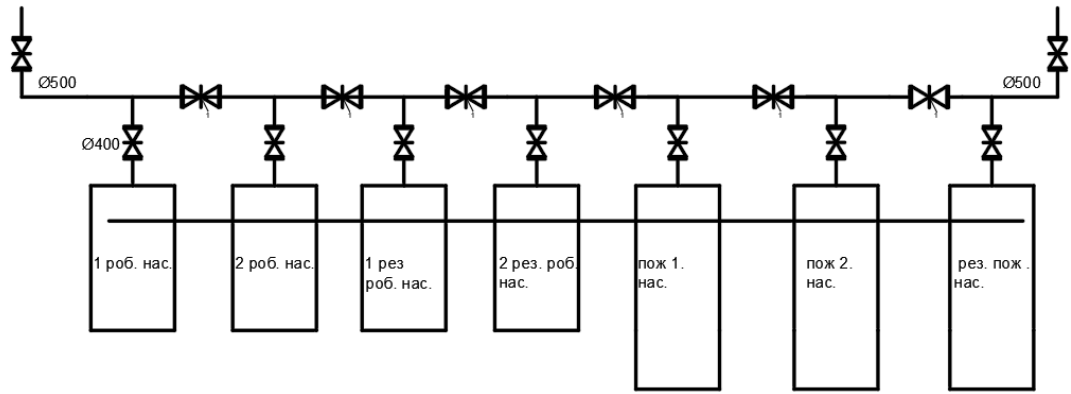


Рис. 1.19. Схематичне розташування насосів на насосній станції

### 1.33. Визначення позначки підлоги насосної станції

Рівень зберігання пожежного запасу приймають на 1 м вище мінімального рівня води в резервуарі, а середній рівень – на 2.4 м вище мінімального. Відмітку підлоги визначають посадкою пожежних насосів.

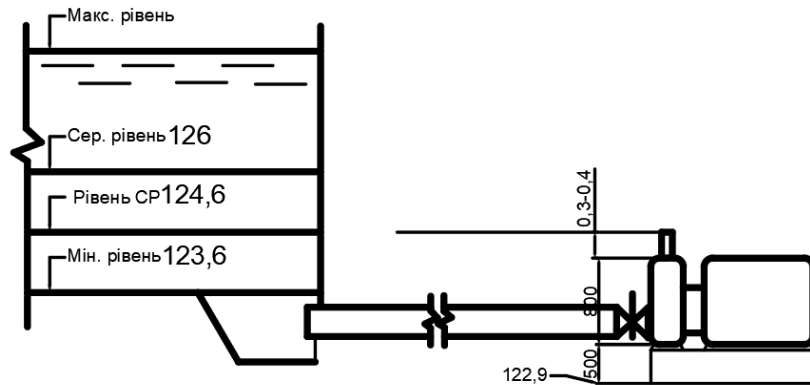


Рис. 1.20. Схема висотного розташування насосів на станції II підйому

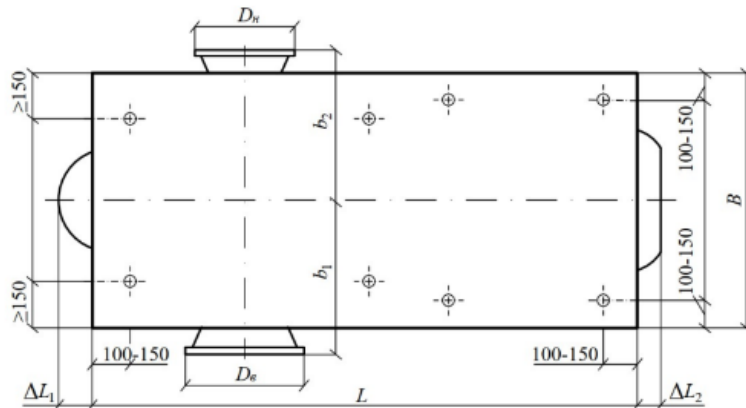


Рис 1.21. План фундаменту під насос

### 1.34. Підбір підйомно-транспортного обладнання

Обираємо для вантажопідйомності 2,5 т.

Таблиця 1.25

Вантажопідйомність, т	1	2,5
Розміри автомобіля, мм:		
- довжина	4360	5725
- ширина	1940	2250
- висота	2070	2130
Розміри платформи, мм:		
- довжина	2730	3070
- ширина	1820	2070
- висота (навантажувальна)	700	1200
Мінімальні розміри монтажного майданчика, мм:		
- довжина	3430	3770
- ширина	3220	3470

Визначаємо висоту верхньої будівлі за формулою:

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

де  $h_{\text{тр}}$  – завантажувальна висота платформи автомобіля  $h_{\text{тр}} = 1,2$  м;  $h_r$  – висота переносимого вантажа  $h_r = 0,951$  м (висота засувки  $\varnothing 500$  мм);  $h_c$  – висота строповки  $h_c = 0,5$  м;  $h_1 + H$  – розміри підйомно-транспортного обладнання при максимальному піднятті крюка  $h_1 + H = 1,35$  м

$H_{\text{буд}} = 1,2 + 0,5 + 0,951 + 0,5 + 1,35 + 0,1 = 4,6$  отже приймаємо висоту верхньої будови 4.8 м.

### 1.35. Підбір трансформаторів

Насосні станції, як правило, підключаються до ліній електропередач (ЛЕП) з напругою 6,3 – 35 кВт.

Приклад можливої схеми електричних з'єднань насосних станцій приведено на рис. 1.22.

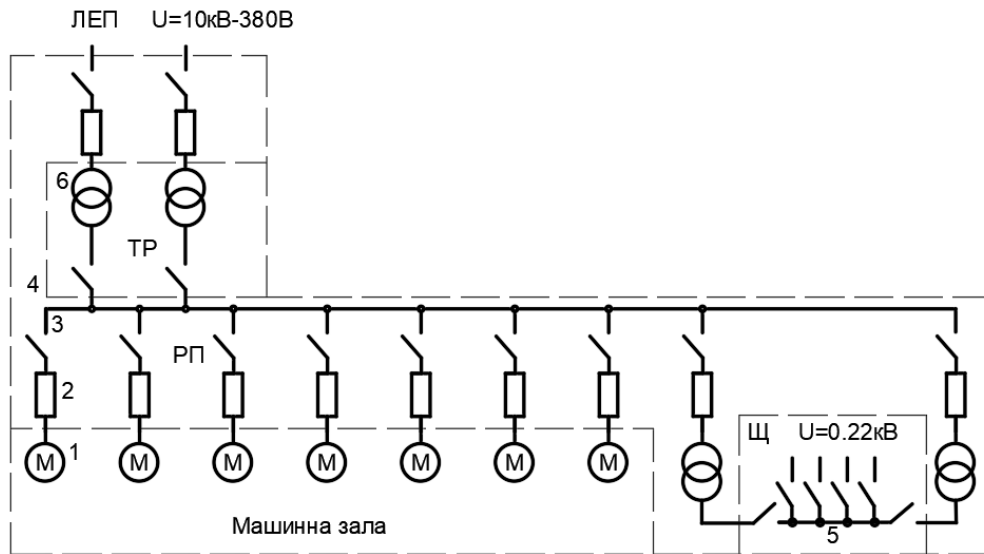


Рис. 1.22. Схема можливого електричного з'єднання насосних станцій  
Необхідна для насосних станцій потужність трансформаторів

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

де  $k_0$  – коефіцієнт попиту по потужності, який залежить від числа працюючих електродвигунів: при двох двигунах – 1; при трьох – 0,9; при чотирьох – 0,8, при п'яти і більше – 0,7;  $P_n$  – номінальна (паспортна) потужність електродвигунів основних насосів (без резервних);  $\eta_{дв}$  – коефіцієнт корисної дії електродвигуна;  $\cos \varphi$  – коефіцієнт потужності електродвигуна; 10...50 – навантаження від допоміжного обладнання, опалювальних і освітлювальних приладів, кВт.

$$S = 1 \frac{259}{0.96 * 0.85} + 30 = 337 \text{ кВ} * \text{А} \quad 0,96 = \pi 2 / \pi 1$$

Приймаємо до установки два трансформатора, знижуючих напругу від 10 до 0,38 кВ потужністю 250 кВ \* А. При поломці одного з них перевантаження другого буде становити  $337/250=1,348$ , що відповідає нормам (20-40% номінальної потужності).

Таблиця 1.26

Потужність Трансформатора, кВ·А	Висота, м	Катання вузької сторони	
		Глибина камери А, м	Ширина камери В, м
160 – 250	3,6	3	2,

## 1.36. Додаткове насосне обладнання

### Дренажні насосні установки

Дані установки призначені для відкачування з підземної частини насосної станції ґрунтових вод, які фільтруються через стінки будівлі, витоку води через сальники насосів і води, яка виливається при ремонті обладнання.

Подачу дренажних установок визначаємо:

$$Q_d = (1,5 \dots 2,0) \cdot (\sum q_1 + q_2),$$

$$Q_d = 1,5 * (0,1 * 7 +) = 1,455 \text{ м}^3/\text{с}$$

де  $\sum q_1$  – сумарний витік через сальники, по 0,05...0,1 л/с на кожне сальникове ущільнення;  $q_2$  – фільтраційна витрата через стінки і підлогу будівлі, л/с.

Орієнтовно  $q_2$ , л/с, розраховують за формулою:

$$q_2 = 1.5 + 0.001 * 180 = 1,68$$

Отримавши необхідну кількість подачі води дренажних насосів=1,5л/с та знаючі необхідний напір 3м заглиблення+ 2 м запасу підбираємо за графіком насос

Приймаємо дренажний насос: КРС 600 А

### Система осушення

$$Q_{ан} = \frac{0.5 * 180}{6} = 15 \text{ м}^3/\text{год}$$

Отримавши продуктивність аварійного насосу  $Q_{ан} = 15 \text{ м}^3/\text{год}$  с та знаючі необхідний напір 3м заглиблення+ 2 м запасу підбираємо за графіком насос

Приймаємо осушувальний насос: АР50.50.11.3.V

## Розділ 2. ВНУТРІШНЄ САНІТАРНО-ТЕХНІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ БУДІВЛІ

### 2.1. Технічна характеристика об'єкта

№	Параметри об'єкту будівництва (Вб)	Значення	Примітка
1	Типовий поверх	6	
2	Кількість поверхів	12	
3	Висота поверху	3,0	
4	Варіант генплану	6	
5	Кількість мешканців у домах:		
	1	260	
	2	450	
	3	400	
	4	180	
	5	140	
	6	-	
	7	300	
6	Гарантований напір у міській водопровідній мережі, м	35	
7	Глибина залягання міського водопроводу, м	1,9	
8	Глибина залягання міської каналізації, м	4,0	
9	Наявність підвалу	Ні	
10	Наявність технічного підпілля	Так	
11	Висота технічного підпілля	1,7	
12	Готування гарячої води : швидкісний водонагрівач	Так	
13	Наявність дощової каналізації у кварталі	Ні	
14	Місто	Луганськ	

### 2.2. Базові розрахунки

Розміри будинку в плані. 17,25 м x 25,2 м.

Периметр будинку – 85 м.

Кількість приладів холодної води – 15, гарячої – 12. Розрахункова кількість приладів (N) холодної води в 12-ти поверховому будинку –  $12 \times 15 = 180$  шт., гарячої –  $12 \times 12 = 144$  шт.  $N=U$

Кожна особа, споживає за добу холодної води – 150 л, гарячої – 100 л.

$$Q_T^{tot} = 250 \frac{\text{л}}{\text{добу}};$$

$$Q_T^c = 150 \frac{\text{л}}{\text{добу}};$$

$$Q_T^h = 100 \frac{\text{л}}{\text{добу}};$$

Середня за годину витрата:

$$q_T^{tot} = \frac{Q_T^{tot}}{T}; \quad q_T^c = \frac{Q_T^c}{T}; \quad q_T^h = \frac{Q_T^h}{T},$$

де  $T = 24$  год – розрахунковий час споживання води.

$$q_T^{tot} = \frac{250}{24} = 10.41 \text{ л/год};$$

$$q_T^c = \frac{150}{24} = 6.25 \text{ л/год};$$

$$q_T^h = \frac{100}{24} = 4.16 \text{ л/год}$$

Максимальна добова витрата води:

- загальна  $Q_{\max}^{tot} = Q_T^{tot} \times k_d;$

- холодна  $Q_{\max}^c = Q_T^c \times k_d;$

- гаряча  $Q_{\max}^h = Q_T^h \times k_d,$

де  $k_d$  – коефіцієнт максимальної добової нерівномірності, який приймається згідно з таблицею [1, додаток, табл. А.4] в залежності від середньої за годину витрати води  $q_T^{tot}$ ,  $q_T^c$ ,  $q_T^h$ , л/год та кількості приладів (N) або споживачів (U).

$$Q_{\max}^{tot} = 250 * 1.44 = 360 \frac{\text{л}}{\text{добу}};$$

$$Q_{max}^c = 150 * 1.53 = 229.5 \frac{\text{л}}{\text{добу}};$$

$$Q_{max}^h = 100 * 1.53 = 153 \frac{\text{л}}{\text{добу}}$$

Максимальна добова витрата води

$$Q_{max.доб}^{tot} = \frac{Q_{max}^{tot}}{1000} \times U;$$

$$Q_{max.доб}^c = \frac{Q_{max}^c}{1000} \times U;$$

$$Q_{max.доб}^h = \frac{Q_{max}^h}{1000} \times U.$$

$$Q_{max.доб}^{tot} = 360/1000 * 180 = 64.8 \frac{\text{л}}{\text{добу}};$$

$$Q_{max.доб}^c = 229,5/1000 * 180 = 41.31 \frac{\text{л}}{\text{добу}};$$

$$Q_{max.доб}^h = 153/1000 * 144 = 22,032 \frac{\text{л}}{\text{добу}}$$

Максимальна добова витрата холодної води в будівлі розраховується, як сума витрат води на господарсько-питні потреби всіма споживачами і витрат на поливку прилеглої території, м<sup>3</sup>/добу:

$$Q_{max.доб}^c = \frac{Q_{max}^c}{1000} \times N + Q_{пол},$$

$$Q_{max.доб}^c = \frac{229,5}{1000} * 180 + 2,3 = 43.61 \frac{\text{л}}{\text{добу}}$$

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

Табл.2.2. Гідравлічний розрахунок внутрішнього холодного водопроводу

Номер ділянки	Довжина ділянки l, м	Кількість приладів по яких подається вода по даній розрахунковій ділянці N, шт.	Розрахункова витрата на ділянці q c, л/с	Діаметр d, мм	Швидкість V, м/с	Втрати напору за довжиною, мм	
						1000 l, мм	На ділянці H (l) = 1000i*1, м
1	2	3	4	5	6	7	8
1-2	0,68	1	0,21	15	1,19	327,7	0,223
2-3	0,58	2	0,23	15	1,35	560.4	0,325
3-4	1,15	3	0,24	15	1,41	520	0,598
4-5	3,27	4	0,25	15	1,47	560.4	1,833
5-6	24	32	0,5	20	1.56	414,9	9,958
6-7	3,0	36	0,53	20	1,65	469.6	1,409
7-8	3,0	40	0,57	20	1.77	542.7	1,628
8-9	6,8	44	0,59	25	1,1	151.31	1,029
9-10	3,8	56	0,68	25	1.27	199	0,756
10-11	6,9	68	0,762	25	1.42	248	1,711
11-12	2,21	68	0,762	50	0,36	7,91	0,017
12-13	5,3	116	1,066	50	0,45	14,3	0,076
13-14	5,0	128	1,138	50	0,551	16,3	0,082
14-15	5,39	180	1,41	50	0,65	23,5	0,127
						ΣH (l)=	19,77

Втрати напору в місцевих опорах в системі:

$$\Sigma H_{l,tot} = (1 + k_1) * \Sigma H_l = (1 + 0.2) * 19,77 = 23,724 \text{ м}$$

## 2.4. Гідралічний розрахунок внутрішнього холодного водопроводу на режим максимального господарсько-питного водоспоживання плюс пожежогашіння

Табл.2.3.Розрахунок внутрішньої мережі холодного водопроводу на пропуск максимальної господарсько-питної і протипожежної витрат

Номер ділянки	Довжина ділянки l, м	Витрата води q, л/с			Діаметр d, мм	Швидкість V, м/с	Втрати напору за довжиною, мм	
		Господарсько-питні потреби	Пожежні потреби	Розрахункова			1000 l, мм	На ділянці Н(l) = 1000i * l, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1'-2'	39	0	2,5	2,5	40	1,99	277,6	10,8264
2'-11'	5	0	2,5	2,5	40	1,99	277,6	1,388
11'-12'	2,1	0,762	2,5	3,2	50	1,5	114,1	0,23961
12'-13'	5,3	1,066	2,5	3,5	50	1,65	135,7	0,71921
13'-14'	5,0	1,138	2,5	3,6	50	1,69	144,02	0,7201
14'-15'	5,39	1,41	2,5	3,9	50	1,86	175	0,94325
							ΣН (l)=	14.83

## 2.5. Лічильники для води

Для обліку води, що споживається, в будівлях різного призначення використовуються спеціальні лічильники.

Втрати напору в лічильнику при пропуску розрахункової секундної витрати води визначаються за формулою:

$$H_{\text{ліч}} = S q^{\text{tot}^2}$$

де S – гідралічний опір лічильника, який визначається за таблицею (додаток 3); q tot – витрата загальної води на ввіді в будинок, л/с, яка визначається в залежності від кількості приладів (N)

$$H_{\text{ліч}} = S q^{\text{tot}^2} = 1,3 * 1.41^2 = 2,5 \text{ м}; - 1 \text{ умова}$$

Отже підбираємо лічильник діаметром – ø 32 мм

## 2.6. Гідралічний розрахунок внутрішньоквартальної водопровідної мережі

Як правило, внутрішньоквартальна водопровідна мережа прокладається з напірних чавунних або поліетиленових труб ( $d = 50 - 150$  мм).

Табл.2.4. Внутрішньоквартальна водопровідна мережа

Номер ділянки	Довжина ділянки $l$ , м	Кількість приладів ояких подається вода поданій розрахунковій ділянці $N_{шт.}$	Розрахункова витрата на ділянці $q$ с, л/с	Діастр $d$ , мм	Швидкість $V$ , м/с	Втрати напору за довжиною, мм	
						1000 $l$ , мм	на ділянці $H(l) = 1000i \cdot l$ , м
1	2	3	4	5	6	7	8
6-ВК2	18	324	1,41	50	1,11	88,2	1,58
ВК2-ВК1	47	2054	9,7	100	1,14	26,7	1,25
						$\Sigma H(l) =$	2,83

Табл.2.5. Внутрішньоквартальна водопровідна мережа + пожежна витрата  
2.5 л/с

Номер ділянки	Довжина ділянки $l$ , м	Витрата води $q$ , л/с			Діастр $d$ , мм	Швидкість $V$ , м/с	Втрати напору за довжиною, мм	
		Господарсько-питні потреби	Пожежні потреби	Розрахункова			1000 $l$ , мм	на ділянці $H(l) = 1000i \cdot l$ , м
1	2	3	4	5	6	7	8	
6-ВК2	18	1,41	2,5	3,91	70	1,15	48,5	0,873
ВК2-ВК1	47	9,7	2,5	12,2	100	1,43	42	1,97
						$\Sigma H(l) =$	2,847	

Втрати напору в місцевих опорах в системі враховуються осереднено

$$\Sigma H_{l,tot} = (1 + k_1) * \Sigma H_l = (1 + 0.2) * 14,83 = 17,796 \text{ м}$$

$$k_1 = 0.2$$

## 2.7. Визначення необхідного напору в мережі холодного водопроводу

Необхідний напір у точці підключення до міської водопровідної мережі, визначають за залежністю:

$$H_{\text{необх}} = \pm H_{\text{geod}} + \Sigma H_{l,tot}^{\text{зобвн}} + H_{\text{geom}} + \Sigma H_{l,tot}^{\text{вн}} + H_{\text{ліч}} + H_f$$

$$H_{\text{необх}} = 2 + 2,83 + 36,8 + 28,52 + 2,5 + 3 = 75,65 \text{ м}$$

$$\pm H_{\text{geod}} = +2 \text{ м};$$

$$\Sigma H_{l,tot}^{\text{зобвн}} = 2,83 \text{ м};$$

$$H_{\text{geom}} = 176,3 - 139,5 = 36,8 \text{ м}$$

$$\Sigma H_{l,tot}^{\text{вн}} = 28,52 \text{ м};$$

$$H_{\text{ліч}} = 2,5 \text{ м};$$

$$H_f = 3 \text{ м};$$

**При пожежі :**

$$H_{\text{необх}} = 2 + 2,85 + 35,45 + 17,796 + 0 + 10 = 68,094 \text{ м}$$

$$H_f = 10 \text{ м};$$

$$H_{\text{geom}} = 176,3 - (139,5 + 1,35) = 35,45 \text{ м}$$

$$\Sigma H_{l,tot}^{\text{вн}} = 17,796 \text{ м};$$

За завданням гарантований напір  $H_g = 35 \text{ м}$ .

## 2.8. Розрахунок насосної установки

Потужність насосної установки:

$$N = \frac{\rho g q H_{\text{нас}}}{1000 \eta} = \frac{1000 * 9,81 * 38,66}{1000 * 0,5} 1,2 = 758 \text{ Вт}$$

$$H_{\text{нас}} = 73,66 - 35 = 38,66 \text{ м}$$

Пожежні

$$N = \frac{\rho g q H_{\text{нас}}}{1000 \eta} = \frac{1000 * 9,81 * 33,094}{1000 * 0,5} 1,2 = 649,3 \text{ Вт}$$

$$H_{\text{нас}} = 68,094 - 35 = 33,094 \text{ м}$$

## 2.9. Розрахунок системи гарячого водопостачання

Табл. 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 $N$ , шт.	Розрахункова витрата на ділянці $q$ с, л/с	Діаметр $d$ , мм	Швидкість $V$ , м/с	Втрати напору за довжиною, мм		$k_1$	$H_{l,tot} = 1000i \cdot l$ , м
						1000 $i$ , мм	на ділянці $H(l) = 1000i \cdot l$ , м		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1-2	0,68	1	0,17	15	1,00	266,2	0,18	0,5	0,27
2-3	0,58	2	0,18	15	1,06	296,1	0,17	0,5	0,26
3-4	4,42	3	0,19	15	1,12	327,6	1,45	0,5	2,17
4-5	24	27	0,39	20	1,24	256,2	6,15	0,5	9,22
5-6	3,0	30	0,42	20	1,31	288	0,86	0,5	1,30
6-7	3,0	33	0,441	20	1,40	336,1	1,01	0,5	1,51
7-8	6,8	36	0,46	20	1,42	338	2,30	0,5	3,45
8-9	3,8	48	0,54	25	1,07	135	0,51	0,2	0,62
9-10	9,1	60	0,62	25	1,15	160,2	1,46	0,2	1,75
10-11	5,2	96	0,82	25	0,83	63,9	0,33	0,5	0,50
11-12	6,0	108	0,89	25	0,93	75,4	0,45	0,2	0,54
12-13	1,6	144	1,09	32	1,14	111	0,18	0,5	0,27
$\Sigma H(l) =$							15,05	$H_{l,tot} =$	21,85

### На режим циркуляції

Розрахунок системи гарячого водопостачання в режимі циркуляції

починають з визначення циркуляційної витрати в системі (л/с):

$$q^{cir} = \frac{1,09}{100} * 20 = 0,218 \frac{\text{л}}{\text{с}}$$

Табл. 2.7. Циркуляційні витрати

Номер ділянки	Довжина ділянки L, м	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	1,6	0,218	25	0,37	20,9	0,03
2-3	5,9	0,182	25	0,34	17,7	0,10
3-4	5,2	0,146	20	0,44	38,5	0,20
4-5	9,1	0,11	20	0,34	25	0,23
5-6	3,8	0,074	20	0,23	12,8	0,05
6-7	48,1	0,036	15	0,22	15,5	0,75
7-8	3,9	0,074	20	0,23	12,8	0,05
8-9	59,5	0,218	25	0,37	20,9	1,24
						2,65

2,65\*1,1=2,915 м. ≤3 м. отже циркуляційна витрата порахована вірно

Циркуляційний насос підбирається за двома параметрами витрата = циркуляційній витраті, а напір = не менше 3 м. водяного стовпа.

## 2.10. Розрахунок водонагрівальної установки

Для розрахунку спочатку знаходимо необхідний тепловий потік за годину максимального водоспоживання на потреби гарячого водоспоживання (з урахуванням теплових втрат), кВт, за формулою:

$$Q_{hr}^h = 1,16q_{hr}^h (55 - t^c) + Q^{ht},$$

$$Q_{hr}^h = 1.16 * 2,57 * (55 - 2) + 23.7 = 181,7 \text{ Вт};$$

$q_{hr}^h$  - годинна витрата гарячої води в системі в м<sup>3</sup>/год

Загальна площа поверхні теплообміну в апараті, м<sup>2</sup>, розраховується за залежністю:

$$F = \frac{Q_{hr}^h}{k \cdot \Delta t_{max}};$$

$$F = \frac{181,7}{1500 \cdot 27,55} = 3,33 \text{ м}^2,$$

$\Delta t_{max}$  - середньологарифмічний температурний напір, який визначається за формулою:

$$\overline{\Delta t_{max}} = \frac{(t_1^I - t_2^{II}) - (t_1^{II} - t_2^I)}{\ln \frac{(t_1^I - t_2^{II})}{(t_1^{II} - t_2^I)}},$$

$$\overline{\Delta t_{max}} = \frac{(t_1^I - t_2^{II}) - (t_1^{II} - t_2^I)}{\ln \frac{(t_1^I - t_2^{II})}{(t_1^{II} - t_2^I)}} = \frac{(95 - 55) - (20 - 2)}{\ln \frac{(95 - 55)}{(20 - 2)}} = \frac{-22}{\ln 0.79} = 27,55^\circ\text{C}$$

Кількість пластин у теплообміннику знаходимо із співвідношення:

$$n = \frac{F}{f} + 2 = \frac{3.33}{0.6} + 2 = 7.55 \approx 8 \text{ шт.}$$

## 2.11. Конструювання системи водовідведення

### Розрахунок і конструювання мережі внутрішньої господарсько-побутової системи водовідведення

Розрахункова витрата господарсько-побутових стічних для каналізаційного стояка визначається :

$$q^S = q^{tot} + q_0^S = 1.41 + 1.6 = 3,01 \text{ л/с}$$

де  $q^{tot}$  – максимальна секундна загальна витрата (холодна і гаряча) стічних вод, л/с;  $q_0^S$  – розрахункова максимальна кількість стічних вод, л/с, від приладу з максимальною витратою. На практиці, як правило, в якості такого приладу приймається унітаз.

Для першого випуску (72 прилади):

$$q^{SL} = \frac{q_{hr}^{tot}}{3.6} + K_S * q_0^{S,2} = 1,31/3,6 + 0,59 * 1,6^2 = 1,87 \text{ л/с}$$

Для другого випуску (108 приладів):

$$q^{SL} = \frac{q_{hr}^{tot}}{3.6} + K_S * q_0^{S,2} = 1,65/3,6 + 0,55 * 1,6^2 = 1,86 \text{ л/с}$$

де  $q_{hr}^{tot}$  – максимальна загальна (холодна плюс гаряча) витрата води за годину,  $m^3$ /год;  $K_S$  – коефіцієнт, який приймається за [1, табл. А.4] або додатку 6 методички.

Ванна, умивальник, кухонна мийка, підключаються до внутрішньої каналізаційної мережі трубою діаметром 50 мм, унітази – 100 мм.

На поверхах труби діаметром 50 мм прокладаються з похилом  $i = 0,03$ , діаметром 100 мм – з похилом  $i = 0,02$ .

Діаметри каналізаційних стояків приймаємо 100 мм.

Для першого випуску

Ухил – 0,04 ,  $h/d = 0.3$  ,  $V = 0.946 \text{ м/с}$  .

Перевірка :

$$V \sqrt{\frac{H}{d}} \geq K; \quad 0.946 \sqrt{0.3} = 0.5 = 0.5; - \text{ підходить}$$

Для другого випуску

Ухил – 0,04 ,  $h/d = 0.3$  ,  $V = 0.944 \text{ м/с}$  .

Перевірка :

$$V \sqrt{\frac{H}{d}} \geq K; \quad 0.944 \sqrt{0.3} = 0.5 = 0.5; - \text{ підходить.}$$

## 2.12. Розрахунок мережі внутрішньої системи дощового водовідведення

Витрату дощових вод з покрівлі будинку розраховують за залежностями:

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

$$Q = \frac{Fq_{20}}{10000} = \frac{408,6 * 100}{10000} = 4,086 \text{ л/с}$$

- для похильних покрівель (ухил >1,5%)

$$Q = \frac{Fq_5}{10000} = \frac{408,6 * 0,026}{10000} = 10,62 \text{ л/с}$$

$F = F_1 + 0,3F_2 = 378 + 0,3*85*1,2=408,6 \text{ м}^2$  – розрахункова площа,  $\text{м}^2$ ;

де  $F_1$  – дійсна площа покрівлі в плані,  $\text{м}^2$ ;  $F_2$  – площа вертикального бортика, який огорожує поверхню покрівлі по периметру,  $\text{м}^2$ .

Табл. 2.8. Гідравлічний розрахунок внутрішньоквартальної (дворової) мережі водовідведення

№№ ділянок	Довжина L, м	Кількість приладів від яких відводиться вода N шт.	Розрахункова витрата $q_{\text{ср}}$ , л/с	Діаметр d, мм	Похил труби, i	Наповнення h/d	Швидкість V, м/с	Відмітки, м					
								Поверхні землі		Лотка труби		Глибина прокладання труби	
								На початку	В кінці	На початку	В кінці	На початку	В кінці
1	2	3	4	5	6	7	9	11	12	15	16	17	18
8-9	20	225	2,84	150	0,0103	0,3	0,64	139,5	139,4	138,5	138,22	1,00	1,18
9-13	30	450	5,11	150	0,0125	0,4	0,775	139,4	139,2	138,22	137,92	1,18	1,28
13-14	10	520	5,87	200	0,0101	0,3	0,742	139,2	139,1	137,92	137,82	1,28	1,38
14-15	17	700	7,7	200	0,017	0,3	0,97	139,1	139,05	137,82	137,65	1,38	1,4
15-16	28	700	7,69	200	0,017	0,3	0,97	139,05	138,9	137,65	137,37	1,4	1,53
16-19	14,5	770	4,97	200	0,01	0,3	0,63	138,9	138,8	137,37	137,22	1,53	1,58
19-20	38	1094	8,83	200	0,00872	0,4	0,754	138,8	138,7	137,22	134,7	1,58	4,0

Діаметр внутрішніх водостічних стояків – 85 мм для плоских покрівель

$i=0,01$   $V=0,66$   $Q=4,086 \text{ л/с}$

Діаметр внутрішніх водостічних стояків – 100 мм для похильних

покрівель

$i=0,04$   $V=1,36$   $Q=10,62 \text{ л/с}$

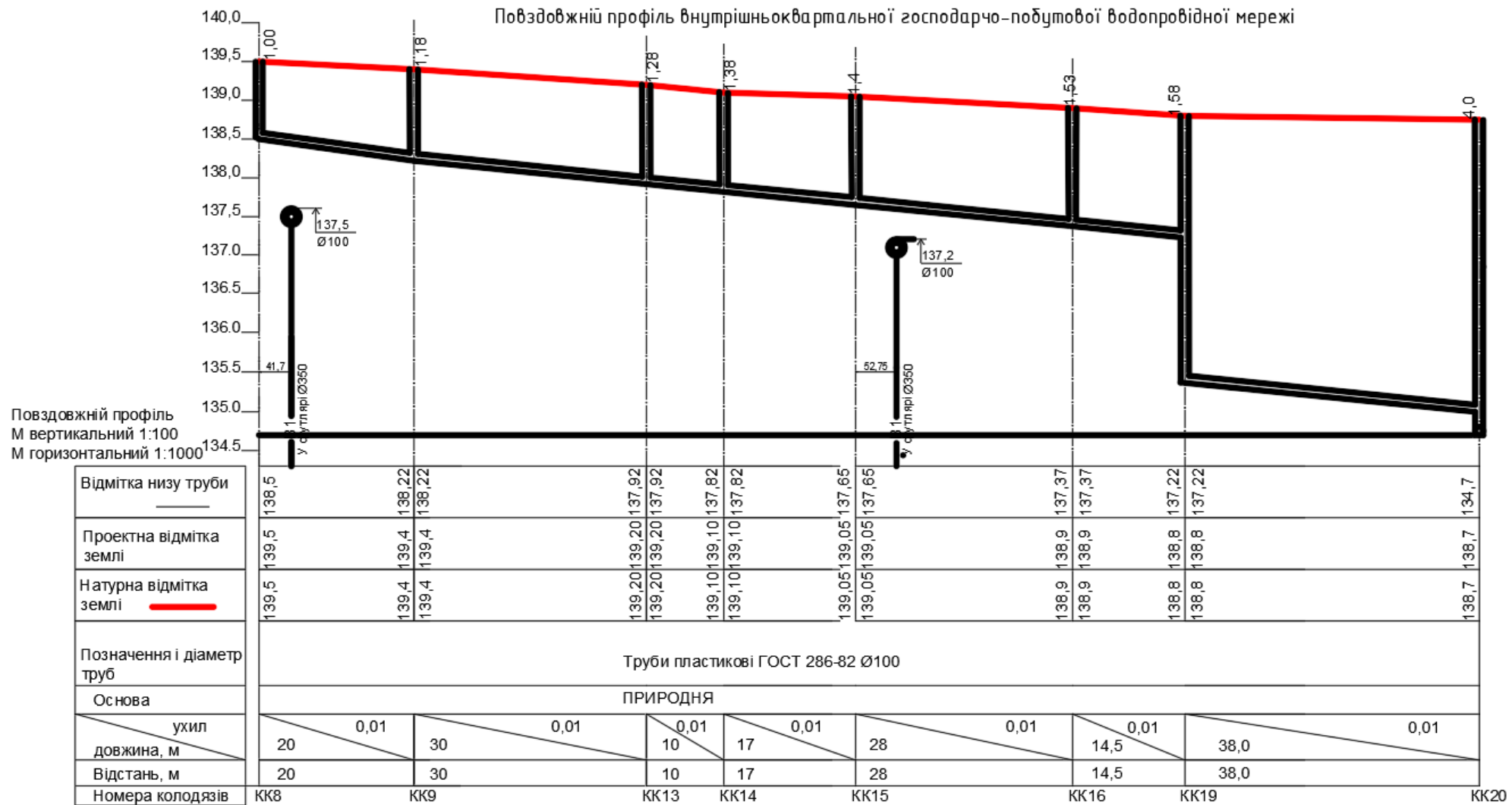


Рис.2.1 Повздовжній профіль внутрішньоквартальної господарчо-побутової водопровідної мережі

## Розділ 3. РОЗРАХУНОК СОБІВАРТОСТІ ВОДИ ТА ПОСЛУГ ВОДОПОСТАЧАННЯ

### 3.1. Виробництва водопроводу.

Розрахунок чисельності робітників основного і допоміжного виробництва  
водопроводу на 2024

Таблиця 3.1.

№ п/п	Вид споруд	Професія	Розряд	Обсяг виробництва /продуктивність споруд, протяжність мереж тощо/		Нормативна чисельність робітників (прийнята), чол./добу
				Одиниця	Кількість одиниць	
1	2	3	4	5	6	7
1	Водозабірні споруди	Машиніст насосних установок	3	шт	9	4
2	фільтр	Оператор	2	Тисяча м <sup>3</sup> /добу	22,176	3,6 (4)
3	Хлораторні установки	Оператор хлораторних установок	4	Тисяча м <sup>3</sup> /добу	22,176	4,2 (4)
4	Повітродувні установки	Машиніст повітродувних установок	4	Тисяча м <sup>3</sup> /добу	22,176	0,9 (1)
5	Водопровідна мережа / включаючи	Слюсар аварійно-відновлювальних робіт	4	км	19.620	4
	водопроводи, вуличну, внутріквартальну і внутрідворову мережі	Обхідник водопровідні мережі	3	км	<b>19,620</b>	4
6	РЧВ	Водороздатчик	1	шт	2	1
7	Насосні станції водопроводу	Машиніст насосних установок	5	Тисяча м <sup>3</sup> /добу	16,054	4,2 (4)
		Електромонтер з ремонту та обслуговування електроустаткування	5	Тисяча м <sup>3</sup> /добу	16,054	4,2 (4)
		Газоелектрозварник	4	Тисяча м <sup>3</sup> /добу	16,054	1,1(1)
		Електромонтер по ремонту устаткування	5	Тисяча м <sup>3</sup> /добу	16,054	1,8 (2)

	Електромонтер по обслуговуванню устаткування	3	Тисяча м <sup>3</sup> /добу	16,054	2,2 (2)
	Слюсар КВПіО	4	Тисяча м <sup>3</sup> /добу	16,054	1
	Лаборанти хіміко-бактеріологічної лабораторії:	5	Тисяча м <sup>3</sup> /добу	16,054	1

Всього робітників  
МОП

36 чол.

4 чол.

Всього працюючих по підприємству: 40 чол

### 3.2. Розрахунок чисельності ІТП і службовців по водопроводу.

Табл. 3.2.

№ п/п	Функція управління	Структурний підрозділ	Перелік посад з виконанням відповідних функцій	Нормативна чисельність, чол.
1	2	3	4	5
	Загальне керівництво основним виробництвом і кадрами	Управління, відділ кадрів	Начальник управління	1
головний інженер			1	
інженер по кадрах			1	
	Оперативне керівництво спорудами водопроводу	Очисні споруди водопроводу	Начальник очисної станції	1
	Оперативне керівництво мережами водопроводу	Водопровідні мережі	Начальник ділянки	1
Головний диспетчер			1	
Інженери			3	
Техніки			2	
	Розвиток і технічна підготовка виробництва, охорона праці і техніки безпеки	Виробничий відділ праці	Начальник відділу	1
інженери			1	
інженер по охороні праці			1	
техніці безпеки				
	Технічний контроль якості продукції	Хіміко-бактеріологічна лабораторія	Начальник лабораторії	1
інженери			2	
лаборанти			2	
	Ремонт і технічне обслуговування енергетичного та іншого обладнання, будівель, споруд, мереж, КППіА	Допоміжні цехи /ділянки/	Інженери усіх спеціальностей	3
			Начальник відділу	1

	Техніко-економічне планування організація праці ізаробітної плати, НОТ	Планово-економічний відділ	економісти	2
	Бухгалтерський облік і № фінансова діяльність, організація взаєморозрахунків з споживачами, водозбут	Бухгалтерія	Головний бухгалтер	1
			бухгалтери	1
	Господарчі функції /матеріально-технічне постачання,діловодство , господарське обслуговування/	Відділ матеріально-технічного постачання	Начальник відділу	1
			техніки	1
			комірники	1

Всього по підприємству:30 чол.

### 3.3. Розрахунок фонду заробітної плати робітників, ІТП і службовців.

Таблиця 3.3

#### Розрахунок фонду заробітної плати робітників, ІТП і службовців на 2024р.

№ п/п	Посада	Кількість	Встановлений місячний оклад	Річний фонд заробітної плати, грн	Премія із ФМЗ, %	Річна сума премії, грн	Загальний річний фонд заробітної плати грн
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Начальник управління	1	30000	360000	25%	90000	450000
2	Головний інженер	1	25000	300000	25%	75000	375000
3	Начальник очисної станції	1	20000	240000	25%	60000	300000
4	Начальник ділянки	1	20000	240000	25%	60000	300000
5	Головний диспетчер	1	10000	120000	25%	30000	150000
6	Технік	3	9500	342000	25%	85500	427500
7	Начальник відділу	3	15000	540000	25%	135000	675000
8	Інженери всіх	11	12000	1584000	25%	396000	1980000

	спеціальностей						
9	Начальник лабораторії	1	15000	180000	25%	45000	225000
10	Лаборанти	2	8500	204000	25%	51000	255000
11	Економісти	2	12000	288000	25%	72000	360000
12	Головний бухгалтер	1	15000	180000	25%	45000	225000
13	Бухгалтер	1	10000	120000	25%	30000	150000
14	Комірник	1	8500	102000	25%	25500	127500
15	Робітник 1 розряду	1	9000	108000	25%	27000	135000
16	Робітник 2 розряду	4	9500	456000	25%	114000	570000
17	Робітник 3 розряду	9	10000	1080000	25%	270000	1350000
18	Робітник 4 розряду	11	10500	1386000	25%	346500	1732500
19	Робітник 5 розряду	11	12000	1584000	25%	396000	1980000
20	МОП	4	8000	384000	25%	96000	480000

Всього: 70 чол.

12247500грн

### 3.4. Розрахунок потреб електроенергії.

Головними споживачами електроенергії є насосні станції. Порядок розрахунків спожитої енергії залежить від типу насосної станції.

#### Розрахунок витрат електроенергії насосною станцією I підйому.

Визначають витрату одного насоса SP 215-5:

$$Q_n = Q_{доб} / 24n = \frac{22,176}{24 \cdot 9} = 102,66 \text{ м}^3/\text{ГОД},$$

де  $Q_{доб}$  – добова витрата насосної станції, м<sup>3</sup>/добу;  $n$  – кількість робочих насосів, шт.

За характеристикою насоса для  $Q = Q_n$  знаходять напір  $H_n$  та коефіцієнт корисної дії  $\eta_n$ .

Розраховують потужність насоса

$$N_H = \frac{Q_H H_H}{102 \eta_H 3,6} = \frac{102,66 \cdot 100}{102 \cdot 0,9 \cdot 3,6} = 31,063 \text{ кВт}$$

Таблиця 3.4

### Значення коефіцієнту запасу потужності електродвигуна

Потужність електродвигуна, кВт	5 - 100	більше 100
Коефіцієнт запасу потужності, $k_I$	1,15 – 1,08	1,05

Визначають розрахункову потужність електродвигуна насоса (за умови приєднання насоса до двигуна через пружну муфту

$$N_{H k_I} = 31,063 \cdot 1,1 = 34,17 \text{ кВт.}$$

Таблиця 3.5

### Коефіцієнт корисної дії електродвигуна

Потужність електродвигуна, кВт	До 22	22-40	40-100	100-1000	1000-2000	Більше 2000
К.к.д. електродвигуна, $\eta_{дв}$	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

$$E_{НС-І} = \frac{N_H n \cdot 24 \cdot 365}{\eta_{дв}} k_5 = \frac{31,063 \cdot 9 \cdot 24 \cdot 365}{0,9} \cdot 1,05 = 2721118,8 \text{ кВт-г,}$$

де  $k_5$  – коефіцієнт, що враховує витрату електроенергії допоміжними механізмами та на освітлення, приймається рівним 1,05.

### 3.5. Розрахунок витрат електроенергії насосною станцією II підйому

Таблиця 3.6

#### Визначення добової потужності насосної станції II підйому

Години доби	$P\%$ для $\kappa_{год. max}$	$Q_i, \text{ м}^3/\text{г}$	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	3,35	599,696	2	300	90	180
1-2	3,25	523,9948	1	523,99	150	150
2-3	3,3	508,0228	1	508,02	140	140
3-4	3,2	511,2172	1	511,21	140	140
4-5	3,25	591,2708	2	295,5	90	180
5-6	3,4	544,9356	1	544,93	150	150
6-7	3,85	511,016	1	511,01	140	140
7-8	4,45	591,1664	2	295,5	90	180
8-9	5,2	861,1094	2	430,5	120	240
9-10	5,05	855,8814	2	427,5	120	240
10-11	4,85	820,5494	2	410	120	240
11-12	4,6	833,5206	2	416,76	120	240
12-13	4,6	805,0614	2	402,53	110	220
13-14	4,55	798,6726	2	399,33	110	220
14-15	4,75	791,9934	2	395,99	110	220
15-16	4,7	788,6054	2	394,3	110	220
16-17	4,65	777,1446	2	388,57	100	200
17-18	4,35	689,4444	2	344,72	100	200
18-19	4,4	676,6668	2	338,33	95	190
19-20	4,3	625,266	2	312,633	95	190
20-21	4,3	596,4196	2	298,205	90	180
21-22	4,2	529,0468	1	529,04	130	130
22-23	3,75	585,5208	2	264,26	85	170

$$\Sigma(N \cdot n) = 4540$$

$P\%$  за годинами доби визначають в залежності від  $\kappa_{год. max}$

Витрата за кожен годину доби  $Q_i$ :  $Q_i = Q_{доб} P/100, \text{ м}^3/\text{г}$ .

Кількість працюючих насосів визначають умовно, враховуючи максимальну можливу подачу одного насосу в межах робочої зони.

Річна витрата активної електроенергії, що сплачується

$$E^{HC-II} = \frac{\Sigma(N \cdot n) \cdot 365}{\eta_{дв}} k_5 = \frac{4540 \cdot 365}{0.916} \cdot 1.05 = 1899\ 514,19 \text{ кВт-г}$$

### 3.6. Розрахунок витрат електроенергії електродіалізаційною установкою

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

$$E^{електр.} = \frac{N_H \cdot n \cdot 24 \cdot 365}{\eta_{дв}} k_5 = \frac{4,5 \cdot 1 \cdot 24 \cdot 365}{0,72} \cdot 1,05 = 59\ 882 \text{ кВт-г}$$

### 3.7. Визначення вартості спожитої електроенергії

Вартість електроенергії водопровідних насосних станцій:

$$B_{ел} = C \cdot (E^{HC-I} + E^{HC-II}) = 8,4(2721118,8 + 1899\ 514,19 + 59\ 882) = 39\ 316325,916 \text{ грн.}$$

де  $C$  – тариф оплати за 1 кВт-год електроенергії та її розподіл, приймаємо

$$C = 8,40 \text{ грн.}$$

### 3.8. Розрахунок потреб реагентів.

Таблиця 3.7

#### Розрахунок потреб і вартості реагентів для очищення природних вод на 2024 р.

№ п/п	Реагенти	Одиниця	Доза реагенту	Обсяг виробництва подача води(очищення стічних вод), тис. м <sup>3</sup> /рік	Витрата реагенту т.	Вартість 1 т. реагенту грн	Загальна вартість реагенту грн
1	2	3	4	5	6	7	8
1	NaF	кг/м <sup>3</sup>	12.8	5859.710	75	9000	675000

Всього:

675 000 грн

### 3.9. Розрахунок амортизаційних відрахувань.

Таблиця 3.8

№ п/п	Основні фонди	Вартість основних фондів В, грн	Строк корисного використання Т, років	Сума амортизаційних відрахувань А, грн
1	2	3	4	5
1	Артезіанські свердловини фільтрові, тис.грн	14560	15	970,67
2	Насоси свердловинні, 9шт	-	5	-
3	Комплекс очисних споруд водопроводу, що включає реагентне господарство, НС-ІІ і устаткування, тис.грн	2982	15	198,80
4	РЧВ залізобетонні, тис.грн	3372	15	224,80
5	Водонапірна башта, тис.грн	1320	15	88,00
6	Залізобетонна огорожа висотою 1,9 м, тис.грн	291,8	5	58,36
7	Водопроводи сталеві тис.грн	1413,16	10	141,32
8	Мережі водопровідні сталеві, тис.грн	30706	10	3070,60
9	Мережі водопровідні чавунні, тис.грн	73650	10	7365,00
10	Мережі водопровідні поліетиленові, тис.грн	3754,8	10	375,48

Всього:

12 492 730 грн

### 3.9. Розрахунок собівартості води

Таблиця 3.9

#### Кошторис витрат на подачу води, грн

Стаття витрат	Кількість	Примітка
1	2	3
Заробітна плата робітників, ІПП і службовців	12 247 500	
Нарахування на заробітну плату (ЄСВ) в розмірі 22%	2 694 450	
Всього:	14 941 950	грн
Електроенергія	39 316 325,92	
Реагенти	675 000	
Амортизація	12 492 730	
Всього:	50 442 295,92	грн
Інші витрати	4 035 383,67	

Всього витрат: 69 419 599,59 грн

Собівартість продукції водопроводу, грн/м<sup>3</sup>:

$$C = \frac{З}{Q_p} = \frac{69\,419\,599,59}{5859710} = 11.84 \text{ грн/м}^3;$$

## Розділ 4. ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

### 4.1. Характеристика споруди. Побудова плану споруди.

Резервуари прямокутні у плані з розмірами в осях 24м × 18м, місткістю 2000 м<sup>3</sup> кожний.

Крок колон 6 м х 6 м.

Стінові панелі плоскі ПС2-48-Б без обв'язочної балки і ПС1-48-Б з обв'язочною балкою,

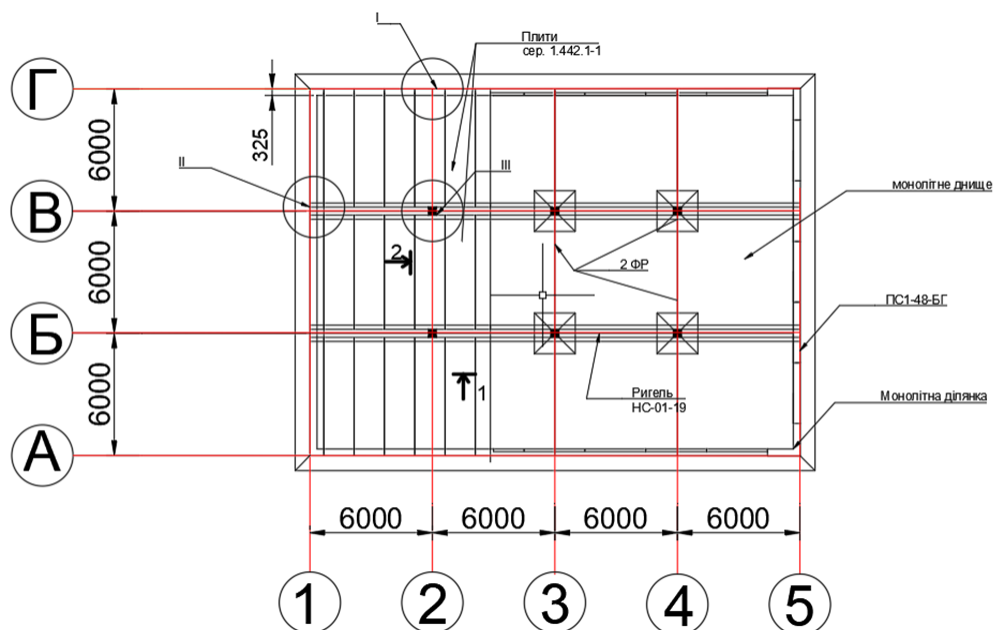


Рис. 4.1. Схематичний план резервуару чистої води місткістю 2000 м<sup>3</sup> з маркуванням конструкцій каркаса

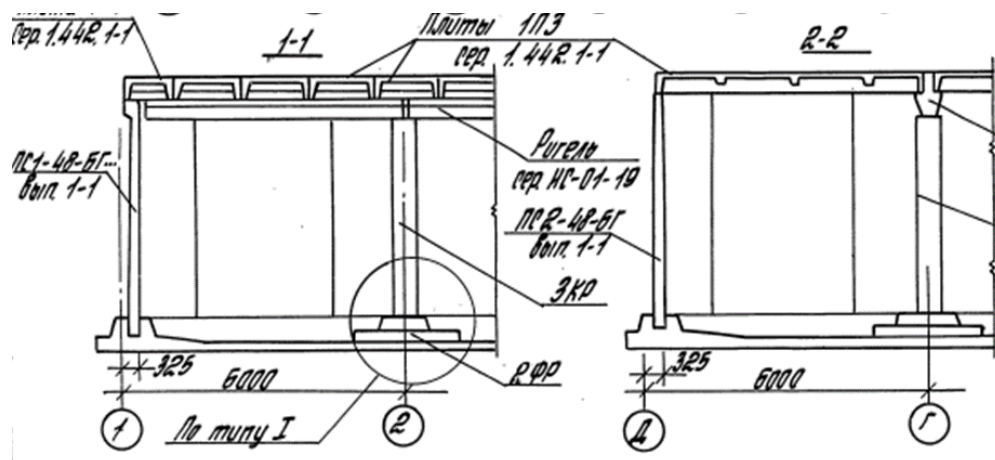
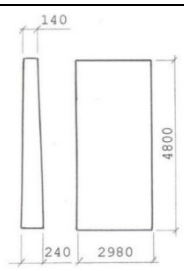
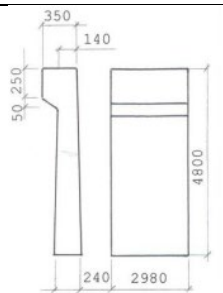
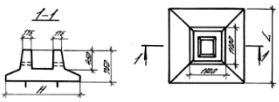
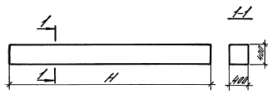
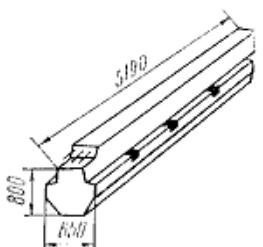
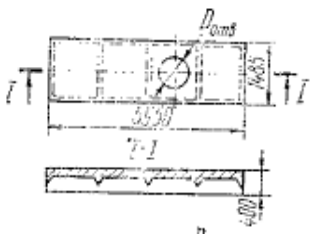
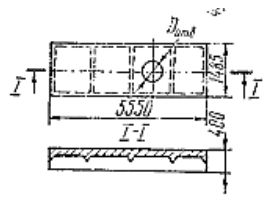


Рис. 4.2. Схематичні розрізи резервуару чистої води місткістю 2000 м<sup>3</sup> з маркуванням конструкцій каркаса

## 4.2 Характеристики монтажних елементів

Табл.4.1

№ п/п	Монтажні елементи	Марка	Ескіз	Маса елемента, т	Об'єм елемента, м <sup>3</sup>
1	2	3	4	5	6
1	Стінова панель	ПС2-48-БГ1		6,7	2,69
2	Стінова панель	ПС1-48-БГ1		7,1	2,85
3	Фундамент під колону	2ФР2		4,18	1,67
4	Колона	3КР48		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

### 4.3. Визначення об'ємів монтажних робіт

Таблиця 4.2

№ пор.	Найменування елементів	Марка елемен-та	Кількість елементів, шт.			Об'єм елемента, м <sup>3</sup>	Об'єм елементів, м <sup>3</sup>
			на дільницях		всього		
			1	2			
1	Стінова панель масою 6,7т	ПС2-48-БГ1	14	14	28	2,69	75,32
	Стінова панель масою 7,1т	ПС1-48-БГ1	12	12	24	2,85	68,4
2	Фундамент під колону масою 4,18 т	2ФР2	6	6	12	1,67	20,04
3	Колона масою 1,7 т	ЗКР48	6	6	24	0,63	15,12
4	Ригель масою 4,2 т	Р-1	8	8	16	2,35	37,6
5	Плита покриття масою 1,2 т	1П7	6	6	12	1,05	12,6
	Плита покриття масою 2,3 т	1П3	45	45	90	1,9	171
	Всього:						400,08

#### 4.4 Визначення об'ємів бетонних робіт.

Таблиця 4.3

##### 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 <sup>2</sup>	Площа опалубки за типом поверхні та загальна площа опалубки, м <sup>2</sup>
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 <sup>2</sup>					25,94
Площа опалубки на монтажну ділянку, м <sup>2</sup>					103,76
Площа опалубки на споруду, м <sup>2</sup>					207,52

Таблиця 4.4

##### Об'єм бетонних робіт

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

Таблиця 4.5

##### Об'єм арматурних робіт

Марка монолітної ділянки	Маса арматури класу в кг				Маса арматури, кг
	A240C	A400C			
	діаметром	діаметром	діаметром	діаметром	
	6 мм	8 мм	14 мм	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

#### 4.5. Визначення об'ємів робіт із закладання стиків

Таблиця 4.6

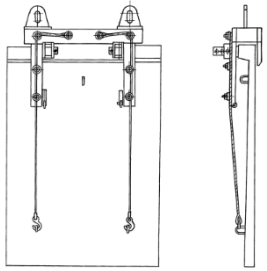
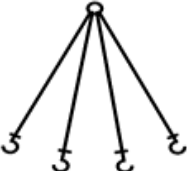
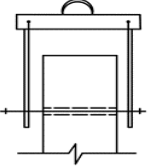


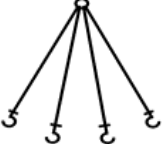
Об'єм робіт із закладання стиків

№ 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	18 х 0,432 = 7,78	18 х 0,432 = 7,78	15,56
2	Закладання швів дна паза днища бетоном з ущільненням	1 м <sup>3</sup>	0,03	0,03х2,98х18=1,61	0,03х2,98х18=1,61	3,22
3	Заливання швів панелей стін бетоном механізовано	100 м	0,048	18 х 0,048 = 0,864	18 х 0,048 = 0,864	1,72
4	Замонолічування колон у стаканах фундаментів	1 стик	1	6	6	12
5	Електрозварювання ригеля з колоною	10 м шва	0,062	0,062х6 = 0,37	0,062х6 = 0,37	0,74
6	Електрозварювання ригеля із стіною панеллю	10 м шва	0,025	0,025х3 = 0,08	0,025х3 = 0,08	0,16
7	Електрозварювання плити з ригелем	10 м шва	0,024	0,024х45 = 1,08	0,024х45 = 1,08	2,16
8	Електрозварювання плити покриття із стіною панеллю при обпиранні довшою стороною	10 м шва	0,008	0,008х4 = 0,032	0,008х4 = 0,032	0,06
9	Заливка швів плит покриття розчином механізовано	100 м	7,06	7,06	7,06	14,12

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

Таблиця 4.7

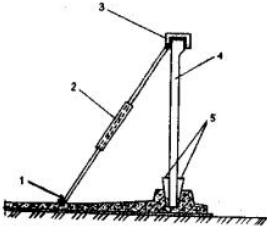
Засоби для захоплення конструкцій

№	Найменування, коротка характеристика, посилання на довідник із зазначенням сторінки	Ескіз	Характеристика		
			вантажо-підйомність, т	маса, т	розрахункова висота, м
1	2	3	4	5	6
1	Балансуюча траверса для захоплення стінових панелей с. 6 [17]		8	0,15	0,5
2	Строп чотирьохгілковий для захоплення збірних фундаментів с. 68 [16]		5	0,044	4
3	Стержневий захоплювач колон с. 184 [15]		8	0,135	0,5
4	Строп двогілковий для захоплення ригелів с. 68 [16]		5	0,05	4,3
5	Строп двогілковий для захоплення траверси		8	0,05	2,5
6	Строп чотирьох гілковий для захоплення плит покриття с. 68 [16]		5	0,048	5

#### 4.7. Визначення монтажних характеристик конструкцій

Таблиця 4.8

Засоби для тимчасового закріплення і вивірювання конструкцій

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

#### 4.8. Технічний вибір монтажних кранів

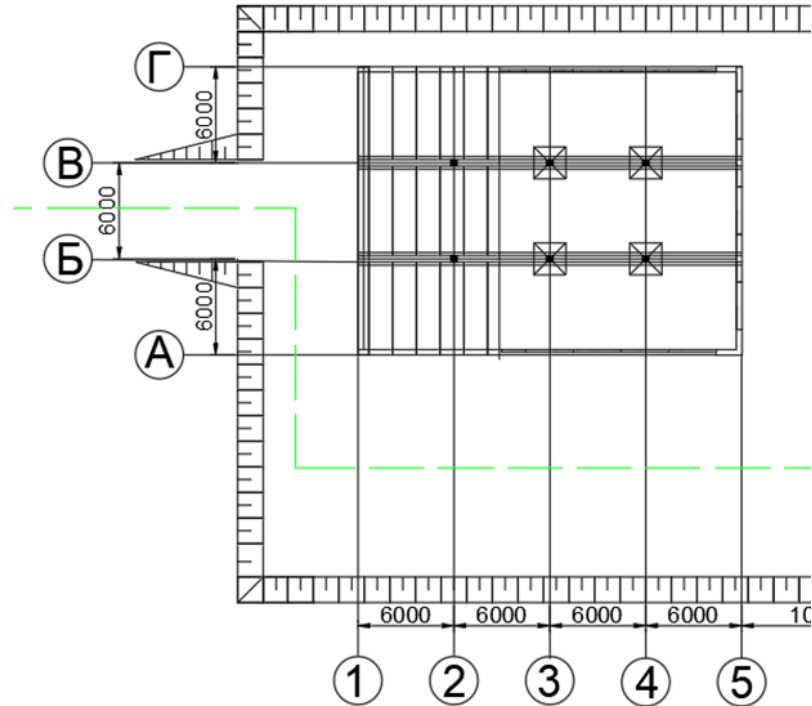


Рис. 4.3. Схема проходок монтажних кранів

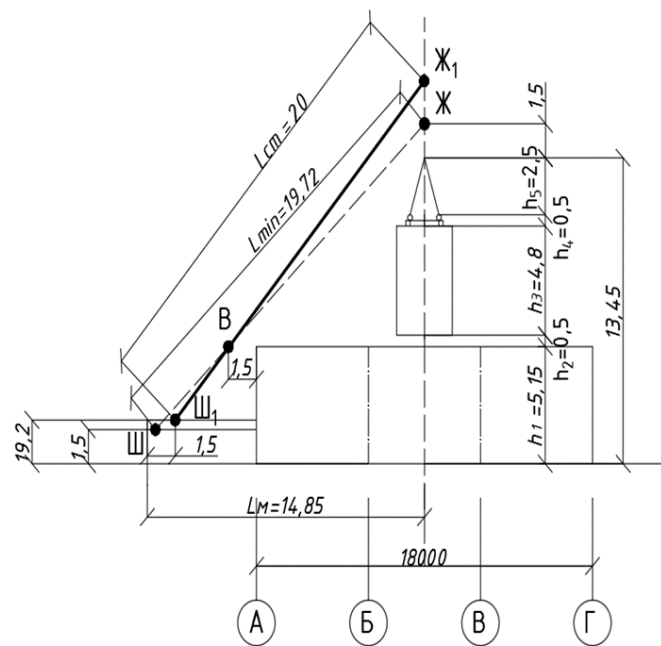


Рис. 4.4. Визначення монтажних характеристик стінових панелей:

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

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

$$L_m^{\phi} = 14,85m.$$

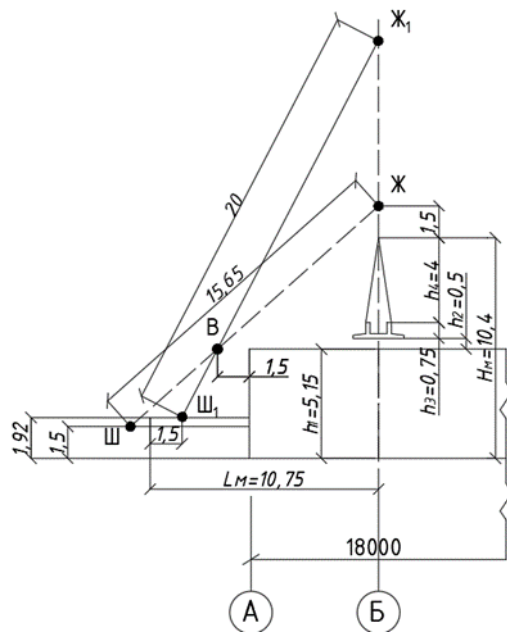


Рис. 4.5. Визначення монтажних характеристик фундаментів:

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

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

$$L_{\text{м}}^{\phi} = 10,75\text{м}.$$

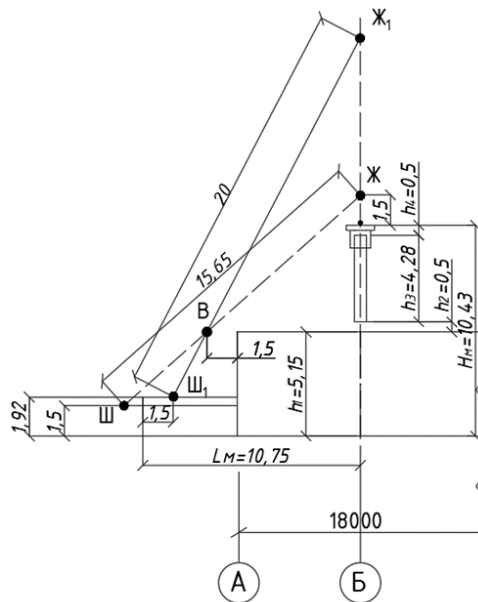


Рис. 4.6. Визначення монтажних характеристик колон:

$$Q_{\text{м}}^{\kappa} = 1,7 + 0,135 = 1,84 \text{ м};$$

$$H_{\text{м}}^{\kappa} = 5,15 + 0,5 + 4,28 + 0,5 = 10,43 \text{ м};$$

$$L_{\text{м}}^{\kappa} = 10,75 \text{ м}.$$

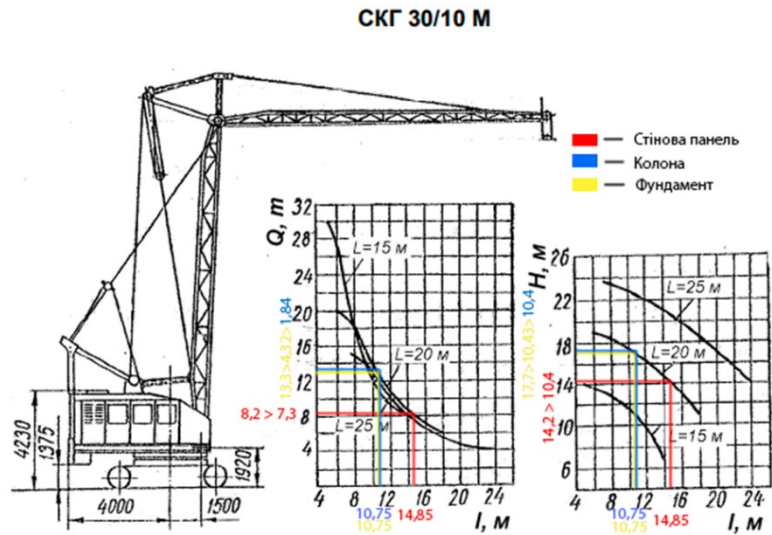


Рис. 4.7. Загальний вид та вантажовисотні характеристики гусеничного

Перевіряємо придатність гусеничного крана СКГ-30/10 зі стрілою 20м для монтажу стінових панелей та фундаментів. Технічні характеристики якого становлять:

$$Q_{кр} = 8,2 \text{ т} > Q_{м} = 7,3 \text{ т за вильоту } L_{м} = 14,85 \text{ м};$$

$$Q_{кр} = 13,3 \text{ т} > Q_{м} = 4,32 \text{ т} > Q_{м} = 1,84 \text{ т за вильоту } L_{м} = 10,75 \text{ м};$$

$$H_{кр} = 14,2 \text{ м} > H_{м} = 13,45 \text{ м за вильоту } L_{м} = 14,85 \text{ м.}$$

$$H_{кр} = 17,7 \text{ м} > H_{м} = 10,43 > H_{м} = 10,4 \text{ м за вильоту } L_{м} = 10,75 \text{ м.}$$

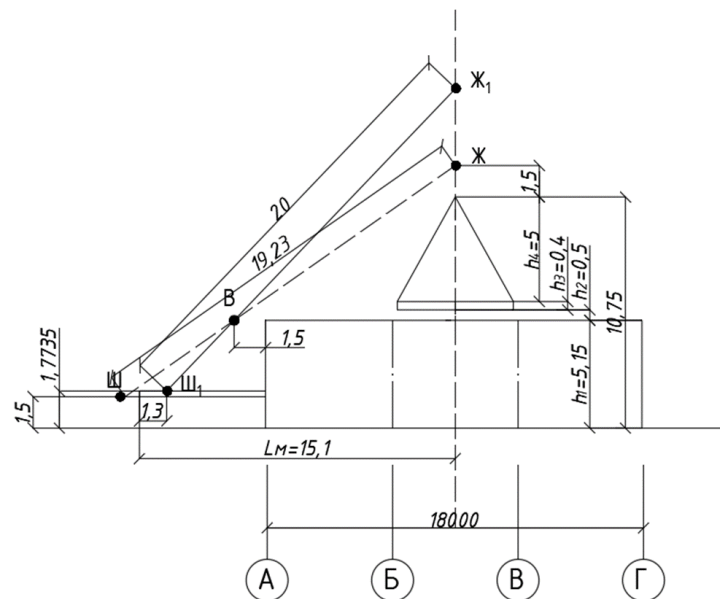


Рис. 4.8. Визначення монтажних характеристик ригелів

$$Q_M^P = 4,2 + 0,05 = 4,25 \text{ м};$$

$$H_M^P = 5,15 + 0,5 + 0,8 + 4,3 = 10,75 \text{ м};$$

$$L_M^P = 10,9 \text{ м}.$$

$$Q_M^{nn} = 2,3 + 0,0048 = 2,35 \text{ м};$$

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

$$L_M^{nn} = 15,1 \text{ м}.$$

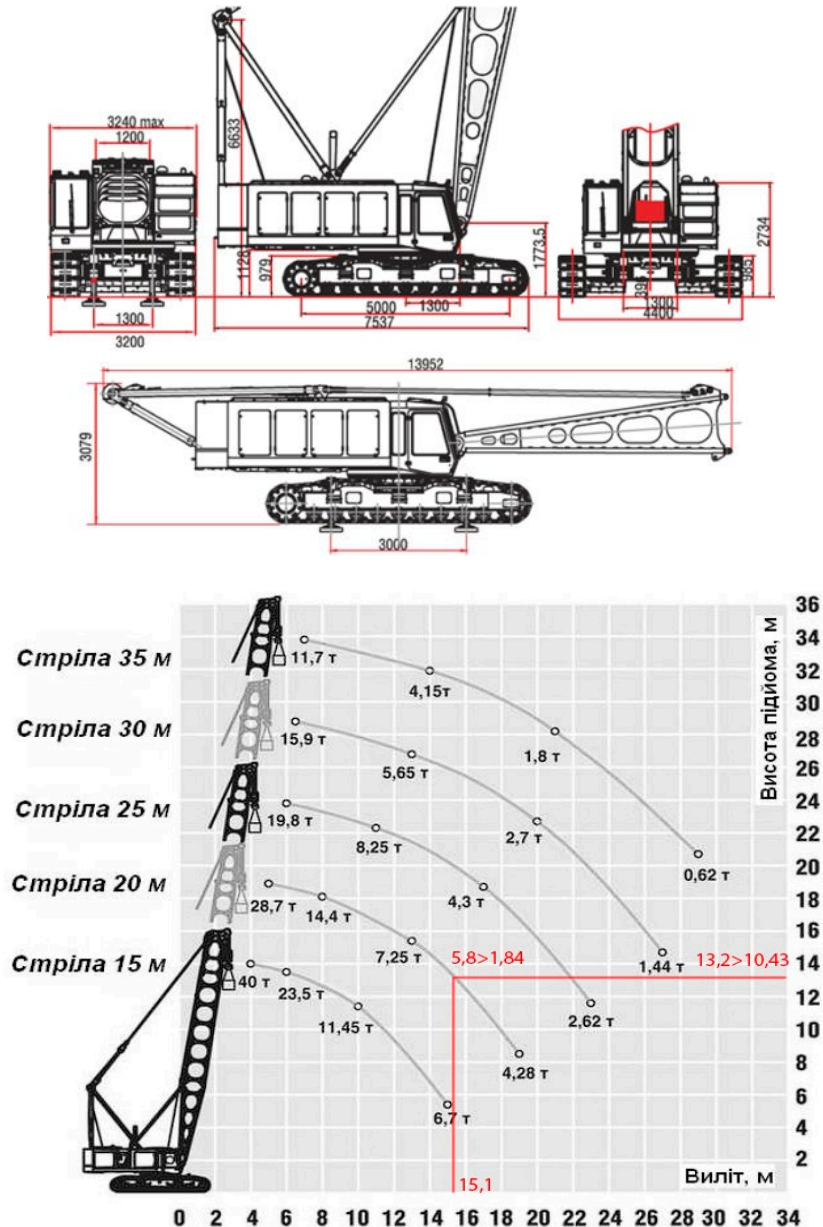


Рис. 4.9 Загальний вид та вантажовисотні характеристики гусеничного крана ДЕК-401 з стрілою 20 м й придатність його для монтажу колон , ригелів та плит покриття за монтажного вильоту 15,1 м.

Перевіряємо придатність гусеничного крана ДЕК-401

$$Q_{кр} = 10,2 \text{ т} > Q_{м} = 4,25 \text{ т за вильоту } L_{м} = 10,9 \text{ м};$$

$$Q_{кр} = 5,8 \text{ т} > Q_{м} = 2,35 \text{ т за вильоту } L_{м} = 15,1 \text{ м};$$

$$H_{кр} = 16,2 \text{ м} > H_{м} = 10,75 \text{ м за вильоту } L_{м} = 10,9 \text{ м.}$$

$$H_{кр} = 13,2 \text{ м} > H_{м} = 11,05 \text{ м за вильоту } L_{м} = 15,1 \text{ м.}$$

Таблиця 4.9

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

№ поз.	Назва конструкції в елементарних потоках	Монтажні характеристики конструкцій			Гусеничні крани, придатні за технічними характеристиками
		$Q_{м}, \text{ т}$	$H_{м}, \text{ м}$	$L_{м}, \text{ м}$	
1	2	3	4	5	6
1	Стінові панелі	7,3	13,45	18,2	Гусеничний кран ДЕК-401, стріла 35 м механічний привід
2	Фундаментні блоки	4,32	10,4	17,8	Гусеничний кран ДЕК-401, стріла 35 м механічний привід
3	Колони	1,84	10,43	17,8	
4	Ригелі	4,25	10,75	17,4	Гусеничний кран ДЕК-401, стріла 35 м механічний привід
5	Плити покриття	2,35	11,05	13,6	

#### 4.9. Складання калькуляції трудових витрат

Таблиця 4.10

Калькуляція трудових витрат (на ділянку)

№ пор.	Найменування процесів	Об'єм робіт		Обґрунтування за ГН, ЕНиР	Норма часу люд.-год. маш.-год.	Трудо-місткість люд.-год. маш.-год.	Склад ланки	
		Одиниця виміру	Кількість одиниць				Професія /розряд/	К-ть
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Установка панелей стін резервуара площею $4,8 \times 2,98 = 14,3 \text{ м}^2$	1 шт	32	Е §4-1-8, табл. 2, п. 10а, б	$\frac{1,50}{0,37}$	$\frac{1,5 \times 32}{0,37 \times 32} = \frac{48,00}{11,84}$	Монтажник 5р., 4 р., 3 р., 2 р. Машиніст 6 р.	1 1 1 1 1

2	Зварювання випусків арматури панелей стін 32 x 4,32 = 138,3 м	10 м	13,83	Е §22-1-4, п. 4а	<u>7,10</u> -	<u>98,19</u> -	Зварювальник 5 р.	1
3	Закладання швів дна паза днища бетонною сумішшю з ущільненням (0,08+0,095)/2x0,33x2,98x32=2,75 м <sup>3</sup>	1 м <sup>3</sup>	2,75	Е §4-1-51, п. 1	<u>5,80</u> -	<u>15,95</u> -	Монтажник 4р., 3 р.	1 1
4	Заливання швів панелей стін бетонною сумішшю механізованим способом	100 м	4,8 x 32 / 100 = 1,54	Е §4-1-26, п. 2а	<u>28,00</u> -	<u>43,12</u> -	Монтажник 4р., 3 р.	1 1
5	Установка і в'язання арматури окремими стержнями монолітних ділянок стін резервуарів	1 т	1,458	Е §4-1-46, табл. 2, п. 12г	<u>24,00</u> -	<u>34,99</u> -	Арматурник бр., 2 р.	1 1
6	Влаштування опалубки монолітних ділянок стін резервуарів	1 м <sup>2</sup>	103,76	Е §4-1-36, табл. 2, п. 8а	<u>1,10</u> -	<u>114,13</u> -	Тесляр 5р., 3 р.	1 1
7	Укладання бетонної суміші в монолітні ділянки стін резервуарів до 5 м <sup>3</sup>	1 м <sup>3</sup>	13,6	Е §4-1-49, табл. 3, п. 4д	<u>1,20</u> -	<u>16,32</u> -	Бетонник 4р., 2 р.	1 1
8	Розбирання опалубки монолітних ділянок стін резервуарів	1 м <sup>2</sup>	103,76	Е §4-1-36, табл. 2, п. 8б	<u>0,35</u> -	<u>36,31</u> -	Тесляр 5р., 3 р.	1 1
9	Установка фундаментів масою до 5т	1 шт	12	Е §4-1-1, табл. 2, п. 8а, б	<u>2,00</u> 0,67	<u>24,00</u> 8,04	Монтажник 4р., 3 р., 2 р., Машиніст 6 р.	1 1 1 1
10	Установка колон масою до 2т у стакани фундаментів за допомогою кондукторів	1 шт	12	Е §4-1-4, табл. 2, п. 2а, б	<u>2,40</u> 0,24	<u>28,80</u> 2,88	Монтажник 5р., 4 р., 3 р., 2 р. Машиніст 6 р.	1 1 2 1 1

11	Замонолічування колон у стаканах фундаментів	1 стик	12	Е §4-1-25, табл. 1, п. 1	<u>0,81</u> -	<u>9,72</u> -	Монта-жник 4р., 3 р.	1 1
12	Установка ригелів масою до 5т	1 шт	16	Е §4-1-6, табл. 2, п. 4а, б	<u>2,40</u> 0,48	<u>38,40</u> 7,68	Монта-жник 5р., 4 р., 3 р., 2 р. Машиніст 6 р.	1 1 2 1 1
13	Електрозварювання ригеля з колоною 0,62x12=7,44 м	10 м	0,744	Е §22-1-3, п. 1г	<u>6,80</u> -	<u>5,06</u> -	Зварювальник 5 р.	1
14	Електрозварювання ригеля із стіною панеллю 0,25x6=1,5 м	10 м	0,15	Е §22-1-3, п. 1г	<u>6,80</u> -	<u>1,02</u> -	Зварювальник 5 р.	1
15	Установка плит покриття площею до 10 м <sup>2</sup> 1,5x6 = 9 м <sup>2</sup>	1 шт	84	Е §4-1-7, п. 9а, б	<u>0,84</u> 0,21	<u>70,56</u> 17,64	Монта-жник 4р., 3 р., 2 р., Машиніст 6 р.	1 2 1 1
16	Електрозварювання плити з ригелем 0,24x76=18,24 м	10 м	1,824	Е §22-1-3, п. 1г	<u>6,80</u> -	<u>12,40</u> -	Зварювальник 5 р.	1
17	Електрозварювання плити покриття із стіною панеллю при обпиранні довшою стороною 0,08x8=0,64 м	10 м	0,064	Е §22-1-3, п. 1г	<u>6,80</u> -	<u>0,44</u> -	Зварювальник 5 р.	1
18	Заливка швів плит покриття розчином механізованим способом	100 м	7,06	Е §4-1-26, п. 3а	<u>4,00</u> -	<u>28,24</u> -	Монта-жник 4р., 3 р.	1 1

#### 4.10. Складання таблиці технологічних розрахунків і побудова графіка виконання робіт

Таблиця 4.11

##### Технологічні розрахунки монтажу РЧВ (на дільницю)

№ процесу	Найменування процесів і посилання на пункти калькуляції	Об'єм робіт		Трудомісткість люд.-зм. / маш.-зм.		Прийнятий склад ланок та бригади		Тривалість робіт, змін	Виконання норм, %
		Одиниця вимірювання	Кількість одиниць	за нормою	прийнята	Професія /розряд/	К-ть		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Установка панелей стін резервуара площею (п. 1)	1 шт	32	$\frac{48:8}{11,84:8} = \frac{6,00}{1,48}$	$\frac{1,5 \times 4 = 6}{1,5 \times 1 = 1,5}$	Монтажник 5р., 4 р., 3 р., 2 р. Машиніст 6 р.	1 1 1 1 1	6:4=1,5 або 1,48:1=1,48 прийнято 1,5	для монт. 6:6x100= 100 для маш. 1,48:1,5x 100=99
2	Зварювання випусків арматури панелей стін (п. 2)	10 м	13,83	$\frac{12,27}{-}$	$\frac{12,00}{-}$	Зварювальник 5 р.	8	1,5	102
3	Закладання швів дна паза днища і панелей стін бетонною сумішшю (п. 3-4)	1 м <sup>3</sup> 100 м	2,75 1,54	$\frac{1,99+5,39}{-} = \frac{7,38}{-}$	$\frac{7,00}{-}$	Монтажник 4р., 3 р.	2 2	1,75	105
4	Бетонування монолітних ділянок стін резервуару (п. 5-8)	1 т 1 м <sup>2</sup> 1 м <sup>3</sup> 1 м <sup>2</sup>	1,458 103,76 13,6 103,76	$\frac{25,22}{-}$	$\frac{24,00}{-}$	Арматурник 6р., 2 р., Тесляр 5р., 3 р., Бетонник 4р., 2 р.	2 2 2	4,0	105
5	Установка фундаментів, колон, замонолічування колон у стаканах фундаментів (п. 9-11)	1 шт 1 шт 1 стик	12 12 12	$\frac{7,81}{1,36}$	$\frac{7,50}{1,50}$	Монтажник 5р., 4 р., 3 р., 2 р. Машиніст 6 р.	1 1 2 1 1	1,5	для монт. 104 для маш. 90
6	Установка ригелів, плит покриття (12, 15);	1 шт 1 шт	16 84	$\frac{13,62}{3,16}$	$\frac{15,00}{3,00}$	Монтажник 5р., 4 р., 3 р., 2 р. Машиніст 6 р.	1 1 2 1 1	3,0	для монт. 91 для маш. 105
7	Електрозварювання ригелів з колонами і стіновими панелями, плит покриття з ригелями і стіновими панелями (13-14, 16-17)	10 м 10 м 10 м 10 м	0,744 0,15 1,824 0,064	$\frac{2,36}{-}$	$\frac{3,00}{-}$	Зварювальник 5 р.	1	3,0	78
8	Заливка швів плит покриття розчином механізованим способом (п. 18)	100 м	7,06	$\frac{3,53}{-}$	$\frac{3,50}{-}$	Монтажник 4р., 3 р.	1 1	1,75	101
	Всього:			$\frac{78,19}{6,01}$	$\frac{78,00}{6,00}$				



**4.11. Визначення потреби в будівельних конструкціях, деталях, напівфабрикатах, матеріалах і устаткуванні. Потреби в машинах, устаткуванні, інструменті, інвентарі і пристроях**

Таблиця 4.13

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.	28
2	Стінова панель	ПС1-48-БГ1	шт.	24
3	Фундамент під колони	2ФР2	шт.	12
4	Колона	ЗКР48	шт.	12
5	Ригель	Р-1	шт.	16
6	Плита покриття	1П7	шт.	12
7	Плита покриття	1П3	шт.	90
8	Бетон	С 10/15	м <sup>3</sup>	30,5+0,7+ 3,9=35,1
9	Розчинна суміш	М 100	м <sup>3</sup>	4,2+0,8=5
10	Вироби монтажні	-	т	0,3
11	Пісок	-	м <sup>3</sup>	15,9
12	Бруски 75 мм	IV сорт	м <sup>3</sup>	0,7+1,6= 2,3
13	Дошки 25 – 32 мм	IV сорт	м <sup>3</sup>	0,7+0,4 +14,2=15,3
14	Дошки 40 мм	IV сорт	м <sup>3</sup>	0,5+0,2+ 4,2=4,9
15	Гвіздки 100 мм	-	кг	19,4
16	Електроди	Е-42	кг	27,0+18,8 =45,8
17	Дріт 4 мм	Вр-І	кг	4,8
18	Бетон для монолітних ділянок	С 15/20	м <sup>3</sup>	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 4.14

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

№ пор.	Машина, устаткування, інструмент, інвентар і пристрої	Марка	Одиниця вимірювання	Кількість
I. Машина та пристрої				
1	Кран гусеничний	ДЕК-631А стріла 24 м	шт.	1
2	Кран гусеничний	СКГ-30/10 стріла 25 м	шт.	1
3	Кран гусеничний	СКГ-25 стріла 25 м	шт.	1
4	Бортовий автомобіль	ЗиЛ-433440	шт.	1
5	Тягач з напівприцепом-панелевозом	КамАЗ-5410 ПП-1307А	шт.	1
6	Автобетоновоз СБ-113 на базі ЗиЛ-13Д	СБ-113	шт.	1
7	Неповоротний бункер місткістю 0,5 м <sup>3</sup>	БНВ-0,5	шт.	1
8	Балансуєча траверса для захоплення стінових панелей	-	шт.	1
9	Строп чотирьохгілковий для захоплення фундаментів	4СК-5,0-4000	шт.	1
10	Стержневий захоплювач колон	-	шт.	1
11	Строп двогілковий для захоплення ригелів	2СК-5,0-4300	шт.	1
12	Строп двогілковий для захоплення траверси	2СК-8,0-2500	шт.	1
13	Строп чотирьохгілковий для захоплення плит покриття	4СК-5,0-5000	шт.	1
14	Підкос зі струбциною	-	шт.	64
15	Металеві клини	-	шт.	192
16	Кондуктор для тимчасового закріплення колон та їх вивірювання	-	шт.	12
17	Кондуктор для тимчасового закріплення ригелів та їх вивірювання	-	шт.	32
18	Кондуктор для тимчасового закріплення ригелів	-	шт.	40
II. Ручний будівельний інструмент				
19	Вібратор глибинний	ІВ-113	шт.	2
20	Лопата для розчину	ЛР	шт.	10
21	Зубило слюсарне 20x60°	ЗС	шт.	1
22	Скребок	-	шт.	2
23	Розшивка стальна	РВ-1	шт.	1
		РВ-2	шт.	1
24	Лом монтажний	ЛМ-20	шт.	2
		ЛМ-24	шт.	3
25	Киянка кругла	КК	шт.	1
26	Сокира будівельна	А-2	шт.	1
27	Маяк причальний	-	шт.	3
28	Каска пластмасова	-	шт.	10

29	Пояс запобіжний	-	шт.	9
30	Відро	-	шт.	4
III. Засоби вимірювання і контролю				
31	Висок будівельний 600 г	OC-600	шт.	4
32	Рейка з виском	-	шт.	4
33	Рулетка	P3-20	шт.	3
34	Метр складний металевий	МС	шт.	9
35	Кутник дерев'яний	УД	шт.	4
36	Правило	-	шт.	4
37	Рівень будівельний	УС-300	шт.	3
IV. Інвентар				
38	Ящик для розчину металевий	-	шт.	2
39	Клиновий вкладиш	-	шт.	18
40	Риштування монтажні	-	шт.	4
41	Драбина монтажна	-	шт.	4
42	Підкіс із струбциною	-	шт.	10
43	Щити опалубки PERI 1200x3300 мм 600x3300 мм 300x3300 мм 1200x1200 мм 600x1200 мм 300x1200 мм	PERI	шт. шт. шт. шт. шт. шт.	8 4 6 8 4 6

## Розділ 5. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Зоною санітарної охорони (ЗСО) джерела водопостачання є спеціально відведена територія, що включає експлуатовану водойму і частково область її живлення. Згідно з постановою Державного санітарного нагляду проектні організації мусять розробити проект ЗСО, який становить обов'язкову й нерозривну складову проекту водопостачання, без якої він не може бути схвалений. Проект ЗСО погоджується та затверджується представником місцевих органів Державного санітарного нагляду.

До складу ЗСО водозаборів з підземних джерел, як і для поверхневих, входять три пояси – I, II, III. I пояс ЗСО – це територія жорсткого режиму, яка покриває ділянку, безпосередньо сусідню до водозабору, а II та III пояси ЗСО – це зони обмежень, призначені для унеможливлення, відповідно, мікробного та хімічного забруднення. Межі цих зон повинні розташовуватися на таких відстанях від водозабору, що гарантують дозволений час переміщення до нього відповідних забруднень.

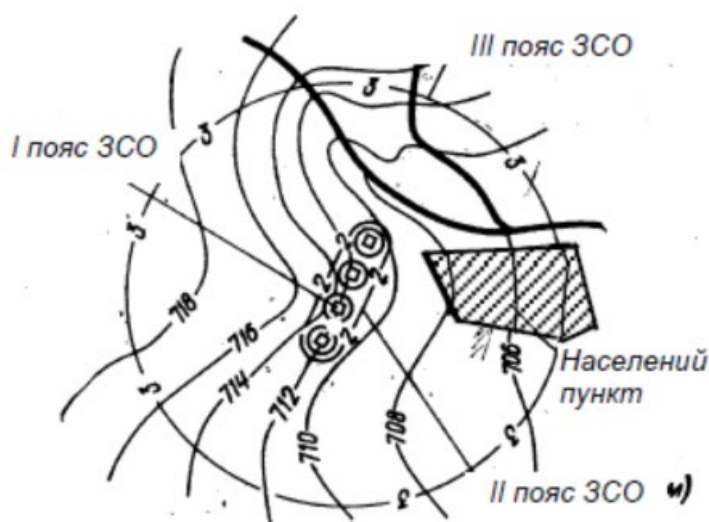


Рис. 5.1. схема зон санітарної охорони підземного джерела

Межа першого поясу санітарної охоронної зони (ЗСО) підземного джерела води може набувати різних числових значень залежно від конкретних законодавчих актів, нормативів та гідрогеологічних умов.

Як правило, перший пояс ЗСО є найбільш регламентованим і здебільшого визначається на певній відстані від джерела води. Наприклад, у деяких державах це може становити від 50 до 100 метрів, проте конкретне значення може різнитися в різних областях або державах.

Межа II поясу ЗСО підземного джерела водопостачання мусить встановлюватися гідродинамічними розрахунками з врахуванням архітектурно-будівельного кліматичного району, як час  $T_m$  переміщення мікробного забруднення потоком підземних вод до місця водозабору. Розраховується відповідно до ДБН В.2.5-74:2013.

Межа III поясу ЗСО підземного джерела водопостачання також визначається гідродинамічними розрахунками, беручи до уваги час проходження хімічного забруднення води до водозабірної споруди, який має перевищувати встановлений термін експлуатації водозабірної споруди, але бути не меншим за 25 років.

Згідно зі статтею 112 Земельного кодексу України охоронні зони утворюються:

- біля особливо цінних природних об'єктів, об'єктів культурної спадщини, гідрометеорологічних станцій тощо з метою захисту та оберігання їх від несприятливих антропогенних впливів;

- поряд зі спорудами електронних комунікацій, зокрема базових станцій мобільного зв'язку, земних станцій супутникового зв'язку, вздовж ліній електронних комунікаційних мереж, електропередачі, земель транспорту, біля промислових об'єктів для гарантування належних умов їх функціонування, уникнення пошкоджень, а також мінімізації їхнього негативного впливу на людей та довкілля, суміжні землі та інші природні об'єкти.

Правовий режим земель охоронних зон регулюється законодавством України.

Таким чином, охоронні зони - це території з обмеженим режимом експлуатації, що запроваджуються навколо особливо цінних та/або вразливих об'єктів з метою їхнього захисту

Охоронні зони запроваджуються навколо:

- об'єктів природно-заповідного фонду (статті 39, 40 Закону України «Про природно-заповідний фонд України»);
- об'єктів культурної спадщини (частина друга статті 54 Земельного кодексу України, стаття 32 Закону України «Про охорону культурної спадщини»);
- об'єктів транспорту (стаття 73 Земельного кодексу України, статті 11, 23 Закону України «Про транспорт», стаття 6 Закону України «Про залізничний транспорт», стаття 11 Закону України «Про трубопровідний транспорт»);
- об'єктів зв'язку (стаття 75 Земельного кодексу України, стаття 25 Закону України «Про електронні комунікації», постанова Кабінету Міністрів України від 29.01.1996 № 135 «Про затвердження Правил охорони ліній електрозв'язку»);
- об'єктів енергетики (стаття 27 Закону України «Про ринок електричної енергії», статті 18, 22-24 Закону України «Про землі енергетики та правовий режим спеціальних зон енергетичних об'єктів»);
- об'єктів гідрометеорологічної діяльності (стаття 13 Закону України «Про гідрометеорологічну діяльність», постанова Кабінету Міністрів України від 11.12.1999 № 2262 «Про затвердження Порядку встановлення охоронних зон навколо об'єктів, призначених для гідрометеорологічних спостережень та інших видів гідрометеорологічної діяльності, та режиму їх використання»);
- геодезичних пунктів (статті 22 Закону України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність», постанова Кабінету Міністрів України від 08.11.2017 № 836 «Про затвердження Порядку охорони геодезичних пунктів»);
- інженерних комунікацій (постанова Кабінету Міністрів України від 30.03.1994 № 198 «Про затвердження Єдиних правил ремонту і утримання

автомобільних доріг, вулиць, залізничних переїздів, правил користування ними та охорони»).

"Правовий режим охоронних зон різниться залежно від об'єкта, навколо якого встановлена зона, проте завжди передбачає лімітування можливих способів застосування земельної ділянки"

Конкретна суть режиму охоронної зони встановлюється наведеними вище нормативно-правовими актами.

## **ВИСНОВКИ**

Робота присвячена проектуванню повноцінної **системи водопостачання для населеного пункту**. Проект охоплює всі ключові елементи: від **споруд для забору води** та її подальшої **підготовки** на спеціалізованій станції, до перекачування очищеної води за допомогою **насосної станції II підйому** та її розподілу через **мережу**. Крім того, в роботі розроблено **внутрішнє санітарно-технічне обладнання** для типового житлового будинку та деталізовано **технологію зведення резервуара чистої води (РЧВ)**. Важливим аспектом також є розгляд **санітарних норм та екологічних заходів**.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН В.2.5-74:2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. К.: Мінрегіон України, 2013. – 180 с.
2. ДБН В.2.5-75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. К.: Мінрегіон України, 2013. – 207 с.
3. ДБН В.2.5-64:2012. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина 1. Проектування. – Київ: Мінрегіон України, 2013. – 113 с.
4. Тугай А.М., Терновцев В.О., Тугай Я.А. Розрахунок і проектування споруд систем водопостачання: навчальний посібник. КНУБА, 2001. 256 с.
5. Паспорт на агрегати електронасосні відцентрові свердловинні для води компанії SAER
6. Кравчук А.М., Ільїна І.В., Чупрунова Н.А. Альбом завдань по санітарно-технічному обладнанню будівель. – К.; КНУБА, 2002. – 40 с.
7. Кравчук А.М., Кравчук О.Я. Водопостачання і каналізація: навчальний посібник. – К.: КНУБА, 2012. – 180 с.
8. Константинов Ю.М., Василенко А.А., Сапухин А.А. Гидравлический расчет сетей водоотведения. Расчетные таблицы. – К.: Будівельник, 1987. – 120 с.
9. Шевелев Ф.А., Шевелев А.Ф. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб. – М.: Стройиздат, 1984. – 116 с.
10. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Часть 2. Внутренний водопровод и канализация. – М.: Стройиздат, 1975. – 245 с.
11. Кондусь В. Ю. Лопатеві насоси: навчальний посібник / В. Ю. Кондусь, О. І. Костенко. – Суми: Сумський державний університет, 2021. – 293 с.
12. Омельченко О. В., Цвіркун Л. О. Гідравлічні машини: навч. посіб. Кривий Ріг: ДонНУЕТ, 2020. 100 с.
13. Мандрус В. І. Гідравлічні та аеродинамічні машини: Підручник. – Львів: “Магнолія плюс”, видавець В.М. Піча, 2004. – 340 с.
14. Залуцкий Э.В., Петрухно А.И. Насосные станции. Курсовое проектирование. – К.: Вища шк. Головное изд-во, 1987. – 167 с.

15. Шевелев Ф.А., Шевелев А.Ф. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб. Справочное пособие. - М.: Стройиздат, 1984. – 116 с.
16. Карелин В. Я., Минаев А., В. Насосы и насосные станции: Учеб. для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1986. – 320 с.
17. ДСТУ Б А.2.4-13:2009. Умовні графічні зображення та умовні позначки в документації з інженерно-геологічних вишукувань
18. Хоружий П.Д., Хомутецька Т.Г., Хоружий В.П. Ресурсозберігаючі технології водопостачання: навч. посіб. – Київ: Аграрна наука, 2008. – 534с.
19. Белан А.Е., Хоружий П.Д. Проектирование и расчет устройств водоснабжения – 2-е изд. перераб. и доп. – К.: Будівельник, 1981. – 192 с.
20. Тугай А.М., Орлов В.О. Водопостачання: Підручник. – К.: Знання, 2009. – 735 с.
21. Тугай А.М., Тугай Я.А. Водопостачання. Джерела та водозабірні споруди. – К.: УДІМІБ, 1998. – 192 с.
22. Водозабір підземних вод: методичні вказівки до виконання курсового проекту / уклад.: А.М. Тугай, Є.В. Юрков, Я.А. Тугай, Ю.М. Пікуль. – К.: КНУБА, 2011. – 48 с.
23. Водозаборные сооружения: Примеры к выполнению графической части курсового проекта для студентов / сост. А.М. Тугай, Е.В. Юрков, В.А. Бурлай, Л.И. Кислицына. – К.: КИСИ, 1992. – 12 с.
24. А.М.Тугай, В.О.Орлов, В.О.Шадура, С.Ю.Мартинов. Міські інженерні мережі та споруди. Підручник. – Київ: Укртеліотех, 2010. – 256с.
25. Хоружий П.Д., Ткачук О.А. Водопровідні системи і споруди: Навч. посібник. – К.: Вища шк., 1993. – 230 с.: іл.
26. Прокопчук І.Т., Дупляк О.В., Прокопчук С.І. Експлуатація споруд і обладнання водопостачання і водовідведення: К.: КНУБА. 2009.- 200 с.
27. Експлуатація систем водопостачання і водовідведення: методичні вказівки до виконання розрахунково-графічних робіт/ уклад. О.В. Дупляк – К.: КНУБА, 2012. – 40 с.
28. Галузеві норми чисельності підприємств комунальної енергетики, житлово-

комунального господарства та громадського обслуговування. Міжгалузєва угода на 2017-2022 роки № 57 від 02.11.2017р. зі змінами та доповненнями від 01.12.2021р. - режим доступу: [https://fru-gkh.com/sites/labor\\_standards/62#1](https://fru-gkh.com/sites/labor_standards/62#1) (дата звернення 15.12.2023). – Назва з екрану.

29. Правила технічної експлуатації систем водопостачання та водовідведення населених пунктів України – режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0231-95#Text>

30. Кодекс законів про працю України. Документ 322-08, поточна редакція – Редакція від 01.10.2023, підстава - [2573-IX](#) - режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/322-08#Text>

31. Податковий кодекс України. Документ 2755-VI, чинний, поточна редакція - Редакція від 08.12.2023 - режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2755-17#Text>

32. Федулова С.О. Економіка підприємств водопостачання та водовідведення : навч. посіб. / С.О. Федулова; за ред. проф. О.А. Півоварова; Укр. держ. хім.-тех. універ-т. – Дніпро: ДВНЗ УДХТУ, 2017. – 300 с. - режим доступу: [https://udhtu.edu.ua/wp-content/uploads/2019/03/Ekonomika-pidpr.-vodopid.-ta-vodovid\\_Pivovarov\\_Fedulova.pdf](https://udhtu.edu.ua/wp-content/uploads/2019/03/Ekonomika-pidpr.-vodopid.-ta-vodovid_Pivovarov_Fedulova.pdf)