

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет інженерних систем та екології

Кафедра водопостачання та водовідведення

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

водопостачання та водовідведення

Віктор ХОРУЖИЙ

«___» _____ 2025 року

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»

Водопостачання міста з розробкою схеми водопідготовки

Галузь знань:

19 «Архітектура та будівництво»

Спеціальність:

192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Освітньо-професійна програма:

«Водопостачання та водовідведення»

IV курс, група ВВ-21

Здобувач:

Возний О.Т.

(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) Возний Олександр Тарасович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи Водопостачання міста з розробкою схеми водопідготовки

2. Керівник роботи Аргатенко Тетяна Вікторівна, к.т.н., доцент

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

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

3. Термін подання здобувачем роботи 15.06.2025

4. Вихідні данні:

№	Параметр	I район	II район
1	Населення (ос.)	25000	20000
2	Поверховість забудови міста	5	2
3	Ступінь благоустрою житлової забудови (ДБН В.2.5-74:2013, табл.1)	з централізованим гарячим водопостачанням	з ваннами та місцевими водонагрівачами

Кліматичний район населеного пункту (ДСТУ-Н Б.В.1.1-27) – I Полісся

Промислові підприємства:

№	Назва	К-сть змін роботи	Одиниця виміру продукції	Кількість продукції, що випускається		Норма витрати води на одиницю продукції м ³	Кількість працівників		% працівників у гарячих цехах	% працівників, що приймають душ
				за добу	за макс. зміну		за добу	за макс. зміну		
1	Горілчаних напоїв	2	дкл	300	200	8	90	45	-	-
2	Хлібозавод	3	т	480	200	4,3	320	120	25	40
3	Капронового волокна	1	т	30	30	110	2000	2000	40	60

Довжина напірних водоводів - 2,0 км

Відмітка поверхні землі біля насосної станції II підйому - 125,0 м

Геологічний опис порід та їх потужність, м :

- Рослинний шар : 0,4.
- Пісок середньозернистий : 9.
- Суглинок : 14.
- Пісок крупнозернистий : 4.
- Мергель : 16.
- Вапняк : 24.
- Піщаник : 8.
- Глина : 22.
- Пісок гравелистий водоносний : 33.
- Глина щільна : 10.

Статичний напір від рівня поверхні землі, м : 16.

Коефіцієнт фільтрації експлуатаційного пласта k, м/добу. : 60.

5. Перелік розділів основної частини кваліфікаційної роботи:

- P.1. Водопостачання населеного пункту
- P.2. Внутрішнє санітарно-технічне обладнання будівлі
- P.3. Технологія будівельного виробництва
- P.4. Охорона навколишнього середовища
- P.5. Техніко-економічні розрахунки

6. Графічний матеріал за розділами

- P.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
- P.2. План типового поверху; План підвалу; Аксонометрична схема В1; В2; Аксонометрична схема Т3,Т4
- P.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	20.05.2025
Розділ 2	25.05.2025
Розділ 3	02.06.2025
Розділ 4	07.06.2025
Розділ 5	10.06.2025
Остаточне оформлення роботи	15.06.2025
Направлення роботи для перевірки на плагіат	16.06.2025
Попередній захист роботи на кафедрі	-
Направлення роботи на рецензування	19.06.2025

8. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

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

9. Дата видачі завдання 10 травня 2025 року.

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

Здобувач _____ Олександр ВОЗНИЙ
(підпис) (власне ім'я та прізвище)

РЕЗЮМЕ (SUMMARY) до атестаційної випускної роботи здобувача:	(ПІБ здобувача українською та англійською) Возний Олександр Тарасович Voznyi Oleksandr Tarasovych		
ЗВО	Київський національний університет будівництва і архітектури		
Тема (українською та англійською)	Водопостачання міста з розробкою схеми водопідготовки City water supply with development of a water treatment scheme		
Освітній ступінь	бакалавр		
Факультет	інженерних систем та екології		
Випускова кафедра	водопостачання та водовідведення		
Спеціальність	192 – Будівництво та цивільна інженерія		
Освітня програма	Водопостачання та водовідведення		
Керівник	Аргатенко Тетяна Вікторівна		
Обсяг роботи:	пояснювальна записка, стор.	розділів	креслень формату А1
	137	5	6
Розділ 1	Виконано проєкт системи водопостачання міста з підземного джерела		
Розділ 2	Запроєктовано систему внутрішнього санітарно-технічного обладнання 14-поверхового будинку		
Розділ 3	Розроблено технологію будівництва двох РЧВ місткістю 4000 м ³ кожен		
Розділ 4	Визначено заходи з охорони підземного джерела водопостачання		
Розділ 5	Визначено собівартість послуг водопостачання		
Висновки по роботі:	розроблено проєкт системи водопостачання міста з чисельністю населення 45000 осіб із використанням підземного джерела водопостачання.		
Ключові слова: Keywords:	Система водопостачання, внутрішнє сантехнічне обладнання, технологія будівництва, техніко-економічні розрахунки Water supply system, internal plumbing equipment, construction technology, feasibility studies		

Здобувач _____
(підпис)

Олександр ВОЗНИЙ
(власне ім'я та прізвище)

Керівник _____
(підпис)

Тетяна АРГАТЕНКО
(власне ім'я та прізвище)

“ ” _____ 2025 р.

Зміст

Вступ.....	7
Розділ 1 Водопостачання населеного пункту.....	8
Розділ 2 Внутрішнє санітарно-технічне обладнання будівлі.....	78
Розділ 3 Технологія будівельного виробництва.....	96
Розділ 4 Охорона навколишнього середовища.....	122
Розділ 5 Техніко-економічні розрахунки.....	125
Висновки.....	135
Список літератури.....	136

Вступ

Розроблено систему водопостачання міста населенням 45000 ос. з підземного джерела. Запроектовано розподільчу водопровідну мережу, для якої виконано гідравлічний розрахунок, побудовано графік п'єзометричних напорів, визначено місткості регулювальних споруд, висоту башти. Розрахунком перевірено роботу мережі під час аварій на окремих магістральних ділянках. Виконано проектування водозабірних споруд підземного типу та станції водопідготовки. Виконано проєкт насосної станції II підйому. Запроектовано внутрішнє санітарно-технічне обладнання житлового будинку. Визначено техніко-економічні показники проєкту.

Розроблено проєкт технології будівництва двох резервуарів чистої води об'ємом 4000 м^3 (довжина - 36м; ширина - 24м; глибина води - $h_p = 4,84\text{м}$) кожен та розглянуто питання облаштування зон санітарної охорони водопровідних споруд та умови їх експлуатації.

Розділ 1 Водопостачання населеного пункту

Вихідні дані для проектування:

№	Параметр	I район	II район
1	Населення (ос.)	25000	20000
2	Поверховість забудови міста	5	2
3	Ступінь благоустрою житлової забудови (ДБН В.2.5-74:2013, табл.1)	з централізованим гарячим водопостачанням	з ваннами та місцевими водонагрівачами

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

5. Промислові підприємства:

№	Назва	К-сть змін роботи	Одиниця виміру продукції	Кількість продукції, що випускається		Норма витрати води на одиницю продукції м ³	Кількість працівників		% працівників у гарячих цехах	% працівників, що приймають душ
				за добу	за макс. зміну		за добу	за макс. зміну		
1	Горілчаних напоїв	2	дкл	300	200	8	90	45	-	-
2	Хлібозавод	3	т	480	200	4,3	320	120	25	40
3	Капронового волокна	1	т	30	30	110	2000	2000	40	60

6. Довжина напірних водоводів - 2,0 км

7. Відмітка поверхні землі біля насосної станції II підйому - 125,0 м

8. Генплан міста (М 1:20000)

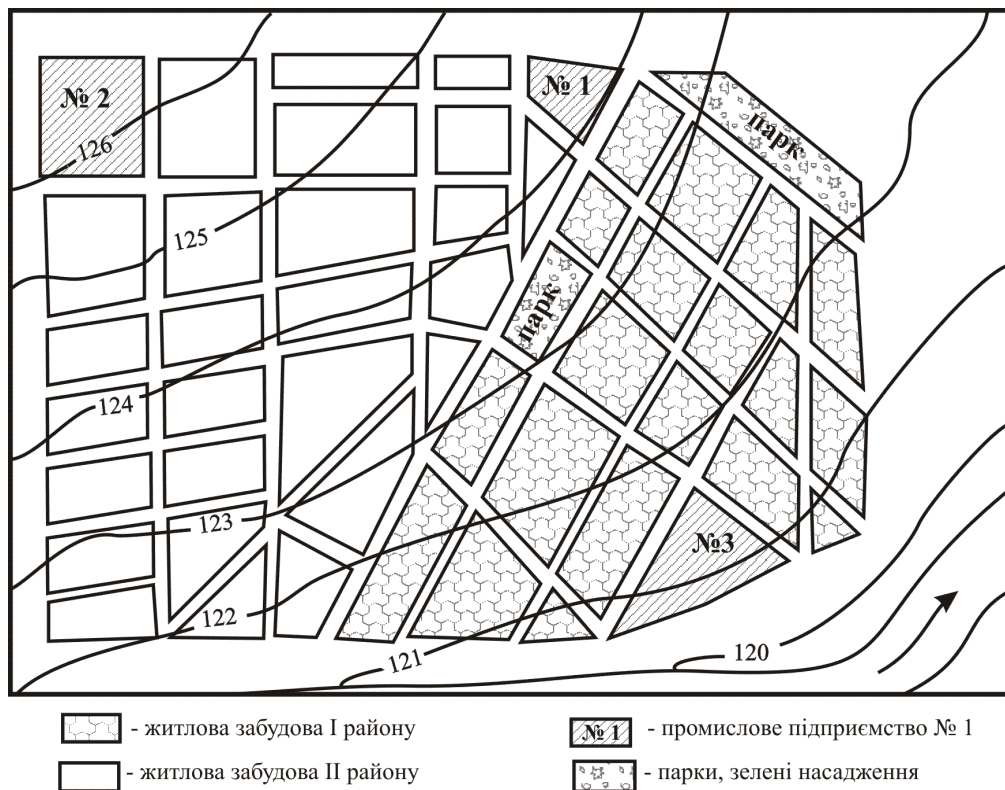


Рис. 1.1. План міста

1.1. Визначення добового водоспоживання населеного пункту

1. Визначення розрахункових добових витрат води

Визначення розрахункових добових витрат води міста починаємо з підрахунку водоспоживання його населення.

Розрахункову (середню за рік) добову витрату води на господарсько-питні потреби населення кожного житлового району міста 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, осіб;

$q_{\text{ж}}$ – питоме господарсько-питне водоспоживання населення, л/ос·добу,

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

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

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

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

Водоспоживання населення міста

Табл. 1.1

Райони міста	N, осіб	$q_{\text{ж}}$, л/ос.добу	$Q_{\text{доб.ср}}$, м ³ /добу	$K_{\text{доб.макс}}$, м ³ /добу	$Q_{\text{доб.макс}}$, м ³ /добу	$K_{\text{доб.мін}}$	$Q_{\text{доб.мін}}$, м ³ /добу
I	25000	230	5750	1,1	6325	0,7	4025
II	20000	150	3000	1,1	3300	0,7	2100
Разом	45000	-	8750	-	9625	-	6125

Водоспоживання на виробничі потреби підприємств

Табл. 1.2

Назва підприємства	№ зміни	Одиниця продукції	q , м ³ /од	N, од./зміну	Q, м ³ /зміну
Горілчаних напоїв	1	дкл	8	200	1600
	2	дкл	8	100	800
	3	0	0	0	0
	Всього			300	2400
Хлібзавод	1	т	4,3	200	860
	2	т	4,3	140	602
	3	т	4,3	140	602
	Всього			480	2064
Капронового волокна	1	т	110	30	3300
	2	0	0	0	0
	3	0	0	0	0
	Всього			50	4000
Разом:				302	8200




Витрати води на господарсько-питні потреби робітників на підприємствах у зміну:

для гарячих цехів q_r – 45 л/особу;

для холодних q_x – 25 л/особу.

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

Табл. 1.3

№ підприємства	№ змін	К-сть працюючих, осіб	Гарячі цехи			Холодні цехи			Q _{гп} , м ³ /з м	Прийом душу		
			N _г , осіб	q _г , л/ос	Q _г , м ³ /з м.	N _х , осіб	q _х , л/ос	Q _х , м ³ /з м.		N _д , осіб	q _д , л/ос.з м.	Q _{душ} , м ³ /з м
1	1	45	0	45	0	45	25	1,125	1,125	0	25	0
	2	45	0		0	45		1,125	1,125	0		
	3	0	0		0	0		0	0	0		
		90	0		0	90		2,25	2,25	0		0
2	1	120	30	45	1,35	90	25	2,25	3,6	48	53,5	2,568
	2	100	25		1,125	75		1,875	3	40		2,14
	3	100	25		1,125	75		1,875	3	40		2,14
		320	80		3,6	240		6	9,6	128		6,848
3	1	2000	800	45	36	1200	25	30	66	1200	53,5	64,2
	2	0	0		0	0		0	0	0		
	3	0	0		0	0		0	0	0		
		2000	800	36	1200	30	66	1200	64,2			
Разом	-	2410	880		39,6	1530		38,25	77,85	1328		71,048

Витрати води на полив вулиць та зелених насаджень

Так, як відсутні дані про площі за видами благоустрою, то об'єм максимального добового водоспоживання на полив вулиць та зелених насаджень (табл. 1.4) обчислюємо залежно від кліматичного району та кількості населення, що мешкає в населеному пункті.

Табл. 1.4

Райони міста	Кількість населення, осіб	Питомі витрати води, л/ос.добу	Витрата води, м ³ /добу
--------------	---------------------------	--------------------------------	------------------------------------

I	25000	40	1000
II	20000	40	800
Разом	45000	-	1800

Баланс добового водоспоживання міста

Табл. 1.5

№	Споживачі	Витрата води, м ³ /добу		
		Середньодобове водоспоживання	Доба максимального водоспоживання	Доба мінімального водоспоживання
1	Населення I району	5750	6325	4025
	Невраховані витрати	575	632,5	402,5
	Разом	6325	6957,5	4427,5
2	Населення II району	3000	3300	2100
	Невраховані витрати	300	330	210
	Разом	3300	3630	2310
3	Підприємство 1			
	Виробничі потреби	2400	2400	2400
	Господарсько-питні	2,25	2,25	2,25
	Душові	0	0	0
	Разом	2402,25	2402,25	2402,25
4	Підприємство 2			
	Виробничі потреби	2064	2064	2064
	Господарсько-питні	9,6	9,6	9,6
	Душові	6,848	6,848	6,848
	Разом	2080,448	2080,448	2080,448
5	Підприємство 3			
	Виробничі потреби	3300	3300	3300
	Господарсько-питні	66	66	66
	Душові	64,2	64,2	64,2
	Разом	3430,2	3430,2	3430,2
6	Полив вулиць і зелених насаджень			
	I район	500	1000	0
	II район	400	800	0
	Разом	900	1800	0
Всього по місту		20300,398	25077,85	18437,898

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, режим роботи підприємств та інші місцеві умови;

β – коефіцієнт, який враховує чисельність мешканців у населеному пункті.

I район: $K_{г.маx.I} = 1,2 \cdot 1,2 = 1,44;$

II район: $K_{г.маx.II} = 1,3 \cdot 1,19 = 1,547.$

Розподіл сумарних витрат води за годинами здійснюємо для доби максимального водоспоживання (табл. 1.6).

Погодинні витрати води населенням кожного з районів міста обчислюємо, виходячи з графіків водоспоживання аналогічних водопроводів, приймаючи для першого району міста $K_{г.маx} = 1,44$, а для другого – $K_{г.маx} = 1,547$.

Визначення погодинних витрат у місті

Табл. 1.6

Годи- ни добі	населення I району		населення II району		Разом	Підприємство 1				Підприємство 2				Підприємство 3				ΣQ, м³/год	Полив		Q _{міста,с} м³/год
	% від Q _{доб.мак}	витрата, м³/год	% від Q _{доб.мак}	витрата, м³/год		ви-роб- ничі	госп- питні	ду- шові	разом	ви-роб- ничі	госп- питні	ду- шові	разом	ви-роб- ничі	госп- питні	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	139,15	1,5	54,45	193,6	0	0	0	0	75,25	0,375	2,14	77,765	0	0	0	0	271,365			271,365
1-2	2,1	146,1075	1,5	54,45	200,5575	0	0	0	0	75,25	0,375	0	75,625	0	0	0	0	276,182			276,1825
2-3	1,85	128,71375	1,5	54,45	183,16375	0	0	0	0	75,25	0,375	0	75,625	0	0	0	0	258,788			258,78875
3-4	1,9	132,1925	1,5	54,45	186,6425	0	0	0	0	75,25	0,375	0	75,625	0	0	0	0	262,267	125	100	487,2675
4-5	2,85	198,28875	2,5	90,75	289,03875	0	0	0	0	75,25	0,375	0	75,625	0	0	0	0	364,663	125	100	589,66375
5-6	3,7	257,4275	3,5	127,05	384,4775	0	0	0	0	75,25	0,375	0	75,625	0	0	0	0	460,102	125	100	685,1025
6-7	4,5	313,0875	4,5	163,35	476,4375	0	0	0	0	75,25	0,375	0	75,625	0	0	0	0	552,062	125	100	777,0625
7-8	5,3	368,7475	5,5	199,65	568,3975	0	0	0	0	75,25	0,375	0	75,625	0	0	0	0	644,022			644,0225
8-9	5,8	403,535	6,25	226,875	630,41	200	0,14062	0	200,140	107,5	0,45	2,14	110,09	412,5	8,25	0	420,75	1361,39			1361,39062
9-10	6,05	420,92875	6,25	226,875	647,80375	200	0,14062	0	200,140	107,5	0,45	0	107,95	412,5	8,25	0	420,75	1376,64			1376,64437
10-11	5,8	403,535	6,25	226,875	630,41	200	0,14062	0	200,140	107,5	0,45	0	107,95	412,5	8,25	0	420,75	1359,25			1359,25062
11-12	5,7	396,5775	6,25	226,875	623,4525	200	0,14062	0	200,140	107,5	0,45	0	107,95	412,5	8,25	0	420,75	1352,29			1352,29312
12-13	4,8	333,96	5	181,5	515,46	200	0,14062	0	200,140	107,5	0,45	0	107,95	412,5	8,25	0	420,75	1244,30			1244,30062
13-14	4,7	327,0025	5	181,5	508,5025	200	0,14062	0	200,140	107,5	0,45	0	107,95	412,5	8,25	0	420,75	1237,34			1237,34312
14-15	5,05	351,35375	5,5	199,65	551,00375	200	0,14062	0	200,140	107,5	0,45	0	107,95	412,5	8,25	0	420,75	1279,84			1279,84437
15-16	5,3	368,7475	6	217,8	586,5475	200	0,14062	0	200,140	107,5	0,45	0	107,95	412,5	8,25	0	420,75	1315,38			1315,38812
16-17	5,45	379,18375	6	217,8	596,98375	100	0,14062	0	100,140	75,25	0,375	2,568	78,193	0	0	64,2	64,2	839,517			839,517375
17-18	5,05	351,35375	5,5	199,65	551,00375	100	0,14062	0	100,140	75,25	0,375	0	75,625	0	0	0	0	726,769			726,769375
18-19	4,85	337,43875	5	181,5	518,93875	100	0,14062	0	100,140	75,25	0,375	0	75,625	0	0	0	0	694,704			694,704375
19-20	4,5	313,0875	4,5	163,35	476,4375	100	0,14062	0	100,140	75,25	0,375	0	75,625	0	0	0	0	652,203			652,203125
20-21	4,2	292,215	4	145,2	437,415	100	0,14062	0	100,140	75,25	0,375	0	75,625	0	0	0	0	613,180	125	100	838,180625
21-22	3,6	250,47	3	108,9	359,37	100	0,14062	0	100,140	75,25	0,375	0	75,625	0	0	0	0	535,135	125	100	760,135625
22-23	2,85	198,28875	2	72,6	270,88875	100	0,14062	0	100,140	75,25	0,375	0	75,625	0	0	0	0	446,654	125	100	671,654375
23-24	2,1	146,1075	1,5	54,45	200,5575	100	0,14062	0	100,140	75,25	0,375	0	75,625	0	0	0	0	376,323	125	100	601,323125
Всьо- го	100	6957,5	100	3630	10587,5	2400	2,25	0	2402,25	2064	9,6	6,848	2080,448	3300	66	64,2	3430,2	18500,3	1000	800	20300,398

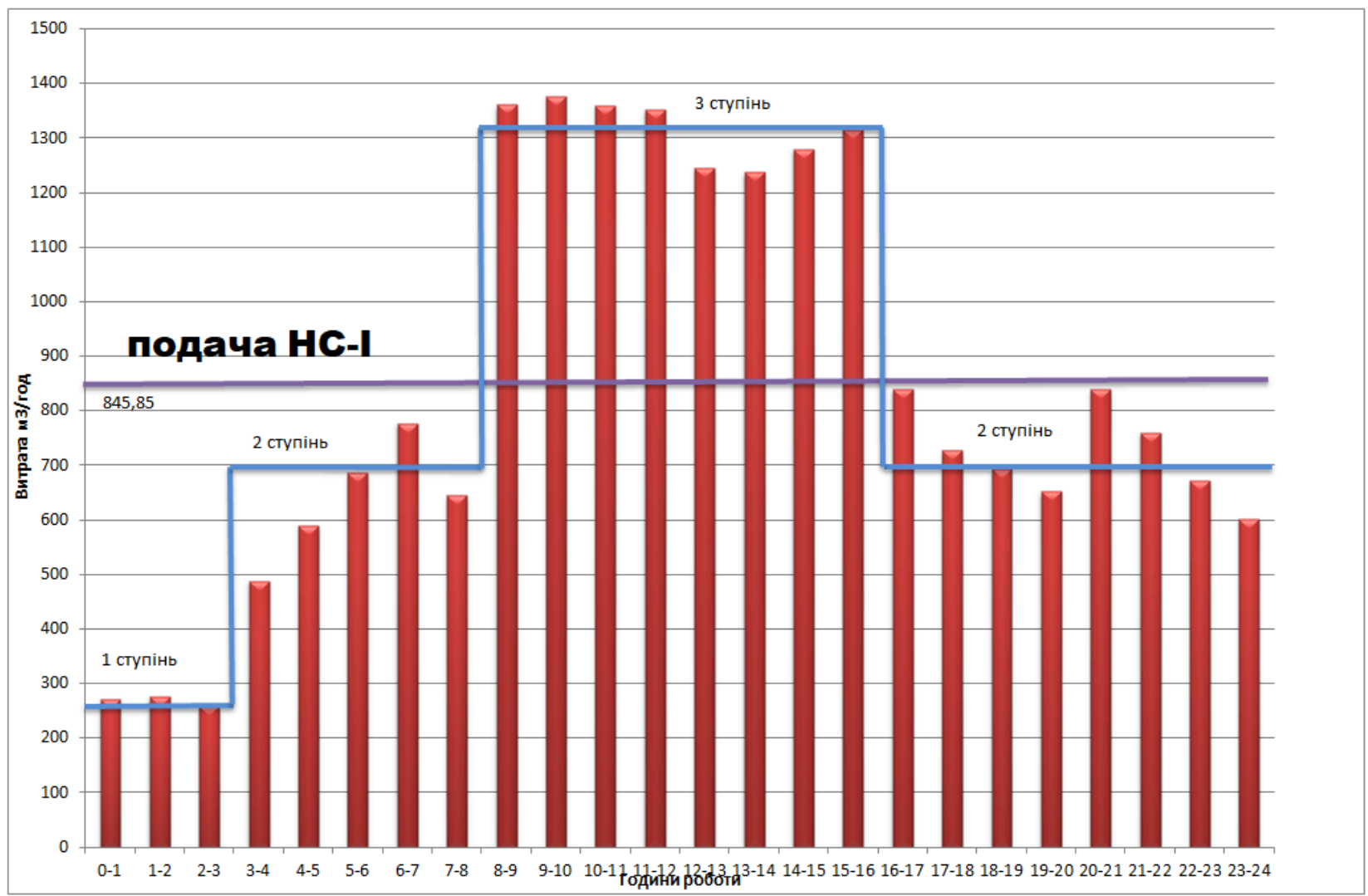


Рис. 1.2. Добові графіки водоспоживання міста і подачі води насосними станціями

Для зменшення об'єму водонапірної башти графік роботи насосів, що живлять водопровідну мережу, приймаємо триступінчатим (рис.1). Подачу води насосами першого підйому (НС-I) і тривалість роботи кожної ступені на насосній станції другого підйому (НС-II) призначаємо так:

Визначення подачі насосів на насосних станціях

Табл 1.7

	Тривалість роботи насосів, год.	Витрата м ³ /год	Подача м ³ /добу
1 ступінь	3	268,77875	806,33625
2 ступінь	13	689,8159038	8967,60675
3 ступінь	8	1315,806875	10526,455
НС - I	24	845,8499167	20300,398

1.2 Водопровідна мережа

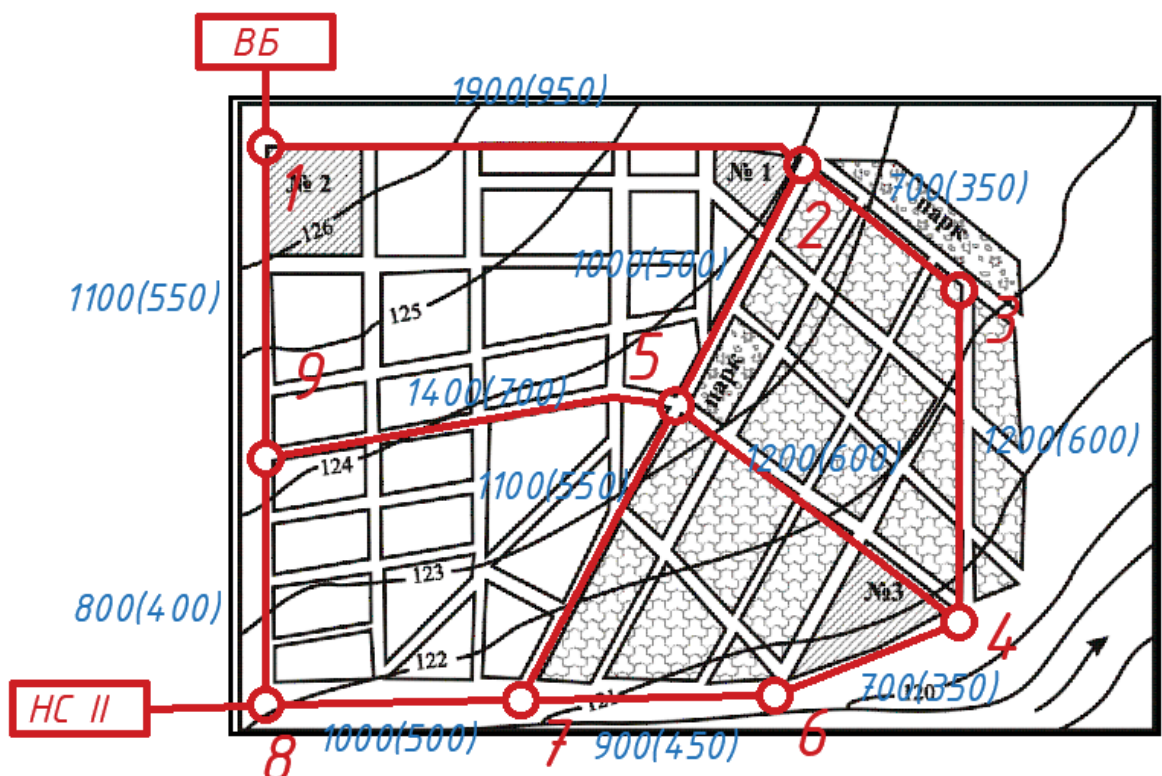


Рис. 1.3. Трасування водопровідної мережі

На плані міста намічаємо місця підведення водоводів від НС-II, влаштування водонапірної башти та виконуємо трасування магістральної 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.

Водоводи від НС-II до магістральної водопровідної мережі проектуємо у дві паралельні нитки, що підключені до вузла 9 (рис.1.3).

Визначення регулюючого об'єму водонапірної башти

Таблиця 1.8

Години доби	Q _{міста} , м ³ /год	Q _{н.с.п} , м ³ /год	q у бак, м ³	q із бака, м ³	W у баку, м ³
1	2	3	4	5	6
0-1	271,365	268,77875	0	2,58625	0
1-2	276,1825	268,77875	0	7,40375	-7,40375
2-3	258,78875	268,77875	9,99	0	2,58625
3-4	487,2675	689,8159038	202,5484038	0	205,1346538
4-5	589,66375	689,8159038	100,1521538	0	305,2868077
5-6	685,1025	689,8159038	4,713403846	0	310,0002115
6-7	777,0625	689,8159038	0	87,24659615	222,7536154
7-8	644,0225	689,8159038	45,79340385	0	268,5470192
8-9	1361,390625	1315,806875	0	45,58375	222,9632692
9-10	1376,644375	1315,806875	0	60,8375	162,1257692
10-11	1359,250625	1315,806875	0	43,44375	118,6820192
11-12	1352,293125	1315,806875	0	36,48625	82,19576923
12-13	1244,300625	1315,806875	71,50625	0	153,7020192
13-14	1237,343125	1315,806875	78,46375	0	232,1657692
14-15	1279,844375	1315,806875	35,9625	0	268,1282692
15-16	1315,388125	1315,806875	0,41875	0	268,5470192
16-17	839,517375	689,8159038	0	149,7014712	118,8455481
17-18	726,769375	689,8159038	0	36,95347115	81,89207692
18-19	694,704375	689,8159038	0	4,888471154	77,00360577
19-20	652,203125	689,8159038	37,61277885	0	114,6163846
20-21	838,180625	689,8159038	0	148,3647212	-33,7483365 4
21-22	760,135625	689,8159038	0	70,31972115	-104,068057 7
22-23	671,654375	689,8159038	18,16152885	0	-85,9065288 5
23-24	601,323125	689,8159038	88,49277885	0	2,58625
Всього	20300,398	20300,398	693,8157019	693,8157019	

Регулюючий об'єм бака башти дорівнює арифметичній сумі найбільшого додатного (310) і від'ємного (-104,07) значень залишку води в баку. Отже

$$W_{\text{рег.б}} = 414,07\text{м}^3.$$

Для подальших обчислень отриманий регулюючий об'єм водонапірної башти зменшуємо на 40%, оскільки розраховуємо водопровідну мережу з контррезервуаром. Отже

$$W_{\text{рег.б}} = 248,44\text{м}^3.$$

Протипожежний запас води в башті, визначаємо з розрахунку на 10-хвилинну тривалість гасіння однієї зовнішньої і однієї внутрішньої пожеж при одночасних найбільших витратах на інші цілі:

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

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; $q_{\text{б.мах}}$ – витрата води з бака башти в годину максимального водоспоживання, л/с.

$$W_{\text{пож.б}} = 0,6\left(25 + 5 + \frac{60,84}{3,6}\right) = 28,14\text{м}^3.$$

Повний об'єм бака водонапірної башти обчислюємо за формулою

$$W_{\text{б}} = W_{\text{рег.б}} + W_{\text{пож.б}} = 248,44 + 28,14\text{м}^3 = 276,58\text{м}^3.$$

За додатком 7 методичних вказівок обираємо водонапірну башту з об'ємом бака

$W_{\text{б}} = 300 \text{ м}^3$. Отже, діаметр бака становитиме $D_{\text{б}} = \sqrt[3]{\frac{300}{0,785}} = 7,26\text{м}$; висота

регулюючого об'єму $h_{\text{рег.б}} = \frac{1,27 \cdot 248,44}{7,26^2} = 5,99\text{м}$, а протипожежного

$$h_{\text{пож.б}} = \frac{1,27 \cdot 28,14}{7,26^2} = 0,68\text{м}$$

Регулюючий об'єм РЧВ визначаємо шляхом суміщення графіків подачі насосами 1-го і 2-го підйомів (табл. 1.9).

Визначення регулюючого об'єму РЧВ

Таблиця 1.9

Години доби	$Q_{НС-І}, \text{ м}^3/\text{год}$	$Q_{НС-ІІ}, \text{ м}^3/\text{год}$	$q \text{ до РЧВ}, \text{ м}^3/\text{год}$	$q \text{ із РЧВ}, \text{ м}^3/\text{год}$	$W \text{ у РЧВ}, \text{ м}^3$
1	2	3	4	5	6
0-1	845,8499167	268,77875	577,0711667	0	577,0711667
1-2	845,8499167	268,77875	577,0711667	0	1154,142333
2-3	845,8499167	268,77875	577,0711667	0	1731,2135
3-4	845,8499167	689,8159038	156,0340128	0	1887,247513
4-5	845,8499167	689,8159038	156,0340128	0	2043,281526
5-6	845,8499167	689,8159038	156,0340128	0	2199,315538
6-7	845,8499167	689,8159038	156,0340128	0	2355,349551
7-8	845,8499167	689,8159038	156,0340128	0	2511,383564
8-9	845,8499167	1315,806875	0	469,9569583	2041,426606
9-10	845,8499167	1315,806875	0	469,9569583	1571,469647
10-11	845,8499167	1315,806875	0	469,9569583	1101,512689
11-12	845,8499167	1315,806875	0	469,9569583	631,5557308
12-13	845,8499167	1315,806875	0	469,9569583	161,5987724
13-14	845,8499167	1315,806875	0	469,9569583	-308,3581859
14-15	845,8499167	1315,806875	0	469,9569583	-778,3151442
15-16	845,8499167	1315,806875	0	469,9569583	-1248,272103
16-17	845,8499167	689,8159038	156,0340128	0	-1092,23809
17-18	845,8499167	689,8159038	156,0340128	0	-936,2040769
18-19	845,8499167	689,8159038	156,0340128	0	-780,1700641
19-20	845,8499167	689,8159038	156,0340128	0	-624,1360513
20-21	845,8499167	689,8159038	156,0340128	0	-468,1020385
21-22	845,8499167	689,8159038	156,0340128	0	-312,0680256
22-23	845,8499167	689,8159038	156,0340128	0	-156,0340128
23-24	845,8499167	689,8159038	156,0340128	0	0
Всього	20300,398	20300,398	3759,655667	3759,655667	

$$W_{\text{рег.р}} = 2511,38 + 1248,27 = 3\,759,65 \text{ м}^3.$$

Для подальшого розрахунку регулюючий об'єм води в РЧВ збільшуємо на величину зменшеного регулюючого об'єму башти ($165,63 \text{ м}^3$), тобто

$$W_{\text{рег.р}} = 3\,759,65 + 165,63 = 3\,925,28 \text{ м}^3.$$

Повний об'єм РЧВ:

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

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

$$W_{\text{пож.р}} = 3 \cdot (3,6 \cdot 50 - 845,85) + 4\,097,28 = 2099,73 \text{ м}^3.$$

$$W_{\text{рчв}} = 3\,925,28 + 2099,73 + 1\,218,02 = 7243,03 \text{ м}^3.$$

За додатком 8 приймаємо два прямокутні РЧВ місткістю 4000 м³ кожний і розмірами: довжина – 36 м; ширина – 24 м; глибина води – $h_p = 4,84$ м.

Глибини об'ємів води:

– регулюючого

$$h_{\text{рег.р}} = W_{\text{р.р}} / nF_{\text{рчв}} = 3\,925,28 / 2 \cdot 36 \cdot 24 = 2,27 \text{ м};$$

– пожежного

$$h_{\text{пож.р}} = 2099,73 / 2 \cdot 36 \cdot 24 = 1,22 \text{ м};$$

– на власні потреби

$$h_{\text{в.п}} = 1218,02 / 2 \cdot 36 \cdot 24 = 0,7 \text{ м}.$$

Відмітка максимального рівня води в резервуарі:

$$Z_{\text{max.р}} = Z_{\text{з.р}} + \Delta h_p = 125,0 + 1,0 = 126,0 \text{ м},$$

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

Δh_p – перевищення максимального рівня води над поверхнею землі, м.

Відмітка дна РЧВ:

$$Z_{\text{д.р}} = Z_{\text{max.р}} - h_p = 126,0 - 4,84 = 121,16 \text{ м},$$

Відмітка мінімального рівня води в РЧВ:

$$Z_{\text{min.р}} = Z_{\text{max.р}} - h_{\text{рег.р}} - h_{\text{в.п}} = 126,0 - 2,27 - 0,7 = 123,03 \text{ м}.$$

Таблиця 1.10

$W_{\text{рег.р}}$	$W_{\text{рчв}}$	$W_{\text{пож.р}}$	$h_{\text{рег.р}}$	$h_{\text{пож.р}}$	$h_{\text{в.п}}$	$Z_{\text{max.р}}$	$Z_{\text{д.р}}$	$Z_{\text{min.р}}$
3925,28	7243,03	2099,73	2,27	1,22	0,7	126,0	121,16	123,03

Приймаємо на три розрахункові режими у добу максимального водоспоживання:

- години максимального водовідбору з мережі (година 9-10 табл.1.6);
- години максимального транзиту води в бак водонапірної башти (година 5-6 табл.1.6);
- гасіння пожежі при максимальному водовідборі.

Визначення розрахункових секундних витрат води

Таблиця 1.11

Розмірність	q _{нас.І.}	q _{нас.ІІ.}	q _{підпр.І.}	q _{підпр.2.}	q _{підпр.3.}	q _{пол.І.}	q _{пол.2.}	Всього
ГОДИНА МАКСИМАЛЬНОГО ВОДОСПОЖИВАННЯ								
м ³ /ГОД	420,93	226,88	200,14	107,95	420,75	0	0	1376,64
л/с	116,92	63,02	55,595	29,99	116,88	0	0	382,40
ГОДИНА МАКСИМАЛЬНОГО ТРАНЗИТУ ВОДИ В БАШТУ								
м ³ /ГОД	132,19	54,45	0	75,63	0	125	100	487,27
л/с	36,72	15,13	0	21,01	0	34,72	27,78	135,35

Визначення секундних витрат живлення мережі

Таблиця 1.12

Одиниця	Режим	Водоспоживання	Подача насосів	Надходження води із башти	Подача води в башту
м ³ /ГОД	max	1376,644375	1315,806875	60,8375	0
л/с		382,4012153	365,5019097	16,89930556	0
м ³ /ГОД	транзит	487,2675	689,8159038	0	202,5484038
л/с		135,3520833	191,6155288	0	56,26344551
м ³ /ГОД	max+пож	1556,644375	1556,644375	0	0
л/с		432,4012153	432,4012153	0	0

Питомі витрати води для кожного району:

- при максимальному водоспоживанні:

$$q_{\text{пит.І}} = \frac{q_{\text{нас.І}} + q_{\text{пол.І}}}{L_{\text{І}}} = \frac{116,9247 + 0}{4600} = 0,025 \text{ л/с} * \text{ м};$$

$$q_{\text{пит.ІІ}} = \frac{q_{\text{нас.ІІ}} + q_{\text{пол.ІІ}}}{L_{\text{ІІ}}} = \frac{63,02 + 0}{4850} = 0,013 \text{ л/с} * \text{ м};$$

- при максимальному транзиті води в башту:

$$q_{\text{пит.І}} = \frac{36,72 + 34,72}{4600} = 0,015 \text{ л/с} * \text{ м};$$

$$q_{\text{пит.ІІ}} = \frac{63,02 + 27,78}{4850} = 0,019 \text{ л/с} * \text{ м}.$$

Визначення дорожніх витрат води

Таблиця 1.13

Ділянка	Фактична довжина, м	Розрахункова довжина, м	Q _{д.мах} , л/с	Q _{д.транз} , л/с
Район I				
2-5	1000	500	12,70920139	7,765474034
2-3	700	350	8,896440972	5,435831824
3-4	1200	1200	30,50208333	18,63713768
4-5	1200	1200	30,50208333	18,63713768
4-6	700	350	8,896440972	5,435831824
6-7	900	450	11,43828125	6,98892663
5-7	1100	550	13,98012153	8,542021437
Разом	6800	4600	116,9246528	71,44236111
Район II				
1-2	1900	950	12,34428694	8,403636884
2-5	1000	500	6,496993127	4,422966781
5-9	1400	1400	18,19158076	12,38430699
1-9	1100	550	7,14669244	4,865263459
9-8	800	400	5,197594502	3,538373425
7-8	1000	500	6,496993127	4,422966781
7-5	1100	550	7,14669244	4,865263459
Разом	8300	4850	63,02083333	42,90277778
Всього	15100	9450	179,9454861	114,3451389

Визначаємо вузлові витрати $q_{\text{вузл}}$, л/с:

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

Визначення вузлових відборів

Таблиця 1.14

№ вузла	max			max+пож		транзит		
	q _{вузл} , л/с	q _{зос} , л/с	Q _{вузл} , л/с	q _{пож} , л/с	Q _{вузл} , л/с	q _{вузл} , л/с	q _{зос} , л/с	Q _{вузл} , л/с
1	9,74549	29,9861 1	39,7316	25	64,7316	6,63445	21,0069 4	27,64139
2	20,22346	55,5946 2	75,81808	25	100,8181	13,01395		13,01395
3	19,69926		19,69926		19,69926	12,03648		12,03648
4	34,9503	116,875	151,8253		151,8253	21,35505	0	21,35505
5	44,51334		44,51334		44,51334	28,30859		28,30859
6	10,16736		10,16736		10,16736	6,212379		6,212379
7	19,53104		19,53104		19,53104	12,40959		12,40959
8	5,847294		5,847294		5,847294	3,98067		3,98067
9	15,26793		15,26793		15,26793	10,39397		10,39397
Разом	179,9455	202,455	382,4012	50	432,4012	114,3451	21,0069	135,3521

Розрахункові схеми мережі:

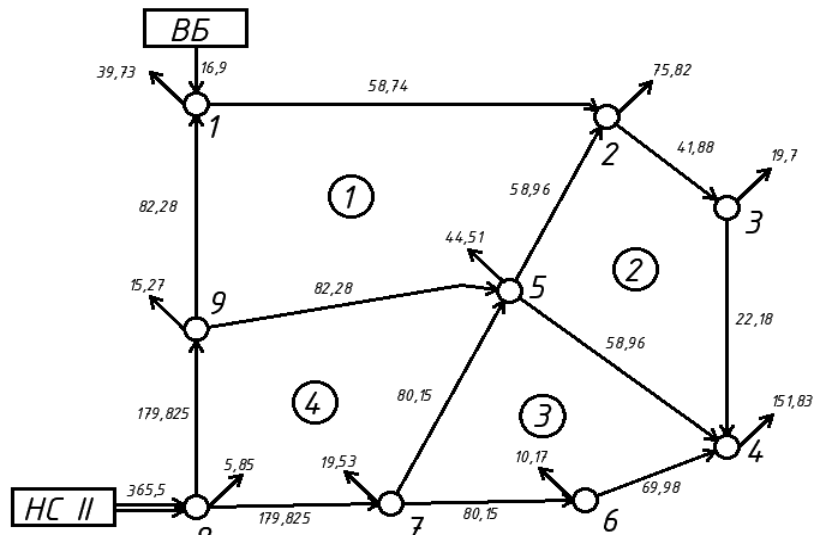


Рис. 1.4. Попередній розподіл витрат води для режиму максимального водоспоживання

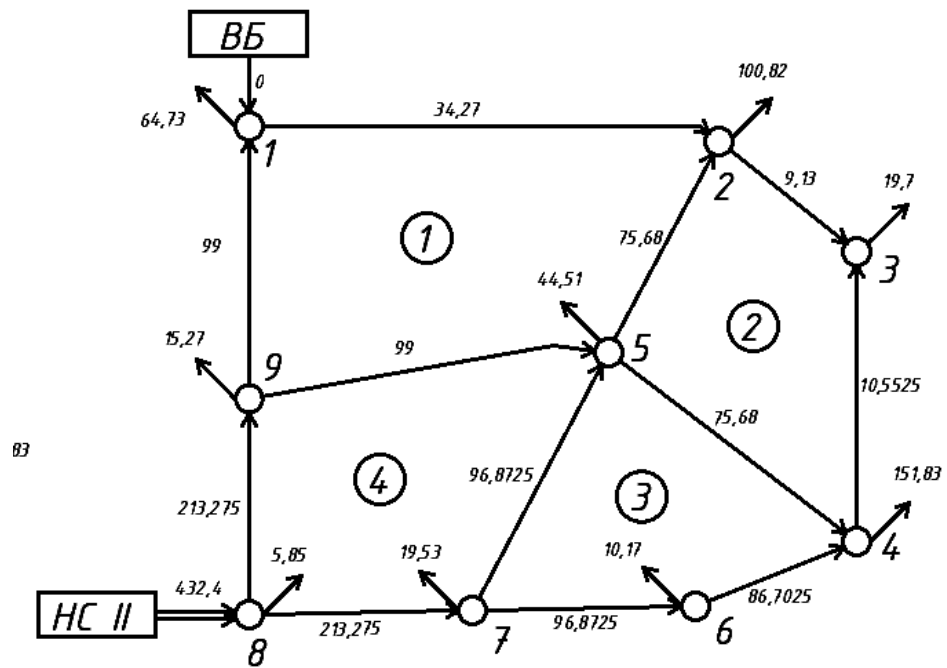


Рис. 1.5. Попередній розподіл витрат для режиму пожежогасіння під час максимального водоспоживання

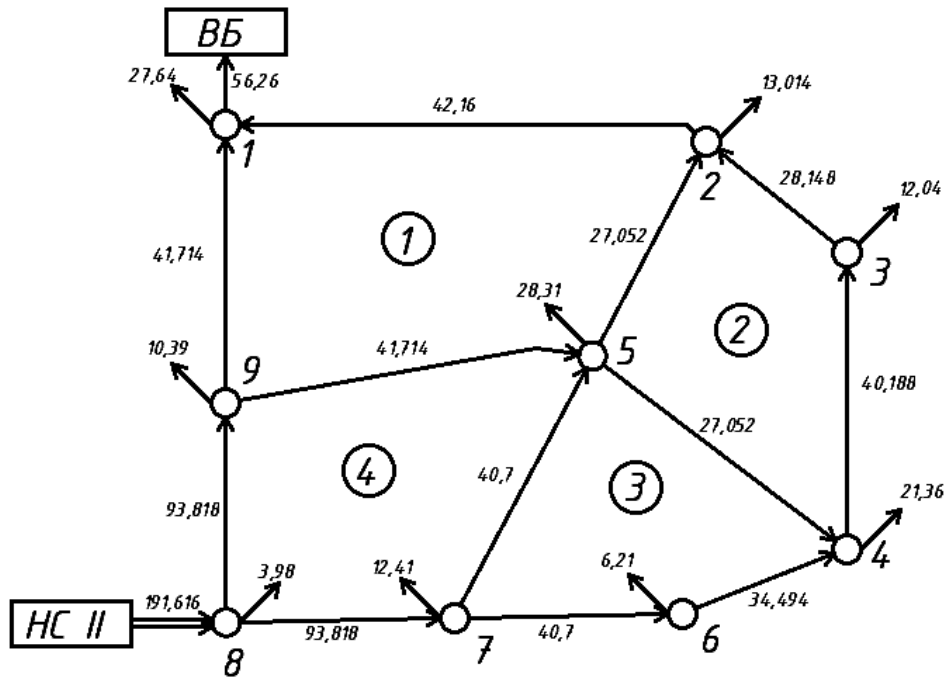


Рис. 1.6. Попередній розподіл витрат для режиму максимального транзиту води в башту

Продовження таблиці 1.15

шосте наближення										сьоме наближення										восьме наближення									
Дрхільц x	Дрсуь к іляц	Dq	q, л/с	V, м/с	K1	S	знак	h = S ² q ²	h/q	Дрхільц x	Дрсуь к іляц	Dq	q, л/с	V, м/с	K1	S	знак	h = S ² q ²	h/q	Дрхільц x	Дрсуь к іляц	Dq	q, л/с	V, м/с	K1	S	знак	h = S ² q ²	
-0,28	-0,28	-0,28	71,35	1,01	1,030	1074,65	1	5,47	0,08	-0,16	-0,16	-0,16	71,18	1,01	1,030	1074,65	1	5,45	0,08	-0,08	-0,08	-0,08	71,10	1,01	1,030	1074,65	1	5,43	
-0,28	-0,28	-0,28	47,81	0,97	1,033	4961,71	1	11,34	0,24	-0,16	-0,16	-0,16	47,64	0,97	1,033	4961,71	1	11,26	0,24	-0,08	-0,08	-0,08	47,56	0,97	1,034	4966,51	1	11,24	
0,28	-0,26	0,02	53,17	1,08	1,018	2573,50	-1	-7,28	0,14	0,16	-0,14	0,02	53,19	1,08	1,018	2573,50	-1	-7,28	0,14	0,08	-0,08	0,00	53,20	1,08	1,018	2573,50	-1	-7,28	
0,28	-0,41	-0,14	83,78	1,19	1,003	1331,88	-1	-9,35	0,11	0,16	-0,22	-0,05	83,73	1,19	1,003	1331,88	-1	-9,34	0,11	0,08	-0,12	-0,04	83,69	1,18	1,003	1331,88	-1	-9,33	
								Дh кильця - 0,18	0,56									Дh кильця - 0,09	0,56								Дh кильця - 0,06		
								Дq кильця - 0,16										Дq кильця - 0,08									Дq кильця - 0,05		
-0,26	-0,26	-0,26	25,16	0,80	1,060	6004,26	1	3,80	0,15	-0,14	-0,14	-0,14	25,02	0,80	1,062	6015,59	1	3,76	0,15	-0,08	-0,08	-0,08	24,94	0,79	1,062	6015,59	1	3,74	
-0,26	-0,26	-0,26	5,46	0,31	1,280	57000,96	1	1,70	0,31	-0,14	-0,14	-0,14	5,32	0,30	1,280	57000,96	1	1,61	0,30	-0,08	-0,08	-0,08	5,24	0,30	1,290	57446,28	1	1,58	
0,26	-0,32	-0,06	64,32	1,31	1,000	3033,60	-1	-12,55	0,20	0,14	-0,17	-0,03	64,29	1,31	1,000	3033,60	-1	-12,54	0,20	0,08	-0,09	-0,02	64,27	1,31	1,000	3033,60	-1	-12,53	
-0,26	0,28	0,02	53,17	1,08	1,018	2573,50	1	7,28	0,14	-0,14	0,16	0,02	53,19	1,08	1,018	2573,50	1	7,28	0,14	-0,08	0,08	0,00	53,20	1,08	1,018	2573,50	1	7,28	
								Дh кильця - 0,23	0,79									Дh кильця - 0,12	0,79								Дh кильця - 0,07		
								Дq кильця - 0,14										Дq кильця - 0,08									Дq кильця - 0,04		
-0,32	0,26	-0,06	64,32	1,31	1,000	3033,60	-1	12,55	0,20	-0,17	0,14	-0,03	64,29	1,31	1,000	3033,60	-1	12,54	0,20	-0,09	0,08	-0,02	64,27	1,31	1,000	3033,60	-1	12,53	
0,32	0,32	0,32	81,34	1,66	1,000	1769,60	-1	-11,71	0,14	0,17	0,17	0,17	81,51	1,66	1,000	1769,60	-1	-11,76	0,14	-0,09	0,09	0,09	81,60	1,66	1,000	1769,60	-1	-11,78	
0,32	0,32	0,32	91,51	1,30	1,000	853,65	-1	-7,15	0,08	0,17	0,17	0,17	91,68	1,30	1,000	853,65	-1	-7,18	0,08	0,09	0,09	0,09	91,77	1,30	1,000	853,65	-1	-7,19	
-0,32	0,41	0,09	78,22	1,11	1,015	1059,00	1	6,48	0,08	-0,17	0,22	0,05	78,26	1,11	1,015	1059,00	1	6,49	0,08	-0,09	0,12	0,03	78,29	1,11	1,015	1059,00	1	6,49	
								Дh кильця - 0,17	0,50									Дh кильця - 0,09	0,50								Дh кильця - 0,05		
								Дq кильця - 0,17										Дq кильця - 0,09									Дq кильця - 0,05		
0,41	-0,32	0,09	78,22	1,11	1,015	1059,00	-1	-6,48	0,08	0,22	-0,17	0,05	78,26	1,11	1,015	1059,00	-1	-6,49	0,08	0,12	-0,09	0,03	78,29	1,11	1,015	1059,00	-1	-6,49	
0,41	0,41	0,41	189,25	1,51	1,000	218,90	-1	-7,84	0,04	0,22	0,22	0,22	189,47	1,51	1,000	218,90	-1	-7,86	0,04	0,12	-0,09	0,03	189,59	1,51	1,000	218,90	-1	-7,87	
-0,41	0,28	-0,14	83,78	1,19	1,003	1331,88	1	9,35	0,11	-0,22	0,16	-0,05	83,73	1,19	1,003	1331,88	1	9,34	0,11	-0,12	0,08	-0,04	83,69	1,18	1,003	1331,88	1	9,33	
-0,41	-0,41	-0,41	170,40	1,36	1,000	175,12	1	5,08	0,03	-0,22	-0,22	-0,22	170,18	1,35	1,000	175,12	1	5,07	0,03	-0,12	-0,12	-0,12	170,06	1,35	1,000	175,12	1	5,06	
								Дh кильця - 0,12	0,27									Дh кильця - 0,06	0,27								Дh кильця - 0,03		
								Дq кильця - 0,22										Дq кильця - 0,12									Дq кильця - 0,06		
								Дh конгура - 0,70										Дh конгура - 0,36									Дh конгура - 0,21		

дев'яте наближення										десяте наближення																	
Дрхільц x	Дрсуь к іляц	Dq	q, л/с	V, м/с	K1	S	знак	h = S ² q ²	h/q	Дрхільц x	Дрсуь к іляц	Dq	q, л/с	V, м/с	K1	S	знак	h = S ² q ²	h/q								
-0,05	-0,05	-0,05	71,05	1,01	1,030	1074,65	1	5,43	0,08	-0,02	-0,02	-0,02	71,03	1,01	1,030	1074,65	1	5,42	0,08								
-0,05	-0,05	-0,05	47,51	0,97	1,034	4966,51	1	11,21	0,24	-0,02	-0,02	-0,02	47,49	0,97	1,034	4966,51	1	11,20	0,24								
0,05	-0,04	0,01	53,20	1,08	1,018	2573,50	-1	-7,28	0,14	0,02	-0,02	0,00	53,21	1,08	1,018	2573,50	-1	-7,29	0,14								
0,05	-0,06	-0,01	83,68	1,18	1,003	1331,88	-1	-9,33	0,11	0,02	-0,04	-0,01	83,66	1,18	1,003	1331,88	-1	-9,32	0,11								
								Дh кильця - 0,83	0,56									Дh кильця - 0,01	0,56								Дh кильця - 0,01
								Дq кильця - 0,02										Дq кильця - 0,01									Дq кильця - 0,01
-0,04	-0,04	-0,04	24,90	0,79	1,062	6015,59	1	3,73	0,15	-0,02	-0,02	-0,02	24,87	0,79	1,062	6015,59	1	3,72	0,15								
-0,04	-0,04	-0,04	5,20	0,29	1,290	57446,28	1	1,55	0,30	-0,02	-0,02	-0,02	5,17	0,29	1,290	57446,28	1	1,54	0,30								
0,04	-0,05	-0,01	64,27	1,31	1,000	3033,60	-1	-12,53	0,19	0,02	-0,03	-0,01	64,26	1,31	1,000	3033,60	-1	-12,53	0,19								
-0,04	0,05	0,01	53,20	1,08	1,018	2573,50	1	7,28	0,14	-0,02	0,02	0,00	53,21	1,08	1,018	2573,50	1	7,29	0,14								
								Дh кильця - 0,83	0,78									Дh кильця - 0,02	0,78								Дh кильця - 0,02
								Дq кильця - 0,02										Дq кильця - 0,01									Дq кильця - 0,01
-0,05	0,04	-0,01	64,27	1,31	1,000	3033,60	-1	12,53	0,19	-0,03	0,02	-0,01	64,26	1,31	1,000	3033,60	-1	12,53	0,19								
0,05	0,05	0,05	81,65	1,66	1,000	1769,60	-1	-11,80	0,14	0,03	0,03	0,03	81,68	1,66	1,000	1769,60	-1	-11,81	0,14								
0,05	0,05	0,05	91,82	1,30	1,000	853,65	-1	-7,20	0,08	0,03	0,03	0,03	91,85	1,30	1,000	853,65	-1	-7,20	0,08								
-0,05	0,06	0,01	78,31	1,11	1,015	1059,00	1	6,49	0,08	-0,03	0,04	0,01	78,32	1,11	1,015	1059,00	1	6,50	0,08								
								Дh кильця - 0,83	0,50									Дh кильця - 0,01	0,50								Дh кильця - 0,01
								Дq кильця - 0,03										Дq кильця - 0,01									Дq кильця - 0,01
0,06	-0,05	0,01	78,31	1,11	1,015	1059,00	-1	-6,49	0,08	0,04	-0,03	0,01	78,32	1,11	1,015	1059,00	-1	-6,50	0,08								
0,06	0,06	0,06	189,65	1,51	1,000	218,90	-1	-7,87	0,04	0,04	0,04	0,04	189,69	1,51	1,000	218,90	-1	-7,88	0,04								
-0,06	0,05	-0,01	83,68	1,18	1,003	1331,88	1	9,33	0,11	-0,04	0,02	-0,01	83,66	1,18	1,003	1331,88	1	9,32	0,11								
-0,06	-0,06	-0,06	170,00	1,35	1,000	175,12	1	5,06	0,03	-0,04	-0,04	-0,04	169,96	1,35	1,000	175,12	1	5,06	0,03								
								Дh кильця - 0,82	0,27									Дh кильця - 0,01	0,27								Дh кильця - 0,01
								Дq кильця - 0,04										Дq кильця - 0,02									Дq кильця - 0,02
								Дh конгура - 0,11										Дh конгура - 0,06									Дh конгура - 0,06

шосте наближення										сьоме наближення										восьме наближення									
Докіліц я	Досумк ільця	Dq	q, л/с	V, м/с	K1	S	знак	h = S*q2	h/q	Докіліц я	Досумк ільця	Dq	q, л/с	V, м/с	K1	S	знак	h = S*q2	h/q	Докіліц я	Досумк ільця	Dq	q, л/с	V, м/с	K1	S	знак	h = S*q2	h/q
0,42		0,42	69,43	0,98	1,032	1076,74	1	5,19	0,07	0,19		0,19	69,62	0,99	1,032	1076,74	1	5,22	0,07	0,09		0,09	69,71	0,99	1,032	1076,74	1	5,23	0,08
-0,42		-0,42	14,44	0,29	1,290	6196,13	-1	-1,29	0,09	-0,19		-0,19	14,25	0,29	1,290	6196,13	-1	-1,26	0,09	-0,09		-0,09	14,16	0,29	1,300	6244,16	-1	-1,25	0,09
-0,42	0,23	-0,19	31,98	0,65	1,100	2780,80	-1	-2,84	0,09	-0,19	0,11	-0,09	31,90	0,65	1,100	2780,80	-1	-2,83	0,09	-0,09	0,06	-0,04	31,86	0,65	1,103	2788,38	-1	-2,83	0,09
-0,42	0,76	0,34	26,89	0,38	1,216	1614,73	-1	-1,17	0,04	-0,19	0,41	0,22	27,11	0,38	1,216	1614,73	-1	-1,19	0,04	-0,09	0,19	0,09	27,20	0,39	1,216	1614,73	-1	-1,20	0,04
								Діа кіліця = -0,11	0,30									Діа кіліця = -0,05	0,30									Діа кіліця = -0,04	0,30
								Діа кіліця = 0,19										Діа кіліця = 0,09										Діа кіліця = 0,07	
0,23		0,23	4,52	0,14	1,410	7986,80	1	0,16	0,04	0,11		0,11	4,63	0,15	1,410	7986,80	1	0,17	0,04	0,06		0,06	4,68	0,15	1,410	7986,80	1	0,18	0,04
-0,23		-0,23	7,52	0,43	1,190	52993,08	-1	-3,00	0,40	-0,11		-0,11	7,41	0,42	1,195	53215,74	-1	-2,92	0,39	-0,06		-0,06	7,36	0,42	1,195	53215,74	-1	-2,88	0,39
-0,23	0,62	0,39	5,55	0,11	1,410	4277,38	-1	-0,13	0,02	-0,11	0,30	0,19	5,74	0,12	1,410	4277,38	-1	-0,14	0,02	-0,06	0,16	0,10	5,85	0,12	1,410	4277,38	-1	-0,15	0,03
0,23	-0,42	-0,19	32,00	0,65	1,100	2780,80	1	2,85	0,09	0,11	-0,19	-0,09	31,92	0,65	1,100	2780,80	1	2,83	0,09	0,06	-0,09	-0,04	31,88	0,65	1,103	2788,38	1	2,83	0,09
								Діа кіліця = -0,12	0,55									Діа кіліця = -0,06	0,54									Діа кіліця = -0,02	0,54
								Діа кіліця = 0,11										Діа кіліця = 0,06										Діа кіліця = 0,02	
0,62	-0,23	0,39	5,55	0,11	1,410	4277,38	1	0,13	0,02	0,30	-0,11	0,19	5,74	0,12	1,410	4277,38	1	0,14	0,02	0,16	-0,06	0,10	5,85	0,12	1,410	4277,38	1	0,15	0,03
-0,62		-0,62	23,32	0,48	1,165	2061,58	-1	-1,12	0,05	-0,30		-0,30	23,02	0,47	1,170	2070,43	-1	-1,10	0,05	-0,16		-0,16	22,86	0,47	1,170	2070,43	-1	-1,08	0,05
-0,62		-0,62	29,53	0,42	1,195	1020,11	-1	-0,89	0,03	-0,30		-0,30	29,23	0,41	1,195	1020,11	-1	-0,87	0,03	-0,16		-0,16	29,07	0,41	1,195	1020,11	-1	-0,86	0,03
0,62	-0,76	-0,14	38,97	0,55	1,130	1178,99	1	1,79	0,05	0,30	-0,41	-0,11	38,86	0,55	1,130	1178,99	1	1,78	0,05	0,16	-0,19	-0,03	38,83	0,55	1,134	1183,16	1	1,78	0,05
								Діа кіліця = -0,09	0,15									Діа кіліця = -0,05	0,15									Діа кіліця = -0,01	0,15
								Діа кіліця = 0,30										Діа кіліця = 0,16										Діа кіліця = 0,05	
-0,76	0,62	-0,14	38,97	0,55	1,130	1178,99	-1	-1,79	0,05	-0,41	0,30	-0,11	38,86	0,55	1,130	1178,99	-1	-1,78	0,05	-0,19	0,16	-0,03	38,83	0,55	1,134	1183,16	-1	-1,78	0,05
-0,76		-0,76	80,92	0,64	1,103	241,45	-1	-1,58	0,02	-0,41		-0,41	80,51	0,64	1,103	241,45	-1	-1,57	0,02	-0,19		-0,19	80,32	0,64	1,106	242,10	-1	-1,56	0,02
0,76	-0,42	0,34	26,89	0,38	1,216	1614,73	1	1,17	0,04	0,41	-0,19	0,22	27,11	0,38	1,216	1614,73	1	1,19	0,04	0,19	-0,09	0,09	27,20	0,39	1,216	1614,73	1	1,20	0,04
0,76		0,76	106,72	0,85	1,052	184,23	1	2,10	0,02	0,41		0,41	107,13	0,85	1,050	183,88	1	2,11	0,02	0,19		0,19	107,32	0,85	1,050	183,88	1	2,12	0,02
								Діа кіліця = -0,11	0,13									Діа кіліця = -0,05	0,13									Діа кіліця = -0,03	0,13
								Діа кіліця = 0,41										Діа кіліця = 0,19										Діа кіліця = 0,13	
								Діа контура = -0,43										Діа контура = -0,22										Діа контура = -0,11	

дев'яте наближення										десяте наближення																			
Докіліц я	Досумк ільця	Dq	q, л/с	V, м/с	K1	S	знак	h = S*q2	h/q	Докіліц я	Досумк ільця	Dq	q, л/с	V, м/с	K1	S	знак	h = S*q2	h/q	Докіліц я	Досумк ільця	Dq	q, л/с	V, м/с	K1	S	знак	h = S*q2	h/q
0,07		0,07	69,79	0,99	1,032	1076,74	1	5,24	0,08	0,02		0,02	69,81	0,99	1,032	1076,74	1	5,25	0,08										
-0,07		-0,07	14,08	0,29	1,300	6244,16	-1	-1,24	0,09	-0,02		-0,02	14,06	0,29	1,300	6244,16	-1	-1,23	0,09										
-0,07	0,02	-0,06	31,80	0,65	1,103	2788,38	-1	-2,82	0,09	-0,02	0,01	-0,01	31,79	0,65	1,103	2788,38	-1	-2,82	0,09										
-0,07	0,13	0,06	27,26	0,39	1,216	1614,73	-1	-1,20	0,04	-0,02	0,04	0,02	27,28	0,39	1,216	1614,73	-1	-1,20	0,04										
								Діа кіліця = -0,01	0,30									Діа кіліця = -0,01	0,30										
								Діа кіліця = 0,02										Діа кіліця = 0,01											
0,02		0,02	4,70	0,15	1,410	7986,80	1	0,18	0,04	0,01		0,01	4,71	0,15	1,410	7986,80	1	0,18	0,04										
-0,02		-0,02	7,34	0,42	1,195	53215,74	-1	-2,87	0,39	-0,01		-0,01	7,33	0,41	1,195	53215,74	-1	-2,86	0,39										
-0,02	0,05	0,03	5,88	0,12	1,410	4277,38	-1	-0,15	0,03	-0,01	0,04	0,03	5,91	0,12	1,410	4277,38	-1	-0,15	0,03										
0,02	-0,07	-0,06	31,82	0,65	1,103	2788,38	1	2,82	0,09	0,01	-0,02	-0,01	31,81	0,65	1,103	2788,38	1	2,82	0,09										
								Діа кіліця = -0,02	0,54									Діа кіліця = -0,01	0,54										
								Діа кіліця = 0,01										Діа кіліця = 0,01											
0,05	-0,02	0,03	5,88	0,12	1,410	4277,38	1	0,15	0,03	0,04	-0,01	0,03	5,91	0,12	1,410	4277,38	1	0,15	0,03										
-0,05		-0,05	22,81	0,47	1,170	2070,43	-1	-1,08	0,05	-0,04		-0,04	22,77	0,46	1,170	2070,43	-1	-1,07	0,05										
-0,05		-0,05	29,02	0,41	1,195	1020,11	-1	-0,86	0,03	-0,04		-0,04	28,98	0,41	1,195	1020,11	-1	-0,86	0,03										
0,05	-0,13	-0,08	38,75	0,55	1,134	1183,16	1	1,78	0,05	0,04	-0,04	0,00	38,75	0,55	1,134	1183,16	1	1,78	0,05										
								Діа кіліця = -0,01	0,15									Діа кіліця = 0,00	0,15										
								Діа кіліця = 0,04										Діа кіліця = 0,00											
-0,13	0,05	-0,08	38,75	0,55	1,134	1183,16	-1	-1,78	0,05	-0,04	0,04	0,00	38,75	0,55	1,134	1183,16	-1	-1,78	0,05										
-0,13		-0,13	80,19	0,64	1,106	242,10	-1	-1,56	0,02	-0,04		-0,04	80,15	0,64	1,106	242,10	-1	-1,56	0,02										
0,13	-0,07	0,06	27,26	0,39	1,216	1614,73	1	1,20	0,04	0,04	-0,02	0,02	27,28	0,39	1,216	1614,73	1	1,20	0,04										
0,13		0,13	107,45	0,86	1,050	183,88	1	2,12	0,02	0,04		0,04	107,49	0,86	1,050	183,88	1	2,12	0,02										
								Діа кіліця = -0,01	0,13									Діа кіліця = -0,01	0,13										
								Діа кіліця = 0,04										Діа кіліця = 0,02											
								Діа контура = -0,06										Діа контура = -0,03											

Ділянка	Довжина <i>l</i> , км	Діаметр <i>D</i> , мм	Витрата <i>q</i> , л/с	Швидкість, <i>V</i> , м/с	1000 <i>i</i> , м/км	h = 1000<i>i</i> · <i>l</i>, м
2 - № 1	0,275	150	14,99305556	0,82	8,83	2,42825
1 - № 2	0,2	150	27,79730903	1,51	28,1	5,62
4 - № 3	0,3	250	58,4375	1,15	8,57	2,571
1 – ВБ (транзит)	0,25	200	28,13172276	0,87	6,74	1,685
1 – ВБ (max)	0,25	200	8,449652778	0,264	0,78	0,195
НС-II – 8 (max)	2	400	182,7509549	1,44	7,26	14,52
НС-II – 8 (max+пож)	2	400	216,2006076	1,71	10,2	20,4
НС-II – 8 (транзит)	2	400	95,80776442	0,75	2,12	4,24

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

$$H_{тр} = 4(n - 1) + 10 \text{ м.}$$

Значення фактичних вільних напорів у вузлах визначаємо за формулою

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

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

Відмітка максимального рівня води в башті:

$$Z_{\max.б} = Z_{\min.б} + h_{\text{рег.б}} = 162,965 + 5,99 = 168,955 \text{ м}$$

де $Z_{\max.б}$ і $Z_{\min.б}$ – відповідно відмітки максимального і мінімального рівнів води в башті; $h_{\text{рег.б}}$ – висота регулюючого об'єму води в башті.

Висота дна бака над поверхнею землі дорівнює

$$H_б = Z_{\min.б} - h_{\text{пож.б}} - Z_{з.б} = 162,965 - 0,68 - 127 = 35,285 \text{ м}$$

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

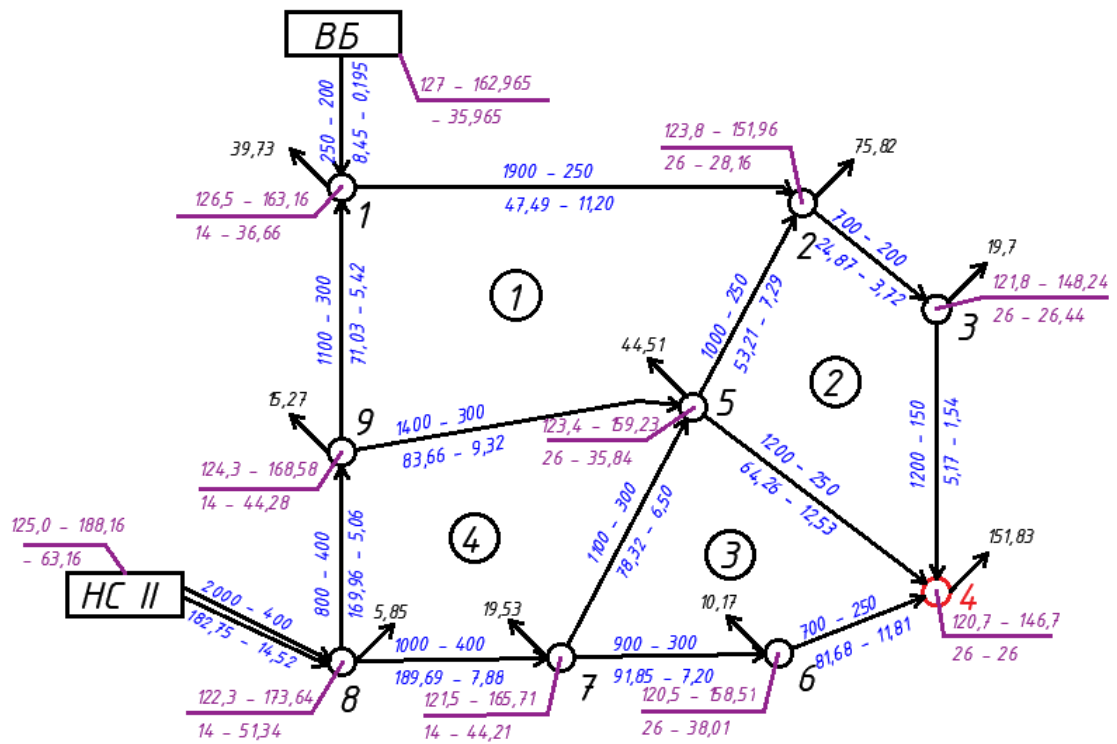


Рис. 1.7. Розрахункова схема мережі для режиму максимального водоспоживання

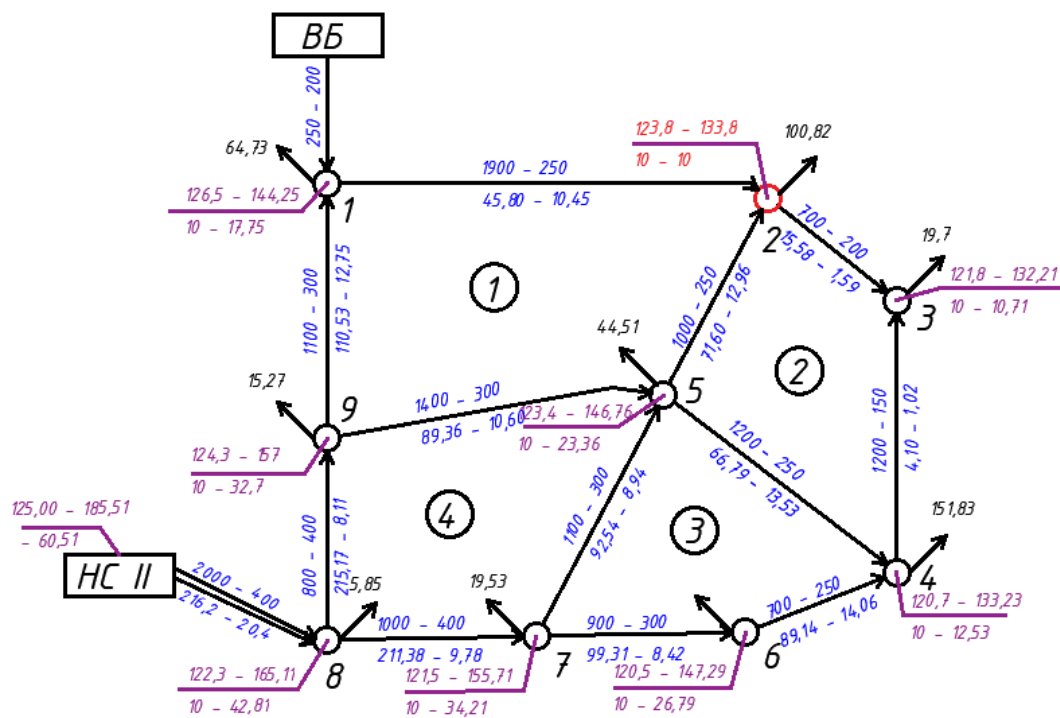


Рис. 1.8. Розрахункова схема мережі для режиму пожежогасіння під час максимального водоспоживання

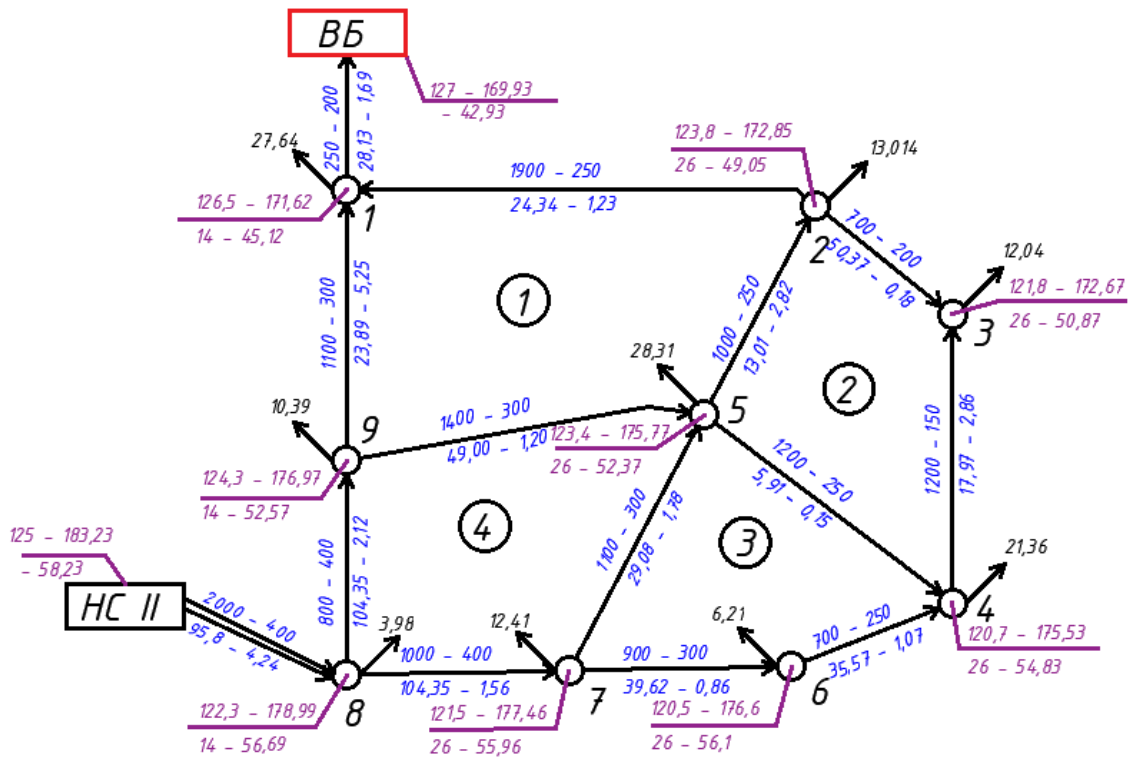


Рис. 9. Розрахункова схема мережі для режиму максимального транзиту води в башту

Напір насосів:

$$H_p = H_r + h_k$$

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

$$H_r = \frac{188,16 + 183,23}{2} - \frac{123,03 + 126}{2} = 61,18 \text{ м}$$

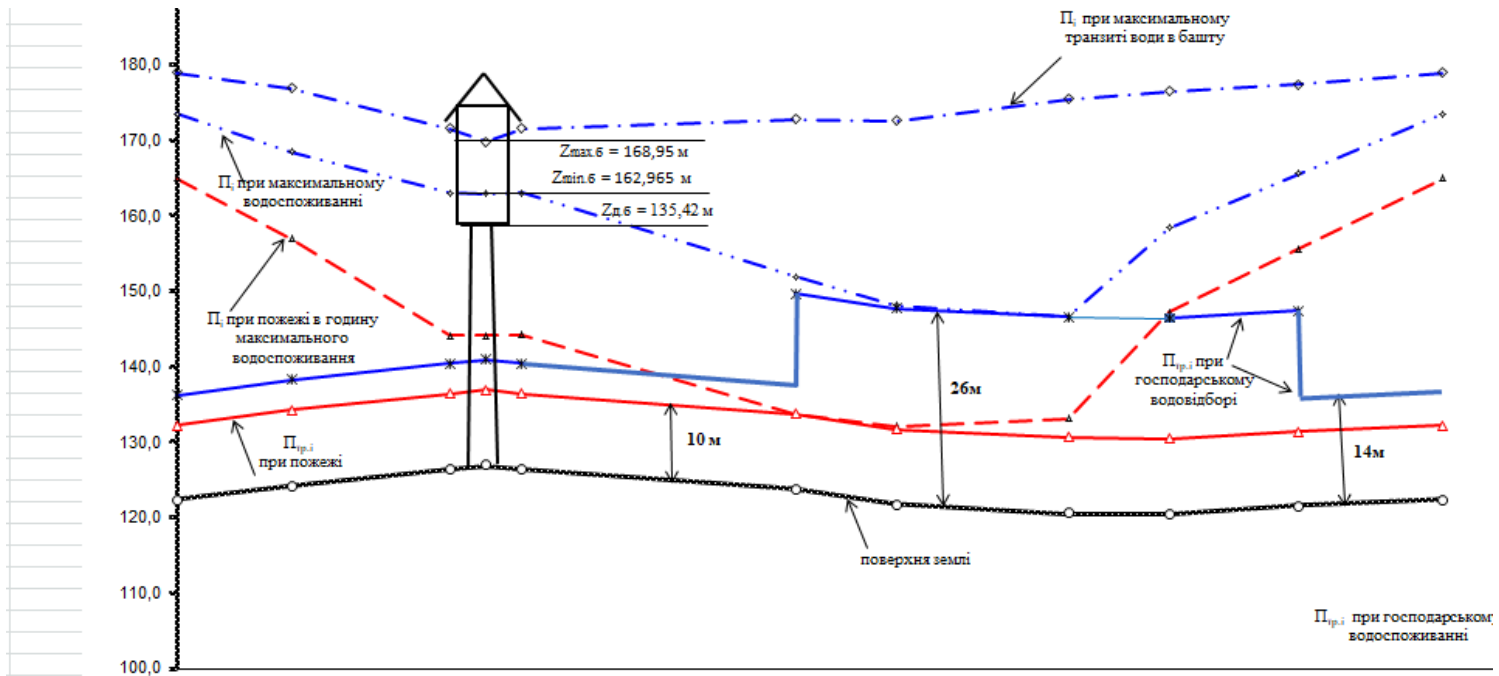
$$H_p = 61,18 + 2 = 63,18 \text{ м.}$$

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

$$H_{r.\text{пож}} = \Pi_{\text{НС-II.пож}} - Z_{\text{д.р}} = 185,51 - 121,16 = 64,35 \text{ м,}$$

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

$$H_{p.\text{пож}} = 64,35 + 3 = 67,35 \text{ м}$$



№ вузла	8	9	1	ВБ	1	2	3	4	6	7	8
$l, \text{ м}$	800	1100	250	250	1900	700	1200	700	900	1000	8
$Z_{\text{землі}}, \text{ м}$	122,3	124,3	126,5	127,0	126,5	123,8	121,8	120,7	120,5	121,5	122,3
$\Pi_{\text{ітах}}, \text{ м}$	173,6	168,6	163,2	163,0	163,2	162,0	148,2	146,7	158,5	165,7	173,6
$\Pi_{\text{іпож}}, \text{ м}$	165,1	157	144,3	144,3	144,3	133,8	132,2	133,2	147,3	155,7	165,1
$\Pi_{\text{ітранз}}, \text{ м}$	179,0	177,0	171,6	169,9	171,6	172,9	172,7	175,5	176,6	177,5	179,0
$\Pi_{\text{тр.госп.}}, \text{ м}$	136,3	138,3	140,5	141,0	140,5	149,8	147,8	146,7	146,5	147,5	136,3
$\Pi_{\text{тр.пож.}}, \text{ м}$	132,3	134,3	136,5	137,0	136,5	133,8	131,8	130,7	130,5	131,5	132,3

Рис. 1.10. Графік п'єзометричних напорів

1.3. Водозабірні споруди

1.3.1. Вихідні дані

Геологічний опис порід та їх потужність, м :

- Рослинний шар : 0.7.
- Пісок середньозернистий : 14.
- Пісок крупнозернистий : 23
- Глина : 5.
- Мергель : 12.
- Вапняк : 21.
- Супісок : 15.
- Глина : 12.
- Пісковик водоносний : 21.
- Глина щільна : 9.

Статичний напір від рівня поверхні землі, м : 35.

Коефіцієнт фільтрації експлуатаційного пласта k , м/добу. : 20.

Переміщення відмітки подачі над поверхнею землі, м : 9

1.3.2. Визначення категорії надійності.

Так як кількість жителів - 45 000 осіб і це є менше 50 000 осіб, то **категорія надійності – II.**

1.3.3. Визначення продуктивності водозабору.

Продуктивність водозабору визначаємо на розрахунковий період:

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

де $Q \cdot k_3$ – максимальна добова втрата, м³/доб.,

k_1 – коефіцієнт, що враховує невраховані витрати, який **приймаємо 1,1.**

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

$$Q_{\text{розр}} = 25077,85 \cdot 1,1 \cdot 1,05 = 28\,964,92 \frac{\text{м}^3}{\text{добу}}.$$

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.**

$$Q_{\text{персп}} = 28\,964,92 \cdot 1,2 = 34\,757,904 \text{ м}^3/\text{добу}.$$

Таблиця 1.19

Водоспоживання на розрахунковий та перспективний періоди

№	Водоспоживання	Розрахунковий період		Перспектива	
		м ³ /добу	м ³ /год	м ³ /добу	м ³ /год
1.	Загальна потреба Q	28 964,92	976,96	34 757,9	1 172,35

1.3.4 Вибір водоносного шару

Глибина, м	Характеристика порід	Літологічний склад порід	Потужність, м	Глибина підшви, м	Абсолютна відмітка підшви, м	Геологічна характеристика
	Рослинний шар		0,7	0,7		
10	Пісок середньозернистий	(С)	14	14,7		Статичний рівень - 35 м
20						
30	Пісок крупнозернистий	(К)	23	37,7		
40	Глина		5	42,7		
50	Мергель		12	54,7		
60						
70	Вапняк		21	75,7		
80						
90	Супісок		15	90,7		
100	Пісковик водоносний		21	123,7		
110						
120	Глина щільна		9	132,7		
130						
140						
150						

Рис. 1.11. Геологічний розріз ділянки можливого розміщення водозабірних свердловин

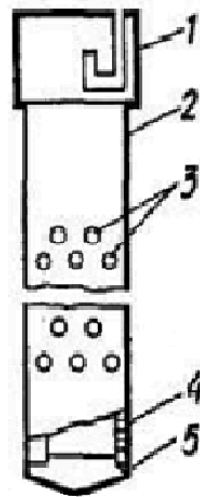
Водоносним шаром є пісковик водоносний. Він залягає в межах двох шарів: супісок та глина щільна. Супісок є покрівлею для водоносного шару, а глина щільна – підшвою. Потужність водоносного шару складає $m = 21$ м. Він має позначки від 90,7 м до 123,7 м. Напір над підшвою пласта дорівнює:

$$123,7 - 35 = 88,7\text{м.}$$

Коефіцієнт фільтрації експлуатаційного пласта $k = 20$ м/добу.

1.3.5. Вибір типу водозабірних споруд.

Маємо значну глибину залягання водоносного шару (від 90,7 м до 123,7м). Для відбору води в таких умовах використовуються трубчасті бурові колодязі – свердловини. За рекомендаціями приймаємо фільтрову свердловину. Так як маємо ґрунт – пісковик водоносний, приймаємо трубчастий фільтр з круглими отворами.



трубчастий фільтр-каркас з круглими отворами

- 1 – муфта з фігурним вирізом;
- 2 – надфільтрова труба;
- 3 – водопріємальні отвори;
- 4 – відстійник;
- 5 – пробка

Рис. 1.12

1.3.6. Гідрогеологічні розрахунки.

1.3.6.1 Визначення розрахункової схеми.

а) Напір над підошвою водоносного пласта $H=78,8$ м перевищує потужність цього пласта $m=21$ м, тобто **88,7 м > 21 м**. Відповідно, водоносний пласт, який розглядається, є напірним

б) Попередньо розглядаємо свердловину як досконалу.

1.3.6.2. Максимально допустиме зниження статичного рівня.

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

$$S_{\text{доп}} = 88,7 - (0,3 \dots 0,5) \cdot 21 - 6 - 3 = 73,4 \dots 69,2 \text{ м.}$$

Оскільки величина допустимого пониження початкового рівня води веде до зниження його до покрівлі водоносного пласта, її слід визначати, як:

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

$$S_{\text{доп}} = (0,2 \dots 0,3) \cdot 88,7 = 17,74 \dots 26,61 \text{ м}$$

Приймаємо для подальших розрахунків максимальне допустиме зниження статичного рівня $S_{\text{доп}} = 22$ м.

1.3.6.3. Продуктивність досконалого колодязя, що забирає воду з напірного водоносного пласта

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

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

Тоді радіус колодязя буде дорівнювати $r = 0,1$ м.

Радіус впливу колодязя:

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

$$R = 10 \cdot 22 \cdot \sqrt{20} = 983,87 \text{ м}$$

Визначаємо продуктивність (дебіт) свердловини:

$$Q = \frac{2,73 \cdot 20 \cdot 21 \cdot 22}{\lg \frac{983,87}{0,1}} = 6317,75 \frac{\text{м}^3}{\text{добу}} = 263,24 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}.$$

1.3.6.4. Попередній вибір насоса.

Визначаємо необхідний напір:

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

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

$$\sum h = 3 + 3 + 5 = 11 \text{ м}$$

$$H_H = 35 + 9 + 22 + 11 = 77 \text{ м.}$$

Обираємо насос марки **GRUNDFOS SP 215-5** з максимальною можливою подачею $Q = 280 \text{ м}^3/\text{год} = 6\,720 \text{ м}^3/\text{добу}$.

1.3.6.5. Розрахунок фільтра.

Визначимо водоприймальну потужність фільтра за умови його максимальної довжини

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

де l_{ϕ} – можлива максимальна довжина фільтра, м; V_{ϕ} – допустима вихідна швидкість води у фільтр; d_{ϕ} – діаметр фільтра по зовнішнім обмірам, який дорівнює $d_{\phi} = 200 \text{ мм}$.

Можлива максимальна довжина фільтра:

$$l_{\phi} = m - 1 - 1 = 21 - 1 - 1 = 19 \text{ м,}$$

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

Допустима вихідна швидкість для фільтра:

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

$$V_{\phi} = 65 \cdot \sqrt[3]{20} = 176,44 \frac{\text{м}}{\text{добу}}$$

Можлива пропускна спроможність фільтра:

$$Q_{\phi} = 3,14 \cdot 0,2 \cdot 19 \cdot 176,44 = 2105,28 \text{ м}^3/\text{добу} = 175,44 \text{ м}^3/\text{год.}$$

1.3.7. Визначення кількості свердловин.

На розрахунковий період:

$$n_1 = \frac{Q_{\text{розр}}}{Q_1} = \frac{23\,447}{2105,28} = 11,14$$

Приймаємо на розрахунковий період 12 свердловини та 1 резервну свердловину.

На перспективний період:

$$n_{1\text{перс}} = \frac{Q_{\text{персп}}}{Q_1} = \frac{28\,136,4}{2105,28} = 13,36.$$

Приймаємо на перспективний період 14 свердловин та 2 резервні свердловини.

1.3.8. Уточнення витрати свердловини

На розрахунковий період:

$$Q_{\text{св}}^{\text{р}} = \frac{Q_{\text{розр}}}{n_{\text{р}}} = \frac{23\,447}{12} = 1953,92 \text{ м}^3/\text{добу}.$$

На перспективний період:

$$Q_{\text{св}}^{\text{п}} = \frac{Q_{\text{персп}}}{n_{\text{персп}}} = \frac{28\,136,4}{14} = 2009,74 \text{ м}^3/\text{добу}.$$

Приймаємо для подальших розрахунків більшу з двох витрат свердловини, тобто $Q_{\text{св}}^{\text{п}} = 2009,74 \text{ м}^3/\text{добу}$.

1.3.9. Уточнення параметрів S та R

$$1. S = \frac{Q_{\text{св}}^{\text{п}}}{2,73 \cdot k \cdot m} \cdot \lg \frac{R}{r} = \frac{2009,74}{2,73 \cdot 20 \cdot 21} \cdot \lg \frac{983,87}{0,1} = 7 \text{ м.}$$

$$R = 10 \cdot S \cdot \sqrt{k} = 10 \cdot 7 \cdot \sqrt{20} = 313,05 \text{ м.}$$

$$2. S = \frac{Q_{\text{св}}^{\text{п}}}{2,73 \cdot k \cdot m} \cdot \lg \frac{R}{r} = \frac{2009,74}{2,73 \cdot 20 \cdot 21} \cdot \lg \frac{313,05}{0,1} = 6,13 \text{ м.}$$

$$R = 10 \cdot S \cdot \sqrt{k} = 10 \cdot 6,13 \cdot \sqrt{20} = 274,14 \text{ м.}$$

$$3. S = \frac{Q_{\text{св}}^{\text{п}}}{2,73 \cdot k \cdot m} \cdot \lg \frac{R}{r} = \frac{2009,74}{2,73 \cdot 20 \cdot 21} \cdot \lg \frac{274,14}{0,1} = 6,026 \text{ м.}$$

$$R = 10 \cdot S \cdot \sqrt{k} = 10 \cdot 6,026 \cdot \sqrt{20} = 269,49 \text{ м.}$$

$$4. S = \frac{Q_{\text{св}}^{\text{п}}}{2,73 \cdot k \cdot m} \cdot \lg \frac{R}{r} = \frac{2009,74}{2,73 \cdot 20 \cdot 21} \cdot \lg \frac{269,49}{0,1} = 6,01299 \text{ м.}$$

$$R = 10 \cdot S \cdot \sqrt{k} = 10 \cdot 6,01299 \cdot \sqrt{20} = 268,91 \text{ м.}$$

$$5. S = \frac{Q_{\text{CB}}^{\text{II}}}{2,73 \cdot k \cdot m} \cdot \lg \frac{R}{r} = \frac{2009,74}{2,73 \cdot 20 \cdot 21} \cdot \lg \frac{268,91}{0,1} = 6,01135 \text{ м.}$$

$$R = 10 \cdot S \cdot \sqrt{k} = 10 \cdot 6,01135 \cdot \sqrt{20} = 268,84 \text{ м.}$$

$$6. S = \frac{Q_{\text{CB}}^{\text{II}}}{2,73 \cdot k \cdot m} \cdot \lg \frac{R}{r} = \frac{2009,74}{2,73 \cdot 20 \cdot 21} \cdot \lg \frac{268,84}{0,1} = 6,01116 \text{ м.}$$

$$R = 10 \cdot S \cdot \sqrt{k} = 10 \cdot 6,01116 \cdot \sqrt{20} = 268,82725 \text{ м.}$$

1.3.10. Вибір схеми розташування свердловини

Так як максимальна кількість свердловин – не більше 16, приймаємо дволінійну схему з чотирма точками підключення. За рекомендаціями для пісковиків витрати $Q = 100 - 500 \text{ м}^3/\text{год}$ рекомендована відстань для свердловини 150-200 м. Приймаємо 200 м.

Так як відстань між свердловинами 200м менше радіусу впливу 268,83м, необхідно враховувати взаємодію колодязів.

Можливе пониження статичного рівня води з врахуванням взаємодії свердловини S_0 .

$$S_0 = \frac{Q_{\text{CB}}}{2,73 \cdot k \cdot m} \cdot \left(\lg \frac{R}{r_0} + \lg \frac{R}{r_1} + \dots + \lg \frac{R}{r_n} \right) =$$

$$= \frac{2009,74}{2,73 \cdot 20 \cdot 21} \left(\lg \frac{268,83}{0,1} + 2 \lg \frac{268,83}{200} \right) = 1,75278 * 3,68637 = 6,46 \text{ м}$$

1.3.11. Додаткове пониження ΔS_{ϕ} , яке забезпечує подолання опору при вході води із водоносного пласта через фільтр у колодязь.

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

де a – коефіцієнт, що враховує конструкцію фільтра, F_{ϕ} – робоча площа фільтра,

$$F_{\phi} = \pi \cdot d_{\phi} \cdot l_{\phi} = 3,14 \cdot 0,2 \cdot 19 = 11,932 \text{ м.}$$

$$\Delta S_{\phi} = 0,01 \cdot 7 \cdot \sqrt{\frac{2009,74 \cdot 6,46}{20 \cdot 11,932}} = 0,516 \text{ м.}$$

Загальне пониження статичного рівня у свердловині для перспективного періоду:

$$S_0 + \Delta S_\phi = 6,46 + 0,516 = 6,98\text{м.}$$

1.3.12 Мінімальна глибина занурення насоса у свердловину.

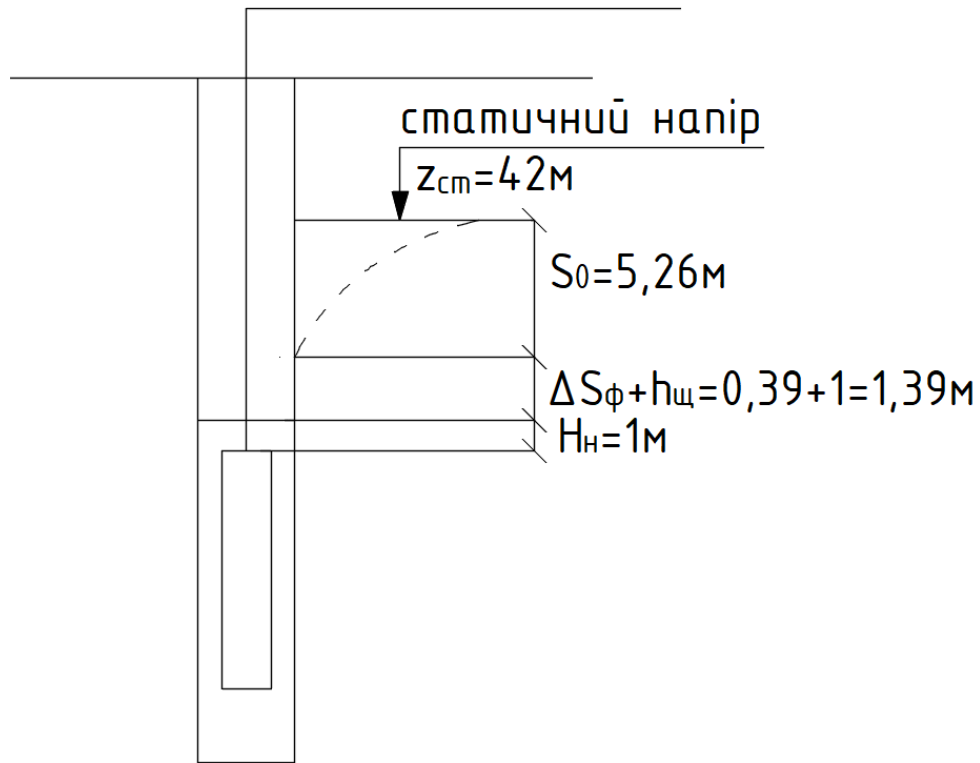


Рис.1.13. Визначення мінімальної глибини занурення насоса у свердловину

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

де S_0 - пониження статичного рівня з врахуванням взаємодії свердловин, ΔS_ϕ - 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 $H_{\text{н}} = 2\text{ м}$.

$$H_{\text{гЛН}} = 35 + 6,46 + 0,516 + 1 + 2 = 44,976\text{ м.}$$

1.3.13. Схема збірних трубопроводів

Для другої категорії систем водопостачання за надійністю допустиме зниження подачі води не більше 30%. Щоб забезпечити цю величину у випадку аварії на збірному водоводі приймаємо наступну схему збірних водоводів.

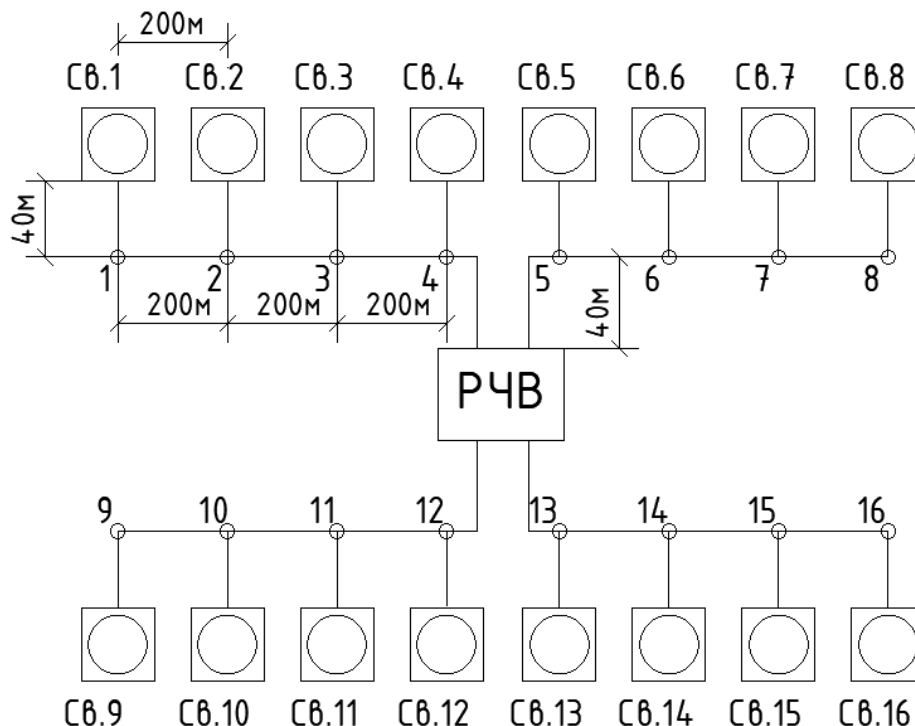


Рис. 1.14. Схема збірних трубопроводів

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

а) Визначення діаметру водопідйомних труб:

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

$$Q_{\text{св}} = 2009,74 \frac{\text{м}^3}{\text{добу}} = 23,26 \frac{\text{л}}{\text{с}}, V_{\text{рек}} = 1,5 - 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Приймаємо діаметр 125 мм і швидкість $v = 1.69 \text{ м/с}$, $1000i = 42.2 \text{ м/км}$

б) Визначення діаметрів напірного трубопроводу:

Ділянки Св.1-1-2:

$$Q_{\text{св.1-1-2}} = 23,26 \frac{\text{л}}{\text{с}} V_{\text{рек}} = 0,4 - 0,7 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Приймаємо діаметр 250 мм і швидкість $0,43 \text{ м/с}$, $1000i = 1,37$;

Ділянки 2-3:

$$Q_{2-3} = 23,26 \cdot 2 = 46,52 \frac{\text{л}}{\text{с}} V_{\text{рек}} = 0,4 - 0,7 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Приймаємо діаметр 350 мм і швидкість 0,45 м/с, $1000i = 0,97$;

Ділянки 3-4:

$$Q_{3-4} = 23,26 \cdot 3 = 69,78 \frac{\text{л}}{\text{с}}, V_{\text{рек}} = 0,4 - 0,7 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Приймаємо діаметр 400 мм і швидкість 0,525 м/с, $1000i = 1,07$;

в) Визначення діаметрів магістрального трубопроводу:

Ділянка 4-РЧВ:

$$Q_{4-РЧВ} = 23,26 \cdot 4 = 93,04 \frac{\text{л}}{\text{с}}, V_{\text{рек}} = 0,4 - 0,7 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Приймаємо діаметр 400 мм і швидкість 0,7 м/с, $1000i = 1,79$.

1.3.14. Побудова графіка сумісної роботи насоса і водовода

Табл. 1.20

Найменування ділянки діаметр(мм), довжина(м)	Втрати напору $h = 1,1 \cdot 1000i \cdot L$, м для $Q_{\text{св}}$, л/с				
	0 л/с	10 л/с	20 л/с	30 л/с	40 л/с
Водопідйомні $d=125$ мм, $L=50\text{м}=0,05\text{км}$	0	0,45375	1,6775	3,7785	6,721
Напірний трубопровід Св1-1 $d=250\text{мм}$, $L=40\text{м}=0,04\text{км}$	0	0,0154	0,0198	0,09768	0,165
Напірний трубопровід Св1-1-2 $d=250\text{мм}$, $L=240\text{м}=0,24\text{км}$	0	0,0924	0,28248	0,58608	0,99
Витрата з врахуванням $Q_{\text{св2}}=23,26$ л/с	23,26	33,26	43,26	53,26	63,26
Напірний трубопровід 2-3 $d=350\text{мм}$, $L=200\text{м}=0,2\text{км}$	0,0616	0,1166	0,1826	0,2662	0,363
Витрата з врахуванням $Q_{\text{св2}} + Q_{\text{св3}} = 46,52$ л/с	46,52	56,52	66,52	76,52	86,52
Напірний трубопровід 3-4 $d=400\text{мм}$, $L=200\text{м}=0,2\text{км}$	0,11	0,1562	0,2112	0,2772	0,341
Витрата з врахуванням $Q_{\text{св2}} + Q_{\text{св3}} + Q_{\text{св4}} = 69,78$ л/с	69,78	79,78	89,78	99,78	109,78
Магістраль 4 - РЧВ $d=400\text{мм}$, $L=190\text{м}=0,19\text{км}$	0,20691	0,28215	0,35321	0,42845	0,50996
Сумарні втрати напору на ділянці	0,37851	1,1165	2,72679	5,43411	9,08996

б) Побудова залежності дебіту свердловини від пониження статичного рівня S:

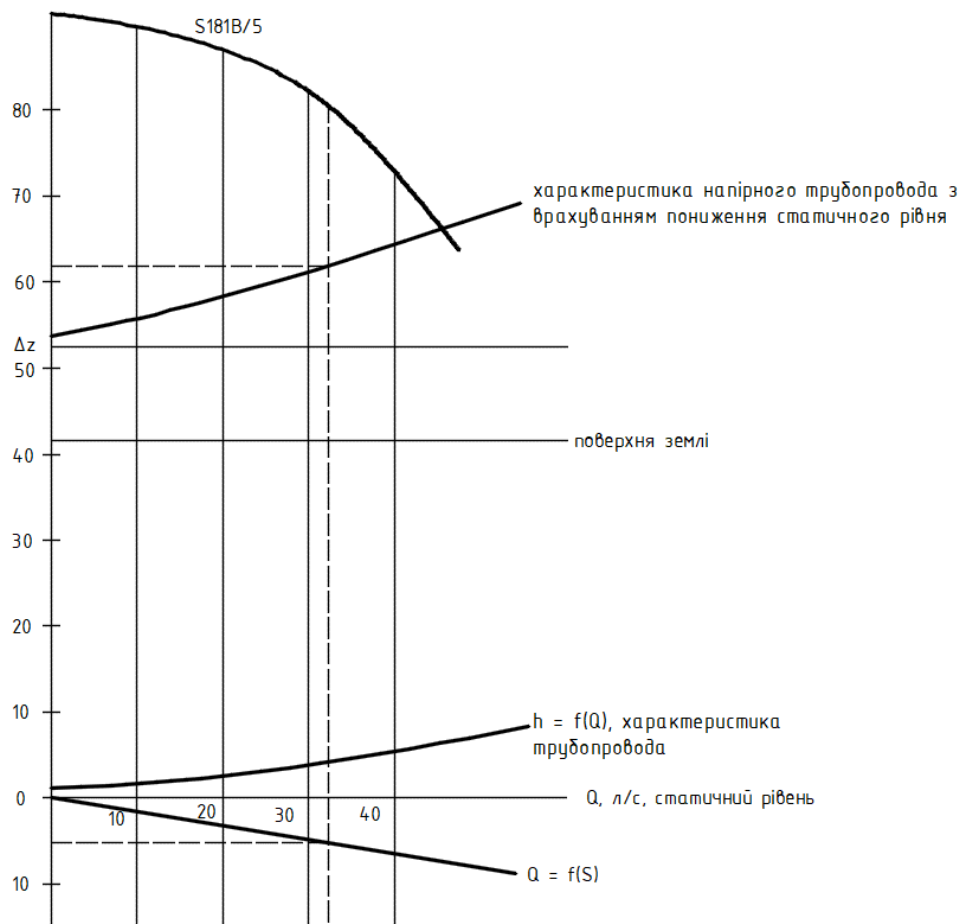


Рис. 1.15.

1.4

1.4. Водопровідні очисні споруди

Вихідні дані для проектування

Показник	Дані
Територіальна полоса, де знаходиться водопровід	Центральна
Максимальна відмітка площадки очисної станції над рівнем моря, м	121
Похил майданчику очисної станції, м	$i=0,03$; від міста
Характеристика ґрунтів площадки, від 0 до 5,0м від 0,5 до 3,0 м від 3,0 і нижче, м	Рослинний шар Супісок Пісок
Глибина рівня ґрунтових вод (враховуючи від мін. Відмітки майданчику), м	-1,8 м.
Корисна продуктивність очисної станції. м ³ /доб	22000
Каламутність води в джерелі, мг/л	8
Залізо, мг/л	1,4
Жорсткість води в джерелі	6,2
Карбонатна мг-екв/л	0,8
Смак, балів	1
Запах, балів	1
Окислюваність, мг/л	6,8
Фтор, мг/л (вихідна вода)	0,6
Колі індекс, шт/л	5 шт/л

1.4.1. Визначення витрати водоочисної станції

Кількість людей , що проживає у місті – 45000 осіб.

Витрата води на власні потреби водоочисної станції :

$$Q_{\text{доб}} = k_{\text{вп}} \cdot Q_{\text{вих}},$$

$$Q_{\text{доб}} = 1,1 \cdot 25077,85 = 27\,585,635 \text{ м}^3/\text{доб}$$

$$Q_{\text{о.с}} = 27\,585,635/24 = 1\,149,4 \text{ м}^3/\text{год}$$

де $k_{\text{вп}}$ - коефіцієнт, що визначає відсоток води для власних потреб водозабірних

1.4.2. Вибір технологічної схеми очистки води і складу споруд

Таблиця 1.21

Показник	Джерело води	Показник за ДержСанПіН	Одиниця виміру	Рекомендований технологічний процес
Каламутність	8	$\leq 1,5$ (для підземного джерела водопостачання)	мг/л	Коагулювання, обробка флокулянтами.
Залізо	1,4	$\leq 0,2$	мг/л	Знезалізнення
Жорсткість загальна карбонатна	6,2 0,8	≤ 7	ммоль/л	
Окислювальність	6,8	5	мг/л	Окислення за допомогою хлору, озону, кисню чи ультрафіолетового випромінювання
Запах	1	≤ 2	бали	
Смак	1	≤ 2	бали	
Фтор	0,6	$\leq 1,5$ $> 0,5$	мг/л	
Колі індекс	5	≤ 3	штуки	Знезараження води (хлор)

Приймаємо технологічну схему в якій використовуються **відкриті швидкі фільтри**.

Розрахунок споруд і обладнання реагентного господарства

Знезараження води буде виконуватись гіпохлоритом натрію NaClO.

Попереднє хлорування $D_{\text{хл}}^{\text{зн}} 3 \dots 10 \text{ мг/дм}^3$.

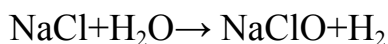
Остаточне хлорування $D_{\text{хл}}^{\text{зн}} 0,7 \dots 1 \text{ мг/дм}^3$.

Розчин гіпохлориту натрію низької концентрації (0,4%) отримують електролізом розчину хлориду натрію.

1.4.3. Розрахунок окремих апаратів і споруд

1.4.3.1. Розрахунок електролізера

Електрохімічний метод отримання гіпохлориту натрію заснований на електролізі розчинів хлориду натрію. У процесі електролізу



При продуктивності очисної станції $Q_{o.c} = 24200 \text{ м}^3/\text{добу}$, обираємо електролізну установку "Полум'я-2 25 кг". Витрати кухонної солі харчової якості на 1 кг активного хлору на годину становить 4 кг відповідно паспорту на установку

Таблиця 1.22

№	Технічні характеристики	Значення
1	Орієнтовний обсяг знезараженої води, м ³ /добу:	
	Підземні води	25000
	Поверхневі води	10000
	Стоки	5000
2	Продуктивність установки по активному хлору, кг/добу	25
3	Питомі затрати солі на 1кг активного хлору, кг	~ 4,2
4	Концентрація активного хлору в розчині гіпохлориту, г/л	7...8
5	Напруга на електролізері, В	20 ±2
6	Робочий струм електролізера, А	210 ±20
7	Параметри електроживлення установки	220 В, 50 Гц
8	Середня споживана потужність установки, кВт	4,5
9	Кількість касет	2
10	Термін роботи касети електродів, років	до 5 років
11	Габарити установки, мм, ± 10%, ширина × глибина × висота	1500 × 600 × 1700
	Габарити солерозчинника, мм, діаметр × висота	500 × 1300
	Габарити блоку живлення, мм, ширина × глибина × висота	500 × 600 × 1000
12	Розрахункова маса установки, кг	170
13	Кількість обслуговуючого персоналу **	1



Зовнішній вигляд установки знезараження води «Полум'я-2» продуктивністю 10 кг активного хлору за добу.

- Позначено: 1 – газовідокремлювач, місце приєднання шлангу відводу газів;
 2 – насос-дозатор розчину; 3 – ротаметр витрати води;
 4 – вентиль регулювання витрати води ВН1; 5 – вентиль ВН-2;
 6 – місце підключення трубопроводу вхідної води;
 7 – електролізер, клеми підключення електроживлення від випрямного агрегату;
 8 – солерозчинник, місце засипки солі;
 9 – штуцер виходу розчину гіпохлориту натрію;
 10 – пробовідбірник;
 11 – випрямний агрегат, лампи індикації:
 «Е» - перегрів електролізера; «Ж» - перегрів блоку живлення;
 «!» - не вірне фазування підключення блоку живлення;
 «~» - наявність електроживлення;
 12 – вольтметр та амперметр; 13 – вихідні клеми; 14 – болт заземлення.

1.4.3.2. Розрахунок змішувачів

Найбільш зручний спосіб вводу розчину реагента в напірний трубопровід досягається за допомогою шайбового змішувача, тобто вставки-діафрагми, в котрих створюється знижений тиск. Шайбовий змішувач встановлюється безпосередньо на трубопроводі. Він являє собою звуження в трубопроводі у вигляді трубки Вентурі або шайби (діафрагми). В це звуження подається розчин коагулянту.

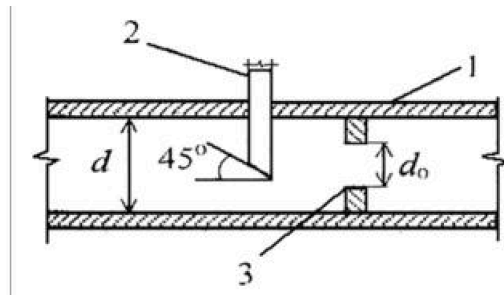


Рис 1.16. Принципова схема змішувача

1-трубопровід; 2-трубка для вводу реагенту; 3-шайба

Витрата води на один водовід = 247 л/с, для цього за табл. Шевелевих приймаємо сталеву трубу Ø500, при чому $v=1,19$ м/с.

Для звуження приймаємо Ø300 з швидкістю $v=2,55$ м/с,.

Відношення площ перетинів трубопроводів:

$$m = f_1 \div f_2$$

де m – коефіцієнт співвідношення площ трубопроводів; f_1 f_2 – площі водоводу і звуженої ділянки відповідно.

$$m = 0,196/0,071=2,76$$

Різницю позначок рівнів води в п'езометрах визначають за формулою

$$\sqrt{h} = \frac{q_c \sqrt{m_1^2 - 1}}{\mu \cdot f_1 \cdot \sqrt{2 \cdot g}},$$

$$h = z_1 - z_2,$$

$$z_1 = h_{cm1} + D/2,$$

$$z_2 = h_{cm2} + d/2,$$

Звідси $h = 0,75^2 = 0,563$.

При виборі співвідношення діаметрів прохідного отвору діафрагми і трубопроводу слід виходити з умови, що втрати напору в діафрагмі складали

$$h_c = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g},$$

0,25-0,4 м:

$$h_c = 0,26 \text{ м}$$

При установці ежектора розраховують наступні параметри. Вакуум в ежекторі визначають за формулою:

$$B = \frac{H \cdot f_1^2}{f_2^2} - H, \quad ($$

де H – напір води, що підводиться до ежектора, м;

f_1, f_2 – площа перетину відповідної труби і звуженої ділянки відповідно, м².

Витрату знаходять за формулою:

$$Q_c = \frac{q_c \cdot h}{\eta \cdot (H \cdot h)}, \quad ($$

де q_c – продуктивність ежектора, м³/год;

h – висота подачі води ежектором, м;

η – ККД ежектора, приймають в межах 0,1-0,15.

1.4.3.3. Розрахунок установок для знезалізнення води

Конструкцію фільтрів для знезалізнення підземних вод потрібно приймати аналогічно фільтрам для освітлення води.

Доза активного хлору для знезалізнення води :

$$D_x = 0,7 \cdot [\text{Fe}^{2+}]$$

$$D_x = 0,7 \cdot 1,4 = 0,98 \text{ мг/л}$$

Добова витрата активного хлору:

$$Q_{\text{ХЛ}} = Q_B \cdot D_{\text{ХЛ}} = 22400 \cdot 0,98 = 21952 \frac{\text{г}}{\text{доб}} = 914,67 \frac{\text{г}}{\text{год}} = 0,9 \text{ кг/год}$$

де Q_B ($\text{м}^3/\text{доб}$) – максимальні добові витрати;

При промиванні та ремонті одного з резервуарів:

$$Q_{\text{ХЛ}} = Q_{\text{ХЛ}} \cdot 2 = 21952 \cdot 2 = 43904 \frac{\text{г}}{\text{доб}} = 1829,33 \frac{\text{г}}{\text{год}} = 1,8 \text{ кг/год}$$

Приймаємо електролітичне приготування гіпохлориту натрію з розчину кухонної солі на установці знезаражування «Полум'я-2 25кг» номінальною продуктивністю по активному хлору 25 кг/доб. Приймаємо 3 установки знезаражування – 2 робочі, 1 резервна (в тому числі на першу чергу – 1 робоча, 1 резервна).

Витрати кухонної солі харчової якості на 1 кг активного хлору на годину становить 4,2 кг відповідно паспорту на установку «Полум'я-2 25кг».

Добові витрати кухонної солі харчової якості складуть:

$$0,9 \text{ кг} \cdot 4,2 \text{ кг/год} \cdot 24 \text{ год} = 90,72 \text{ кг/доб.}$$

- при промиванні та ремонті одного з резервуарів:

$$1,8 \text{ кг} \cdot 4,2 \text{ кг/год} \cdot 24 \text{ год} = 181,44 \text{ кг/доб.}$$

Місячна потреба у кухонній солі харчової якості складе:

$$181,44 \text{ кг/доб} \times 30 \text{ діб} = 5444 \text{ кг}$$

Кількість мішків місячної потреби складе:

$$5444 : 50 = 109 \text{ шт.}$$

У відповідності з ДБН В.2.5 :2013 п.10.27.13 приймаємо склад технічної солі сухого зберігання у мішках на 6 піддонах по 15 мішків. Розмір піддона приймаємо 1200x800мм. Мішки розміром 400x700x200(h) мм та вагою 50 кг викладаються на піддони у 5 рядів.

Потреба у кухонній солі харчової якості на 15 діб:

$$181,44 \text{ кг/доб} \cdot 15 \text{ діб} = 2722 \text{ кг.}$$

Кількість мішків на 15 діб складе:

$$2722 : 50 = 55 \text{ шт.}$$

1.4.3.4. Розрахунок швидких фільтрів

Загальну площу швидких фільтрів визначаємо з урахуванням скидання першого фільтрату:

$$F_{\text{ст}} = \frac{Q_{\text{ос}}}{T_{\text{ст}} \cdot v_{\text{н}} - n_{\text{пр}} q_{\text{пр}} - n_{\text{пр}} \tau_{\text{пр}} v_{\text{н}}} = \frac{24200}{24 \cdot 5 - 2 \cdot 0,12 - 2 \cdot 0,33 \cdot 5} = 207,8 \text{ м}^2$$

де $T_{\text{ст}}$ - тривалість роботи станції, год; $v_{\text{н}}$ - розрахункова швидкість фільтрування за нормального режиму, м/год; $n_{\text{пр}}$ - кількість промивок фільтра на добу; $\tau_{\text{пр}}$ - час простою фільтра через промивку, якщо фільтр промивається водою; $q_{\text{пр}}$ - питома витрата води на одну промивку:

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

$q'_{\text{пр}}$ - інтенсивність промивки, л/с·м²; t - тривалість промивки, с).

Кількість фільтрів

$$N_{\text{ф}} = \frac{\sqrt{F_{\text{ф}}}}{2} = \frac{\sqrt{207,8}}{2} = 7,16 \approx 8 \text{ шт.}$$

В якості завантаження приймаємо пісок з еквівалентним діаметром зерен 0,7-0,8 мм і висотою шару засипки 1,3 м.

Перевіряємо швидкість фільтрування при форсованому режимі:

$$v_{\text{ф}} = \frac{v_{\text{н}} \cdot N_{\text{ф}}}{N_{\text{ф}} - N_1} = \frac{5 \cdot 8}{8 - 1} = 5,7 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

де $N_{\text{ф}}$ - загальна кількість фільтрів; N_1 - кількість фільтрів, що знаходяться в ремонті.

Виходячи з величин $F_{\text{ф}}$ та $N_{\text{ф}}$ приймається розмір одного фільтру (В, L) використовуючи типові розміри фільтрів, що наведені у додатку 5. Площа одного фільтра не повинна перевищувати 100-120 м².

Площа одного фільтру $F_{\text{ф}}^1$ дорівнює:

$$F_{\text{ф}}^1 = \frac{F_{\text{ф}}}{N_{\text{ф}}} = \frac{207,8}{8} = 25,98 \text{ м}^2, \text{ розміром (4. 5x6)}$$

Розраховуємо витрату води $Q_{\text{пр}}$ необхідної для промивки одного фільтра

$$Q_{\text{пр}} = F_{\text{пр}}^1 * q_{\text{пр}}^1 * 10^{-3} = 25,98 * 15 * 10^{-3} = 0,39 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

Визначаємо діаметр колектора d_k

$$d_k = \sqrt{\frac{4*Q_{\text{пр}}}{\pi*v_k}} = \sqrt{\frac{4*0,39}{3,14*0,8}} = 0,79 \approx 0,8$$

де v_k - швидкість руху води на початку колектора (0,8-1,2 м/с).

За сортаментом трубопроводів підбирається найближчий до визначеної величини діаметр і робиться перевірка величини v_k :

$$v_k = \frac{4*Q_{\text{пр}}}{\pi*d_k^2} = \frac{4*0,39}{3,14*0,8^2} = 0,78 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Загальна кількість відгалуджень $n_{\text{заг}}^{\text{відг}}$ на кожному фільтрі складає:

$$n_{\text{заг}}^{\text{відг}} = 2 * \frac{B}{m} = 2 * \frac{4,5}{0,3} = 30 \text{ шт}$$

де m – відстань між відгалудженнями (0,25-0,35 м).

Розраховуємо витрату промивної води $q_{\text{відг}}$, через одне відгалудження:

$$q_{\text{відг}} = \frac{Q_{\text{пр}}}{n_{\text{заг}}^{\text{відг}}} = \frac{0,39}{30} = 0,013 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

і визначаємо його діаметр $d_{\text{відг}}$:

$$d_{\text{відг}} = \sqrt{\frac{4*q_{\text{відг}}}{\pi*v_{\text{відг}}}} = \sqrt{\frac{4*0,013}{3,14*2}} = 0,09 \text{ м}$$

де $v_{\text{відг}}$ - швидкість руху води на початку відгалудження (1,6-2 м/с) [1, п. 6.106].

За сортаментом трубопроводів підбирається найближчий до визначеної величини діаметр і робиться перевірка величини $v_{\text{відг}}$:

$$v_{\text{відг}} = \frac{4*q_{\text{відг}}}{\pi*d_{\text{відг}}^2} = \frac{4*0,013}{3,14*0,09^2} = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Визначаємо загальну площу (Σf_0) отворів у відгалудженнях, яка повинна складати 0,25...0,5) % від робочої площі фільтра F^1 [1, п. 6.105].

$$\Sigma J_0 = (0,25 \dots 0,5) F_{\Phi}^1 \cdot 10^{-2}, \text{ m}^2$$

$$\Sigma J_0 = 0,5 \cdot 25,98 \cdot 10^{-2} = 0,13 \text{ m}^2$$

Отвори розташовують у два ряди в шаховому порядку від кутом 45° до низу від вертикалі.

Діаметр отворів d_0 приймається 10...12 мм [1, п. 6.105], $d_0 = (10 \dots 12) \cdot 10^{-3}$, м.

Площа одного отвору f_0 , м² складає:

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

Розраховуємо загальну кількість отворів n_0 для фільтра:

$$n_0 = \frac{\Sigma f_0}{f_0} = \frac{0,13}{0,0000785} = 1656 \text{ шт.}$$

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

$$n_0^{\text{відг}} = \frac{n_0}{n_{\text{заг}}^{\text{відг}}} = \frac{1656}{30} = 56 \text{ шт.}$$

Довжина кожного відгалудження $l_{\text{відг}}$, м:

$$l_{\text{відг}} = \frac{L \cdot d_{\text{заг}}^{\text{зовн}}}{2} = \frac{6 \cdot 0,35}{2} = 1,05 \text{ м}$$

Шаг осі отворів l_0 , мм буде складати :

$$l_0 = \frac{l_{\text{відг}}}{n_0^{\text{відг}}} \cdot 10^3 = \frac{1,05}{56} \cdot 10^3 = 18,75 \text{ мм}$$

Для збирання і відведення промивної води з фільтрів передбачаються жолоби. Відстань між осями сусідніх жолобів l не повинна перевищувати 2,2 м.

Схема розташування жолобів залежить від площі фільтра.

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

$$q_{\text{ж}} = \frac{Q_{\text{пр}}}{n_{\text{ж}}} = \frac{0,39}{3} = 0,13 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

де $Q_{\text{пр}}$ – витрата води на промивку одного фільтра, $n_{\text{ж}}$ – кількість жолобів.

Знаходимо ширину жолоба $B_{ж}$, м [1, п. 6.111].

$$B_{ж} = K_{ж} \sqrt[5]{\frac{q_{ж}^2}{(1,57+a_{ж})^3}} = 2,0 \sqrt[5]{\frac{0,13^2}{(1,57+1,0)^3}} = 0,5 \text{ м}$$

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

$$a_{ж} = \frac{h_{п}}{0,5 \cdot B_{ж}} = 1 \dots 1,15;$$

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

Таким чином, прямокутна частина жолоба дорівнює

$$h_{ж} = (1 \dots 1,25) B_{ж}, \text{ м}$$

$$h_{ж} = 1,25 \cdot 0,5 = 0,625 \text{ м}$$

Конструктивна висота жолоба:

$$h_{ж} = h_{ж} + 0,08 = 0,625 + 0,08 = 0,705 \text{ м.}$$

Визначасмо відстань $H_{м}$ від поверхні фільтруючого завантаження до кромки жолоба.

$$H_{ж} = \frac{H_3 \cdot a_3}{100} + 0,3 = \frac{1,3 \cdot 50}{100} + 0,3 = 0,95 \text{ м}$$

де H_3 – висота фільтруючого шару, м;

Табл. 1.23

Матеріал завантаження	Інтенсивність промивання, л/(с·м ²)		Тривалість промивання, хв		Величина відносного розширення завантаження, %
	вода	повітря	вода	повітря	
Одношарові фільтри					
Кварцовий пісок діаметром D , мм:					
0,5-1,2	12-14	-	6	-	45
0,7-1,6	14-16	-	6	-	30
0,8-2,0	16-18	-	6	-	25
Двошарові фільтри					
Подрібнений керамзит, кварцовий пісок	14-16	-	7-6	-	50

a_3 – відносне розширення фільтруючого завантаження у відсотках.

Рівень води в каналі з урахування підпора, що утворюється трубопроводом, який відводить промивну воду, повинен бути на 0,2 м нижчим від дна жолоба. Це враховує формула для розрахунку $H_{\text{к}}$ від дна жолоба до дна каналу.

$$H_{\text{кан}} = 1,73 \sqrt[3]{\frac{q_{\text{кан}}^2}{g \cdot B_{\text{кан}}^2}} + 0,2, \text{ м,}$$

де $q_{\text{кан}}$ – витрата води в каналі,

$$q_{\text{кан}} = Q_{\text{пр}} = q_{\text{ж}} \cdot n_{\text{ж}} \text{ м}^3/\text{с,}$$

де $q_{\text{кан}} = Q_{\text{пр}} = 0,39 \text{ м}^3/\text{с}$, $B_{\text{кан}}$ - ширина каналу, приймаємо 0,7 м.

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

$$v_{\text{кан}} = \frac{q_{\text{кан}}}{B_{\text{кан}}(H_{\text{кан}} - 0,2)} = \frac{0,39}{0,7(0,75 - 0,2)} = 1,01 \text{ м/с}$$

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

а) втрати напору в отворах труб розподільчої системи

$$h_{\text{рс}} = \left(\frac{2,2}{a} + 1 \right) \frac{v_{\text{кан}}^2}{2g} + \frac{v_{\text{відг}}^2}{2g} = \left(\frac{2,2}{0,26} + 1 \right) \frac{1,01}{2 \cdot 9,81} + \frac{2}{2 \cdot 9,81} = 0,6 \text{ м,}$$

де a - відношення загальної площі ($\sum f_o$) всіх отворів у розподільчій системі до

площі перерізу колектора;

б) втрати напору в фільтруючому шарі $h_{\text{ф.ш.}}$ визначаються за формулою

$$h_{\text{фш}} = \frac{\rho_3 - \rho_в}{\rho_в} (1 - n_0) H_3 = \frac{2,6 - 1}{1} (1 - 0,38) 1,3 = 1,3 \text{ м}$$

де $\rho_3, \rho_в$ - густина відповідно зернистого фільтруючого матеріалу і води, г/см^3 ; n_0

- пористість фільтруючого шару до розширення; H_0 - висота фільтруючого шару до розширення, м.

Втрати напору у фільтрі $h_{ф.ш}$ розраховуються для кожного шару

де h_{ϕ}^n і h^{an} - втрати напору відповідно у шарі кварцевого піску і подрібненого керамзиту, м. Для розрахунку використовуємо такі дані:

$$\rho_s = 1 \text{ г/см}^3$$

	ρ_s	n_0
кварцевий пісок	2,6	0,38
подріблений керамзит	1,7	0,52

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

$$h_{тр} = i * l = 0,02 * 50 = 1 \text{ м}$$

- втрати напору на місцевий опір у фасонних частинах і арматурі:

$$h_{мо} = \sum \zeta \frac{v^2}{2g} = 4 \left(0,984 \frac{2^2}{2 * 9,81} \right) + 0,26 \frac{2^2}{2 * 9,81} + 0,5 \frac{2^2}{2 * 9,81} + 0,92 \frac{2^2}{2} * 9,81 = 1,1 \text{ м}$$

де коефіцієнти місцевого опору складають: для коліна $\zeta_1 = 0,984$, для засувки $\zeta_2 = 0,26$, для входу в смоктуючу трубу $\zeta_3 = 0,5$, для трійника $\zeta_4 = 0,92$.

Таким чином, загальна величина втрат напору $h_{пр}$ при промивці швидкого фільтра складає: $h = h_{р.с.} + h_{ф.ш.} + h_{п.ш.} + h_{тр.} + h_{м.о.}$, м.

$$h = 0,6 + 1,3 + 1 + 1,1 = 4 \text{ м.}$$

Вода на промивку подається насосами. В залежності від числа фільтрів на станції промивні системи повинні бути розраховані на промивку одного або декількох фільтрів одночасно.

Напір води для промивки фільтрів приймають з врахуванням втрат напору в розподільчій системі, комунікаціях, що підводять промивну воду, і в

завантажені фільтрів.

1.4.4. Споруди для обробки промивних вод та осаду.

Основними спорудами у комплексах обробки промивної води та осаду фільтра є: піскоуловлювач, резервуар-усереднювач, відстійник промивної води, резервуар приймання осаду, осадощільнювач або вакуум-насос.

Витрати води на промивку фільтра знаходимо за формулою:

$$P = \frac{w * f * t * 60 * N}{Q_{\text{год}} * T_p * 1000} * 100\% = \frac{15 * 27 * 6 * 60 * 8}{1008.33 * 11.4 * 1000} * 100\% = 10,15\%$$

$$\rightarrow q_1 = 102,7 \text{ м}^3/\text{год}$$

де w - інтенсивність промивки, л/с.м², яку приймаємо за табл.. 26 [1]; f - площа фільтра 27м², м²; N – кількість фільтрів, 8 шт.; T_p – час роботи фільтрів між двома промивками, год

$$T_p = T_0 - (t_1 + t_2 + t_3),$$

T_0 - час робочого фільтроциклу (8 – 12 год), t_1 – час промивки, 0,1 год, t_2 – час простою фільтра, який пов'язаний з промивкою, 0,33 год., t_3 – час викиду першого фільтрату з стін, 0,17 год.,

$$T_p = 12 - (0,1 + 0,33 + 0,17) = 11,4,$$

На одну промивку фільтра витрата складе:

$$q = \frac{F * w * 60 * t_1}{1000} = \frac{27 * 15 * 60 * 6}{1000} = 145,8 \text{ м}^3$$

Місткість резервуара усереднювача з двох відділень приймається 150 м³

Приймаємо два відділення пісколовки, навантаження на пісколовку q_0 складе 110 – 130 м³/м²год або в середньому 2 м³/м²хв. При залповому викиді промивних вод об'ємом 90,6 м³ протягом 6 хвилин, витрата за одну хвилину складе 15,1 м³, тоді площа одного відділення складе :

$$F = \frac{Q}{n * q_0} = \frac{145,8/6}{2 * 2} = 6,075 \text{ м}^2$$

де Q - максимальна витрата промивних вод; $n = 2$ - кількість відділень; $q_0 = 2 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{хв}$, навантаження на пісколовку по воді.

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

$$V_{\text{от}} = q_1 * t = 102,7 * 2 = 205,4 \text{ м}^3$$

Приймаємо 2 відстійники з однією секцією завширшки 3,0 м. При висоті осадової частини, що дорівнює 2,0 м, довжина відстійника складе 18,0 м. З урахуванням будівельної висоти, об'єм відстійника складе 108 м^3 . Витрата освітленої води q_2 складає $(0,7 - 0,75) q_1$, витрата осаду $q_3 = (0,3 - 0,25) q_1$.

При C_ϕ та об'ємі зони накопичення і ущільнення осаду $W_{\text{зн}} = 375 \text{ м}^3/\text{добу}$ витрата води з відстійника складе:

$$q_{II} = \frac{K_p W * 100}{24 * Q_{\text{oc}} * T} = \frac{1,3 * 50,55 * 100}{24 * 1008,33 * 7} = 3,8\%$$

де K_p - коефіцієнт розбавлення осаду, який дорівнює 1,3; T - час дії відстійника між очистками (7 діб); W - об'єм зони накопичення та ущільнення осаду, $50,55 \text{ м}^3/\text{год}$.

Об'єм зони згущувача:

$$W_{\text{зг}} = 1,3 * K_{\text{po}} * W_{\text{осм}} = 1,3 * 1,5 * 65 = 126,75 \approx 127 \text{ м}^3$$

де K_{po} - коефіцієнт розбавлення осаду при випуску із споруд підготовки води (1,5); $W_{\text{осм}}$ - об'єм осадової частини споруди підготовки води, 65 м^3 .

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

Загальна площа фільтр-пресу:

$$F = \frac{Q \cdot c}{q_0} = \frac{1008,33 \cdot 0,16}{10} = 16,13 \text{ м}^2$$

Приймаємо 2 робочих і резервний фільтр-прес (КМП10-1У-10).

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

1.4.5. Зони санітарної охорони для підземних вод

1.4.5.1. Перший пояс ЗСО

Межі першого поясу ЗСО підземних джерел водопостачання слід встановлювати від одиночної водозабірної споруди (свердловина, шахтний колодязь, каптаж тощо) або від крайніх водозабірних споруд, розташованих у групі, на відстані:

- для захищених - 30 м;
- для недостатньо захищених - 50 м.

У межі першого поясу ЗСО інфільтраційної водозабірної споруди.

У першому поясі підземних і поверхневих джерел водопостачання та майданчиків водопровідних споруд повинні бути заборонені:

а) всі види будівництва, які безпосередньо не пов'язані з експлуатацією, реконструкцією чи розширенням водопровідних споруд та мереж;

Примітка. Підсобні будівлі, які безпосередньо не пов'язані з забором, подачею та водопідготовкою, розміщуються поза межами ЗСО.

б) розміщення житлових і громадських будівель, проживання людей, у тому числі працюючих на водопроводі;

в) прокладання трубопроводів різного призначення, за винятком тих, що обслуговують водопровідні споруди;

г) випуск будь-яких стічних вод у розташовані на її території водойми, випас худоби, купання людей, прання білизни, рибальство, застосування пестицидів, органічних і мінеральних добрив;

д) проведення головної рубки лісу.

1.4.5.2. Другий та третій пояси ЗСО

У межах другого та третього поясів ЗСО підземних джерел водопостачання необхідно здійснювати:

а) виявлення, тампонування (або відновлення) всіх старих, недіючих, дефектних свердловин та джерел, що неправильно експлуатуються і представляють небезпеку в частині можливості забруднення водоносного горизонту ;

б) регулювання буріння нових свердловин відповідно до вимог чинного законодавства ;

в) заборону на закачування відпрацьованих вод у підземні горизонти, підземне складування твердих відходів і розробку надр (для запобігання забрудненню водоносного горизонту);

г) заборону розміщення складів паливно-мастильних матеріалів, отрутохімікатів і мінеральних добрив, накопичувачів промислових стічних вод, шламосховищ та інших об'єктів (для запобігання небезпечному хімічному забрудненню джерел водопостачання);

д) своєчасне виконання заходів щодо санітарної охорони поверхневих водойм, які мають безпосередній гідравлічний зв'язок з підземними водоносними горизонтами, що використовуються.

При використанні захищених підземних вод допускається в межах третього поясу ЗСО розміщення об'єктів за умови виконання спеціальних заходів від їх забруднення.

1.4.5.2. Додаткові заходи для другого поясу ЗСО

У межах другого поясу ЗСО підземних джерел водопостачання, повинно бути заборонено:

а) розміщення кладовищ, скотомогильників, споруд з очищення стічних вод (землеробських полів зрошення, асенізації або підземної фільтрації, біологічних ставків), полігонів твердих промислових і побутових відходів, мулових ставків, об'єктів сільськогосподарського призначення (гноєсховищ, силосних траншей, тваринницьких ферм та пташників), а також інших підприємств, що можуть створити загрозу мікробного забруднення джерел

водопостачання;

б) зберігання і застосування пестицидів та мінеральних добрив; в) промислову рубку лісів.

Для населених пунктів та промислових і сільськогосподарських підприємств, що розташовані в межах другого поясу ЗСО підземних джерел водопостачання, слід передбачати виконання робіт із санітарного благоустрою та водовідведення побутових і виробничих стічних вод, а за неможливості - облаштування водонепроникних вигребів та вжиття спеціальних заходів щодо захисту водоносного горизонту від забруднення.

1.5. Насосна станція II підйому

Категорія надійності – II

Будуємо графік погодинного водоспоживання, для чого розрахуємо ординати графіка:

Розрахунок ординат графіка погодинного притоку води до насосної станції при $Q_{д.маx} = 1376,64 \text{ м}^3$

Таблиця 1.24

Погодинне водоспоживання

Години доби	Q год, м ³ /год	Q, л/с
0-1	271,365	75,37917
1-2	276,1825	76,71736
2-3	258,78875	71,88576
3-4	487,2675	135,3521
4-5	589,66375	163,7955
5-6	685,1025	190,3063
6-7	777,0625	215,8507
7-8	644,0225	178,8951
8-9	1361,390625	378,1641
9-10	1376,644375	382,4012
10-11	1359,250625	377,5696
11-12	1352,293125	375,637
12-13	1244,300625	345,6391
13-14	1237,343125	343,7064
14-15	1279,844375	355,5123
15-16	1315,388125	365,3856
16-17	839,517375	233,1993
17-18	726,769375	201,8804
18-19	694,704375	192,9734
19-20	652,203125	181,1675
20-21	838,180625	232,828
21-22	760,135625	211,1488
22-23	671,654375	186,5707
23-24	601,323125	167,0342
Всього	25077,85	5638,999

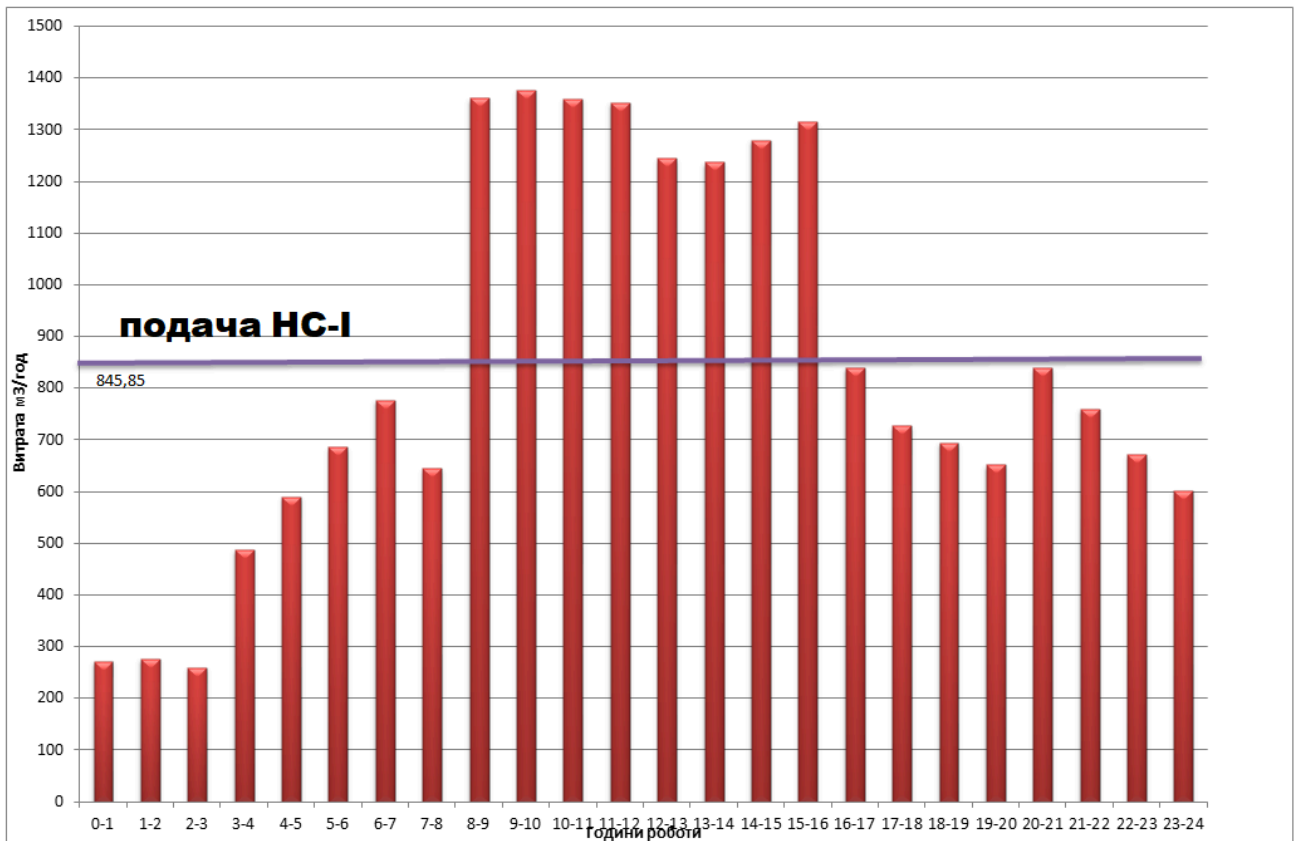


Рис.1.15. Погодинний графік водоспоживання міста і подачі насосної станції

Розрахункова максимальна подача насосної станції дорівнює максимальній погодинній витраті:

$$Q_{н.с.} = q_{\text{погод.мак}}$$

$$Q_{н.с.} = 1376,644375 \text{ м}^3/\text{год} = 382,4 \text{ л/с}$$

Витрату напірного водоводу $Q_{н.в.}$, визначаємо за формулою:

$$Q_{н.в.} = \frac{Q_{н.с.}}{n}$$

де n – кількість напірних водоводів, $n=2$.

$$Q_{н.в.} = \frac{382,4}{2} = 191,2 \text{ л/с}$$

По таблицях Шевелевих в залежності від $Q_{н.в.}$, приймаємо труби чавунні, діаметром $d=450$ мм визначаємо $1000i$ та v :

$$1000i = 4,37 \text{ м/км}; v = 1,2 \text{ м/с.}$$

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.

$$h_{н.в.} = 1,1 * 4,37 * 2 = 9,614 \text{ м}$$

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

$$H_{н.с.} = H_{гео} + \Sigma h;$$

$$\Sigma h = 0,5 + 2 + 1 + 9,614 + 26,94 = 40,054 \text{ м};$$

Значення статичного напору визначається за формулою

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

де $\downarrow ДТ$ – відмітка землі в диктуючій точці, $\downarrow ДТ = 120,7 \text{ м}$; $H_{віл}^{\Gamma}$ – гарантований напір, $H_{віл}^{\Gamma} = 26 \text{ м}$; $\downarrow ПЗ$ – відмітка землі у насосної станції, $\downarrow ПЗ = 125$.

$$H_{гео} = 120,7 + 26 - 125 = 21,7 \text{ м};$$

Необхідний напір:

$$H_{н.с.} = 21,7 + 40,054 = 61,754 \text{ м};$$

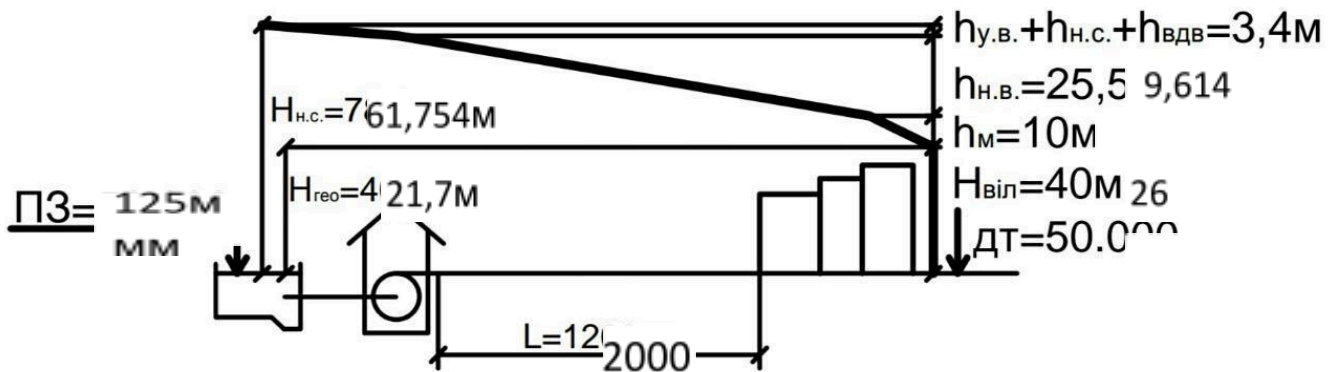


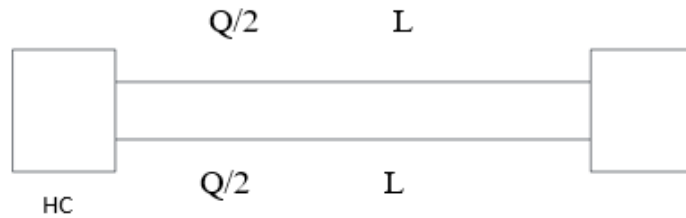
Рис. 1.16. Висотна схема

Розрахунок характеристик напірних трубопроводів

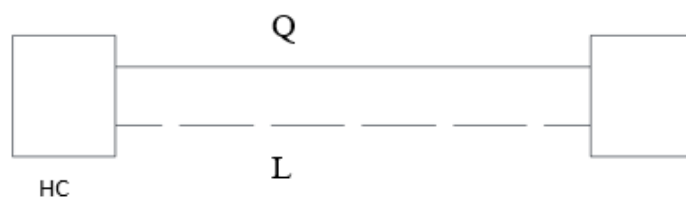
Таблиця 1.25

№ п/п	Напор и	Витрати, м ³ /год				
		0	458,9	688,3	1376,6	1789,6
		Відношення Q/Q _{н.с.}				
		0	0,33	0,5	1	1,3
Два водовода						
1	H_{cm}	21,7	21,7	21,7	21,7	21,7
2	$\sum h$	0,0	3,0	7,6	30,4	51,7
3	$h_{н.в.}$	0,0	1,0	2,4	9,6	16,3
7	H_{2d}	21,7	25,7	31,7	61,8	89,8
Один водовод						
12	$h_{н.в.}$	0,0	3,8	9,6	38,4	65,3
14	H_d	21,7	28,6	38,9	90,6	138,8
Два водовода. Одна перемичка. Аварія						
19	$h_{н.в.}$	0	2,4025	6,01	24,025	40,84
21	H_d	21,70	27,15	35,32	76,17	114,29

Два водовода



Один водовод



Два водовода, одна перемичка, аварія

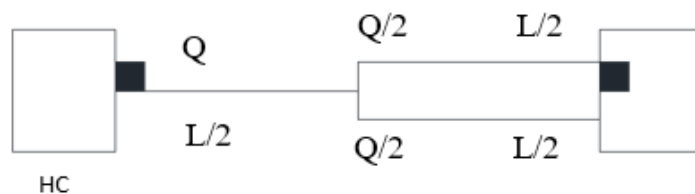


Рис. 1.17. Схеми роботи водоводів

Вибір насосів

Вибір насосів виконується за сводними графіками, в залежності від необхідних розрахункових напорів і подач насосів $Q = 1376,644375 \text{ м}^3/\text{год} = 382,4 \text{ л/с}$;

$$H = 61,764 \text{ м.}$$

- при 1 насосі $Q = 1376,64 \text{ м}^3/\text{год}$
- при 2 насосах $Q = 1445,472/2 = 722,736 \text{ м}^3/\text{год}$
- при 3 насосах $Q = 1445,472/3 = 481,824 \text{ м}^3/\text{год}$

Таблиця 1.26

Варіанти для вибору насосів

Вар	Марка насоса	n n	η	P_1	P_2	NPSH	Посилання
a	LS 350-250-498B	1	88,2	273,1	262,2	4,88	https://product-selection.grundfos.com/ua/configure-d-variant/pumpsystemid=2231905462&tab=variant-sizing-results
b	NB 250-450/433	2	85	297	287,2	5,42	https://product-selection.grundfos.com/ua/configure-d-variant/pumpsystemid=2231959170&tab=variant-sizing-results
c	NK 150-400/431	3	87,1	287	277,1	6,47	https://product-selection.grundfos.com/ua/products/nk-ate-ate-series-2008-nk-here-shaft-nk-here-shaft/nk-150-400/431/pumpsystemid=2231963445&tab=variant-curves

За показником P_2 , приймаємо насос **GRUNDFOSS NK 150-400/431**, так як значення найменше.

По при те, що варіант №1 краще за показником P_2 , ми не приймаємо його, так як при мінімальному водоспоживанні, робоча точка виходитиме за робочу область насоса, також це економічно не вигідно, так як, в такому випадку, ми мусимо встановити такий самий насос

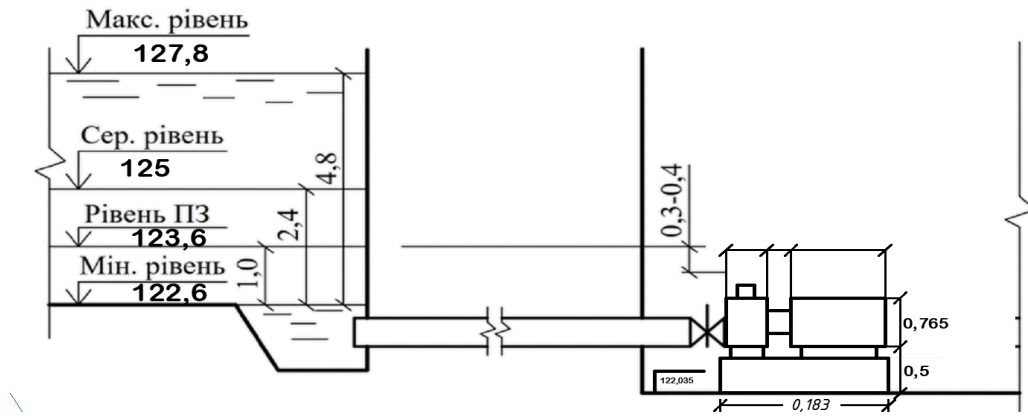


Рис.1.18. Визначення абсолютної відмітки підлоги

- Абсолютна відмітка підлоги насосної станції – 122,035
- Втрати напору = 18,2м
- Розрахунки системи на режим максимального водоспоживання + пожежогасіння

$$Q_{н.с.пож.} = Q_{\max.год} + q_{пож.} = 382,4012 + 50 = 432,4012 \text{ л/с}$$

$$H_{геом.пож.} = Z_{д.т.} - Z_{рчв} + H_{г.пож.} = 120,7 - 123,6 + 10 = 7,1$$

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

$$H_{н.с.пож.} = H_{геом.пож.} + h_{у.в.} + h_{н.с.} + h_{вдв} + h_{н.в.пож.} + h_{мер.пож.} = 7,1 + 0,5 + 2,5 + 1,25 + 12,719 + 18,2 = 42,269$$

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 водовимірювальному пристрої = 1,0 м; $h_{мер.пож.}$ – втрати напору в міській мережі водопостачання при пожежогасінні=27м; $h_{н.в.пож.}$ – втрати напору в напірних водоводах при пропуску максимальної годинної витрати плюс пожежа:

$$Q_{н.в.пож.} = Q_{н.с.пож.} = 216,2006 \text{ л/с}$$

Таблиця 1.27

№ п/п	Напори	Витрата, м ³ /год				
		0	518,9	778,3	1556,6	2023,6
		Відношення $Q_{\text{пож}}/Q_{\text{н.с.пож}}$				
		0	0,33	0,5	1	1,1
Пожежогасіння, два водоводи						
1	$H_{\text{ст}}^{\text{пож}}$	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1
2	$\sum h^{\text{пож}}$	0	2,2	5,6	22,5	38,2
3	$h_{\text{н.в}}^{\text{пож}}$	0	1,3	3,2	12,7	21,6
7	H	7,1	10,6	15,9	42,3	66,9

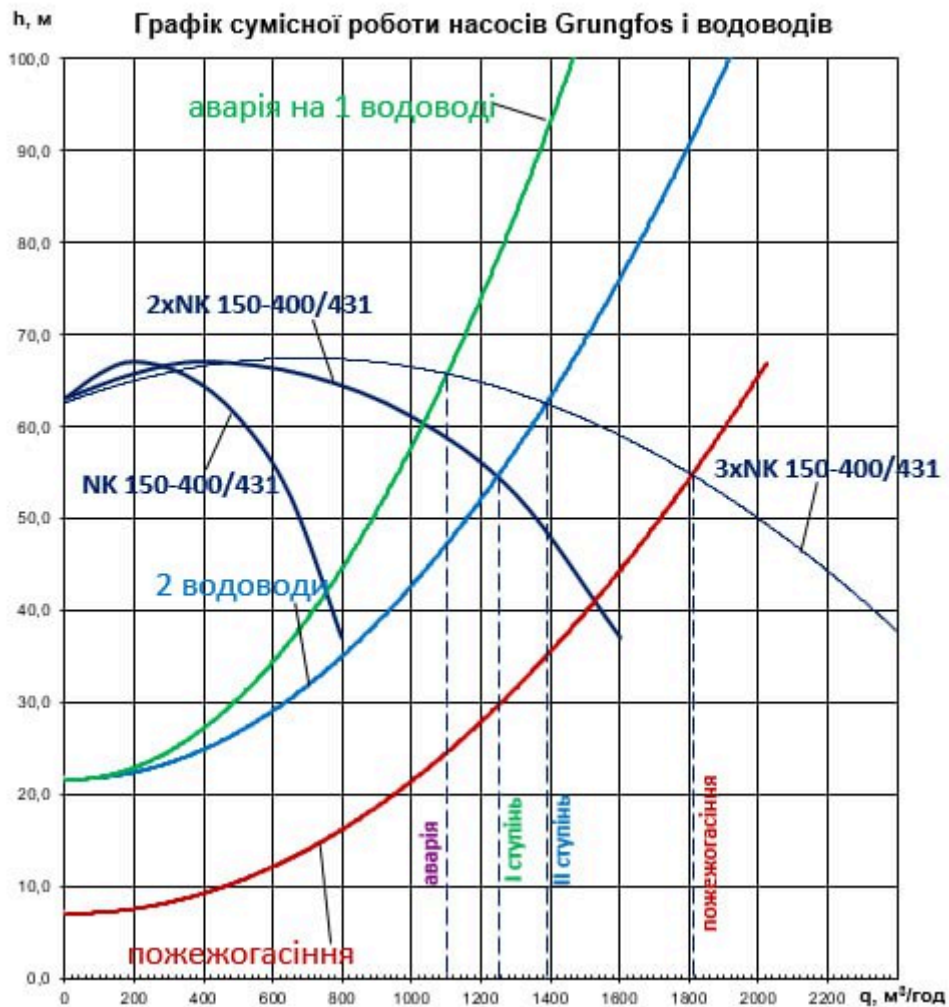


Рис.1.19. Графік сумісної роботи насосів і водоводів

Висновок: існуючі насоси для господарського питного водопостачання забезпечать необхідну подачу і напір при режимі пожежогасіння.

Приймаємо таку кількість насосів: 3 працюючих (господарсько-питних та пожежних, 2 резервних).

Розраховуємо характеристики окремих частин трубопроводу:

всмоктувальна магістраль:

- діаметр - 600мм
- швидкість - 1.45
- 1000і - 4.2

всмоктуючий патрубок:

- діаметр - 450мм
- швидкість - 1.12
- 1000і - 3.66

напірний трубопровід:

- діаметр - 300мм
- швидкість - 2.51
- 1000і - 30.9

напірна магістраль:

- діаметр - 350мм
- швидкість - 2.92
- 1000і – 34

Схема розташування насосів на насосній станції:

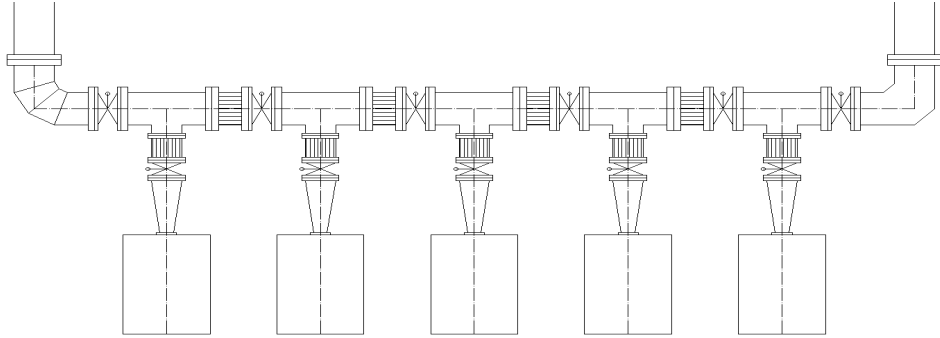


Рис.1.20. Схема розміщення обладнання

Підбір підйомно-транспортного обладнання

Таблиця 1.28

Вантажопідйомність, т	1
Розміри автомобіля, мм:	
- довжина	4360
- ширина	1940
- висота	2070
Розміри платформи, мм:	
- довжина	2730
- ширина	1820
- висота (навантажувальна)	700
Мінімальні розміри монтажного майданчика, мм:	
- довжина	3430
- ширина	3220

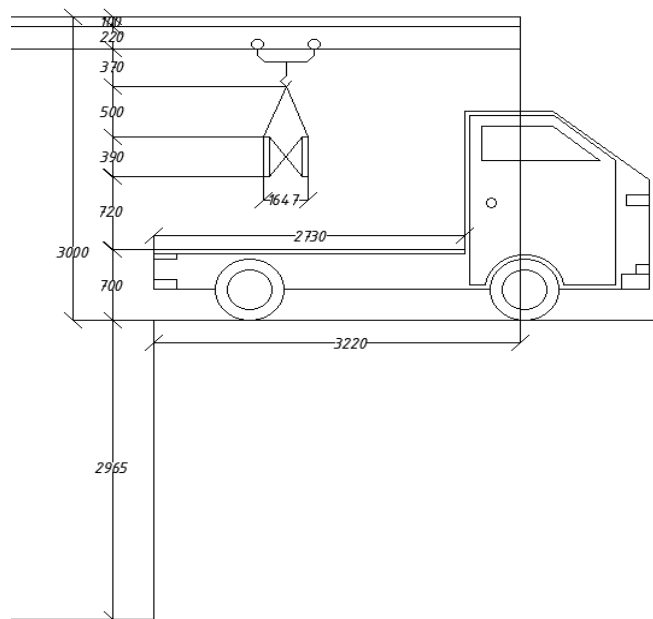


Рис.1.21. Схема улаштування підвісних однобалкових кранів

Електрична схема

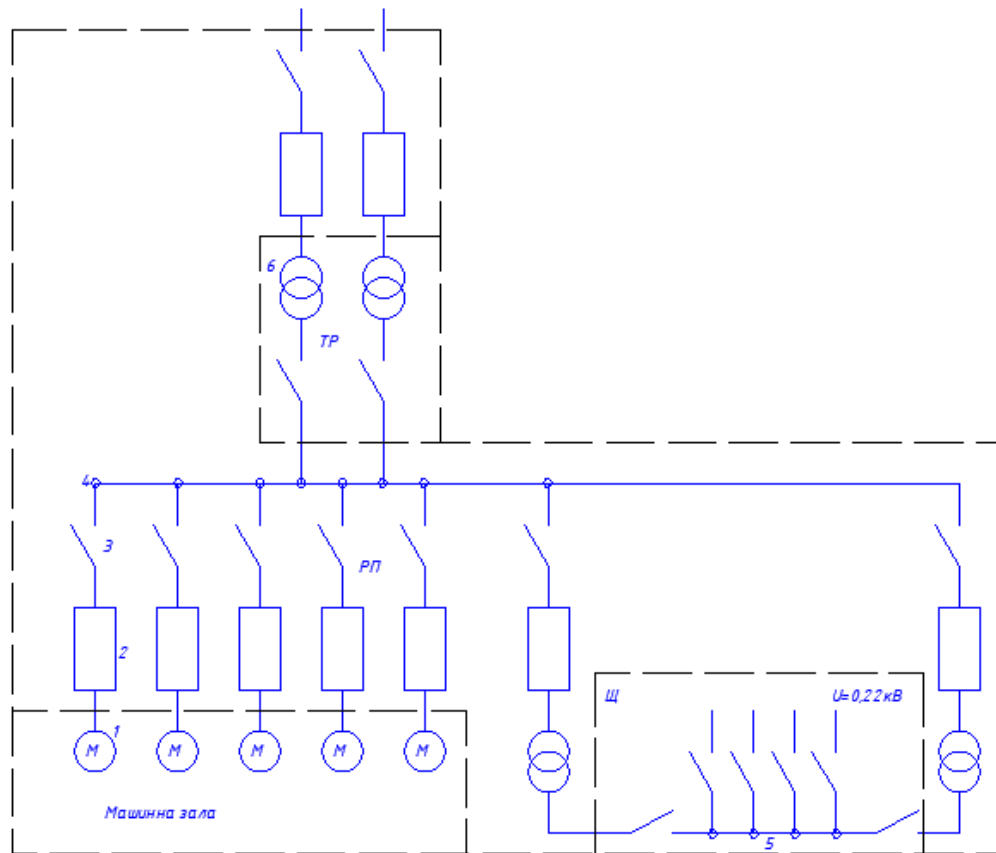


Рис.1.22. Схема можливого електричного з'єднання насосних станцій

Розраховуємо трансформатор за формулою:

$$S = 0,9 \frac{271,1}{0,9 \cdot 0,88} + 30 = 348 \text{кВ} \cdot \text{А}$$

Приймаємо до установки два трансформатора, знижуючи напругу від 10 до 0,38 кВ, потужністю 260 кВ*А. При поломці одного з них перевантаження другого становитиме $348/250=1,39$, що відповідає нормам (20-40% номінальної потужності)

Табл. 1.29

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

Дренажна система:

Для збору дренажних вод у кутку машинної зали улаштовується дренажний колодязь розміром 0,5×0,5×0,7 м. Об'єм колодязя приймають рівним подачі дренажного насосу протягом 10 – 15 хвилин. Вода до колодязя підводиться дренажними лотками, які розташовані біля стін. Підлога влаштовується з похилом у бік лотків (0,002– 0,005).

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

$$1,7 * (5 * 0,007 + 1,635) = 2,839$$

$$q_2 = 1,5 + 0,001 * 135$$

За каталогом на сайті Grundfos підбираємо занурений каналізаційний насос **AP50**

<https://product-selection.grundfos.com/ua/products/ap/ap50?tab=models>

Система осушування:

Продуктивність аварійних насосів розраховується за формулою:

$$Q_{ан} = \frac{0,5 * F}{t}$$

де F – площа машинної зали, м²; t – час відкачування в годинах (4-8 год).

$$Q_{ан} = \frac{0,5 * 135}{6} = 11,25 \frac{м^3}{год}$$

За каталогами приймаємо насос - Grundfos AP50

<https://product-selection.grundfos.com/ua/products/ap/ap50?tab=models>

Об'єм РЧВ:

Повний запас води в РЧВ розраховується за залежністю:

$$W_{РЧВ} = W_{рез} + W_{ос} + W_{пожс},$$

Регулюючий об'єм РЧВ визначаємо шляхом суміщення графіків подачі насосами 1-го і 2-го підйомів (табл. 9).

Визначення регулюючого об'єму РЧВ

Години доби	Q _{НС-П} , м ³ /год	Q _{НС-П} , м ³ /год	q до РЧВ, м ³ /год	q із РЧВ, м ³ /год	W у РЧВ, м ³
1	2	3	4	5	6
0-1	845,8499167	268,77875	577,0711667	0	577,0711667
1-2	845,8499167	268,77875	577,0711667	0	1154,142333
2-3	845,8499167	268,77875	577,0711667	0	1731,2135
3-4	845,8499167	689,8159038	156,0340128	0	1887,247513
4-5	845,8499167	689,8159038	156,0340128	0	2043,281526
5-6	845,8499167	689,8159038	156,0340128	0	2199,315538
6-7	845,8499167	689,8159038	156,0340128	0	2355,349551
7-8	845,8499167	689,8159038	156,0340128	0	2511,383564
8-9	845,8499167	1315,806875	0	469,9569583	2041,426606
9-10	845,8499167	1315,806875	0	469,9569583	1571,469647
10-11	845,8499167	1315,806875	0	469,9569583	1101,512689
11-12	845,8499167	1315,806875	0	469,9569583	631,5557308
12-13	845,8499167	1315,806875	0	469,9569583	161,5987724
13-14	845,8499167	1315,806875	0	469,9569583	-308,3581859
14-15	845,8499167	1315,806875	0	469,9569583	-778,3151442
15-16	845,8499167	1315,806875	0	469,9569583	-1248,272103
16-17	845,8499167	689,8159038	156,0340128	0	-1092,23809
17-18	845,8499167	689,8159038	156,0340128	0	-936,2040769
18-19	845,8499167	689,8159038	156,0340128	0	-780,1700641
19-20	845,8499167	689,8159038	156,0340128	0	-624,1360513
20-21	845,8499167	689,8159038	156,0340128	0	-468,1020385
21-22	845,8499167	689,8159038	156,0340128	0	-312,0680256
22-23	845,8499167	689,8159038	156,0340128	0	-156,0340128
23-24	845,8499167	689,8159038	156,0340128	0	0
Всього	20300,398	20300,398	3759,655667	3759,655667	

$$W_{\text{рег.р}} = 2511,38 + 1248,27 = 3\,759,65 \text{ м}^3.$$

Для подальшого розрахунку регулюючий об'єм води в РЧВ збільшуємо на величину зменшеного регулюючого об'єму башти (165,63 м³), тобто

$$W_{\text{рег.р}} = 3\,759,65 + 165,63 = 3\,925,28 \text{ м}^3.$$

Повний об'єм РЧВ:

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

де $W_{в.п}$ – запас води на власні потреби станцій підготовки води (приймаємо $W_{в.п} = 0,06 \cdot Q_{доб.мах} = 0,06 \cdot 20300,398 = 1\,218,02 \text{ м}^3$); $W_{пож.р}$ – пожежний запас води:

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

де $T_{п} = 3$ – час гасіння пожежі в системах водопостачання I категорії; $q_{п}$ – витрати води на гасіння розрахункової кількості пожеж у населеному пункті, ($q_{п} = 2 \cdot 25 = 50$ л/с з додатка 6 методичних вказівок); $Q_1 = 845,85 \text{ м}^3/\text{год}$ – подача води НС-I в РЧВ; 3,6 – коефіцієнт переведення л/с у $\text{м}^3/\text{год}$; $W_{госп} = 1361,39 + 1376,64 + 1359,25 = 4\,097,28 \text{ м}^3$ – об'єм води, що споживається за три суміжні години найбільшого водоспоживання.

$$W_{пож.р} = 3 \cdot (3,6 \cdot 50 - 845,85) + 4\,097,28 = 2099,73 \text{ м}^3.$$

$$W_{рчв} = 3\,925,28 + 2099,73 + 1\,218,02 = 7243,03 \text{ м}^3.$$

Розділ 2. Внутрішнє санітарно-технічне обладнання будівлі

Вихідні дані для проектування:

№	Параметри об'єкту будівництва (В2)	Значення	Примітка	
1	Типовий поверх	2		
2	Кількість поверхів	14		
3	Висота поверху	2,6		
4	Варіант генплану	2		
5	Кількість мешканців у домах:	Розрахунковий		
	1			220
	2			
	3			320
	4			100
	5			180
	6			350
7	500			
6	Гарантований напір у міській водопровідній мережі, м	31		
7	Глибина залягання міського водопроводу, м	1,9		
8	Глибина залягання міської каналізації, м	3,6		
9	Наявність підвалу	Ні		
10	Наявність технічного підпілля	Так		
11	Висота технічного підпілля	1,8		
12	Готування гарячої води : швидкісний водонагрівач	Так		
13	Наявність дощової каналізації у кварталі	Ні		
14	Місто	Одеса		

Базові розрахунки

Розміри будинку в плані. 12,0м x 15,6 м.

Периметр будинку – 55,2 м.

Кількість приладів холодної води – 12 , гарячої – 8. Розрахункова кількість приладів (N) холодної води в 14-ти поверховому будинку – $12 \times 14 = 168$ шт., гарячої – $8 \times 14 = 112$ шт.

Кожна особа, у відповідності до [1, табл. А1] споживає за добу холодної води – 150 л, гарячої – 100 л.

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

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

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

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

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

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

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

Розраховуємо максимальну добову витрату загальної (холодної і гарячої), холодної і гарячої води, одним споживачем, л/добу, за формулою:

- 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).

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

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

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

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

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

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

$$Q_{доб}^{tot} = 360/1000 * 168 = 60,48 \frac{\text{л}}{\text{добу}};$$

$$Q_{доб}^c = 229,5/1000 * 168 = 38,556 \frac{\text{л}}{\text{добу}};$$

Максимальна добова витрата холодної води в будівлі розраховується, як сума витрат води на господарсько-питні потреби всіма споживачами і витрат на поливку прилеглої території, м³/добу:

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

$$Q_{доб}^c = \frac{229,5}{1000} * 168 + 2,5 = 41,056 \frac{\text{л}}{\text{добу}};$$

2.1. Проектування системи холодного водопостачання

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

Табл. 2.1

Номер ділянки	Довжина ділянки l, м	Кількість приладів ояких подається вода поданій розрахунковій ділянки N, шт.	Розрахунок витрати на ділянці q c, л/с	Діаметр d, мм	Швидкість V, м/с	Втрати напору за довжиною, мм	
						1000 i, мм	на ділянці H (l) = 1000i*l, м
1	2	3	4	5	6	7	8
1-2	0,86	1	0,22	20	0,64	75,4	0,06
2-3	0,74	2	0,23	20	0,68	78,2	0,06
3-4	1,4	3	0,24	20	0,76	136	0,19
4-5	2,6	3	0,24	20	0,76	136	0,35
5-6	2,6	6	0,29	20	0,91	146	0,38
6-7	2,6	9	0,32	20	1	176	0,46
7-8	2,6	12	0,36	20	1,12	218	0,57
8-9	2,6	15	0,39	20	1,22	255	0,66
9-10	2,6	18	0,44	25	0,86	92,1	0,24
10-11	2,6	21	0,47	25	0,91	102,6	0,27
11-12	2,6	24	0,5	25	0,93	110,9	0,29
12-13	2,6	27	0,53	25	0,987	124	0,32
13-14	2,6	30	0,56	25	1,04	138	0,36
14-15	2,6	33	0,59	25	1,1	151	0,39
15-16	2,6	36	0,62	25	1,16	167	0,43
16-17	2,6	39	0,65	25	1,22	184	0,48
17-18	2,7	42	0,68	25	1,22	184	0,50
18-19	11,3	42	0,68	25	1,22	184	2,08
19-20	1,1	84	0,881	40	0,72	38,9	0,04
20-21	15,8	84	0,881	50	0,47	12,9	0,20
21-22	3,4	126	1,15	50	0,55	15,3	0,05
22-23	2,5	168	1,4	50	0,66	23,8	0,06
						ΣH (l)=	8,45

Втрати напору в місцевих опорах в системі враховуються осереднено, як певний відсоток від втрат за довжиною за формулою:

$$\sum H_{l,tot} = (1 + k_1) \sum H_l,$$

$$\sum H_{l,tot} = (1 + k_1) * \sum H_l = (1 + 0.2) * 8,45 = 10,14 \text{ м}$$

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

Табл 2.2

Номер ділянки	Довжи на ділянк и l, м	Витрата води q, л/с			Діамер d, мм	Швидкіс ть V, м/с	Втрати напору за довжиною, мм	
		Господарсько-питні потреби	Пожежні потреби	Розрахункова			1000 і, мм	на ділянці H (l) = 1000i*1, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1'-2'	2,6	-	2,5	2,5	40	1,99	277,6	0,72
2'-14'	28,6	-	2,5	2,5	40	1,99	277,6	7,94
14'-15'	1,9	-	2,5	2,5	40	1,99	277,6	0,53
15'-20	1,6	0,881	2,5	3,381	40	2,69	509	0,81
20-21	15,8	0,881	2,5	3,381	50	1,59	127	2,01
21-22	3,4	1,15	2,5	3,65	50	1,72	148	0,50
22-23	2,5	1,4	2,5	3,9	50	1,83	169	0,42
							$\sum H (l) =$	12,94

$$\sum H_{l,tot}^{пож} = (1 + k_1) * \sum H_l = (1 + 0.2) * 12,94 = 15,528 \text{ м}$$

Лічильники для води

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

$$H_{ліч} = S q^{tot2},$$

де S – гідравлічний 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=168)

$$H_{\text{ліч}} = S q^{\text{tot}^2} = 0,5 * 2,18^2 = 2,37 \leq 5 \text{ м}; - 1 \text{ умова виконується};$$

$$H_{\text{ліч}} = S q^{\text{tot}^2} = 0,5 * (2,18 + 2,5)^2 = 10,951 \geq 10 \text{ м}; - 2 \text{ умова не виконується}$$

Приймаємо лічильник діаметром 50 , S = 0.143 м/(л/с)²

$$H_{\text{ліч}} = S q^{\text{tot}^2} = 0,143 * 2,18^2 = 0,67 \leq 5 \text{ м}; - 1 \text{ умова виконується};$$

$$H_{\text{ліч}} = S q^{\text{tot}^2} = 0,143 * (2,18 + 2,5)^2 = 3,13 \leq 10 \text{ м}; - 2 \text{ умова виконується} .$$

Гідравлічний розрахунок внутрішньоквартальної мережі

Таблиця 2.3

Номер ділянки	Довжина ділянки l, м	Кількість приладів до яких подається вода по даній розрахунковій ділянці N, шт.	Розрахунок витрата на ділянці q c, л/с	Діаметр d, мм	Швидкість V, м/с	Втрати напору за довжиною, мм	
						1000 i, мм	на ділянці H (l) = 1000i * l, м
1	2	3	4	5	6	7	8
ВК-1-ВК-2	28,5	850	8,36	100	1,065	25,412	0,72
ВК-2-ВК-3	6	850	8,36	100	1,065	25,412	0,15
ВК-3-ВК-4	31	850	8,36	100	1,065	25,412	0,79
ВК-4-ВК-5	8,5	1030	10,64	100	1,355	40,183	0,34
ВК-5-ВК-6	29,1	1030	10,64	100	1,355	40,183	1,17
ВК-6-ВК-7	22,2	1130	11,8	100	1,5	48,91	1,09
ВК-7-ВК-8	38,1	1230	12,96	125	1,057	18,731	0,71
ВК-8-ВК-9	15,4	1230	12,96	125	1,057	18,731	0,29
ВК-9-ВК-10	29,1	1550	16,38	125	1,335	29,22	0,85
ВК-10-ВК-11	8,5	1718	18,56	125	1,513	37,06	0,32
						ΣH (l)=	6,43

Таблиця 2.4

Номер ділянки	Довжина ділянки, м	Витрата води q, л/с			Діаметр d, мм	Втрати напору за довжиною, мм	
		Господарсько-питні потреби	Пожежні потреби	Розрахункова		Швидкість V, м/с	1000 i, мм
1	2	3	4	5	6	7	8
ВК-1-ВК-2	28,5	8,36	2,5	10,86	100	1,383	41,776
ВК-2-ВК-3	6	8,36	2,5	10,86	100	1,383	41,776
ВК-3-ВК-4	31	8,36	2,5	10,86	100	1,383	41,776
ВК-4-ВК-5	8,5	10,64	2,5	13,14	100	1,674	60,005
ВК-5-ВК-6	29,1	10,64	2,5	13,14	100	1,674	60,005
ВК-6-ВК-7	22,2	11,8	2,5	14,3	100	1,822	70,468
ВК-7-ВК-8	38,1	12,96	2,5	15,46	125	1,26	26,188
ВК-8-ВК-9	15,4	12,96	2,5	15,46	125	1,26	26,188
ВК-9-ВК-10	29,1	16,38	2,5	18,88	125	1,538	38,284
ВК-10-ВК-11	8,5	18,56	2,5	21,06	125	1,717	47,118
							$\Sigma H (l) =$

$$\Sigma H_{l,tot} = (1 + k_1) * \Sigma H_l = (1 + 0.1) * 9,47 = 10,42 \text{ м}$$

Визначення необхідного напору в мережі холодного водопроводу

Необхідний напір у точці підключення до міської водопровідної мережі:

$$H_{\text{необх}} = \pm H_{\text{geod}} + \Sigma H_{l,tot}^{\text{ЗОВН}} + H_{\text{геом}} + \Sigma H_{l,tot}^{\text{ВН}} + H_{\text{ліч}} + H_f$$

$$H_{\text{необх}} = 0,7 + 6,05 + 37,6 + 10,14 + 3,25 + 3 = 60,74 \text{ м}$$

$$\pm H_{\text{geod}} = 140,6 - 141,3 = 0,7 \text{ м};$$

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

$$H_{\text{геом}} = 0,5 + 0,7 + 36,4 = 37,6 \text{ м}$$

$$\Sigma H_{l,tot}^{\text{ВН}} = 10,14 \text{ м};$$

$$H_{\text{ліч}} = 3,25 \text{ м};$$

$$H_f = 3 \text{ м};$$

При пожежі :

$$H_{\text{необх}} = 0,7 + 6,05 + 37,6 + 15,528 + 3,25 + 10 = 73,128 \text{ м}$$

$$H_f = 10 \text{ м};$$

$$\Sigma H_{l,tot}^{BH} = 15,528 \text{ м};$$

За завданням гарантований напір $H_g = 31 \text{ м}$.

Розрахунок насосної установки

Витрата насосу має бути не меншою загальної максимальної секундної витрати (q^{tot} , м³/с). Напір – різниці між необхідним і гарантійним ($H_{\text{нас}} = H_{\text{нео,х}} - H_g$). Потужність насосної установки при цьому має бути не меншою:

$$N = \frac{\rho g q H_{\text{нас}}}{1000 \eta} K,$$

де $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ – густина води; $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ – прискорення вільного падіння; $K = 1,3 - 1,8$ – коефіцієнт запасу; $\eta = 0,5 - 0,6$ – коефіцієнт корисної дії насосної установки.

$$N = \frac{\rho g q H_{\text{нас}}}{1000 \eta} = \frac{1000 * 9,81 * 39,54}{1000 * 0,5} 1,3 = 1000 \text{ Вт};$$

$$H_{\text{нас}} = 70,54 - 31 = 39,54 \text{ м}$$

2.2. Розрахунок системи гарячого водопостачання

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

Таблиця 2.5

Номер ділянки	Довжина ділянки l, м	Кількість приладів до яких подається вода по даній	Розрахункова витрата на ділянці q c, л/с	Діаметр d, мм	Швидкість V, м/с	Втрати напору за довжиною, мм

		розрахункові й ділянці N, шт.				1000 i, мм	на ділянці H (l) = 1000i*1, м
1	2	3	4	5	6	7	8
1-2	0,8	1	0,17	15	1,12	327,6	0,26
2-3	1,5	2	0,18	15	1,12	327,6	0,49
3-4	0,9	2	0,18	15	1,12	327,6	0,29
4-5	2,6	2	0,18	15	1,12	327,6	0,85
5-6	2,6	4	0,2	15	1,18	360,5	0,94
6-7	2,6	6	0,22	15	1,3	420,6	1,09
7-8	2,6	8	0,24	20	0,75	106	0,28
8-9	2,6	10	0,26	20	0,78	122	0,32
9-10	2,6	12	0,28	20	0,91	139	0,36
10-11	2,6	14	0,295	20	0,94	151	0,39
11-12	2,6	16	0,31	20	0,97	165	0,43
12-13	2,6	18	0,325	20	1,02	181	0,47
13-14	2,6	20	0,34	20	1,06	194	0,50
14-15	2,6	22	0,36	20	1,12	218	0,57
15-16	2,6	24	0,38	20	1,19	237	0,62
16-17	2,6	26	0,394	20	1,22	257	0,67
17-18	3,2	28	0,41	20	1,28	281	0,90
18-19	11	28	0,41	20	1,28	281	3,09
19-20	4,1	56	1,17	32	1,25	132	0,54
20-21	3,4	84	1,61	40	1,27	113,7	0,39
21-22	4,1	112	2,03	50	1,01	69,6	0,29
						$\Sigma H (l) =$	13,74

-на режим циркуляції

Для розрахунку системи в режимі циркуляції використаємо аксонометричну схему розподільчих трубопроводів гарячої води, в якій додатково враховано розміщення циркуляційних трубопроводів. Розіб'ємо також циркуляційну частину загальної схеми гарячого водопостачання на розрахункові ділянки і пронумеруємо їх.

Розрахунок системи гарячого водопостачання в режимі циркуляції починають з визначення циркуляційної витрати в системі (л/с) за формулою:

$$q^{cir} = \frac{\sum Q^{ht}}{\rho \cdot c \cdot \Delta t_w} = \frac{2.147}{1 \cdot 4.2 \cdot 3} = 0,17 \frac{\text{л}}{\text{с}}$$

де c – питома теплоємність води, кДж/(кг·°К); Δt_w – розрахункове зниження температури гарячої води від вузла підігрівання до точки водорозбору, (В проекті прийняти 3 – 5 С); ρ – густина води, кг/л; $\sum Q_{ht}$ – сума теплових втрат подавальних трубопроводів гарячої води, кВт, які визначаються за формулою

$$\sum Q^{ht} = \sum q_{w.k} \cdot l_{w.k} + q_{w.s} \cdot l_{w.s} = 11 \cdot 73 + 8 \cdot 192 = 2.147 \text{ кВт};$$

де $q_{w.k}$ – питомі теплові втрати трубопроводів, які прокладаються в підвалах, техпідпіллях, на горищі, Вт/м; $q_{w.s}$ – питомі теплові втрати трубопроводів, які прокладаються в шахтах, каналах, штрабах, Вт/м; $l_{w.k}$ – довжина всіх трубопроводів гарячого водопостачання, які прокладаються в підвалах, техпідпіллях, на горищі, м; $l_{w.s}$ – довжина всіх трубопроводів гарячого водопостачання, які прокладаються в шахтах, каналах, штрабах, м.

При цьому питомі теплові втрати ізольованих трубопроводів повинні бути не більше ніж: $q_{w.k} = 11$ Вт/м; $q_{w.s} = 7$ Вт/м.

Таблиця. 2.6

Номер ділянки	Теплові втрати, кВт			Циркуляційна витрата, л/с	Діаметр d, мм	Швидкість V, м/с	Втрати напору за довжиною, мм	
	$q(w.k) \cdot l(w.k)$	$q(w.s) \cdot l(w.s)$	Сумарна				1000 i, мм	на ділянці H (l) = 1000i*1, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1-2	45,925	0	0,045925	0,004	10	0,2	15,3	0,06
2-3	124,03	268,8	0,392825	0,031	10	0,28	36,7	1,95
3-4	246,35	537,6	0,783945	0,062	15	0,35	39,9	2,10
4-5	445,23	806,4	1,251625	0,099	20	0,31	21,1	1,06
5-6	485,9	1075,2	1,56112	0,124	25	0,22	8,44	0,41

	3		5					
6-7	607,2 6	1075,2	1,68245 5	0,134	25	0,24	9,72	0,52
7-8	633,6 6	1075,2	1,70885 5	0,136	25	0,26	11,1	0,58
8-9	712,4 8	1344	2,05648 1	0,163	25	0,3	14	0,71
9-10	806,4 5	1344	2,15045 4	0,171	25	0,32	15,6	0,76
							$\Sigma H (l) =$	8,15

Мережі внутрішнього гарячого водопостачання (як і холодного) прокладають із сталевих водогазопровідних оцинкованих і напірних поліетиленових труб. Для зменшення втрат тепла трубопроводами гарячого водопостачання і циркуляційними магістральними трубопроводами, які прокладені в підвалі, а також стояками гарячого водопостачання останні ізолюють. Діаметри труб підбираються за витратою циркуляційної води, л/с, яка визначається за формулами:

для відгалуження $q_a^{cir} = q^{cir} \frac{Q_a^{ht}}{Q_a^{ht} + Q_d^{ht}};$

для прямого потоку $q_d^{cir} = q^{cir} \frac{Q_d^{ht}}{Q_a^{ht} + Q_d^{ht}},$

$$q_a^{cir} = q^{cir} \frac{Q_a^{ht}}{Q_a^{ht} + Q_d^{ht}} = 0.17 * \frac{1,04}{1,04 + 3,7} = 0.04 \frac{\text{л}}{\text{с}}$$

$$q_d^{cir} = q^{cir} \frac{Q_d^{ht}}{Q_a^{ht} + Q_d^{ht}} = 0.17 * \frac{3,7}{1,04 + 3,7} = 0.13 \frac{\text{л}}{\text{с}}$$

$$Q_a^{ht} = 208 * \frac{5}{1000} = 1,04 \text{ кВт};$$

$$Q_d^{ht} = (192 * 18 + 48,6 * 5) / 1000 = 3,7 \text{ кВт};$$

q_d^{cir} – витрата води в прямоточному трубопроводі, л/с;

Q_a^{cir} – теплові втрати в усіх трубопроводах відгалужень, Вт;

Q_d^{cir} – теплові втрати в усіх прямих трубопроводах після відгалужень
Вт.

Необхідний тиск циркуляційного насоса визначають за формуло

$$\Delta P_p = (1,2 \dots 1,4) \sum il + \Delta \sum P_{RV} + \Delta P_{TH} + \Delta P_{Ap}, \text{ Па,}$$

де ΔP_p – необхідний тиск, Па;

i – питома втрата тиску на тертя, Па/м;

$(1,2 \dots 1,4) \sum il$ – втрати тиску на місцеві опори в залежності від кількості з'єднань і відгалужень;

$\Delta \sum P_{RV}$ – паспортні дані – втрати тиску на зворотних клапанах, Па;

ΔP_{TH} – паспортні дані – втрати тиску на термостатичному циркуляційному клапані/регуляторі тиску, Па;

ΔP_{Ap} – втрати тиску на обладнанні (водонагрівачі тощо), Па.

$$\Delta P_p = 1.2 * 8150 + 0 + 0 + 3000 = 12\,780 \text{ Па;}$$

Розрахунок водонагрівальної установки

Гаряча вода для потреб споживачів готується в теплопункті, який розташований у підвалі будинку. Для приготування гарячої води застосовуємо пластинчатий водонагрівач. Для його розрахунку спочатку знаходимо необхідний тепловий потік за годину максимального водоспоживання на потреби гарячого водоспоживання (з урахуванням теплових втрат), кВт, за формулою:

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

$$Q_{hr}^h = 1.16 * 2.03 * (55 - 2) + 2.147 = 126.95 \text{ кВт};$$

Загальна площа поверхні теплообміну в апараті, м², розраховується за залежністю:

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

$$F = \frac{126.95}{1.5 * 24.74} = 3.42 \text{ м}^2$$

Δt_{max} - середньологарифмічний температурний напір, який визначається за формулою:

$$\overline{\Delta t}_{max} = \frac{(t_1^1 - t_2^{11}) - (t_1^{11} - t_2^1)}{\ln \frac{(t_1^1 - t_2^{11})}{(t_1^{11} - t_2^1)}},$$

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

Кількість пластин у теплообміннику знаходимо із співвідношення:

$$n = \frac{F}{f} + 2 = \frac{3.42}{0.6} + 2 = 7.7 \approx 8 \text{ шт.}$$

2.3. Конструювання системи водовідведення

Розрахунок і конструювання мережі внутрішньої господарсько-побутової системи водовідведення

Розрахункова витрата господарсько-побутових стічних для каналізаційного стояка визначається за залежністю:

$$q^s = q^{tot} + q_0^s = 2,18 + 1,6 = 3,78 \text{ л/с}$$

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.

Діаметри каналізаційних стояків приймаємо **100 мм**.

Ухил – 0,02 , $h/d = 0.545$, $V=0.862$ м/с .

Перевірка :

$$V\sqrt{\frac{H}{d}} \geq K; \quad 0.862\sqrt{0.545} = 0.63 \leq 0.6; \text{ - не підходить.}$$

Діаметри каналізаційних стояків приймаємо **100 мм**.

Ухил – 0,015 , $h/d = 0.6$, $V=0.77$ м/с .

Перевірка :

$$V\sqrt{\frac{H}{d}} \geq K; \quad 0.77\sqrt{0.6} = 0.59 \geq 0.6; \text{ - підходить.}$$

Розрахунок мережі внутрішньої системи дощового водовідведення

Витрату дощових вод з покрівлі будинку розраховують за залежностями:

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

$$Q = \frac{Fq_{20}}{10000} = \frac{332,1*100}{10000} = 3,32 \text{ л/с}$$

$F = F_1 + 0,3F_2 = 320,25 + 0,3*79,3*0,5=332,1$ м² – розрахункова площа, м²;

F_1 – дійсна площа покрівлі в плані, м²; F_2 – площа вертикального бортика, який огорожує поверхню покрівлі по периметру, м².

Діаметр внутрішніх водостічних стояків – 85 мм

Розрахунок внутрішньоквартальної (дворової) господарсько-побутової мережі водовідведення

При проектуванні внутрішньої системи каналізації були визначені точки випусків каналізаційних трубопроводів із будинку і місця установки колодязів, в які вони підключаються, а також геодезичні відмітки цих підключень.

Таблиця 2.7

№ буд	N приладів	q tot	q(s0)	q(s)
Буд 8	100	1,16	1,6	2,76
Буд 7	500	4,7	1,6	6,3
Буд 6	350	3,66	1,6	5,26
Буд 5	180	2,28	1,6	3,88
Буд 4	100	1,16	1,6	2,76
Буд 3	320	3,42	1,6	5,02
Буд 2	168	2,18	1,6	3,78
Буд 1	220	2,26	1,6	3,86
				33,62

Гідравлічний розрахунок внутрішньоквартальної (дворової) мережі водовідведення

Таблиця 2.8

№ ділянок	Довжина l, м	Розрахункова витрата Q_{cit} , л/с	Діаметр d, мм	Ухил		Наповнення h/d	Висота h, м	Швидкість V, м/с	Падіння $i_{тр}$, м	Відмітки, м						Глибина закладання лотка труби в м	
				Землі i_3	Труби $i_{тр}$					Поверхні землі		Лотка труби		Шелиги труби		На початку	В кінці
										На початку	В кінці	На початку	В кінці	На початку	В кінці		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	15	16	17	18	19	20
15-16	41,03	3,78	150	0,0037	0,007	0,385	0,06	0,598	0,29	141,35	141,20	139,85	139,56	140,00	139,71	1,50	1,64
16-17	34,7	3,78	150	0,0072	0,007	0,385	0,06	0,598	0,24	141,20	140,95	139,56	139,32	139,71	139,47	1,64	1,63
17-18	35,73	7,66	150	0,0053	0,007	0,581	0,09	0,718	0,25	140,95	140,76	139,29	139,04	139,44	139,19	1,63	1,72
18-5	10	7,66	150	0,0060	0,007	0,581	0,09	0,718	0,07	140,76	140,70	139,04	138,97	139,19	139,12	1,72	1,73
5-6	40	18,20	200	0,0057	0,008	0,594	0,12	0,936	0,32	140,70	140,47	138,94	138,62	139,14	138,82	1,73	1,85
6-7	20	27,32	250	0,0035	0,007	0,549	0,14	0,989	0,14	140,47	140,40	138,60	138,46	138,85	138,71	1,85	1,94
7-8	28,04	27,32	250	0,0036	0,007	0,549	0,14	0,989	0,20	140,40	140,30	138,46	138,26	138,71	138,51	1,94	2,04
8-9	28,04	33,62	250	0,0036	0,009	0,578	0,14	1,143	0,25	140,30	140,20	138,26	138,00	138,51	138,25	2,04	2,20
9-10	19	33,62	250	0,0211	0,009	0,578	0,14	1,143	0,17	140,20	139,80	138,00	137,83	138,25	138,08	2,20	1,97

Повздовжній профіль внутрішньоквартальної господарчо-побутової водопровідної мережі

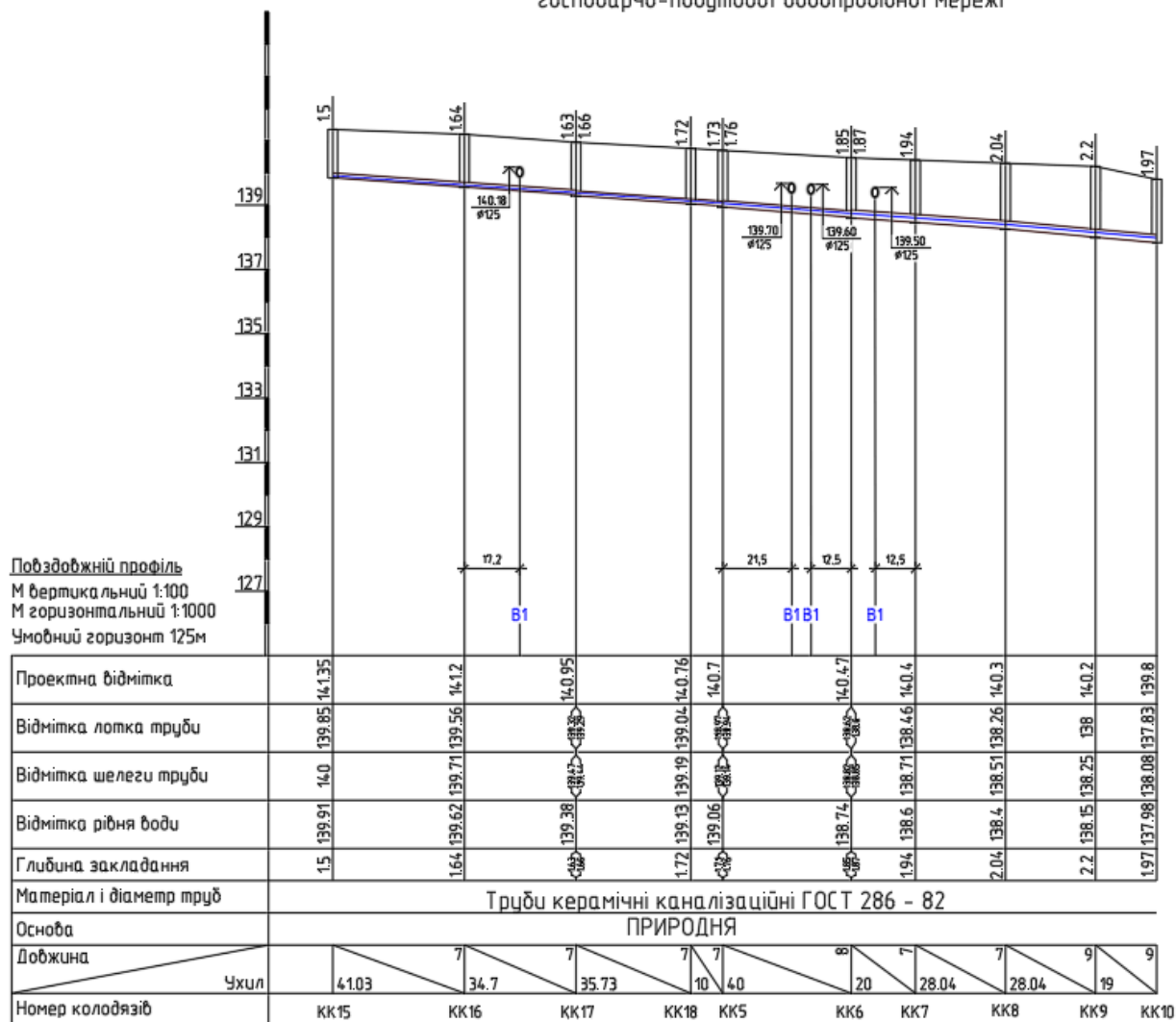


Рис. 2.1.

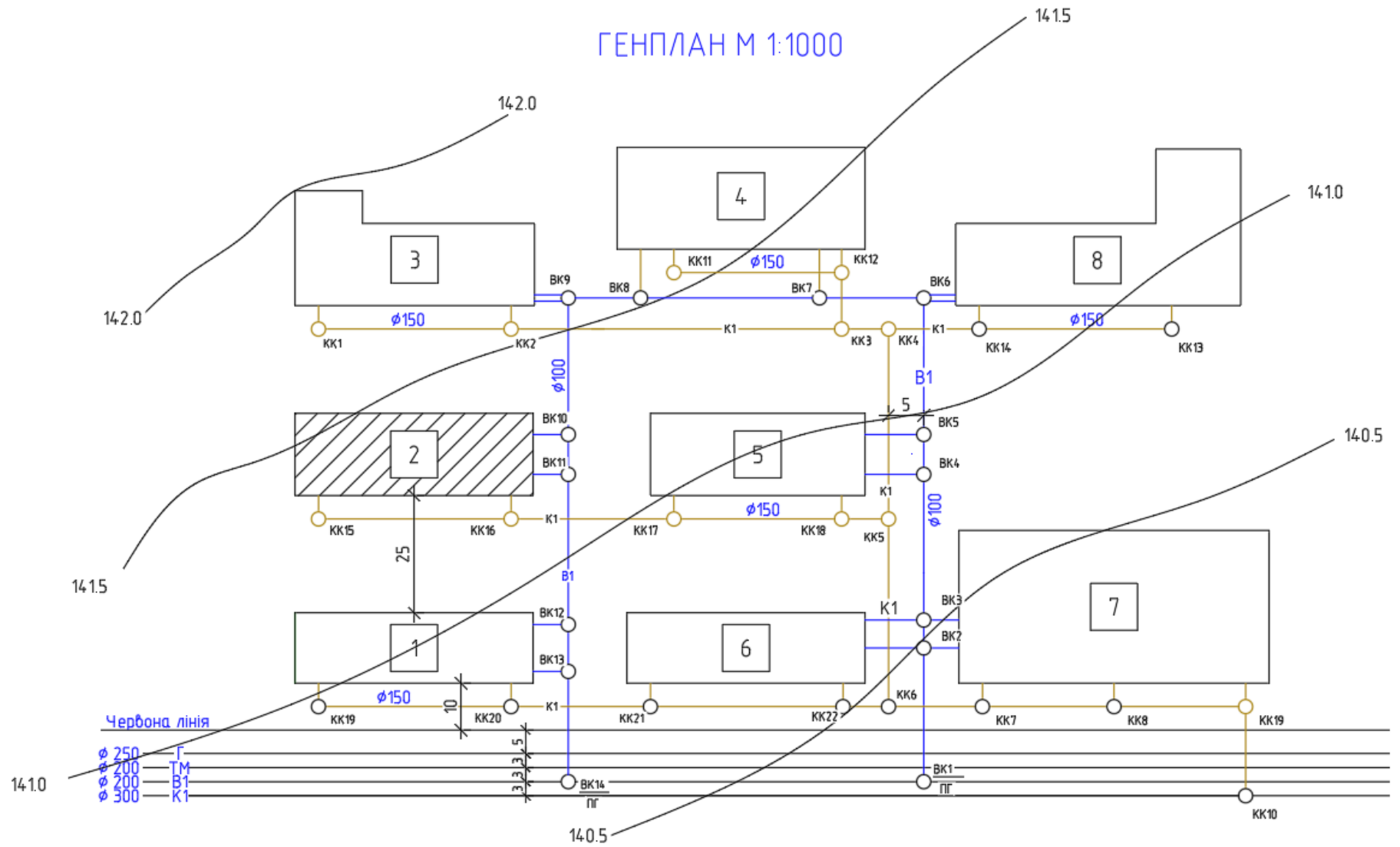


Рис. 2.2.

Розділ 3. Технологія будівельного виробництва

3.1. Характеристика споруди та умов виконання робіт

Характеристика споруди. Резервуари прямокутні у плані з розмірами в осях 36 м × 24 м. Заглиблення резервуара в ґрунт прийнято 4,8 м. Ґрунт супісок.

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, які встановлюються в пази монолітного днища. Висота плоских стінових панелей – 4,8 м.

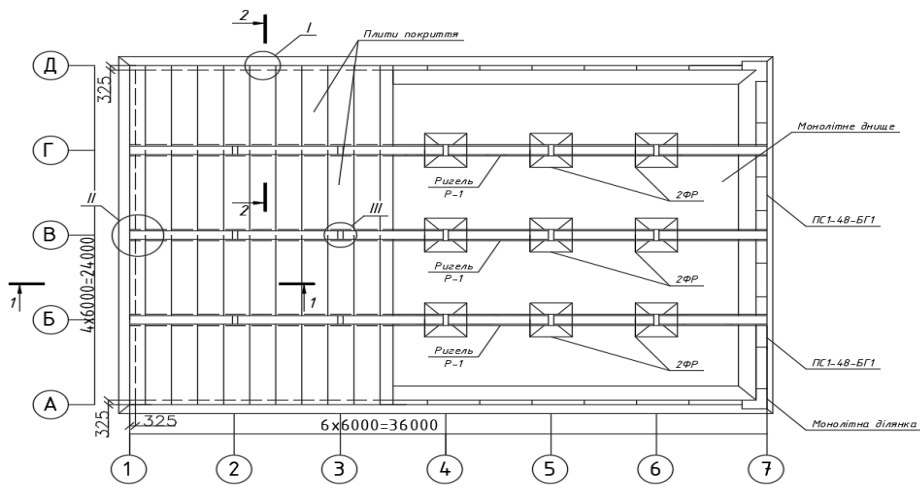


Рис. 3.1. Схематичний план резервуару чистої води місткістю 4000 м³ з маркуванням конструкцій каркаса

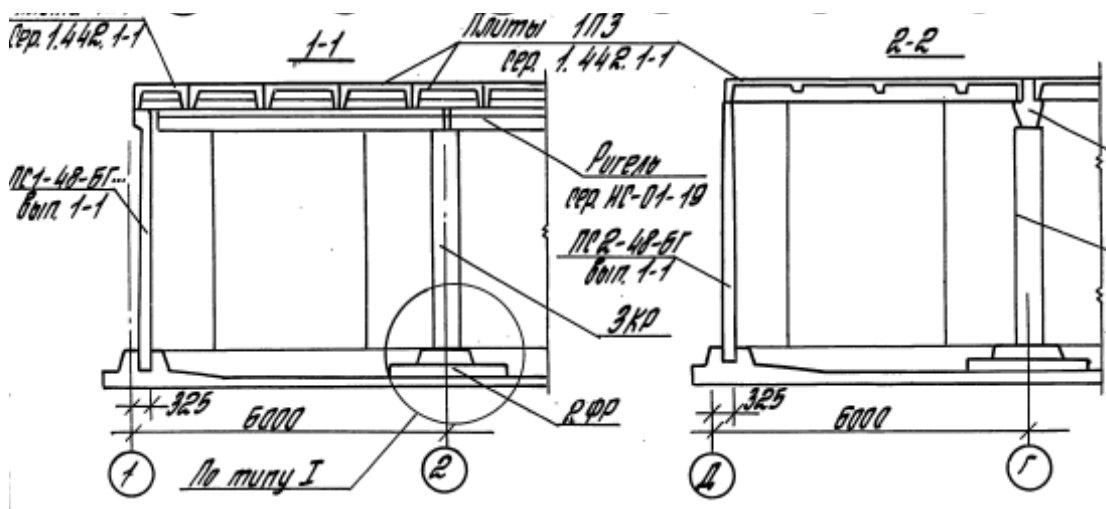
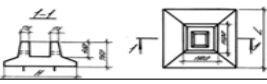
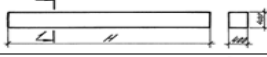


Рис. 3.2. Схематичні розрізи резервуару чистої води місткістю 5000 м³ з маркуванням конструкцій каркаса

Табл. 3.1

№ п/п	Монтажні елементи	Марка	Ескіз	Маса елемента, т	Об'єм елемента, м ³
1	2	3	4	5	6
1	Стінова панель	ПС2-48-БГ1		6,7	2,69
2	Стінова панель	ПС1-48-БГ1		7,1	2,85

Закінчення табл. 3.1

№ п/п	Монтажні елементи	Марка	Ескіз	Маса елемента, т	Об'єм елемента, м ³
1	2	3	4	5	6
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

3.2. Вибір методів виконання і розчленування фронту робіт на дільниці

Споруду розбиваємо на дільниці однакові за трудомісткістю.

Прийнято витримування бетону у стиках колони з фундаментом і стінових панелей в пазах днища за допомогою електропрогріванням, потрібна міцність бетону може бути досягнена за 8 - 12 год.

Споруду розділено на дві монтажні дільниці, у якості однієї монтажної дільниці прийнято один резервуар чистої води з розмірами у плані 36 м × 24 м.

3.3. Підрахунок об'ємів робіт

Таблиця 3.2

Об'єм монтажних робіт

№ пор.	Найменування елементів	Марка елемента	Кількість елементів, шт.			Об'єм елемента, м ³	Об'єм елементів, м ³
			на дільницях		всього		
			1	2			
1	Стінова панель масою 6,7т	ПС2-48-БГ1	14	14	28	2,69	75,3
	Стінова панель масою 7,1т	ПС1-48-БГ1	22	22	44	2,85	125,4

2	Фундамент під колону масою 4,18 т	2ФР2	33	33	66	1,67	110,2
3	Колона масою 1,7 т	3КР48	33	33	66	0,63	41,6
4	Ригель масою 4,2 т	Р-1	18	18	36	2,35	84,6
5	Плита покриття масою 1,2 т	1П7	24	24	48	1,05	50,4
	Плита покриття масою 2,3 т	1П3	48	48	96	1,9	182,4
Всього:							669,3

Визначення об'ємів бетонних робіт

Таблиця 3.3

Об'єм опалубних робіт

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

Таблиця 3.4

Об'єм бетонних робіт

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

Таблиця 3.5

Об'єм арматурних робіт

Марка монолітної ділянки	Маса арматури класу в кг		Маса арматури, кг
	A240C	A400C	

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

Таблиця 3.6

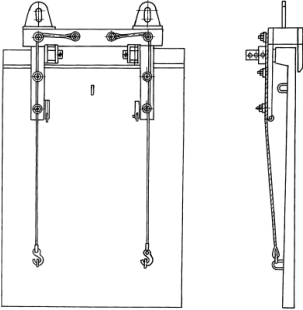
Об'єм робіт із закладання стиків

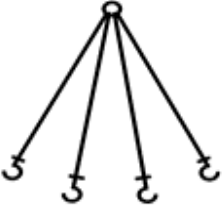
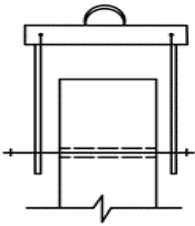


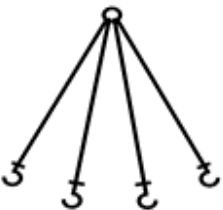
№ пор.	Назва процесу	Одиниця вимірювання	Об'єм робіт на ділянках			Об'єм робіт на споруду
			одиниці вимірювання	1	2	
1	Зварювання випусків арматури панелей стін	10 м шва	0,432	$18 \times 0,432 = 7,78$	$18 \times 0,432 = 7,78$	15,55
2	Закладання швів дна паза днища бетоном з ущільненням	1 м ³	0,03	$0,03 \times 2,98 \times 18 = 1,6$	$0,03 \times 2,98 \times 18 = 1,6$	3,2
3	Заливання швів панелей стін бетоном механізовано	100 м	0,048	$18 \times 0,048 = 0,86$	$18 \times 0,048 = 0,86$	1,72
4	Замонолічування колон у стаканах фундаментів	1 стик	1	33	33	66
5	Електрозварювання ригеля з колоною	10 м шва	0,062	$0,062 \times 33 = 2,04$	$0,062 \times 33 = 2,04$	4,08
6	Електрозварювання ригеля із стіною панеллю	10 м шва	0,025	$0,025 \times 6 = 0,15$	$0,025 \times 6 = 0,15$	0,3
7	Електрозварювання плити з ригелем	10 м шва	0,024	$0,024 \times 48 = 1,15$	$0,024 \times 48 = 1,15$	2,3
8	Електрозварювання плити покриття із стіною панеллю при обпиранні довшою стороною	10 м шва	0,008	$0,008 \times 8 = 0,064$	$0,008 \times 8 = 0,064$	0,128
9	Заливка швів плит покриття розчином механізовано	100 м	7,06	7,06	7,06	14,12

3.4. Вибір монтажних кранів

Таблиця 3.7

Засоби для захоплення конструкцій

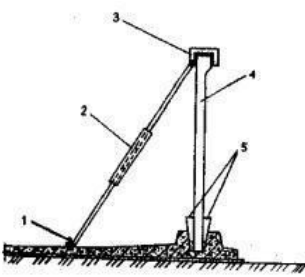
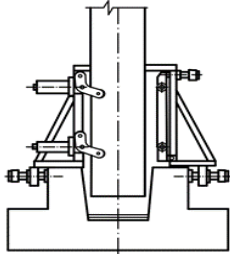
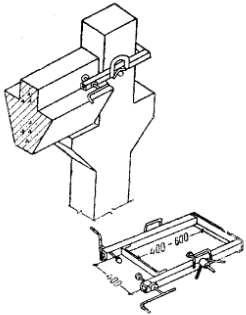
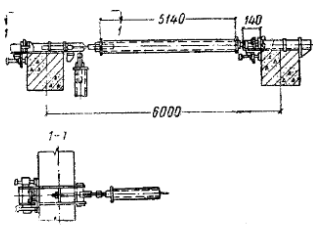
№	Найменування, коротка характеристика, посилання на довідник із зазначенням сторінки	Ескіз	Характеристика		
			вантажопі дій-мніст ь, т	маса, т	розрахун кова висота, м
1	2	3	4	5	6
1	Балансуюча траверса для захоплення стінових панелей с. 6 [17]		8	0,15	0,5

№	Найменування, коротка характеристика, посилання на довідник із зазначенням сторінки	Ескіз	Характеристика		
			вантажопі дійо-мніст ь, т	маса, т	розрахун кова висота, м
1	2	3	4	5	6
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

3.5. Визначення монтажних характеристик конструкцій

Таблиця 3.8

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

Технічний вибір монтажних кранів.

Виконання монтажних робіт прийнято за схемою II. Схему руху кранів дном котловану і на брівці, наведено на рис. 3.3.

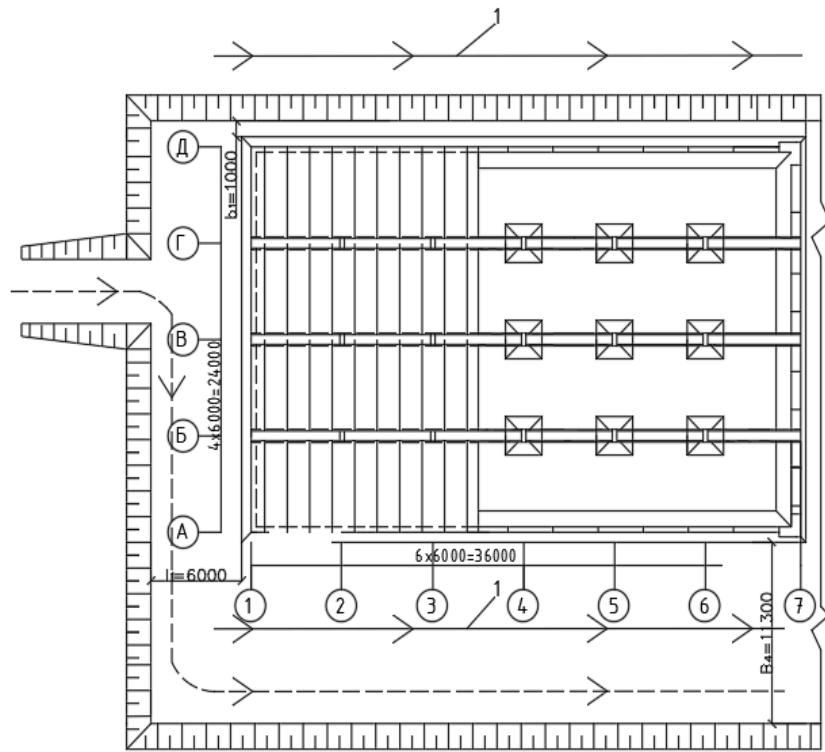


Рис. 3.3. Схема проходок монтажних кранів.

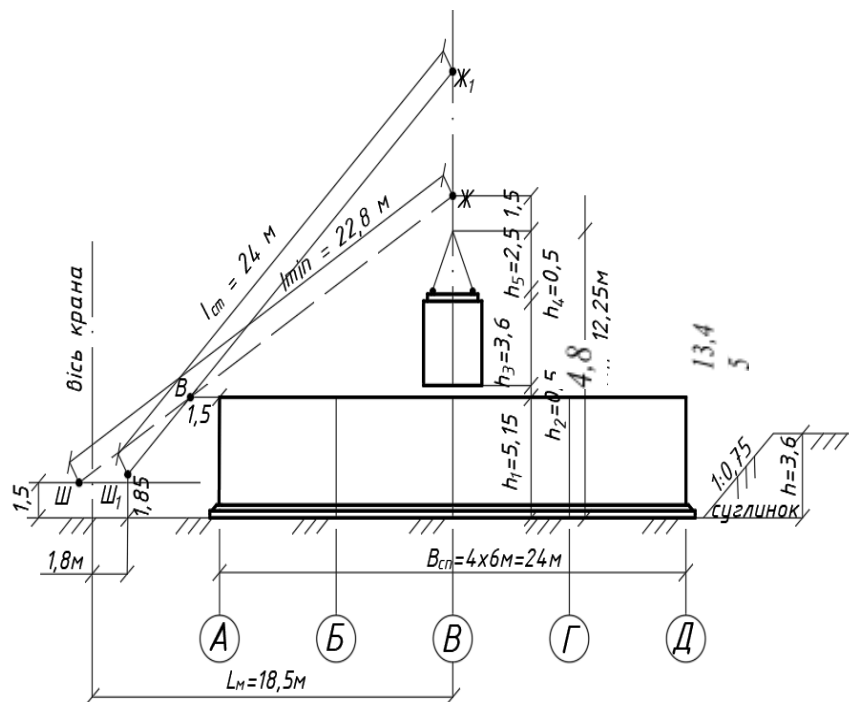


Рис. 3.4. Визначення монтажних характеристик стінових панелей:

$$Q_M^{СП} = 4,7 + 0,15 + 0,05 = 4,9 \text{ м};$$

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

$$L_M^{СП} = 18,5 \text{ м}.$$

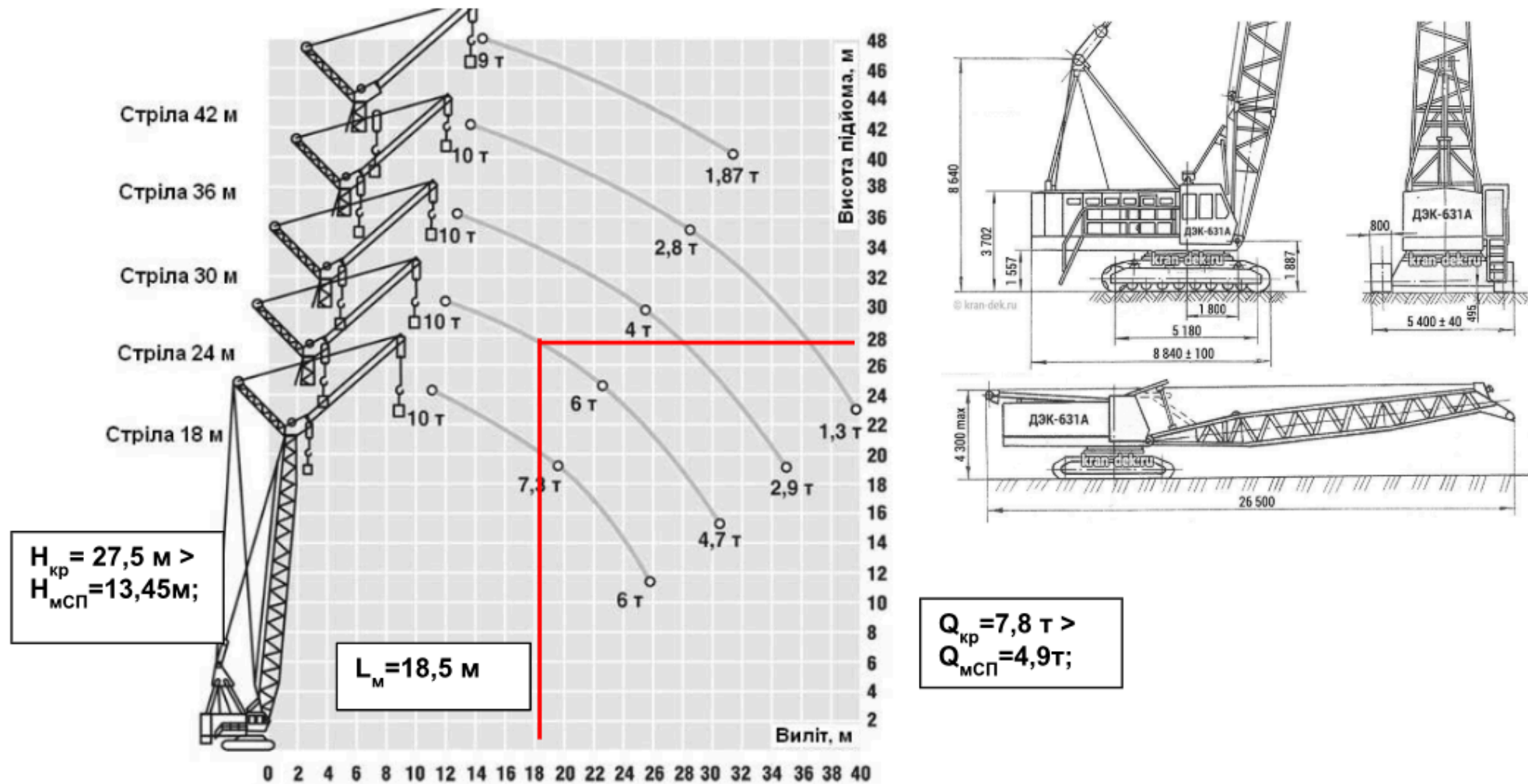


Рис. 3.5. Вантажовисотні характеристики крана ДЭК-631А при баштово-стріловому виконанні та допоміжний підйом і придатність його для монтажу стінових панелей

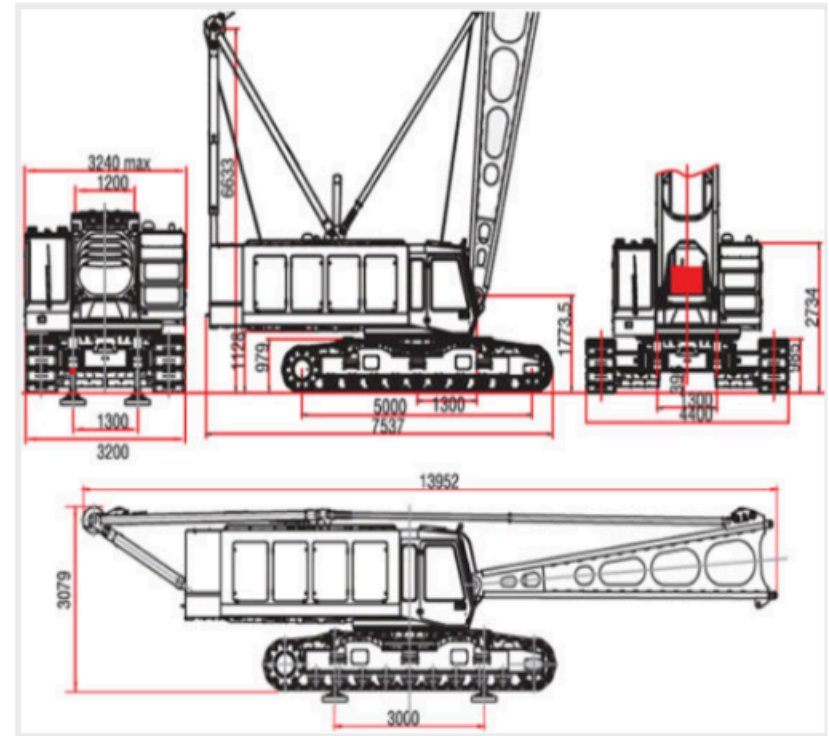
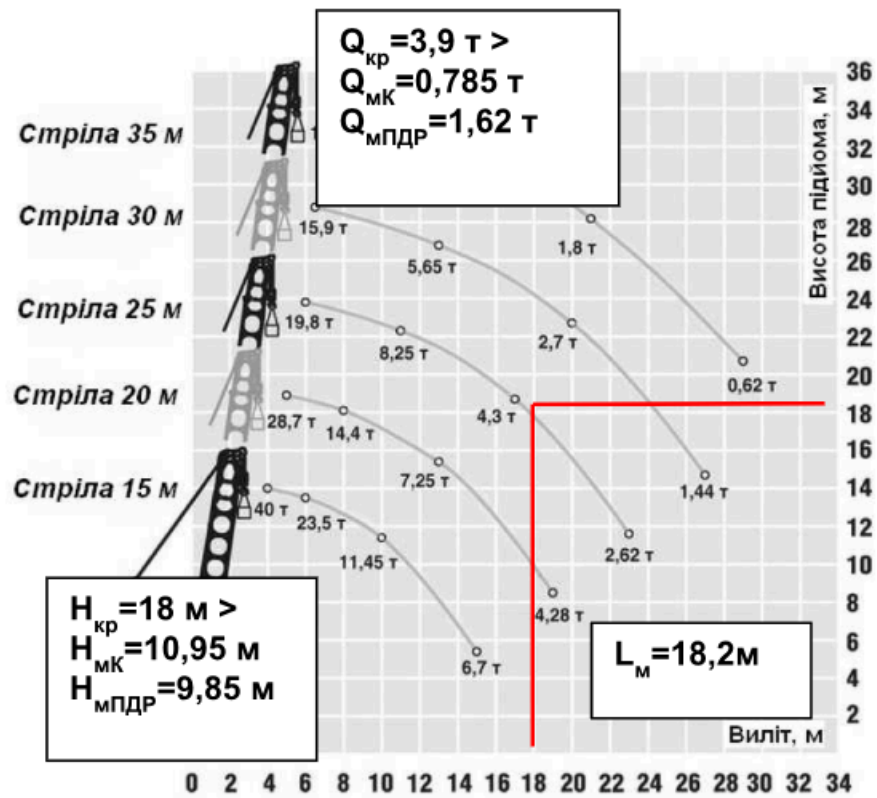


Рис. 3.8. Загальний вид та вантажовисотні характеристики гусеничного крана ДЭК 401: баштово-стрілове виконання і допоміжний підйом з гуськом 5 м й придатність його для монтажу колон та ПДР за монтажного вильоту 18 м

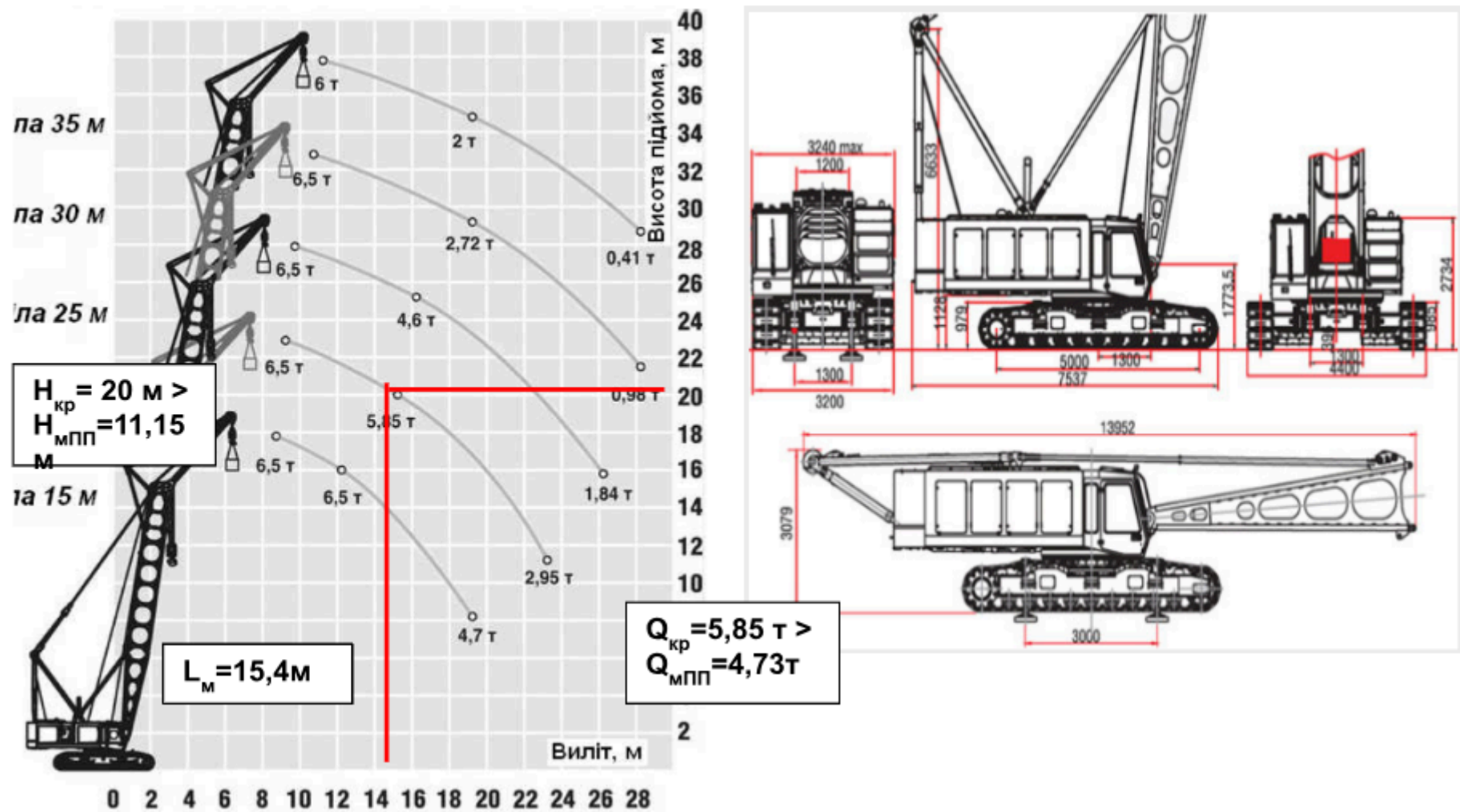


Рис. 3.10. Загальний вид та вантажовисотні характеристики гусеничного крана ДЭК 401: баштово-стрілове виконання і допоміжний підйом з гуськом 5 м й придатність його для монтажу плит покриття за монтажного вильоту 15,4 м

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

Таблиця 3.9

№ поз.	Назва конструкції в елементарних монтажних потоках	Монтажні характеристики конструкцій			Гусеничні крани, придатні за технічними характеристиками
		$Q_{м, т}$	$H_{м, м}$	$L_{м, м}$	
1	2	3	4	5	6
1	Стінові панелі	4,9	13,45	18,5	Гусеничний кран ДЕК-631А, стріла 24 м механічний привід
2	Фундаментні блоки	1,62	9,85	18,2	Гусеничний кран ДЕК-401, стріла 25 м механічний привід
3	Колони	0,785	10,95	18,2	
4	Плити покриття	2,35	11,05	7,5	Гусеничний кран ДЕК-401, стріла 20 м механічний привід

3.6. Складання калькуляції трудових витрат

Таблиця 3.10

Калькуляція трудових витрат (на ділянку)

№ пор.	Найменування процесів	Об'єм робіт		Обґрунтування за ГН, ЕНиР	Норма часу <u>люд.-год.</u> маш.-год.	Трудоємність <u>люд.-год.</u> маш.-год.	Склад ланки	
		Одиниця ви-міру	Кількість одиниць				Професія /розряд/	К-ть
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Установка панелей стін резервуара площею 4,8 x 2,98 = 14,3 м ²	1 шт	36	Е §4-1-8, табл. 2, п. 10а, б	<u>1,50</u> 0,37	<u>1,5x36</u> 0,37x36 = <u>54,00</u> 13,32	Монтажник 5р., 4 р., 3 р., 2 р. Машиніст 6 р.	1 1 1 1 1
2	Зварювання випусків арматури панелей стін 36 x 4,32 = 155,5 м	10 м	15,55	Е §22-1-4, п. 4а	<u>7,10</u> -	<u>110,05</u> -	Зварювальник 5 р.	1
3	Закладання швів дна паза днища бетонною	1 м ³	3,097	Е §4-1-51,	<u>5,80</u> -	<u>17,97</u> -	Монтажник 4р.,	1

	сумішшю з ущільненням (0,08+0,095)/2x0,33x2,9 8x36=3,097 м ³			п. 1			3 р.	1
4	Заливання швів панелей стін бетонною сумішшю механізованим способом	100 м	4,8 x 36 / 100 = 1,7	Е §4-1-26, п. 2а	<u>28,00</u> -	<u>47,6</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 6р., 2 р.	1 1
6	Влаштування опалубки монолітних ділянок стін резервуарів	1 м ²	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 ³	1 м ³	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 ²	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	33	Е §4-1-1, табл. 2, п. 8а, б	<u>2,00</u> 0,67	<u>66,00</u> 22,11	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	33	Е §4-1-4, табл. 2, п. 2а, б	<u>2,40</u> 0,24	<u>79,2</u> 7,92	Монтажник 5р., 4 р., 3 р., 2 р. Машиніст 6 р.	1 1 2 1 1
11	Замонолічування колон у стаканах фундаментів	1 стик	33	Е §4-1-25, табл. 1, п. 1	<u>0,81</u> -	<u>26,73</u> -	Монтажник 4р., 3 р.	1 1
12	Установка ригелів масою до 5т	1 шт	18	Е §4-1-6, табл. 2, п. 4а, б	<u>2,40</u> 0,48	<u>43,20</u> 8,64	Монтажник 5р., 4 р., 3 р., 2 р. Машиніст 6 р.	1 1 2 1 1
13	Електрозварювання	10 м	1,12	Е	<u>6,80</u>	<u>7,62</u>	Зварювальник	

	ригеля з колоною 0,62x18=11,20 м			§22-1-3, п. 1Г	-	-	5 р.	1
14	Електрозварювання ригеля із стіноюю 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 ² 1,5x6 = 9 м ²	1 шт	72	Е §4-1-7, п. 9а, б	<u>0,84</u> 0,21	<u>60,48</u> 15,12	Монтажник 4р., 3 р., 2 р., Машиніст 6 р.	1 2 1 1
16	Електрозварювання плити з ригелем 0,24x48=11,52 м	10 м	1,152	Е §22-1-3, п. 1Г	<u>6,80</u> -	<u>7,83</u> -	Зварювальник 5 р.	1
17	Електрозварювання плити покриття із стіноюю панеллю при обпиранні довшою стороною 0,08x24=1,92 м	10 м	0,192	Е §22-1-3, п. 1Г	<u>6,80</u> -	<u>1,30</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> -	Монтажник 4р., 3 р.	1 1

3.7. Складання таблиці технологічних розрахунків і побудова графіка виконання робіт

Таблиця 3.11

Технологічні розрахунки монтажу РЧВ (на дільницю)

№ про-це-су	Найменування процесів і посилання на пункти калькуляції	Об'єм робіт		Трудомісткість люд.-зм. / маш.-зм.		Прийнятий склад ланок та бригади		Трива-лість робіт, змін	Вико-нання норм, %
		Одини-ця вимі-рювання	Кількіс-ть одиниць	за нормо-ю	прийма-та	Професія /розряд/	К-ть		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Установка панелей стін резервуара площею (п. 1)	1 шт	36	<u>48:8</u> 13,32: 8 = <u>6,00</u> 1,67	<u>1,5x4=6</u> 1,5x1=1 ,5	Монтажник 5р., 4 р., 3 р., 2 р. Машиніст 6 р.	1 1 1 1	6:4=1,5 або 1,67:1=1,67 прийма-то 1,5	для монт. 6:6x100 = 100 для маш. 1,67:1,5 x 100=111
2	Зварювання	10 м	15,55	<u>13,76</u>	<u>14,00</u>	Зварювальник 5 р.	8	2	98

	випусків арматури панелей стін (п. 2)			-	-				
3	Закладання швів дна паза днища і панелей стін бетонною сумішшю (п. 3-4)	1 м ³ 100 м	3,097 1,70	<u>2,25+5,</u> <u>95</u> - = <u>8,20</u> -	<u>8,00</u> -	Монтажник 4р., 3 р.	2 2	2	103
4	Бетонування монолітних ділянок стін резервуару (п. 5-8)	1 т 1 м ² 1 м ³ 1 м ²	1,458 103,76 13,6 103,76	<u>25,22</u> -	<u>25,00</u> -	Арматурник 6р., 2 р., Тесляр 5р., 3 р., Бетонник 4р., 2 р.	2 2 2	4,0	100
5	Установка фундаментів, колон, замонолічування колон у стаканах фундаментів (п. 9-11)	1 шт 1 шт 1 стик	33 33 33	<u>21,49</u> 3,75	<u>21,00</u> 4,00	Монтажник 5р., 4 р., 3 р., 2 р. Машиніст 6 р.	1 1 2 1 1	4,0	для МОНТ. 102 для маш. 94
6	Установка ригелів, плит покриття (12, 15);	1 шт 1 шт	18 72	<u>12,96</u> 2,97	<u>13,00</u> 3,00	Монтажник 5р., 4 р., 3 р., 2 р. Машиніст 6 р.	1 1 2 1 1	3,0	для МОНТ. 99 для маш. 99
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	1,12 0,15 1,152 0,192	<u>2,22</u> -	<u>2,50</u> -	Зварювальник 5 р.	1	2,5	89
8	Заливка швів плит покриття розчином механізованим способом (п. 18)	100 м	7,06	<u>3,53</u> -	<u>3,50</u> -	Монтажник 4р., 3 р.	1 1	1,75	101
	Всього:			<u>93,38</u> <u>8,39</u>	<u>93,00</u> <u>8,5</u>				

3.8. Визначення техніко-економічних показників.

Таблиця 3.13

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.	44
3	Фундамент під колони	2ФР2	шт.	66
4	Колона	3КР48	шт.	66
5	Ригель	Р-1	шт.	36
6	Плита покриття	1П7	шт.	48
7	Плита покриття	1П3	шт.	48
8	Бетон	С 10/15	м ³	30,5+0,7+3,9=35,1
9	Розчинна суміш	М 100	м ³	4,2+0,8=5
10	Вироби монтажні	-	т	0,3
11	Пісок	-	м ³	15,9
12	Бруски 75 мм	IV сорт	м ³	0,7+1,6=2,3
13	Дошки 25 – 32 мм	IV сорт	м ³	0,7+0,4+14,2=15,3
14	Дошки 40 мм	IV сорт	м ³	0,7+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-I	кг	4,8
18	Бетон для монолітних ділянок	С 15/20	м ³	18,4
19	Арматура діаметром 6 мм	A240С	кг	24,0
20	Арматура діаметром 8 мм	A400С	кг	273,6
21	Арматура діаметром 14 мм	A400С	кг	993,6
22	Арматура діаметром 16 мм	A400С	кг	889,6
23	Гвіздки 120 мм	-	кг	40,3
24	Тісто вапняне	-	кг	159,9

Таблиця 3.14

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	ДЕК-401 стріла 25 м	шт.	1
3	Кран гусеничний	ДЕК-401 стріла 20 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 ³	БНВ-0,5	шт.	1
8	Балансуюча 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 вивіряння	-	шт.	12
17	Кондуктор для тимчасового закріплення ригелів та їх вивіряння	-	шт.	36
18	Кондуктор для тимчасового закріплення ригелів	-	шт.	40

Ручний інструмент

№ пор.	Машина, устаткування, інструмент, інвентар і пристрої	Марка	Одиниця вимірювання	Кількість		
II. Ручний будівельний інструмент						
19	Вібратор глибинний	ІВ-113	шт.	2		
20	Лопата для розчину	ЛР	шт.	10		
21	Зубило слюсарне 20х60°	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	ОС-600	шт.	4		
32	Рейка з виском	-	шт.	4		
33	Рулетка	РЗ-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	PERI	шт.	8		
	1200х3300 мм					
	600х3300 мм				шт.	4
	300х3300 мм				шт.	6
	1200х1200 мм				шт.	8
	600х1200 мм				шт.	4
300х1200 мм	шт.	6				

3.9. Розроблення операційного контролю якості робіт, до виконання робіт, заходи з охорони праці

Таблиця 3.15

Схема операційного контролю якості робіт

Операції, які підлягають контролю		Контроль якості виконання операцій			
виконавцем	майстром	склад	спосіб	строки	залучені служби
1	2	3	4	5	6
-	Монтаж панелей резервуара	Відповідність послідовності монтажу розробленій ТК. Точність установки панелей резервуара. Контроль якості зароблення стиків	Візуально, рулеткою	В процесі монтажу	-
Монтаж панелей резервуара	-	Правильність і надійність стропування. Вертикальність встановлених панелей. Надійність тимчасового кріплення. Правильність прив'язки панелей резервуара в плані	Візуально, рулеткою	В процесі монтажу	-
-	Монтаж фунда-ментів	Суміщення осей фундаменту відносно осей. Відхилення відміток вирівнюючого шару під блоки і опорні поверхні дна стаканів від проектних. Щільність примикання підшови фундаменту до поверхні основи.	Візуально, рулеткою	В процесі монтажу	Геоде-зична служба

Операції, які підлягають контролю		Контроль якості виконання операцій			
виконавцем	майстром	склад	спосіб	строки	залучені служби
1	2	3	4	5	6
Монтаж фундаментів	-	Відхилення відміток опорних поверхонь дна стаканів від проектних. Відповідність положення змонтованих фундаментів в плані.	Візуально, рулеткою	В процесі монтажу	Геодезична служба
-	Монтаж колон, ригелів, плит покриття	Установку конструкцій в проектне положення. Надійність тимчасового кріплення. Якість бетонних робіт при замоноличуванні колон. Глибину обпирання плит.	Візуально, рулеткою	В процесі монтажу	-
Монтаж колон, ригелів, плит покриття	-	Фактичне положення змонтованих конструкцій. Відповідність закріплення конструкцій проектним	Візуально, рулеткою	В процесі монтажу	Геодезична служба
-	Зварювання закладних деталей	Відповідність порядку зварювання і типа використовуваних електродів Проекту. Розміри швів, якість зачистки	Візуально	В процесі зварювання	Лабораторія
Зварювання і антикорозійний захист	-	Якість зварювання, наявність і правильність ведення журналу зварювальних робіт. Якість антикорозійного покриття.	Візуально	В процесі зварювання	Лабораторія
-	Закладення стиків	Дотримання технологічної послідовності операції. Якість закладення стиків. Температурно-вологий режим твердіння розчину. Фактичну міцність бетону і розчину і терміни розбирання опалубки	Візуально	В процесі закладення стиків	Лабораторія
Закладення стиків	-	Якість герметизації зовнішніх стін. Фактичну міцність бетону і розчину. Зовнішній вигляд закладених стиків	Візуально	В процесі закінчення роботи	Лабораторія

Вказівки до виконання робіт

1. Для суміщення монтажних процесів споруду розбиваємо на 2 монтажні ділянки, кожна з яких відповідає одному резервуару чистої води.

2. Виконувати монтажні роботи слід за схемою III, тобто заїжджаючи в споруду. Монтаж конструкцій вести з транспортних засобів, які рухаються назустріч монтажу.

3. Для досягнення потоковості робіт спеціалізований потік будівництва розділено на елементарні монтажні потоки:

- монтаж стінових панелей (гусеничний кран ДЕК-321, стріла 16,5 м);
- монтаж фундаментів під колони, колон (гусеничний кран СКГ-30/10, стріла 15 м);
- комплексний монтаж ригелів, плит покриття (гусеничний кран СКГ-25, стріла 15 м),

4. Монтаж стінових панелей дозволяється виконувати, коли бетон днища матиме міцність 70% проектної. Монтаж стінових панелей слід починати з монтажу маячних панелей за допомогою балансуєчої траверси вантажопідіймальністю 8 т. Правильність положення панелі звіряють по рисках, які нанесені на верхній грані фундаменту днища, а в поперечному напрямку – по маячним стіновим панелям. Вивіряють стінові панелі рейками. Тимчасово закріплюють панель двома підкосами зі струбцинами та шістьма металевими клинами.

5. Для закладання швів дна паза днища, панелей стін і замонолічування колон у стаканах фундаментів слід застосовувати бетонну суміш С10/15. Для електрозварювання стиків (закладних деталей) слід використовувати ручну електрозварку і електроди Є-42.

Інженерні заходи з охорони праці

Вони повинні містити комплекс організаційно-технічних заходів та інженерних рішень, які забезпечують виконання правил охорони праці на будівельному майданчику.

1. Для спускання робітників в котлован використовувати приставні дерев'яні драбини, встановлені не ближче 10 м від місця роботи крана.

2. На ділянці, де виконуються монтажні роботи, не допускається перебування сторонніх осіб, для чого на межах ділянок необхідно встановити сигнальне огороження.

3. При монтажі ригелів захватний пристрій дозволяється знімати після кінцевого їх закріплення.

4. Під час монтажу споруд монтажники повинні перебувати на раніше встановлених і надійно закріплених конструкціях чи засобах підмоцвання. Забороняється перебування людей на елементах конструкцій і обладнання під час їх піднімання і переміщення, або якщо вони не мають постійного закріплення.

5. Підкоси для тимчасового закріплення стінових панелей, необхідно прикріпити до надійних опор, наприклад фундаментних блоків. Підкоси необхідно розташовувати за межами габаритів руху транспорту і будівельних машин.

6. Піднімання вантажу (примерзлого, частково засипаного ґрунтом, сміттям, з'єданого з елементами інших конструкцій тощо), який перевищує вантажопідйомність монтажного крана, заборонено.

7. Для освітлення робочого місця в темну пору доби на відстані не більше 8 м з двох сторін від місця, де виконують монтаж слід установити інвентарні освітлювальні вишки з електричними прожекторами потужністю кожного не менше 400 Вт.

8. Під час монтажу плит покриття на змонтованих чарунках встановити по периметру тимчасову огорожу, яка розрахована на навал робітника з інструментом.

Розділ 4. Охорона навколишнього середовища

Межі поясів ЗСО поверхневих джерел встановлюють на певних відстанях від водозабірної споруди.

Перший пояс:

- для водотоків:
 - не менше ніж 20 м – вгору за течією;
 - не менше ніж 100 – м вниз за течією;
 - не менше ніж 100 м – по прилеглому берегу до водозабірної споруди;
 - уся акваторія та протилежний берег (50 м) – при ширині водотоку менше ніж 100 м;
 - акваторія не менше ніж 100 м – при ширині водотоку більше ніж 100 м.
- для водойм:
 - не менше ніж 100 м – в усіх напрямках по акваторії;
 - не менше ніж 100 м – по прилеглому берегу до водозабірних споруд;
- для водозабірних споруд ковшового типу – уся територія навколо споруди смугою не менше ніж 100 м.

Другий пояс:

- для водотоків:
 - не менше ніж 250 м – вниз за течією;
 - 500 м – бокові території при рівнинному рельєфі;
 - не більше ніж 750 м – бокові території при гірському рельєфі (пологий схил);
 - 1000 м – бокові території при гірському рельєфі (крутий схил).
- для водойм:
 - 3000 м – в усіх напрямках по акваторії (до 10% вітрів в бік водозабірної споруди);

- о 5000 м - в усіх напрямках по акваторії (більше 10% вітрів в бік водозабірної споруди);
- о бокові межі так само, як для водотоків.

Межі **третього поясу** приймають такими ж, як для другого поясу.

Майданчики водопровідних споруд

Перший пояс:

- не менше ніж 30 м – від фільтрів, стін освітлювачів, резервуарів питної води;
- не менше ніж 15 м – від водонапірної башти та інших споруд.

Другий пояс:

- не менше ніж 100 м – санітарно-захисна смуга навколо першого поясу.

Межі **третього поясу** приймають такими ж, як для другого поясу.

Водоохоронні та санітарні заходи

Перший пояс:

- відведення стічних вод повинно здійснюватися з урахуванням санітарних режимів на очисні споруди (розташовані за межами першого поясу ЗСО) або у найближчу систему побутової (виробничої) каналізації;
- відведення поверхневих вод, санітарний догляд та озеленення територій та межі поясу;
- охорона, технічні засоби та огорожі відповідно до [9, 10].

Другий пояс:

- знешкодження усіх проблемних свердловин, що несуть небезпеку або неправильно експлуатуються;
- заборона розташування будь-яких складів, що містять небезпечну хімічну продукцію (для запобігання забрудненню джерел водопостачання);
- вчасне виконання усіх заходів щодо санітарної охорони.

Заходи для **третього поясу** приймають такими ж, як для другого поясу.

Заборонені дії в межах ЗСО

Перший пояс:

- усі види будівництва (окрім тих, що пов'язані з експлуатацією чи реконструкцією водопровідних мереж чи споруд);
- проживання людей (у тому числі працівників водопроводу);
- прокладання не пов'язаних з водопровідними спорудами трубопроводів;
- рибальство, використання добрив, випас худоби, відведення стічних вод у прилеглі водойми, купання людей;
- вирубка лісу;
- видобування копалин, створення причалів плавзасобів;
- інші види водокористування, що впливають на її якість.

Другий пояс:

- городництво, садівництво та інші види розорювання земель;
- будь-яке використання заболочених ділянок;
- вирубка лісу;
- видобування копалин;
- випас худоби у береговій смузі шириною не менше 300 м;
- інші дії, зазначені для прийняття у третьому поясі ЗСО.

Третій пояс:

- розташування споруд для очистки стічних вод, кладовищ, , мулових ставків та інших споруд, що можуть сприяти мікробному забрудненню джерел водопостачання;
- використання добрив та пестицидів.

Розділ 5. Техніко-економічні розрахунки

5.1. Розрахунок чисельності робітників основного і допоміжного виробництва водопроводу

Таблиця 5.1

Розрахунок чисельності робітників основного і допоміжного виробництва водопроводу на 2024р.

№ п/п	Вид споруд	Професія	Розряд	Обсяг виробництва /продуктивність споруд, протяжність мереж тощо/		Нормативна чисельність робітників (прийнята), чол./добу	Основа
				Одиниця	Кількість одиниць		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Водозабірні споруди	Машиніст насосних установок	3	шт	12	4,24 (5)	Дод 2,2
5	Фільтри	Оператор	2	Тисяча м ³ /добу	23,447	3,6 (4)	Дод 2,3
6	Хлораторні установки	Оператор хлораторних установок	4	Тисяча м ³ /добу	23,447	4,2 (4)	Дод 2,3
	Повітродувні установки	Машиніст повітродувних установок	4	Тисяча м ³ /добу	23,447	0,9 (1)	Дод 2,3
7	Водопровідна мережа / включаючи	Слюсар аварійно-відновлюваль	4	км	120	17	Дод 2,4

		них робіт					
	Водопроводи, вуличну, внутріквартальну і внутрідворову мережі	Обхідник водопровідної мережі	3	км	120	17	Дод 2,4
9	РЧВ	Водороздатчик	1	шт	2	1	Дод 2,5
10	Насосні станції водопроводу	Машиніст насосних установок	5	Тисяча м ³ /добу	23,447	3,7 (4)	Дод 2.1
		Електромонтер з ремонту та обслуговування електроустаткування	5	Тисяча м ³ /добу	23,447	4,2 (4)	Дод 2.1
		Газоелектрозварник	4	Тисяча м ³ /добу	23,447	1	Дод 2,10
		Електромонтер по ремонту устаткування	5	Тисяча м ³ /добу	23,447	4,2 (4)	Дод 2,10
		Електромонтер по обслуговуванню устаткування	3	Тисяча м ³ /добу	23,447	4,2 (4)	Дод 2,10
		Слюсар КВПіО	4	Тисяча м ³ /добу	23,447	1	Дод 2,10
		Лаборанти хіміко-бактеріологічної лабораторії:	5	Тисяча м ³ /добу	23,447	1	Дод 2,10

Розрахунок нормативної чисельності ІТП і службовців водопроводу на 2024р.

№ 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 техніці безпеки	1
	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, КІПіА	Допоміжні цехи /ділянки/	Інженери усіх спеціальностей	3
			Начальник відділу	1
	Техніко-економічне планування організація праці і заробітної плати, НОТ	Планово-економічний відділ	економісти	2
	Бухгалтерський облік і Н ₆ 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.

5.2. Розрахунок фонду заробітної плати робітників, ІТП і службовців.

Таблиця 5.3

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, тис. грн
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Начальник управління	1	30000	360000	25%	90000	450
2	Головний інженер	1	25000	300000	25%	75000	375
3	Начальник очисної станції	1	20000	240000	25%	60000	300
4	Начальник ділянки	1	20000	240000	25%	60000	300
5	Головний диспетчер	1	10000	120000	25%	30000	150
6	Технік	3	9500	342000	25%	85500	427,5
7	Начальник відділу	3	15000	540000	25%	135000	675
8	Інженери всіх спеціальностей	11	12000	1584000	25%	396000	1980
9	Начальник лабораторії	1	15000	180000	25%	45000	225
10	Лаборанти	2	8500	204000	25%	51000	255
11	Економісти	2	12000	288000	25%	72000	360
12	Головний бухгалтер	1	15000	180000	25%	45000	225
13	Бухгалтер	1	10000	120000	25%	30000	150
14	Комірник	1	8500	102000	25%	25500	127,5
15	Робітник 1 розряду	1	9000	108000	25%	27000	135
16	Робітник 2 розряду	4	9500	456000	25%	114000	570
17	Робітник 3 розряду	26	10000	3120000	25%	780000	3900
18	Робітник 4 розряду	30	10500	3780000	25%	945000	4725
19	Робітник 5 розряду	11	12000	1584000	25%	396000	1980
20	МОП	4	8000	384000	25%	96000	480

Всього: 106 чол.

17 790 тис.грн

5.3. Розрахунок витрат електроенергії

Витрати електроенергії насосною станцією I підйому

Визначають витрату одного насоса S-181B/3:

$$Q_n = Q_{\text{доб}} / 24n = \frac{23447}{24 \cdot 12} = 81,41, \text{ м}^3/\text{год},$$

де $Q_{\text{доб}}$ – добова витрата насосної станції, м³/добу; n – кількість робочих насосів, шт.

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

Розраховують потужність насоса:

$$N_n = \frac{Q_n H_n}{102 \eta_n 3,6} = \frac{8141 \cdot 77}{102 \cdot 0,76 \cdot 3,6} = 22,46 \text{ кВт}$$

Приймають коефіцієнт запасу потужності електродвигуна κ_1 , що враховує можливі перевантаження при експлуатації.

Таблиця 5.4

Значення коефіцієнту запасу потужності електродвигуна

Потужність електродвигуна, кВт	5 - 100	більше 100
Коефіцієнт запасу потужності, κ_1	1,15 – 1,08	1,05

Розрахункова потужність електродвигуна насоса

$$N_n \kappa_1 = 22,46 * 1,14 = 25,6 \text{ кВт.}$$

Коефіцієнт корисної дії електродвигуна $\eta_{\text{дв}}$

Таблиця 5.5

Коефіцієнт корисної дії електродвигуна

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

Річна витрата електроенергії НС-I, що сплачується

$$E_{НС-I} = \frac{N_H n \cdot 24 \cdot 365}{\eta_{\text{дв}}} k_5 = \frac{25,6 \cdot 12 \cdot 24 \cdot 365}{0,896} \cdot 1,05 = 2766791,1 \text{ кВт}\cdot\text{г},$$

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

Витрати електроенергії насосною станцією II підйому

Таблиця 5.6

Визначення добової потужності насосної станції II підйому

Години доби	$P\%$ для $k_{\text{год.мах}}$	Q_i , м ³ /г	Кількість працюючих насосів n , шт.	Витрата одного насоса $Q_n = Q_i/n$, м ³ /г	Потужність насоса за характеристикою N , кВт	$N \cdot n$, кВт
0-1	3,35	812,54	1	812,54	200	200
1-2	3,25	788,29	1	788,29	200	200
2-3	3,3	800,42	1	800,42	200	200
3-4	3,2	776,16	1	776,16	200	200
4-5	3,25	788,29	1	788,29	200	200
5-6	3,4	824,67	1	824,67	200	200
6-7	3,85	933,82	2	466,91	100	200
7-8	4,45	1079,35	2	539,67	100	200
8-9	5,2	1261,26	2	630,63	150	300
9-10	5,05	1224,88	2	612,44	150	300
10-11	4,85	1176,37	2	588,18	150	300
11-12	4,6	1115,73	2	557,87	120	240
12-13	4,6	1115,73	2	557,87	120	240
13-14	4,55	1103,60	2	551,80	100	200
14-15	4,75	1152,11	2	576,06	120	240
15-16	4,7	1139,99	2	569,99	120	240
16-17	4,65	1127,86	2	563,93	120	240
17-18	4,35	1055,09	2	527,55	100	200
18-19	4,4	1067,22	2	533,61	100	200
19-20	4,3	1042,97	2	521,48	100	200
20-21	4,3	1042,97	2	521,48	100	200
21-22	4,2	1018,71	2	509,36	100	200
22-23	3,75	909,56	1	909,56	200	200

23-24	3,7	897,44	1	897,44	200	200
-------	-----	--------	---	--------	-----	-----

$$\Sigma(N \cdot n) = 627$$

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

Витрата за кожну годину доби Q_i :

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

Річна витрата активної електроенергії, що сплачується:

$$E^{HC-II} = \frac{\Sigma(N \cdot n) \cdot 365}{\eta_{дв}} k_5 = \frac{6270 \cdot 365}{0.896} 1.05 = 2681894.5 \text{ кВт} -$$

Для визначення коефіцієнта корисної дії двигуна $\eta_{дв.}$ (таблиця 5) за потужність насоса N_n приймають найбільше значення потужності в графі 6 таблиці 6. Далі визначають розрахункову потужність електродвигуна насоса

Витрати електроенергії електродвигуном насосною установкою

$$N_n k_1 = 4,5 * 1,15 = 5,175 \text{ кВт.}$$

$$E_{електр.} = \frac{N_n \cdot n \cdot 24 \cdot 365}{\eta_{дв}} k_5 = \frac{4,5 \cdot 1 \cdot 24 \cdot 365}{0,72} \cdot 1,05 = 59\ 882 \text{ кВт-Г}$$

Визначення вартості спожитої електроенергії

Вартість електроенергії водопровідних насосних станцій:

$$B_{ел} = C \cdot (E^{HC-I} + E^{HC-II}) = 8,4(2766791,1 + 2681894.5 + 59\ 882) = 46\ 271$$

967 грн.

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

$$C = 8,40 \text{ грн.}$$

5.4. Розрахунок потреб реагентів

Річна потреба реагентів для очищення природних вод визначається за плановою подачею води і середньою дозою реагентів:

$$P_p = D_{ср} \cdot Q_p$$

Розрахунок річних витрат на реагенти зводиться у відомість, форма якої наведена в таблиці 7.

Таблиця 5.7

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

№ п/п	Реагент	Одиниця	Доза реагенту	Обсяг виробництва подача води (очищення стічних вод), тис. м ³ /рік	Витрата реагенту, т	Вартість 1 т реагенту грн	Загальна вартість реагенту грн
1	NaCl	кг/м ³	4,2	8558,1	35,94	8800	316272

Всього:

316 272 грн

5.5. Розрахунок амортизаційних відрахувань

Таблиця 5.8

№ п/п	Основні фонди	Вартість основних фондів В, грн	Строк корисного використання Т, років	Сума амортизаційних відрахувань А, грн
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- II 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	101840	10	10184
10	Мережі водопровідні поліетиленові, тис.грн	4172	10	417,2

Всього:

14 786,28 тис грн

5.6. Розрахунок собівартості води

Таблиця 5.9

Кошторис витрат на подачу води, грн

Стаття витрат	Кількість	Примітка
Заробітна плата робітників, ІТП і службовців	17 790 000	
Нарахування на заробітну плату (ЄСВ) в розмірі 22%	3 913 800	
Всього:	21 703 800	грн
Електроенергія	46 271 967	
Реагенти	316 272	
Амортизація	14 786 280	
Всього:	61 374 519	грн
Інші витрати	6 137 451	

Всього витрат: 89 215 770 грн

Собівартість продукції водопроводу, грн/м³:

$$C = \frac{Z}{Q_p} = \frac{89215770}{8558155} = 10,42 \frac{\text{грн}}{\text{м}^3};$$

де Z – загальні експлуатаційні витрати, тис. грн/рік; Q_p – річна подача води (пропуск та очищення стічних вод) тис.м³/рік.

Висновки

У результаті виконаної дипломної роботи розроблено комплексний проєкт системи водопостачання міста з чисельністю населення 45 000 осіб із використанням підземного джерела водопостачання. Проєкт включає гідравлічно обґрунтовану розподільчу мережу з побудовою графіка п'єзометричних напорів, визначенням параметрів регулювальних споруд, зокрема висоти водонапірної башти, а також перевіркою роботи мережі в аварійних умовах.

Запроєктовано водозабірні споруди підземного типу, станцію водопідготовки, насосну станцію другого підйому та внутрішнє санітарно-технічне обладнання житлового будинку. Розроблено технологію будівництва двох резервуарів чистої води об'ємом по 4000 м³ кожен, з урахуванням їх геометричних параметрів. Окремо розглянуто питання облаштування зон санітарної охорони водопровідних споруд та умови їх подальшої експлуатації.

На основі проведених розрахунків визначено техніко-економічні показники, що підтверджують доцільність та ефективність запропонованих інженерних рішень.

Список літератури

1. ДБН В.2.5-74:2013 Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – К.: Мінрегіон України, 2013. – 180 с.
2. Шевелев Ф.А., Шевелев А.Ф. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб. Справочное пособие. М., Стройиздат, 1984. – 116 с.
3. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4-171-10) URL <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text>
4. ДБН В.2.5-64:2012. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина 1. Проектування. – Київ: Мінрегіон України, 2013. – 113 с.
5. ДБН А.3.1-5-2016 Організація будівельного виробництва – К.: Мінрегіонбуд України, 2017. – 70 с.
6. Посібник з розробки проектів організації будівництва і проектів виконання робіт (до ДБН А.3.1-5-96 «Організація будівельного виробництва») -Технологічна та виконавча документація орендне підприємство науково-дослідний інститут будівельного виробництва. Київ – 1997.Частина 1.:
Технологічна та виконавча документація. – 53 с.
7. ДБН В.1.2-5-2007 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Науково-технічний супровід будівельних об'єктів. Мінрегіонбуд України. – К.: 2007. – 14 с.
8. Організація будівництва. За редакцією С.А. Ушацького. Підручник. К.: Кондор, 2007. – 520 с.
9. ВБН В.2.5-78.11-01-2003/МВС України Інженерне обладнання будинків і споруд. Системи сигналізації охоронного призначення
- 10.ГСТУ 78.11.001-98 (Витяг) Укріпленість об'єктів, що охороняються за допомогою пультів централізованого спостереження державної служби охорони. Загальні технічні вимоги

- 11.Кравчук А.М., Кравчук О.А. Водопостачання і водовідведення. К: КНУБА. 2013. – 180 с.
- 12.Тугай А.М., Терновцев В.О., Тугай Я.А. Розрахунок і проектування споруд систем водопостачання: Навчальний посібник. – КНУБА, 2001. – 256 с.
- 13.Санітарно-технічне обладнання будівель: методичні вказівки до виконання курсового проекту / уклад.: А.М. Кравчук, О.А. Кравчук. – Київ: КНУБА, 2022. – 46 с.
- 14.Тугай А.М., Орлов В.О. Водопостачання: Підручник. – К.: Знання, 2009. – 735с.
- 15.Споруди для забору поверхневих вод: методичні вказівки до виконання курсового проекту / уклад.: А.М. Тугай, Я.А. Тугай, І.А. Обертас, Ю.М. Пікуль. – К.: КНУБА, 2014. – 40 с.
- 16.Водопостачання. Методичні вказівки до виконання курсового проекту. / Укл.: О. М. Кушка, Є. В. Юрков, В. П. Балло – К.: КНУБА, 2014. – 56 с
- 17.Гідравлічні та аеродинамічні машини, насосні і повітродувні станції: методичні вказівки до виконання курсового проекту та контрольної роботи / уклад.: А.М. Кравчук, О.А. Кравчук. – Київ: КНУБА, 2022. – 42 с.