

**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 деталюванням водопровідних колодязів

Галузь знань:

19 «Архітектура та будівництво»

Спеціальність:

192 «Будівництво та цивільна
інженерія»

Освітньо-професійна програма:

«Водопостачання та водовідведення»

IV курс, група ВВ-21

Здобувач:

Перебийніс В.Є.

(прізвище та ініціали)

Керівник

Аргатенко Т.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(прізвище та ініціали)

(підпис)

(підпис)

(підпис)

Київ – 2025

**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) Перебийніс Владислав Євгенійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи Водопостачання міста з деталюванням водопровідних колодязів

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

2. Термін подання здобувачем роботи 15.06.2025

3. Вихідні данні:

кількість населення: I район – 22000 осіб, II район – 10000 осіб;

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

ступінь благоустрою житлової забудови: I район – з централізованим

гарячим постачанням, II район – з ваннами та місцевими

водонагрівачами;

кліматичний район населеного пункту: II Східний степ;

підприємства: Маслозавод, Чавунного лиття, Содовий;

відмітка поверхні землі біля насосної станції II підйому – 106,0 м

4. Перелік розділів основної частини кваліфікаційної роботи:

- Р.1. Водопостачання населеного пункту
- Р.2. Внутрішнє санітарно-технічне обладнання будівлі
- Р.3. Технологія будівельного виробництва
- Р.4. Охорона навколишнього середовища
- Р.5. Визначення собівартості послуг водопостачання

6. Графічний матеріал за розділами

- Р.1. План водопровідної мережі
- Р.2. Графік п'єзометричних ліній, ситуаційний план, підземна камера свердловини, схема розташування свердловин
- Р.3 Мережа В1;К1 кварталу, план поверху, план підвалу, деталювання водопровідних колодязів
- Р.4 Аксонометрія В1, Т3-Т4, К1, К2
- Р.5 Технологічна карта розробки 2-х РЧВ 5000м³

7. Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1	25.06.2025
Розділ 2	30.06.2025
Розділ 3	07.06.2025
Розділ 4	10.06.2025
Розділ 5	12.06.2025
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 10.05.2025

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

Здобувач _____ Владислав ПЕЕРЕБИЙНІС

РЕЗЮМЕ (SUMMARY) до атестаційної випускної роботи здобувача:	(ПІБ здобувача українською та англійською) Перебийніс Владислав Євгенійович Perebyinis Vladyslav Evgeniyovich		
ЗВО	Київський національний університет будівництва і архітектури		
Тема (українською та англійською)	Водопостачання міста з деталюванням водопровідних колодязів Water supply of the city with detailing of water wells		
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
	91	5	5
Розділ 1	Розробка системи водопостачання заданого міста		
Розділ 2	Розрахунок внутрішньоквартальної мережі та санітарно-технічного обладнання обраної будівлі		
Розділ 3	Вибір способів та технологій виконання будівництва		
Розділ 4	Розрахунок вартості роботи системи водопостачання		

Розділ 5	Розгляд аспектів охорони навколишнього середовища
Висновки по роботі:	Виконання проєкту водопостачання міста з деталюванням водопровідних колодязів
Ключові слова: Keywords:	Водопостачання, водопровідні колодязі, санітарно-технічне обладнання, охорона навколишнього середовища Water supply, water wells, sanitary equipment, environmental protection Water supply of the city with detailing of water wells

Здобувач _____
(підпис)

Владислав ПЕЕРЕБИЙНІС _____
(власне ім'я та прізвище)

Керівник _____
(підпис)

Тетяна АРГАТЕНКО _____
(власне ім'я та прізвище)

“ ___ ” _____ 2025 р.

Зміст

Вступ.....	6
Розділ 1. Водопостачання населеного пункту.....	7
Розділ 2. Внутрішнє санітарно-технічне обладнання будівлі.....	44
Розділ 3. Технологія будівельного виробництва.....	57
Розділ 4. Визначення собівартості послуг водопостачання	84
Розділ 5. Охорона навколишнього середовища	92
Висновки.....	95
Список літератури.....	96

Вступ

У даній роботі розроблено систему водопостачання міста населенням 32000. ос. з підземного джерела. Також включено розподільчу водопровідну мережу, для якої виконано гідравлічний розрахунок, побудовано графік п'єзометричних напорів, визначено місткості регулювальних споруд, висоту башти. Розроблено деталювання водопровідних колодязів в системі водопостачання. Виконано проектування водозабірних споруд підземного типу, також розраховано і підібрано насоси II підйому.

Додатково розроблено проєкт технології будівництва двох резервуарів чистої води об'ємом 5000 м³ кожен та розглянуто аспекти організації зон санітарної охорони водопровідних споруд та умови їх експлуатації.

Розділ 1. Водопостачання населеного пункту

Вихідні дані для проектування

1. Кількість населення:

І район - 22000 осіб

ІІ район - 10000 осіб

2. Кількість поверхів забудови міста:

І район - 5

ІІ район - 3

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

І район - з централізованим гарячим водопостачанням

ІІ район - з ваннами та місцевими водонагрівачами

4. Кліматичний район населеного пункту (ДСТУ-Н Б.В.1.1-27) – ІІ Східний степ

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	Маслозавод	1	т	250	250	12	140	140	-	-
2	Чавунного лиття	3	т	400	150	22	6000	2100	60	75
3	Содовий	2	т	38	20	80	1550	800	60	80

6. Довжина напірних водоводів - 2,7 км

7. Відмітка поверхні землі біля насосної станції ІІ підйому - 106,0 м

8. Генплан міста (М 1:20000)



Визначення розрахункових добових витрат води

Визначення розрахункових добових витрат води міста починаємо з підрахунку водоспоживання його населення (табл. 1).

Розрахункові витрати води на господарсько-питні потреби населення в добу найбільшого і найменшого водоспоживання визначаємо із виразів [1]:

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

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

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

Таблиця 1.1

Водоспоживання населення міста

Райони міста	N, осіб	$q_{\text{ж}}$, л/ос.добу	$Q_{\text{доб.ср}}$, м ³ /добу	$K_{\text{доб.мах}}$	$Q_{\text{доб.мах}}$, м ³ /добу	$K_{\text{доб.мін}}$	$Q_{\text{доб.мін}}$, м ³ /добу
I	22000	250	5500	1,2	6600	0,8	4400
II	10000	180	1800	1,2	2150	0,8	1440
Разом	32000	-	7300	-	8760	-	5840

Розраховуємо водоспоживання на виробничі (табл. 2) та господарсько-питні (табл. 3) потреби промислових підприємств.

Таблиця 1.2

Водоспоживання на виробничі потреби підприємств

Назва підприємства	№ зміни	Одиниця продукції	q_v , м ³ /од	$N_{\text{прод}}$, од./зміну	Q_v , м ³ /зміну
Маслозавод	1	т	12	250	3000
	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-
	Всього			250	3000
Чавунного лиття	1	т	22	150	3300
	2	т	22	125	2750
	3	т	22	125	2750
	Всього			400	8800
Содовий	1	т	80	20	1600
	2	т	80	18	1440
	-	-	-	-	-
	Всього			38	3040
Разом					14840

Витрати води на господарсько-питні потреби робітників на підприємствах у зміну передбачаємо [1]:

для гарячих цехів q_r – 45 л/особу;

для холодних q_x – 25 л/особу.

Таблиця 1.3

Водоспоживання на господарсько-питні потреби підприємств та прийняття душу

№ підприємства	№ зміни	К-сть працюючих, ос.	Гарячі цехи			Холодні цехи			$Q_{г.п.}$, м ³ /зм.	Прийняття душу		
			N_r , осіб	q_r , л/ос.	Q_r , м ³ /зм.	N_x , осіб	q_x , л/ос.	Q_x , м ³ /зм.		$N_{\text{душ}}$, осіб	$q_{\text{душ}}$, л/ос. зм.	$Q_{\text{душ}}$, м ³ /зм
1	1	140	-	45	-	140	25	3,5	3,5	-	53,5	-
	2	-	-		-	-		-	-	-		-
	3	-	-		-	-		-	-	-		-
	Σ	140	-	-	-	140	-	3,5	3,5	-	-	-
2	1	2100	1260	45	56.7	840	25	21	77,7	1575	75	118,13
	2	1950	1170		52.65	780		19,5	72,15	1462,5		109,7

	3	1950	1170		52,65	780		19,5	72,15	1462,5		109,7
	Σ	6000	3600	-	162	2400	-	60	222	4500	-	337,5
3	1	800	480	45	21,60	320	25	8	29,6	640	53,5	34,24
	2	750	450		20,25	300		7,5	27,75	600		32,1
	3	-	-		-	-		-	-	-		-
	Σ	1550	930		-	41,85		620	-	15,5		57,35
Разом	-	7690	4530	-	203,85	3160	-	79	282,85	5740	-	403,84

Таблиця 1.4

Витрати води на полив вулиць та зелених насаджень

Райони міста	Кількість населення, осіб	Питомі витрати води, л/ос.добу	Витрата води, м ³ /добу
I	22000	50	1100
II	10000	50	500
Разом	32000	-	1600

Таблиця 5

Баланс добового водоспоживання міста

№	Споживачі	Витрата води, м ³ /добу		
		середньодобове водоспоживання	доба максимального водоспоживання	доба мінімального водоспоживання
1	Населення I району	5500	6600	4400
	Невраховані витрати	550	660	440
	Разом	6050	7260	4840
2	Населення II району	1800	2160	1440
	Невраховані витрати	180	216	144
	Разом	1980	2376	1584
Підприємство 1				
3	Виробничі потреби	3000	3000	3000
	Господарсько-питні	3,5	3,5	3,5
	Душові	-	-	-
	Разом	3003,5	3003,5	3003,5
Підприємство 2				
4	Виробничі потреби	8800	8800	8800
	Господарсько-питні	222	222	222
	Душові	337,5	337,5	337,5
	Разом	9359,5	9359,5	9359,5
Підприємство 3				
5	Виробничі потреби	3040	3040	3040
	Господарсько-питні	57,35	57,35	57,35
	Душові	66,34	66,34	66,34

	Разом	3 163,69	3 163,69	3 163,69
6	Полив			
	I район	550	1100	0
	II район	250	500	0
	Разом	800	1600	0
Всього по місту		25077,85	26 762,69	24 356,69

Визначення погодинних витрат води

Для кожного із районів міста обчислюємо максимальний коефіцієнт погодинної нерівномірності водоспоживання населенням [1]:

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

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

II район: $K_{г.мах.II} = 1,3 \cdot 1,28 = 1,66.$

Таблиця 1.6

Визначення погодинних витрат у місті

Години доби	населення I району		населення II району		Разом	Підприємство 1				Підприємство 2				Підприємство 3				ΣQ, м³/год	Полив		Qміста, м³/год
	% від Qдоб.мах	витрата, м³/год	% від Qдоб.мах	витрата, м³/год		виробничі	госп-питні	душові	разом	виробничі	госп-питні	душові	разом	виробничі	госп-питні	душові	разом		I район	II район	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
0-1	2	145,2	1	23,76	168,96	0	0	0	0	343,75	9,01875	109,7	462,46875	0	0	32,1	32,1	663,52875			663,52875
1-2	2,1	152,46	1	23,76	176,22	0	0	0	0	343,75	9,01875		352,76875	0	0	0	0	528,98875			528,98875
2-3	1,85	134,31	1	23,76	158,07	0	0	0	0	343,75	9,01875		352,76875	0	0		0	510,83875			510,83875
3-4	1,9	137,94	1	23,76	161,7	0	0	0	0	343,75	9,01875		352,76875	0	0	0	0	514,46875	137,5		651,96875
4-5	2,85	206,91	2	47,52	254,43	0	0	0	0	343,75	9,01875		352,76875	0	0	0	0	607,19875	137,5		744,69875
5-6	3,7	268,62	3	71,28	339,9	0	0	0	0	343,75	9,01875		352,76875	0	0	0	0	692,66875	137,5	100	930,16875
6-7	4,5	326,7	5	118,8	445,5	0	0	0	0	343,75	9,01875		352,76875	0	0	0	0	798,26875	137,5	100	1035,76875
7-8	5,3	384,78	6,5	154,44	539,22	0	0	0	0	343,75	9,01875		352,76875	0	0	0	0	891,98875	137,5		1029,48875
8-9	5,8	421,08	6,5	154,44	575,52	375	0,437	0	375,437	412,5	9,7125	109,7	531,9125	200	3,7		235,8	1718,6695			1718,6695
9-10	6,05	439,23	5,5	130,68	569,91	375	0,437		375,437	412,5	9,7125		422,2125	200	3,7		203,7	1571,2595			1571,2595
10-11	5,8	421,08	4,5	106,92	528	375	0,437		375,437	412,5	9,7125		422,2125	200	3,7		203,7	1529,3495			1529,3495
11-12	5,7	413,82	5,5	130,68	544,5	375	0,437		375,437	412,5	9,7125		422,2125	200	3,7		203,7	1545,8495			1545,8495
12-13	4,8	348,48	7	166,32	514,8	375	0,437		375,437	412,5	9,7125		422,2125	200	3,7		203,7	1516,1495			1516,1495
13-14	4,7	341,22	7	166,32	507,54	375	0,437		375,437	412,5	9,7125		422,2125	200	3,7		203,7	1508,8895			1508,8895
14-15	5,05	366,63	5,5	130,68	497,31	375	0,437		375,437	412,5	9,7125		422,2125	200	3,7		203,7	1498,6595			1498,6595
15-16	5,3	384,78	4,5	106,92	491,7	375	0,437		375,437	412,5	9,7125		422,2125	200	3,7		203,7	1493,0495			1493,0495
16-17	5,45	395,67	5	118,8	514,47	0	0	0	0	343,75	9,01875	118,125	470,89375	180	3,47	34,24	217,71	1203,07375			1203,07375
17-18	5,05	366,63	6,5	154,44	521,07	0	0	0	0	343,75	9,01875		352,76875	180	3,47		183,47	1057,30875			1057,30875
18-19	4,85	352,11	6,5	154,44	506,55	0	0	0	0	343,75	9,01875		352,76875	180	3,47		183,47	1042,78875			1042,78875
19-20	4,5	326,7	5	118,8	445,5	0	0	0	0	343,75	9,01875		352,76875	180	3,47		183,47	981,73875			981,73875
20-21	4,2	304,92	4,5	106,92	411,84	0	0	0	0	343,75	9,01875		352,76875	180	3,47		183,47	948,07875			948,07875
21-22	3,6	261,36	3	71,28	332,64	0	0	0	0	343,75	9,01875		352,76875	180	3,47		183,47	868,87875	137,5	100	1106,37875
22-23	2,85	206,91	2	47,52	254,43	0	0	0	0	343,75	9,01875		352,76875	180	3,47		183,47	790,66875	137,5	100	1028,16875
23-24	2,1	152,46	1	23,76	176,22	0	0	0	0	343,75	9,01875		352,76875	180	3,47		183,47	712,45875	137,5	100	949,95875
Всього	100	7260	100	2376	9636	3000	3,5	0	3 003,84	8800	222	337,5	9359,5	3040	57,35	66,34	3 163,7	25 162,69	1100	500	26794,821

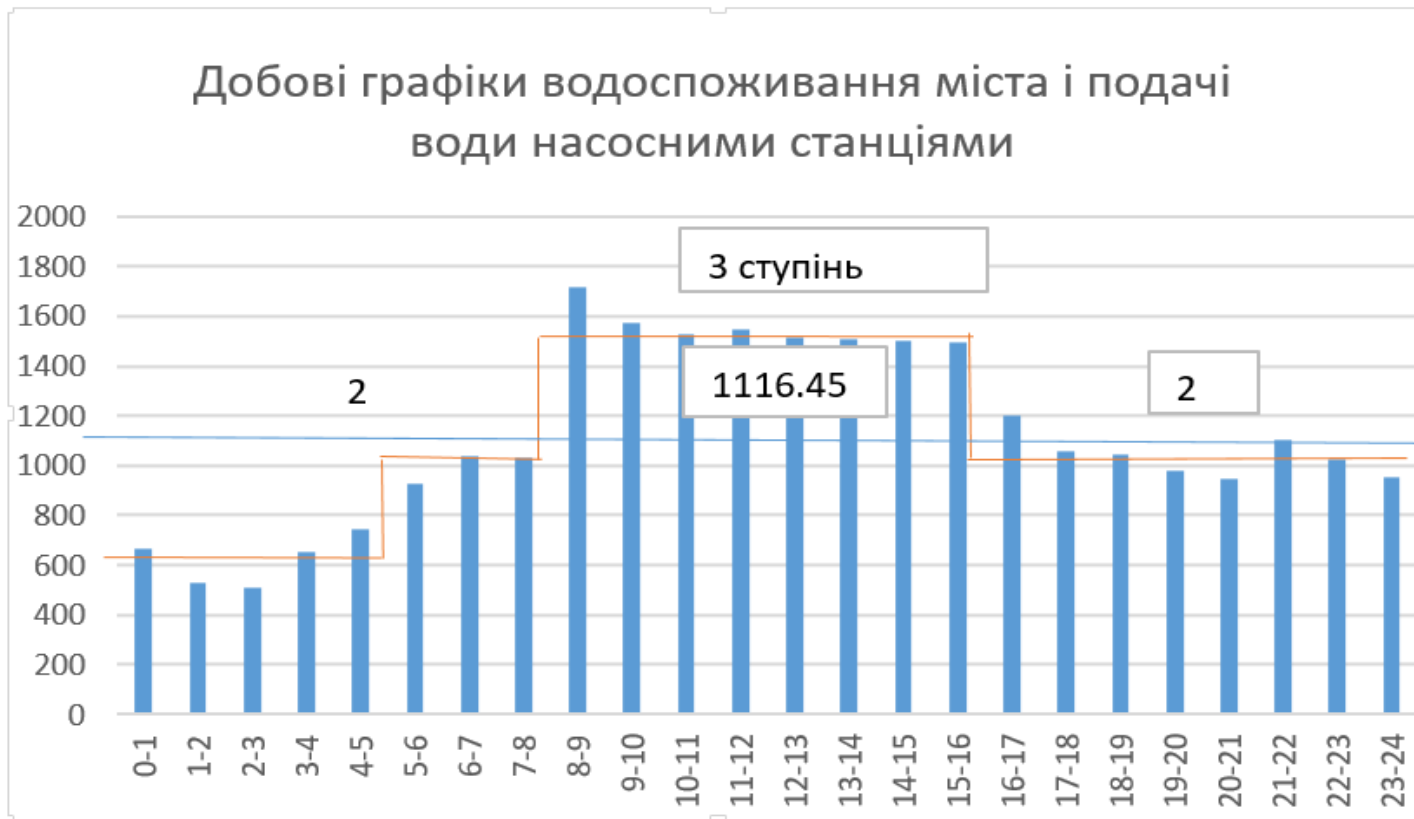


Рис.1.1. Добові графіки водоспоживання міста і подачі води насосними станціями

Подачу води насосами першого підйому (НС-I) і тривалість роботи кожної ступені на насосній станції другого підйому (НС-II) призначаємо так:

Таблиця 1.7

Визначення подачі насосів на насосних станціях

	Тривалість роботи насосів, год.	Витрата, м ³ /год	Подача, м ³ /добу
1 ступінь	5	620	3100,02
2 ступінь	11	1028,4	11312,9
3 ступінь	8	1547,7	12381,9
НС - I	24	1116,5	26794,8

Водопровідна мережа

Водоводи від НС-II до магістральної водопровідної мережі проектуємо у дві паралельні нитки, що підключені до вузла 8 (рис.1.2).

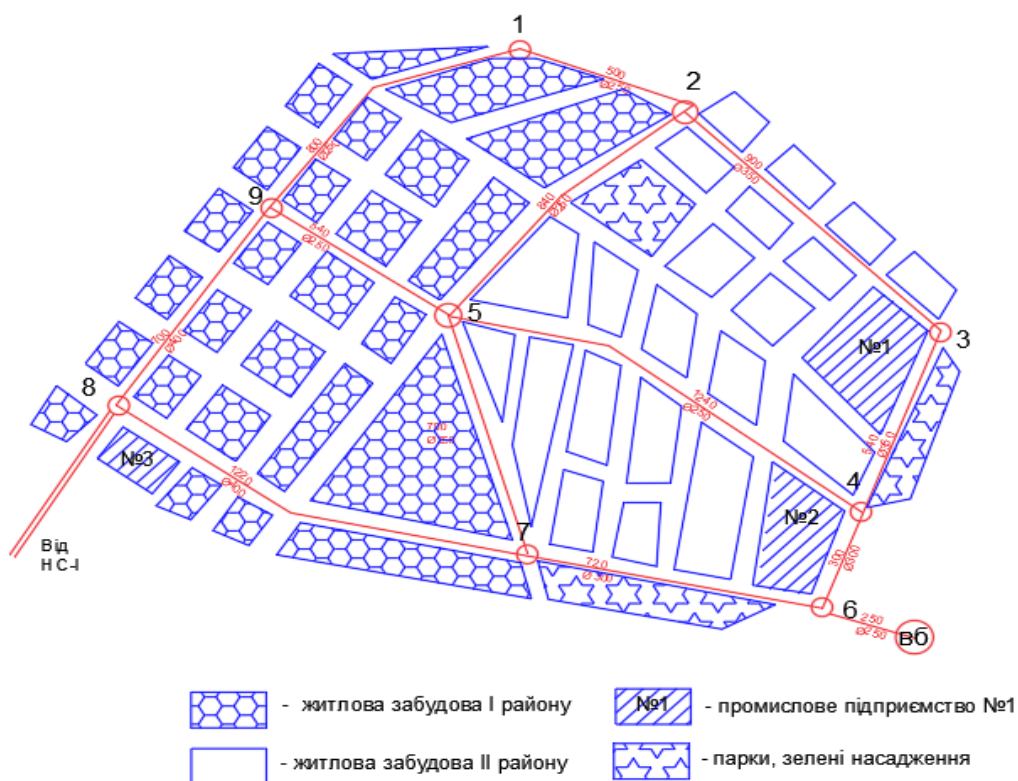


Рис.1.2. Траса магістральної водопровідної мережі і водоводів

Визначення місткості регулюючих споруд

Таблиця 1.8

Визначення регулюючого об'єму бака водонапірної башти

Години доби	Q _{міста} , м ³ /ГОД	Q _{н.с.п.} , м ³ /ГОД	q у бак, м ³ /ГОД	q із бака, м ³ /ГОД	W у баку, м ³
1	2	3	4	5	6
0-1	663,53	620,00	0,00	43,52	-43,52
1-2	528,99	620,00	91,02	0,00	47,49
2-3	510,84	620,00	109,17	0,00	156,66
3-4	651,97	620,00	0,00	31,96	124,69
4-5	744,70	620,00	0,00	124,69	0,00
5-6	930,17	1028,45	98,28	0,00	98,28
6-7	1035,77	1028,45	0,00	7,32	90,96
7-8	1029,49	1028,45	0,00	1,04	89,92
8-9	1718,67	1547,73	0,00	170,94	-81,02
9-10	1571,2595	1547,73	0,00	23,52	-104,54
10-11	1529,35	1547,73	18,39	0,00	-86,16
11-12	1545,85	1547,73	1,89	0,00	-84,27
12-13	1516,15	1547,73	31,59	0,00	-52,69
13-14	1508,89	1547,73	38,85	0,00	-13,84
14-15	1498,66	1547,73	49,08	0,00	35,23
15-16	1493,05	1547,73	54,69	0,00	89,92
16-17	1203,07	1028,45	0,00	174,63	-84,71
17-18	1057,31	1028,45	0,00	28,86	-113,57
18-19	1042,79	1028,45	0,00	14,34	-127,91
19-20	981,74	1028,45	46,71	0,00	-81,20
20-21	948,08	1028,45	80,37	0,00	-0,84
21-22	1106,38	1028,45	0,00	77,93	-78,77
22-23	1028,17	1028,45	0,28	0,00	-78,49
23-24	949,96	1028,45	78,49	0,00	0,00
Всього	26794,821	26794,82	698,77	698,77	

Регулюючий об'єм бака башти $W_{\text{рег.б}} = 284,57 \text{ м}^3$.

Для подальших обчислень отриманий регулюючий об'єм водонапірної башти зменшуємо на 40% $W_{\text{рег.б}} = 170,74 \text{ м}^3$.

Протипожежний запас води в башті:

$$W_{\text{пож.б}} = 0,6(q_{\text{п.з}} + q_{\text{п.в}} + q_{\text{б.мах}}) , \text{ м} \quad W_{\text{пож б}} = 46,49 \text{ м}^3.$$

Повний об'єм бака водонапірної башти $W_{\text{б}} = W_{\text{рег.б}} + W_{\text{пож.б}} = 217,23 \text{ м}^3$.

Обираємо водонапірну башту з об'ємом бака $W_{\text{б}} = 300 \text{ м}^3$.

Таблиця 1.9

Визначення регулюючого об'єму РЧВ

Години доби	Qнс-л, м ³ /год	Qнс-п, м ³ /год	q до РЧВ, м ³ /год	q із РЧВ, м ³ /год	W у РЧВ, м ³
1	2	3,00	4	5	6
0-1	1116,45	620,00	496,45	0	496,45
1-2	1116,45	620,00	496,45	0	992,89
2-3	1116,45	620,00	496,45	0	1489,34
3-4	1116,45	620,00	496,45	0	1985,78
4-5	1116,45	620,00	496,45	0	2482,23
5-6	1116,45	1028,45	88,00	0	2570,23
6-7	1116,45	1028,45	88,00	0	2658,24
7-8	1116,45	1028,45	88,00	0	2746,24
8-9	1116,45	1547,73	0	431,28	2314,96
9-10	1116,45	1547,73	0	431,28	1883,67
10-11	1116,45	1547,73	0	431,28	1452,39
11-12	1116,45	1547,73	0	431,28	1021,11
12-13	1116,45	1547,73	0	431,28	589,82
13-14	1116,45	1547,73	0	431,28	158,54
14-15	1116,45	1547,73	0	431,28	-272,74
15-16	1116,45	1547,73	0	431,28	-704,03
16-17	1116,45	1028,45	88,00	0	-616,02
17-18	1116,45	1028,45	88,00	0	-528,02
18-19	1116,45	1028,45	88,00	0	-440,02
19-20	1116,45	1028,45	88,00	0	-352,01
20-21	1116,45	1028,45	88,00	0	-264,01
21-22	1116,45	1028,45	88,00	0	-176,01
22-23	1116,45	1028,45	88,00	0	-88,00
23-24	1116,45	1028,45	88,00	0	0,00
Всього	26794,82	26794,82	3450,27	3450,269	

$$W_{\text{рег.р}} = 2746,24 + 704,03 = 3450,27 \text{ м}^3.$$

Для подальшого розрахунку регулюючий об'єм води в РЧВ збільшуємо на величину зменшеного регулюючого об'єму башти (131,61 м³), тобто

$$W_{\text{рег.р}} = 3450,27 + 113,8 = 3564,1 \text{ м}^3.$$

Повний об'єм РЧВ:

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

де $W_{\text{в.п}}$ – запас води на власні потреби станцій підготовки води (приймаємо $W_{\text{в.п}} = 0,06 \cdot Q_{\text{доб.мах}} = 0,06 \cdot 29003,53 = 1740,21 \text{ м}^3$); $W_{\text{пож.р}}$ – пожежний запас води:

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

$$W_{\text{пож.р}} = 3 \cdot (3,6 \cdot 50 - 1116,45) + 1718,67 + 1517,26 + 1529,35 = 2009,93 \text{ м}^3.$$

$$W_{\text{рчв}} = 3564,1 + 2009,93 + 1607,69 = 7181,72 \text{ м}^3.$$

Глибини об'ємів води:

$$- \text{регулюючого } h_{\text{рег.р}} = W_{\text{р.р}} / nF_{\text{рчв}} = 3564,1 / (2 \cdot 30 \cdot 36) = 1,66 \text{ м};$$

$$- \text{пожежного } h_{\text{пож.р}} = 0,93 \text{ м};$$

$$- \text{на власні потреби } h_{\text{в.п}} = 0,74 \text{ м}.$$

Визначення розрахункових режимів роботи водопровідних мереж та секундних витрат води

Таблиця 1.10

Визначення розрахункових секундних витрат води

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	421,08	154,44	375,44	531,91	235,8	0	0	1718,6695
л/с	116,97	42,9	104,29	147,75	65,5	0	0	477,41
година максимального транзиту води в башту								
м ³ /год	134,31	23,76	0	352,77	0	0	0	510,84
л/с	37,31	6,6	0	97,99	0	0	0	141,90

Визначення секундних витрат живлення мережі

Одиниця	Режим	Водоспоживання	Подача	Надходження води із башти	Подача води в башту
			насосів		
м ³ /год	max	1718,67	1547,73	170,94	0
л/с	транзит	477,41	429,93	47,48	0
м ³ /год		510,84	1028,45	0	517,61
л/с	max+пож	141,90	285,68	0	143,78
м ³ /год		1898,67	1898,67	0	0

Визначення дорожніх витрат та вузлових відборів

Для кожного з районів визначаємо питому витрату води:

- при максимальному водоспоживанні

$$q_{\text{пит.І}} = \frac{q_{\text{нас.І}} + q_{\text{пол.І}}}{L_{\text{І}}} = \frac{151,25 + 0}{2080} = 0,073 \text{ л/с} \cdot \text{м};$$

$$q_{\text{пит.ІІ}} = \frac{q_{\text{нас.ІІ}} + q_{\text{пол.ІІ}}}{L_{\text{ІІ}}} = \frac{73,28 + 0}{5770} = 0,013 \text{ л/с} \cdot \text{м};$$

- при максимальному транзиті води в башту

$$q_{\text{пит.І}} = \frac{54,76 + 45,83}{2080} = 0,048 \text{ л/с} \cdot \text{м};$$

$$q_{\text{пит.ІІ}} = \frac{11,27 + 39,72}{5770} = 0,009 \text{ л/с} \cdot \text{м};$$

Визначення дорожніх витрат води

Ділянка	Фактична довжина, м	Розрахункова довжина, м	q _{д.мах} , л/с	q _{д.транз} , л/с
Район І				
1-2	500	500	12,91	4,12
2-5	840	420	10,84	3,46
5-9	540	540	13,94	4,45
9-1	800	800	20,66	6,59
5-7	700	350	9,04	2,88
7-8	1220	1220	31,50	10,05
8-9	700	700	18,07	5,77

Разом	5300	4530	116,97	37,31
Район II				
2-5	840	420	4,03	0,62
5-4	1240	1240	11,90	1,83
4-3	540	540	5,18	0,80
3-2	900	900	8,64	1,33
4-6	300	300	2,88	0,44
6-7	720	720	6,91	1,06
7-5	700	350	3,36	0,52
Разом	5240	4470	42,90	6,60
Всього	10540	9000	159,87	43,91

Для кожного розрахункового режиму визначаємо вузлові витрати $q_{\text{вузл}}$, що обчислюються як половина суми всіх дорожніх витрат, що прилягають до даного вузла, л/с:

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

Повну дорожню витрату лінії, яка проходить на межі двох районів, обчислюємо як суму дорожніх витрат, отриманих для цієї лінії у кожному з районів.

Таблиця 1.13

Визначення вузлових відборів

№ вузла	max			max+пож		транзит		
	$q_{\text{вузл}}$, л/с	$q_{\text{зос}}$, л/с	$Q_{\text{вузл}}$, л/с	$q_{\text{пож}}$, л/с	$Q_{\text{вузл}}$, л/с	$q_{\text{вузл}}$, л/с	$q_{\text{зос}}$, л/с	$Q_{\text{вузл}}$, л/с
1	16,78		16,78		16,78	5,35		5,35
2	18,21		18,21		18,21	4,76		4,76
3	6,91	104,29	111,20	25	136,20	1,06	0	1,06
4	9,98		9,98	25	34,98	1,54		1,54
5	26,56		26,56		26,56	6,88		6,88
6	4,89	147,75	152,65		152,65	0,75	97,99	98,74
7	25,40		25,40		25,40	7,26		7,26
8	24,79	65,5	90,29		90,29	7,91	0	7,91
9	26,34		26,34		26,34	8,40		8,40
Разом	159,87	317,54	477,41	50	527,41	43,91	97,99	141,90

Попередній розподіл витрат води по ділянкам мережі

Складаємо схему мережі

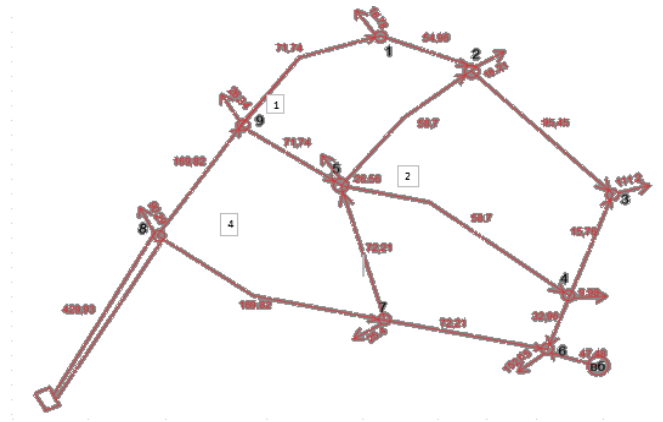


Рис. 3. Попередній розподіл витрат води для режиму макс. водоспоживання



Рис. 4. Попередній розподіл витрат води для режиму пожежогасіння під час максимального водоспоживання

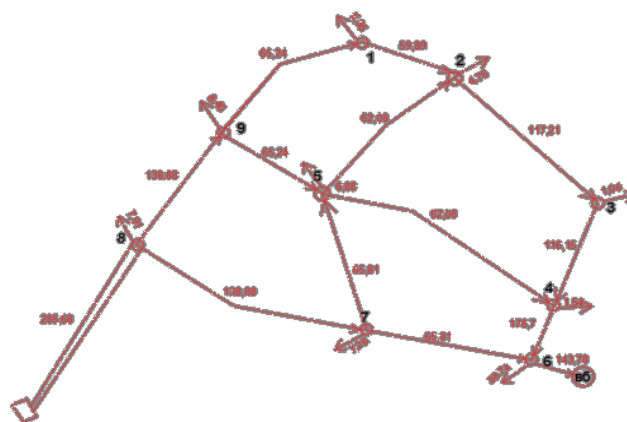


Рис. 5. Попередній розподіл витрат води для режиму макс. транзиту води в башту

Вибір матеріалу і діаметрів труб ділянок мережі

Для водопровідної мережі міста призначаємо чавунні труби.

Визначення втрат напору в трубах та ув'язка кілець

Гідравлічний розрахунок водопроводу виконуємо для всіх розрахункових режимів (табл. 14-16). Втрати напору на ділянках водопровідної мережі визначаємо за формулою

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

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

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

де A – питомий гідравлічний опір трубопроводу, $(\text{с/л})^2$ (додаток 9 методичних вказівок); K_1 – коефіцієнт поправки до A залежно від швидкості руху води V ; l – довжина ділянки трубопроводу, м.

Так, як питомий гідравлічний опір трубопроводу A і опір ділянки S в табл.14-16 наведено для q в $\text{м}^3/\text{с}$, а значення ділянок мережі q дано в л/с, то при обчисленнях опір ділянки S потрібно ділити на 1000000.

Поправочну витрату кільця Δq_k визначаємо за формулою

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

Таблиця 1.14. Гідравлічний розрахунок мережі для режиму максимального водоспоживання

№ кільця	№ ділянки	l, м	d, мм	попередній потікорозподіл							перше наближення							
				q, л/с	V, м/с	A (для q в м³/с)	K ₁	S (для q в м³/с)	h, м	h/q	Δq, л/с	q, л/с	V, м/с	K ₁	S (для q в м³/с)	h, м	h/q	
1	1-9	800	250	71,74	1,46	2,528	1	2022,40	10,41	0,15	0,09	71,83	1,46	1,000	2022,40	10,44	0,15	
	1-2	500	250	54,96	1,12	2,528	1,012	1279,17	3,86	0,07	0,09	55,05	1,12	1,012	1279,17	3,88	0,07	
	2-5	840	250	58,70	1,20	2,528	1,0015	2126,71	-7,33	0,12	-0,26	58,44	1,19	1,002	2126,71	-7,26	0,12	
	5-9	540	250	71,74	1,46	2,528	1	1365,12	-7,03	0,10	9,14	80,88	1,65	1,000	1365,12	-8,93	0,11	
2	2-3	900	350	95,45	0,99	0,4365	1,031	405,03	3,69	0,04	-0,17	95,28	0,99	1,031	405,03	3,68	0,04	
	3-4	540	350	15,75	0,16	0,4365	1,41	332,35	-0,08	0,01	0,17	15,92	0,17	1,410	332,35	-0,08	0,01	
	4-5	1240	250	58,70	1,20	2,528	1,0015	3139,42	-10,82	0,18	-22,24	36,46	0,74	1,073	3363,55	-4,47	0,12	
	2-5	840	250	58,70	1,20	2,528	1,0015	2126,71	7,33	0,12	-0,26	58,44	1,19	1,002	2126,71	7,26	0,12	
3	4-5	1240	250	58,70	1,20	2,528	1,0015	3139,42	10,82	0,18	-22,24	36,46	0,74	1,073	3363,55	4,47	0,12	
	4-6	300	300	32,96	0,47	0,9485	1,17	332,92	0,36	0,01	-22,41	10,55	0,15	1,410	401,22	0,04	0,00	
	6-7	720	300	72,21	1,02	0,9485	1,027	701,36	-3,66	0,05	22,41	94,62	1,34	1,000	682,92	-6,11	0,06	
	5-7	700	250	72,21	1,47	2,528	1	1769,60	9,23	0,13	-31,64	40,57	0,83	1,056	1868,70	3,08	0,08	
4	5-7	700	250	72,21	1,47	2,528	1	1769,60	-9,23	0,13	-31,64	40,57	0,83	1,056	1868,70	-3,08	0,08	
	7-8	1220	400	169,82	1,35	0,2189	1	267,06	-7,70	0,05	-9,23	160,59	1,28	1,000	267,06	-6,89	0,04	
	5-9	540	250	71,74	1,46	2,528	1	1365,12	7,03	0,10	9,14	80,88	1,65	1,000	1365,12	8,93	0,11	
	8-9	700	400	169,82	1,35	0,2189	1	153,23	4,42	0,03	9,23	179,05	1,43	1,000	153,23	4,91	0,03	
									Δh=-5,48	Σ h/q =0,3							Δh =3,88	Σ h/q =0,26
									Δq _{кільця} = 9,23								□q _{кільця} = 7,56	
контур									Δh = 11,30		контур						Δh = 9,86	

№	Дев'яте наближення							Десяте наближення							
	Δq , л/с	q , л/с	V , м/с	K_1	S	h , м	h/q	Δq , л/с	q , л/с	V , м/с	K_1	S	h , м	h/q	
1-9	-0,43	64,82	1,32	1,000	2022,40	8,50	0,13	-0,18	64,65	1,32	1,000	2022,40	8,45	0,13	
1-2	-0,43	48,04	0,98	1,033	1305,71	3,01	0,06	-0,18	47,87	0,98	1,033	1305,71	2,99	0,06	
2-5	0,03	43,39	0,88	1,044	2216,95	-4,17	0,10	-0,29	43,10	0,88	1,046	2221,20	-4,13	0,10	
5-9	0,15	72,62	1,48	1,000	1365,12	-7,20	0,10	-0,18	72,45	1,48	1,000	1365,12	-7,17	0,10	
													□		
2-3	-0,40	73,23	0,76	1,068	419,56	2,25	0,03	-0,47	72,76	0,76	1,070	420,35	2,23	0,03	
3-4	0,40	37,97	0,39	1,208	284,74	-0,41	0,01	0,47	38,44	0,40	1,208	284,74	-0,42	0,01	
4-5	-0,22	41,82	0,85	1,050	3291,46	-5,76	0,14	0,19	42,01	0,86	1,050	3291,46	-5,81	0,14	
2-5	0,03	43,39	0,88	1,044	2216,95	4,17	0,10	-0,29	43,10	0,88	1,046	2221,20	4,13	0,10	
													□		
4-5	-0,22	41,82	0,85	1,050	3291,46	5,76	0,14	0,19	42,01	0,86	1,050	3291,46	5,81	0,14	
4-6	0,63	6,14	0,09	1,410	401,22	-0,02	0,00	0,28	6,42	0,09	1,410	401,22	-0,02	0,00	
6-7	0,63	111,31	1,58	1,000	682,92	-8,46	0,08	0,28	111,59	1,58	1,000	682,92	-8,50	0,08	
5-7	-0,34	39,14	0,80	1,062	1879,32	2,88	0,07	0,08	39,22	0,80	1,062	1879,32	2,89	0,07	
													□		
5-7	-0,34	39,14	0,80	1,062	1879,32	-2,88	0,07	0,08	39,22	0,80	1,062	1879,32	-2,89	0,07	
7-8	0,28	175,85	1,40	1,000	267,06	-8,26	0,05	0,35	176,21	1,40	1,000	267,06	-8,29	0,05	
5-9	0,15	72,62	1,48	1,000	1365,12	7,20	0,10	-0,18	72,45	1,48	1,000	1365,12	7,17	0,10	
8-9	-0,28	163,79	1,30	1,000	153,23	4,11	0,03	-0,35	163,43	1,30	1,000	153,23	4,09	0,03	
						0,17	0,24							0,08	0,24
						$\Delta q_{\kappa} = 0,35$								$\Delta q_{\kappa} = 0,15$	
контур						$\Delta h = 0,73$		контур						$\Delta h = 0,53$	

Таблиця 1.15. Гідравлічний розрахунок мережі для режиму максимального водоспоживання + пожежі

№ кільця	№ ділянки	l, м	d, мм	попередній потокорозподіл							перше наближення							
				q, л/с	V, м/с	A (для q в м³/с)	K ₁	S (для q в м³/с)	h, м	h/q	Δq, л/с	q, л/с	V, м/с	K ₁	S (для q в м³/с)	h, м	h/q	
1	1-9	800	250	96,11	1,96	2,528	1	2022,40	18,68	0,19	0,52	96,63	1,97	1,000	2022,40	18,88	0,20	
	1-2	500	250	79,33	1,62	2,528	1	1264,00	7,95	0,10	0,52	79,85	1,63	1,000	1264,00	8,06	0,10	
	2-5	840	250	83,05	1,69	2,528	1	2123,52	-14,65	0,18	-1,74	81,31	1,66	1,000	2123,52	-14,04	0,17	
	5-9	540	250	96,11	1,96	2,528	1	1365,12	-12,61	0,13	11,33	107,44	2,19	1,000	1365,12	-15,76	0,15	
2	2-3	900	350	144,17	1,50	0,4365	1	392,85	8,17	0,06	-1,22	142,95	1,49	1,000	392,85	8,03	0,06	
	3-4	540	350	7,98	0,08	0,4365	1,41	332,35	0,02	0,00	-1,22	6,76	0,07	1,410	332,35	0,02	0,00	
	4-5	1240	250	83,05	1,69	2,528	1	3134,72	-21,62	0,26	-30,59	52,46	1,07	1,021	3200,55	-8,81	0,17	
	2-5	840	250	83,05	1,69	2,528	1	2123,52	14,65	0,18	-1,74	81,31	1,66	1,000	2123,52	14,04	0,17	
3	4-5	1240	250	83,05	1,69	2,528	1	3134,72	21,62	0,26	-30,59	52,46	1,07	1,021	3200,55	8,81	0,17	
	4-6	300	300	56,05	0,79	0,9485	1,062	302,19	0,95	0,02	-31,81	24,24	0,34	1,248	355,12	0,21	0,01	
	6-7	720	300	96,58	1,37	0,9485	1	682,92	-6,37	0,07	31,81	128,39	1,82	1,000	682,92	-11,26	0,09	
	5-7	700	250	96,58	1,97	2,528	1	1769,60	16,51	0,17	-43,65	52,93	1,08	1,020	1804,11	5,05	0,10	
4	5-7	700	250	96,58	1,97	2,528	1	1769,60	-16,51	0,17	-43,65	52,93	1,08	1,020	1804,11	-5,05	0,10	
	7-8	1220	400	218,56	1,74	0,2189	1	267,06	-12,76	0,06	-11,85	206,71	1,65	1,000	267,06	-11,41	0,06	
	5-9	540	250	96,11	1,96	2,528	1	1365,12	12,61	0,13	11,33	107,44	2,19	1,000	1365,12	15,76	0,15	
	8-9	700	400	218,56	1,74	0,2189	1	153,23	7,32	0,03	11,85	230,41	1,83	1,000	153,23	8,13	0,04	
										Δh=9,33	Σ h/q =0,39							Δh =7,43
									Δq _{кільця} = 11,85								□q _{кільця} = 11,16	
контур									Δh = 23,96		контур						Δh = 20,66	

№	Десяте наближення							Одинадцяте наближення							
	Δq , л/с	q , л/с	V , м/с	K_1	S	h , м	h/q	Δq , л/с	q , л/с	V , м/с	K_1	S	h , м	h/q	
1-9	-0,17	84,71	1,73	1,000	2022,40	14,51	0,17	-0,38	84,33	1,72	1,000	2022,40	14,38	0,17	
1-2	-0,17	67,93	1,38	1,000	1264,00	5,83	0,09	-0,38	67,55	1,38	1,000	1264,00	5,77	0,09	
2-5	-0,71	59,22	1,21	1,000	2123,52	-7,45	0,13	0,17	59,39	1,21	1,000	2123,52	-7,49	0,13	
5-9	-0,48	95,71	1,95	1,000	1365,12	-12,51	0,13	0,22	95,93	1,96	1,000	1365,12	-12,56	0,13	
													□		
2-3	-0,88	108,93	1,13	1,011	396,97	4,71	0,04	-0,21	108,72	1,13	1,011	396,97	4,69	0,04	
3-4	0,88	27,26	0,28	1,300	306,42	-0,23	0,01	0,21	27,47	0,29	1,300	306,42	-0,23	0,01	
4-5	0,60	61,28	1,25	1,000	3134,72	-11,77	0,19	-0,36	60,92	1,24	1,000	3134,72	-11,63	0,19	
2-5	-0,71	59,22	1,21	1,000	2123,52	7,45	0,13	0,17	59,39	1,21	1,000	2123,52	7,49	0,13	
													□		
4-5	0,60	61,28	1,25	1,000	3134,72	11,77	0,19	-0,36	60,92	1,24	1,000	3134,72	11,63	0,19	
4-6	0,28	0,95	0,01	1,410	401,22	0,00	0,00	0,57	1,53	0,02	1,410	401,22	0,00	0,00	
6-7	0,28	153,58	2,17	1,000	682,92	-16,11	0,10	0,57	154,16	2,18	1,000	682,92	-16,23	0,11	
5-7	0,37	51,38	1,05	1,024	1812,07	4,78	0,09	-0,41	50,97	1,04	1,026	1814,72	4,71	0,09	
													□		
5-7	0,37	51,38	1,05	1,024	1812,07	-4,78	0,09	-0,41	50,97	1,04	1,026	1814,72	-4,71	0,09	
7-8	0,64	230,36	1,83	1,000	267,06	-14,17	0,06	0,16	230,52	1,84	1,000	267,06	-14,19	0,06	
5-9	-0,48	95,71	1,95	1,000	1365,12	12,51	0,13	0,22	95,93	1,96	1,000	1365,12	12,56	0,13	
8-9	-0,64	206,76	1,65	1,000	153,23	6,55	0,03	-0,16	206,60	1,64	1,000	153,23	6,54	0,03	
						0,1	0,32							0,2	0,32
						$\Delta q_{\kappa} = 0,16$								$\Delta q_{\kappa} = 0,31$	
контур						$\Delta h = 1,1$		контур						$\Delta h = 0,73$	

Таблиця 1.16. Гідравлічний розрахунок мережі для режиму максимального транзиту води в башту

№ кільця	№ ділянки	L, м	d, мм	попередній потокорозподіл							перше наближення								
				q, л/с	V, м/с	A (для q в м³/с)	K ₁	S (для q в м³/с)	h, м	h/q	Δq, л/с	q, л/с	V, м/с	K ₁	S (для q в м³/с)	h, м	h/q		
1	1-9	800	250	65,24	1,33	2,528	1	2022,40	8,61	0,13	0,99	66,23	1,35	1,000	2022,40	8,87	0,13		
	1-2	500	250	59,89	1,22	2,528	1	1264,00	4,53	0,08	0,99	60,88	1,24	1,000	1264,00	4,69	0,08		
	2-5	840	250	62,08	1,27	2,528	1	2123,52	-8,18	0,13	-6,85	55,23	1,13	1,012	2149,00	-6,56	0,12		
	5-9	540	250	65,24	1,33	2,528	1	1365,12	-5,81	0,09	6,71	71,95	1,47	1,000	1365,12	-7,07	0,10		
2	2-3	900	350	117,21	1,22	0,4365	1	392,85	5,40	0,05	-5,85	111,36	1,16	1,008	395,80	4,91	0,04		
	3-4	540	350	116,15	1,21	0,4365	1	235,71	3,18	0,03	-5,85	110,30	1,15	1,009	237,83	2,89	0,03		
	4-5	1240	250	62,08	1,27	2,528	1	3134,72	-12,08	0,19	-25,48	36,60	0,75	1,073	3363,55	-4,51	0,12		
	2-5	840	250	62,08	1,27	2,528	1	2123,52	8,18	0,13	-6,85	55,23	1,13	1,012	2149,00	6,56	0,12		
3	4-5	1240	250	62,08	1,27	2,528	1	3134,72	12,08	0,19	-25,48	36,60	0,75	1,073	3363,55	4,51	0,12		
	4-6	300	300	176,70	2,50	0,9485	1	284,55	8,88	0,05	-31,33	145,37	2,06	1,000	284,55	6,01	0,04		
	6-7	720	300	65,81	0,93	0,9485	1,037	708,19	-3,07	0,05	31,33	97,14	1,37	1,000	682,92	-6,44	0,07		
	5-7	700	250	65,81	1,34	2,528	1	1769,60	7,66	0,12	-39,04	26,77	0,55	1,134	2006,73	1,44	0,05		
4	5-7	700	250	65,81	1,34	2,528	1	1769,60	-7,66	0,12	-39,04	26,77	0,55	1,134	2006,73	-1,44	0,05		
	7-8	1220	400	138,88	1,11	0,2189	1,015	271,06	-5,23	0,04	-7,71	131,17	1,04	1,024	273,47	-4,71	0,04		
	5-9	540	250	65,24	1,33	2,528	1	1365,12	5,81	0,09	6,71	71,95	1,47	1,000	1365,12	7,07	0,10		
	8-9	700	400	138,88	1,11	0,2189	1,015	155,53	3,00	0,02	7,71	146,59	1,17	1,006	154,15	3,31	0,02		
										Δh=-4,08	Σ h/q =0,26							Δh =4,24	Σ h/q =0,21
									Δq_{кільця} = 7,71									□ q_{кільця} = 10,07	
контур									Δh =25,31			контур						Δh = 19,54	

№	Дев'яте наближення							десяте наближення						
	Δq , л/с	q , л/с	V , м/с	K_1	S	h , м	h/q	Δq , л/с	q , л/с	V , м/с	K_1	S	h , м	
1-9	-0,49	51,25	1,04	1,024	2070,94	5,44	0,11	-0,28	50,97	1,04	1,026	2073,97	5,39	
1-2	-0,49	45,90	0,94	1,037	1310,77	2,76	0,06	-0,28	45,62	0,93	1,038	1312,03	2,73	
2-5	-0,15	34,25	0,70	1,088	2310,39	-2,71	0,08	-0,21	34,04	0,69	1,088	2310,39	-2,68	
5-9	0,00	62,34	1,27	1,000	1365,12	-5,30	0,09	-0,08	62,25	1,27	1,000	1365,12	-5,29	
													□	
2-3	-0,64	75,39	0,78	1,064	417,99	2,38	0,03	-0,49	74,90	0,78	1,066	418,78	2,35	
3-4	-0,64	74,33	0,77	1,066	251,27	1,39	0,02	-0,49	73,84	0,77	1,068	251,74	1,37	
4-5	0,01	43,55	0,89	1,044	3272,65	-6,21	0,14	0,13	43,67	0,89	1,042	3266,38	-6,23	
2-5	-0,15	34,25	0,70	1,088	2310,39	2,71	0,08	-0,21	34,04	0,69	1,088	2310,39	2,68	
													□	
4-5	0,01	43,55	0,89	1,044	3272,65	6,21	0,14	0,13	43,67	0,89	1,042	3266,38	6,23	
4-6	-0,63	116,35	1,65	1,000	284,55	3,85	0,03	-0,37	115,98	1,64	1,000	284,55	3,83	
6-7	0,63	126,16	1,79	1,000	682,92	-10,87	0,09	0,37	126,53	1,79	1,000	682,92	-10,93	
5-7	-0,14	22,35	0,46	1,175	2079,28	1,04	0,05	0,00	22,35	0,46	1,175	2079,28	1,04	
													□	
5-7	-0,14	22,35	0,46	1,175	2079,28	-1,04	0,05	0,00	22,35	0,46	1,175	2079,28	-1,04	
7-8	0,49	155,77	1,24	1,000	267,06	-6,48	0,04	0,37	156,14	1,24	1,000	267,06	-6,51	
5-9	0,00	62,34	1,27	1,000	1365,12	5,30	0,09	-0,08	62,25	1,27	1,000	1365,12	5,29	
8-9	-0,49	121,99	0,97	1,033	158,29	2,36	0,02	-0,37	121,62	0,97	1,034	158,44	2,34	
						0,14	0,19							0,08
						$\Delta q_k = 0,37$								0,22
контур						$\Delta h = 0,82$		контур						0,57

Гідравлічний розрахунок підключаючих трубопроводів і водоводів

Ділянка	Довжина l , км	Діаметр D , мм	Витрата q ,	Швидкість,	1000 <i>i</i> ,	$h = 1000i \square l$, м
			л/с	V , м/с		
3 - № 1	0,2	250	$104,29/2 = 52,15$	1,03	6,99	1,40
6 - № 2	0,15	300	$147,75/2 = 73,88$	1,02	5,32	0,80
8 - № 3	0,1	200	$65,5/2 = 32,75$	1,01	8,89	0,89
6 – ВБ (транзит)	0,25	250	$143,78/2 = 71,89$	1,43	13,1	3,28
6 – ВБ (max)	0,25	250	$47,48/2 = 23,74$	0,48	1,69	0,42
НС-II – 8(max)	2,7	450	$429,93/2 = 214,97$	1,34	5,43	14,66
НС-II – 8 (max+пож)	2,7	450	$527,41/2 = 263,7$	1,66	8,27	22,33

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

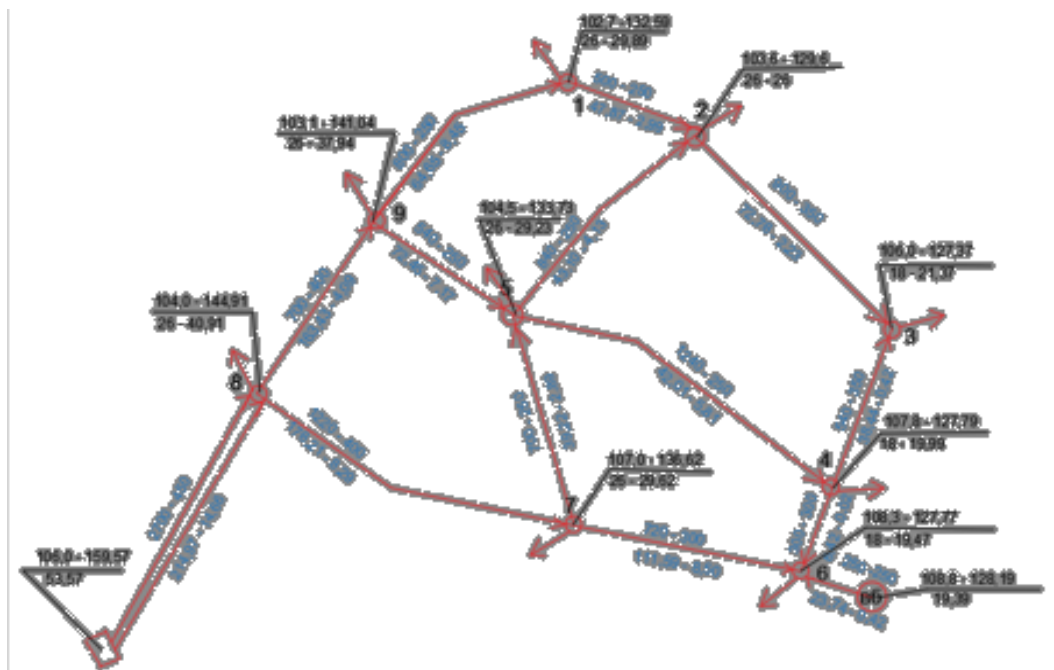


Рис. 1.6. Розрахункова схема мережі для режиму максимального водоспоживання

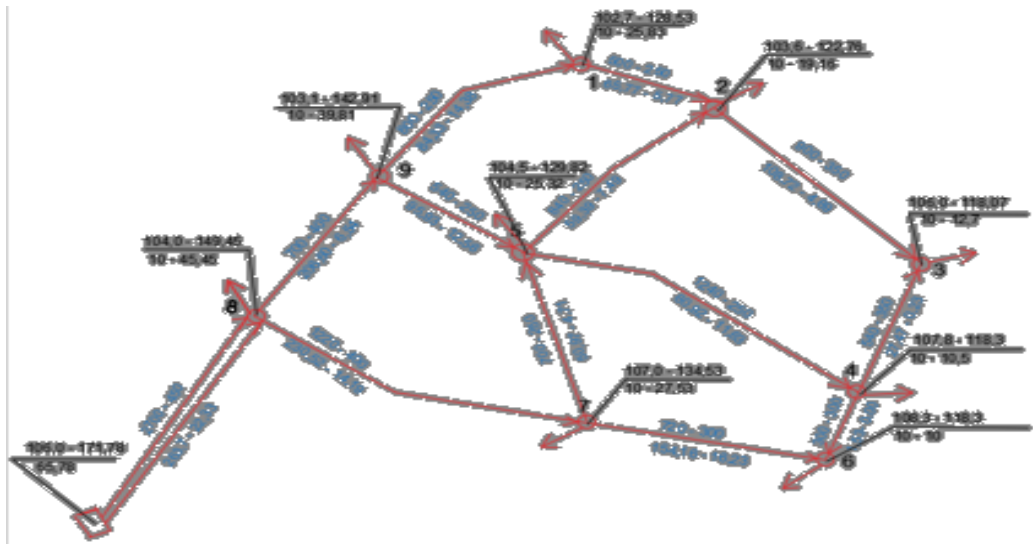


Рис. 1.7. Розрахункова схема мережі для режиму пожежогасіння під час максимального водоспоживання

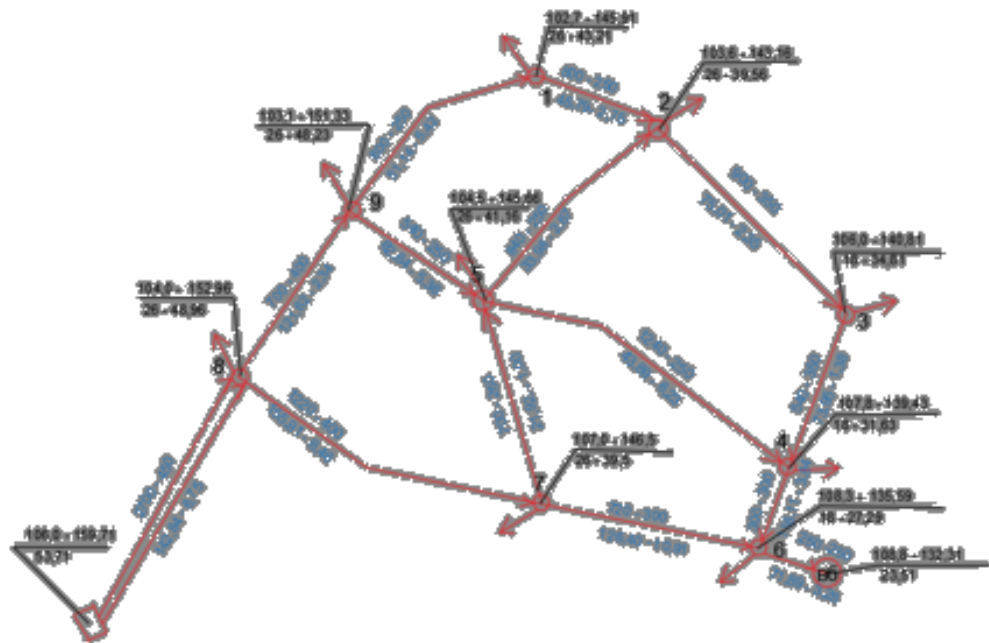
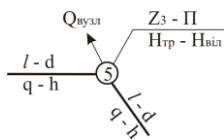


Рис. 1.8. Розрахункова схема мережі для режиму максимального транзиту води в башту



Ключ позначок для рис.6-8: l – довжина ділянки, м; d – діаметр, мм; q – витрата води, л/с; h – втрати напору, м; Z_3 – відмітка поверхні землі, м; Π – п'езометрична відмітка, м; $H_{тр}$ – потрібний вільний напір, м; $H_{ввл}$ – фактичний вільний напір, м;
 $Q_{вузл}$ – вузловий відбір, л/с.

Напір, що його розвивають господарсько-питні насоси, дорівнює

$$H_p = H_r + h_k ,$$

$$H_r = \frac{\Pi_{\text{НС-П.маа}} + \Pi_{\text{НС-П.тр}}}{2} - \frac{Z_{\text{min.р}} + Z_{\text{max.р}}}{2} = \frac{159,68 + 158,59}{2} - \frac{104,04 + 107,0}{2} = 53,62 \text{ м},$$

$$\text{Отже } H_p = 53,62 + 2 = 55,62 \text{ м.}$$

$$H_{\text{р.пож}} = \Pi_{\text{НС-П.пож}} - Z_{\text{д.р}} = 160,12 - 102,16 = 57,96 \text{ м},$$

$$\text{Отже } H_{\text{р.пож}} = 57,96 + 3 = 60,96 \text{ м.}$$

1.2. Водозабірні споруди

Вихідні дані

Геологічний опис порід та їх потужність, м :

- Рослинний шар : 0.9.
- Пісок крупнозернистий : 28.
- Глина : 13
- Крейда : 25.
- Супісок: 18.
- Глина: 11.
- Пісковик : 35.
- Глина: 22.
- Пісок дресвяний водоносний : 21.
- Глина щільна : 10

Статичний напір від рівня поверхні землі, м : 45.

Коефіцієнт фільтрації експлуатаційного пласта k , м/добу. : 40.

Переміщення відмітки подачі над поверхнею землі, м : 10

Згідно ДСанПіН 2.2.4-171-10 якість води є такою, що її очистку проводити за допомогою гіпохлориду.

Визначення категорії надійності.

Так як кількість жителів - 32 000 осіб і це є менше 50 000 осіб, то категорія надійності – II.

Визначення продуктивності водозабору.

Продуктивність водозабору визначаємо на розрахунковий період:

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

$$Q_{\text{розр}} = 26,763 \cdot 1,1 \cdot 1,05 = 30,91 \text{ тис.} \frac{\text{м}^3}{\text{добу}}$$

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.

$$Q_{\text{персп}} = 30,91 \cdot 1,2 = 37,09 \text{ тис. м}^3/\text{добу}.$$

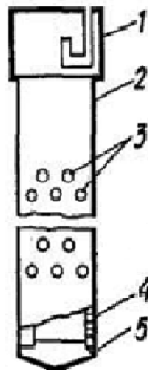
За цими даними складаємо таблицю:

Таблиця 1.18

Водоспоживання	Розрахунковий період		Перспектива	
	тис.м ³ /добу	м ³ /год	тис.м ³ /добу	м ³ /год
Загальна потреба Q	30,91	1,29	37,09	1,55

Вибір типу водозабірних споруд.

Ґрунт – пісок дресвяний, приймаємо трубчастий фільтр з круглими отворами без опсіпки.



трубчастий фільтр-каркас з круглими отворами

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

Рис. 1.9. Схема трубчастого фільтра

Гідрогеологічні розрахунки

Визначення розрахункової схеми

- а) Напір над підошвою водоносного пласта $H=128,9$ м перевищує потужність цього пласта $m=21$ м, водоносний пласт є напірним.
- б) Попередньо розглядаємо свердловину як досконалу.

Максимально допустиме зниження статичного рівня

$$S_{\text{доп}} = 128,9 - (0,3 \dots 0,5) \cdot 21 - 6 - 4 = 110,5 \text{ м.}$$

Щоб запобігти зниженню початкового рівня води до покрівлі водоносного пласта, приймаємо пониження:

$$S_{\text{доп}} \approx (0,2 \dots 0,3) \cdot H = (0,2 \dots 0,3) \cdot 128,9 = 32,225 \text{ м}$$

Для подальших розрахунків максимальне допустиме зниження статичного рівня $S_{\text{доп}} = 32$ м.

Продуктивність досконалого колодязя, що забирає воду з напірного водоносного пласта

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

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

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

Радіус впливу колодязя визначаємо за формулою :

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

$$R = 10 \cdot 32 \cdot \sqrt{40} = 2024 \text{ м}$$

Визначаємо продуктивність свердловини:

$$Q = \frac{2,73 \cdot 40 \cdot 21 \cdot 32}{\lg \frac{2024}{0,1}} = 17041 \frac{\text{м}^3}{\text{добу}}$$

Попередній вибір насоса.

Визначаємо необхідний напір:

$$H = z_{\text{ст}} + z_{\text{под}} + S_{\text{розр}} + \sum \Delta h$$

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

$$\sum h = \Delta S_{\text{ф}} + h_{\text{вт}} + h_{\text{нв}} + 1 = 17$$

попередньо розрахунковий напір:

$$H_{\text{н}} = 45 + 10 + 32 + 17 = 104 \text{ м.}$$

Попередньо обираємо насос марки GRUNDFOS SP 215-7A з максимальною можливою подачею $Q = 280 \text{ м}^3/\text{год} = 6720 \text{ м}^3/\text{добу}$.

Уточнення витрати свердловини

На розрахунковий період:

$$Q_{\text{св}}^{\text{р}} = \frac{Q_{\text{розр}}}{n_{\text{р}}} = \frac{30190}{13} = 2322 \frac{\text{м}^3}{\text{добу}} = 96,75 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$$

На перспективний період:

$$Q_{\text{св}}^{\text{п}} = \frac{Q_{\text{персп}}}{n_{\text{персп}}} = \frac{37090}{15} = 2472 \frac{\text{м}^3}{\text{добу}} = 103,03 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$$

Приймаємо для подальших розрахунків більшу з двох витрат свердловини, тобто $Q_{\text{св}}^{\text{п}} = 2472 \text{ м}^3/\text{добу}$.

Уточнення S – зниження статичного рівня та R – радіусу впливу

$$1. S = \frac{Q_{\text{св}}^{\text{п}}}{2,73 \cdot k \cdot m} \cdot \lg \frac{R}{r} = \frac{2472}{2,73 \cdot 40 \cdot 21} \cdot \lg \frac{2024}{0,1} = 4,64 \text{ м.}$$

$$R = 10 \cdot S \cdot \sqrt{k} = 10 \cdot 4,64 \cdot \sqrt{40} = 293,4 \text{ м.}$$

$$2. S = \frac{Q_{\text{св}}^{\text{п}}}{2,73 \cdot k \cdot m} \cdot \lg \frac{R}{r} = \frac{2472}{2,73 \cdot 40 \cdot 21} \cdot \lg \frac{293,4}{0,1} = 3,73 \text{ м.}$$

$$R = 10 \cdot S \cdot \sqrt{k} = 10 \cdot 3,73 \cdot \sqrt{40} = 235,9 \text{ м.}$$

$$3. S = \frac{Q_{\text{св}}^{\text{п}}}{2,73 \cdot k \cdot m} \cdot \lg \frac{R}{r} = \frac{2472}{2,73 \cdot 40 \cdot 21} \cdot \lg \frac{235,9}{0,1} = 3,63 \text{ м.}$$

$$R = 10 \cdot S \cdot \sqrt{k} = 10 \cdot 3,63 \cdot \sqrt{40} = 229,58 \text{ м.}$$

$$4. S = \frac{Q_{\text{св}}^{\text{п}}}{2,73 \cdot k \cdot m} \cdot \lg \frac{R}{r} = \frac{2472}{2,73 \cdot 40 \cdot 21} \cdot \lg \frac{229,58}{0,1} = 3,62 \text{ м.}$$

$$R = 10 \cdot S \cdot \sqrt{k} = 10 \cdot 3,62 \cdot \sqrt{40} = 228,9 \text{ м.}$$

$$5. S = \frac{Q_{\text{св}}^{\text{п}}}{2,73 \cdot k \cdot m} \cdot \lg \frac{R}{r} = \frac{2472}{2,73 \cdot 40 \cdot 21} \cdot \lg \frac{228,9}{0,1} = 3,62 \text{ м.}$$

$$R = 10 \cdot S \cdot \sqrt{k} = 10 \cdot 3,62 \cdot \sqrt{40} = 228,9 \text{ м.}$$

Вибір схеми розташування свердловини

Рекомендована відстань для свердловини 150-200 м. Приймаємо 200 м.

Можливе пониження статичного рівня води з врахуванням взаємодії свердловини S_0 .

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

$$= \frac{2472}{2,73 \cdot 40 \cdot 21} \left(\lg \frac{228,9}{0,1} + 2 \lg \frac{228,9}{200} \right) = 1,01 \cdot 3,47 = 3,5 \text{ м}$$

Додаткове пониження ΔS_ϕ , яке забезпечує подолання опору при вході води із водоносного пласта через фільтр у колодязь

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

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

Підставляємо значення у формулу для перспективного періоду:

$$\Delta S_\phi = 0,01 \cdot 7 \cdot \sqrt{\frac{2472 \cdot 3,5}{40 \cdot 11,932}} = 0,3 \text{ м.}$$

Загальне пониження статичного рівня у свердловині для перспективного періоду:

$$S_0 + \Delta S_\phi = 3,5 + 0,3 = 3,8 \text{ м.}$$

І це є меншим, ніж максимально допустиме зниження статичного рівня $S_{\text{доп}} = 20 \text{ м.}$

Мінімальна глибина занурення насоса у свердловину

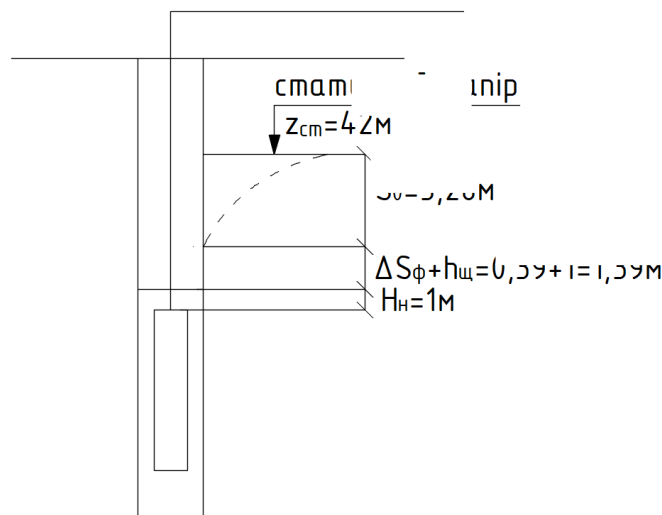


Рис.1.10. Визначення мінімальної глибини занурення насоса у свердловину

$$H_{\text{глин}} = 45 + 3,5 + 0,3 + 1 + 2 = 51,80 \text{ м.}$$

Схема збірних трубопроводів

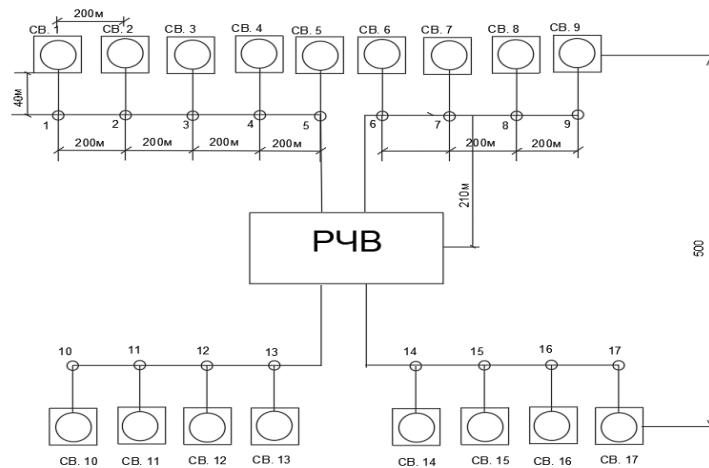


Рис. 1.11. Схема збірних трубопроводів

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

а) Визначення діаметру водопідйомних труб:

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

$$Q_{\text{св}} = 2472 \text{ м}^3 / \text{добу} = 28,61 \text{ л/с}, V_{\text{рек}} = 1,5 - 2 \text{ м/с}.$$

За [10] приймаємо діаметр 150 мм і швидкість $v = 1,45 \text{ м/с}$, $1000i = 24,9 \text{ м/км}$

б) Визначення діаметрів напірного трубопроводу:

Ділянки Св.1-1-2:

$$Q_{\text{св.1-1-2}} = 28,61 \text{ л/с}, V_{\text{рек}} = 0,4 - 0,7 \text{ м/с}.$$

За [10] приймаємо діаметр 250 мм і швидкість $0,54 \text{ м/с}$, $1000i = 2,02$;

Ділянки 2-3:

$$Q_{2-3} = 28,61 \cdot 2 = 57,22 \text{ л/с}, V_{\text{рек}} = 0,4 - 0,7 \text{ м/с}.$$

За [10] приймаємо діаметр 400 мм і швидкість $0,42 \text{ м/с}$, $1000i = 0,72$;

Ділянки 3-4:

$$Q_{3-4} = 28,61 \cdot 3 = 85,83 \text{ л/с}, V_{\text{рек}} = 0,4 - 0,7 \text{ м/с}.$$

За [10] приймаємо діаметр 500 мм і швидкість $0,41 \text{ м/с}$, $1000i = 0,51$;

Ділянки 4-5:

$$Q_{4-5} = 28,61 \cdot 4 = 114,44 \text{ л/с}, V_{\text{рек}} = 0,4 - 0,7 \text{ м/с}.$$

За [10] приймаємо діаметр 500 мм і швидкість $0,55 \text{ м/с}$, $1000i = 0,85$;

в) Визначення діаметрів магістрального трубопроводу:

Ділянка 5-РЧВ:

$$Q_{5-РЧВ} = 28,61 \cdot 5 = 143,05 \text{ л/с}, \quad V_{рек} = 0,4 - 0,7 \text{ м/с.}$$

За [10] приймаємо діаметр 600 мм і швидкість 0,48 м/с, $1000i = 0,54$.

Побудова графіка сумісної роботи насоса і водовода

Таблиця 1.19

Найменування ділянки діаметр(мм), довжина(м)	Втрати напору $h = 1,1 \cdot 1000i \cdot L$, м для $Q_{св}$, л/с				
	0 л/с	10 л/с	20 л/с	30 л/с	40 л/с
Водопідйомні $d=150$ мм, $L=50\text{м}=0,05\text{км}$	0	0,1936	0,693	1,518	2,695
Напірний трубопровід Св1-1 $d=250\text{мм}$, $L=40\text{м}=0,04\text{км}$	0	0,0352	0,04708	0,09768	0,165
Напірний трубопровід Св1-1-2 $d=250\text{мм}$, $L=200\text{м}=0,2\text{км}$	0	0,176	0,2354	0,4884	0,825
Витрата з врахуванням $Q_{св2}=28,61$ л/с	28,61	38,61	48,61	58,61	68,61
Напірний трубопровід 2-3 $d=400\text{мм}$, $L=200\text{м}=0,2\text{км}$	0,0462	0,0789	0,1188	0,165	0,22
Витрата з врахуванням $Q_{св2} + Q_{св3} = 57,22$ л/с	57,22	67,22	77,22	87,22	97,22
Напірний трубопровід 3-4 $d=500\text{мм}$, $L=200\text{м}=0,2\text{км}$	0,0541	0,0726	0,0924	0,1144	0,1408
Витрата з врахуванням $Q_{св2} + Q_{св3} + Q_{св4} = 85,83$ л/с	85,83	95,83	105,83	115,83	125,83
Напірний трубопровід 4-5 $d=500\text{мм}$, $L=200\text{м}=0,2\text{км}$	0,1122	0,1364	0,165	0,1936	0,2244
Витрата з врахуванням $Q_{св2} + Q_{св3} + Q_{св4} + Q_{св5} = 114,14$ л/с	114,14	124,14	134,14	144,14	154,14
Магістраль 5 - РЧВ $d=600\text{мм}$, $L=210\text{м}=0,21\text{км}$	0,08316	0,0970	0,1109	0,1247	0,1409
Сумарні втрати напору на ділянці	0,24946	0,7108	1,34378	2,53678	4,1911

1.3. Водопідготовка

Згідно з вихідними даними вода природного джерела відповідає вимогам ДерСанПіН України «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною».

Для забезпечення санітарного стану водопровідної мережі та промивки резервуарів чистої води передбачаємо використання розчину гіпохлориту натрію.

Приймаємо електролізний гіпохлорит, що готується на місці застосування шляхом електролізу розчину кухонної солі. Доза за активним хлором 1 мг/дм³. Отже добова витрата становить:

$$Q_{\text{хл доб}} = 26794 \text{ г/доб} = 26,8 \text{ кг/доб} = 1,12 \text{ кг/год}$$

Доза за активним хлором при промивці РЧВ 2 мг/дм³. Отже добова витрата становить

$$Q_{\text{хл РЧВ}} = 2 \cdot 4147 = 8294 \text{ г/доб} = 8,3 \text{ кг/доб} = 0,35 \text{ кг/год}$$

Приймаємо установку електролітичного отримання розчину гіпохлориту натрію Selcorperm SES-2000 (Grundfos) 1 робочу, 1 резервну (рис. 1.12 та 1.13)

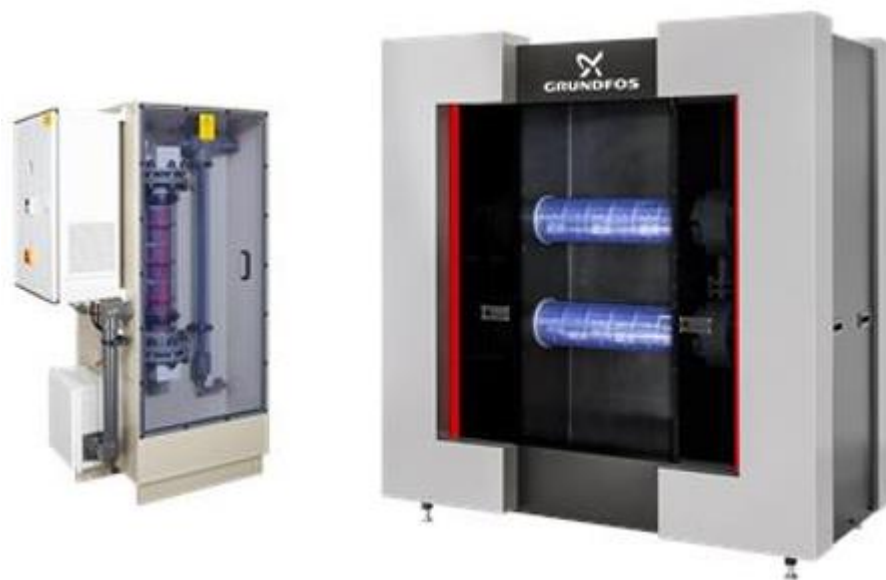


Рис.1.12

Найменування продукту	Selcoperm SES-2000 -M/K-GB	Рідина	
№ продукту	99788740	Діапазон температур рідини	10 .. 20 °C
EAN номер	5713834305320		
Технічні дані		Дані електрообладнання	
Сертифікати	CE,EAC	Споживана потужність P1	14.7 кВт
Номінальна потужність	1800.00 g/h	Частота мережі живлення	50 / 60 Гц
Дезінфікуючий засіб, що дозується насосом	NaClO	Номінальна напруга	3 x 380-415 В
Витрата солі на виробництво 1 кг хлорину	4 - 4.5 кг	Клас захисту (IEC 34-5)	IP54
Витрата води на виробництво 1 кг хлорину	140-170 л		
Монтаж		Інше	
Діапазон температури довкілля	5 .. 40 °C	Вага нетто	245 кг
Мінімально допустимий тиск на вході	3 бар	Вага брутто	375 кг
Максимально припустимий тиск на вході	10 бар	Об'єм пакування	2.21 м³
Тип з'єднання	Metric	Мова	English (British)
		Країна походження	DE
		Код УКТЗЕД	8543307000

Рис.1.13

Витрати кухонної солі становлять 4,5 кг на 1 кг активного хлору.

Добова витрата NaCl: $1,12 \cdot 4,5 \cdot 24 = 120,96$ кг/доб;

при промивці резервуару: $0,35 \cdot 4,5 \cdot 24 = 37,8$ кг/доб.

Місячна потреба у кухонній солі харчової якості складе:

$120,96$ кг/доб \times 30 діб $+ 37,8 = 3666,6$ кг

Кількість мішків місячної потреби складе:

$3667 : 50 = 73$ шт.

Приймаємо склад технічної солі сухого зберігання у мішках на 5 піддонах по 15 мішків.

1.4. Насосна станція II підйому

Чисельність населення, тис. жителів	32
Максимальне добове водоспоживання $Q_{доб.мах}$, тис. м	26794
Максимальне годинне водоспоживання $Q_{доб.мах}$, тис. м ³	1718,67
Витрата води на пожежогасіння $q_{пож.}$, л/с	50
Відмітка землі біля насосної станції, м	106
Відмітка землі у диктуючій точці, м	106,1
Довжина напірних водоводів $L_{н.в.}$, км	2,7
Втрати напору в мережі при $Q_{год.мах}$ $h_{мер.}$, м	9,45
Втрати напору в мережі при пожежогасінні $h_{пож.}$, м	30,65
Гарантований напір $H_{віл.}$, м	26

Категорія надійності – I

Графік погодинного водоспоживання (рис.1.1)

Максимальна подача насосної станції:

$$Q_{н.с.} = q_{погод.мах}$$

$$Q_{н.с.} = 1718,67 \text{ м}^3/\text{Год} = 477,40 \text{ л/с}$$

Витрата напірного водоводу $Q_{н.в.}$:

$$Q_{н.в.} = \frac{Q_{н.с.}}{n}$$

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

$$Q_{н.в.} = \frac{477,40}{2} = 238,7 \text{ л/с}$$

Приймаємо труби чавунні, діаметром $d=450$ мм; $1000i = 6,72$ м/км; $v = 1,49$ м/с.

Розрахунок характеристик напірних трубопроводів виконуємо з використанням розрахункових даних розділу 1.1.

Визначення напірних характеристик водоводів та мережі при різних режимах роботи насосної станції

№ п/п	Параметри	$Q, \text{ м}^3/\text{год}$				
		0	$0,33 Q_{\text{НС}}$	$0,5 Q_{\text{НС}}$	$Q_{\text{НС}}$	$1,3 Q_{\text{НС}}$
		0	572,9	859,3	1718,7	2234,3
2 водоводи						
1	$H_{\text{ст}}$	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3
2	$\sum h$	0,0	2,1	5,2	20,8	35,3
3	$h_{\text{н.в.}}$	0,0	1,5	3,7	14,7	24,9
4	$H_{\text{н.с}}$	21,3	24,8	30,1	56,7	81,5
Аварія 1 водоводу						
5	$h_{\text{н.в.}} \cdot 4$	0,0	5,9	14,7	58,6	99,7
6	$H_{\text{НС}}$	21,3	29,2	41,1	100,7	156,2
Аварія 1 перемички						
7	$h_{\text{н.в.}} \cdot 2,5$	0	3,665	9,16	36,65	62,31
8	$H_{\text{НС}}$	21,26	27,00	35,61	78,67	118,86
Аварія 2 перемички						
9	$h_{\text{н.в.}} \cdot 2$	0	2,932	7,33	29,32	49,84
10	$H_{\text{НС}}$	21,26	26,268	33,78	71,34	106,396
Пожежа						
$Q, \text{ м}^3/\text{год}$		0	632,9	949,3	1898,7	2468,3
11	$H_{\text{ст}}^{\text{пож}}$	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1
12	$\sum h^{\text{пож}}$	0	3,6	9,1	36,4	61,8
13	$h_{\text{н.в.}}^{\text{пож}}$	0	2,2	5,6	22,3	38,0
14	$H_{\text{НС}}^{\text{пож}}$	10,1	16,0	24,8	68,8	109,9

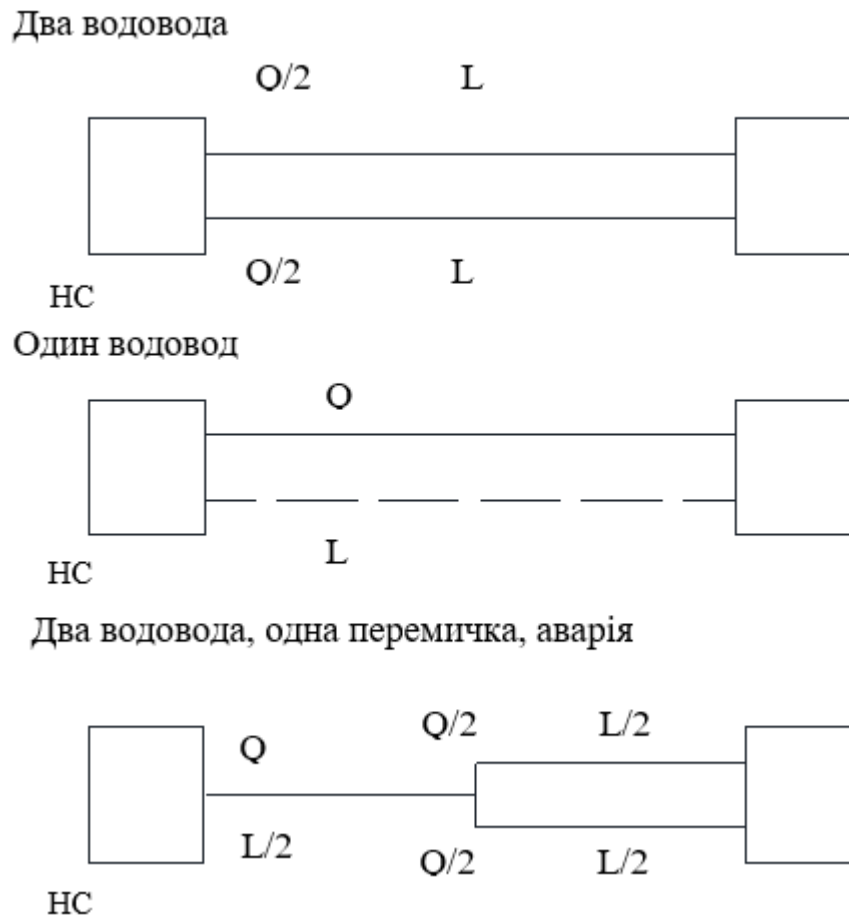


Рис. 1.14. Схеми роботи водоводів

Вибір насосів виконується за зведеними графіками, в залежності від необхідних розрахункових напорів і подач насосів $Q = 1718 \text{ м}^3/\text{год} = 477 \text{ л/с}$ $H = 59 \text{ м}$.

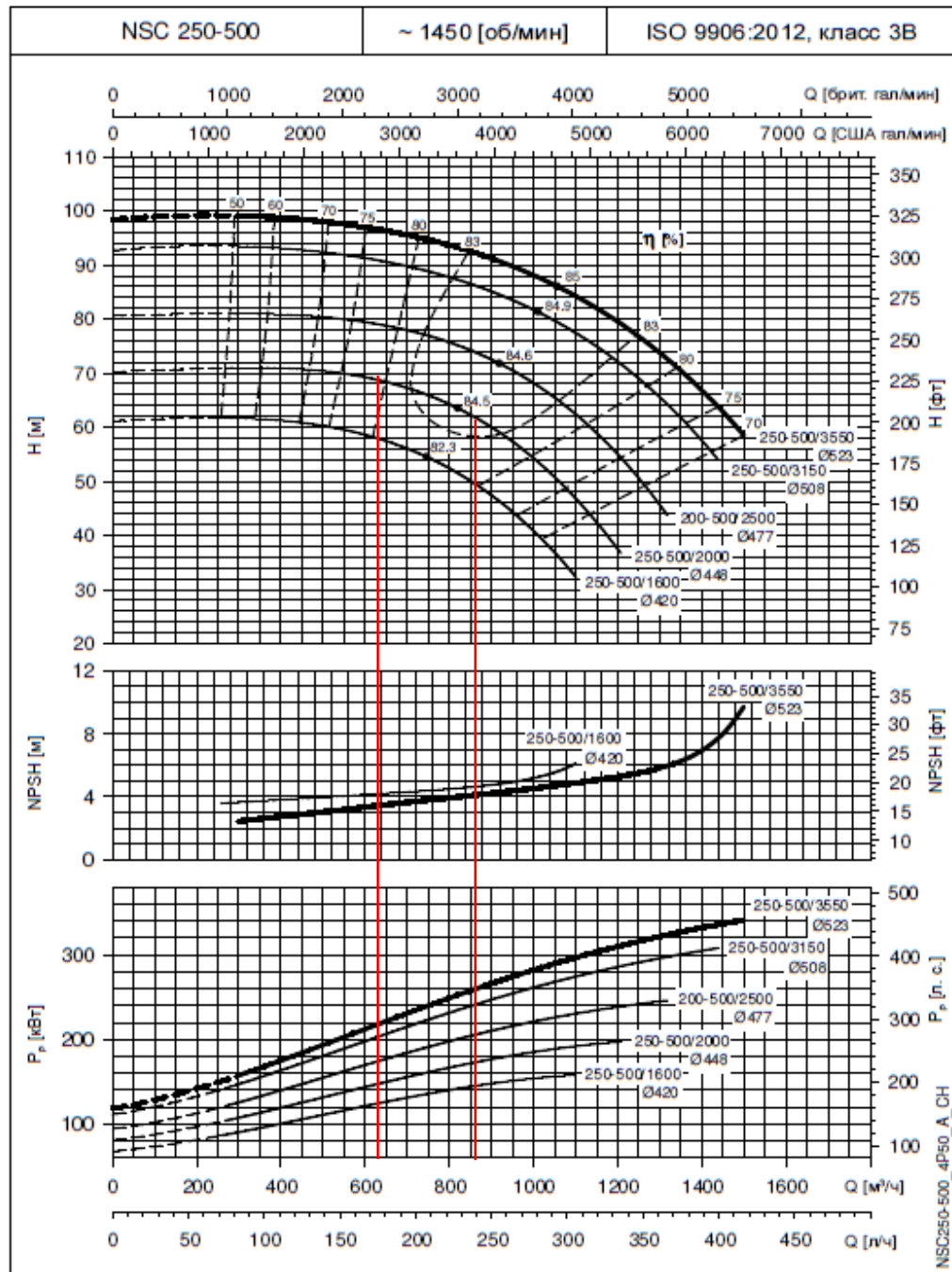
Таблиця 1.21

Варіанти для вибору насосів

Вар.	Марка насоса	пн	ηн.пр	P	NPSH
a	NSC 250-500/2000 Ø448 мм	2	84	180	4,5
b	NB 250-500/449 AAF1AESBAQEYW3	2	77	269,4	12,5
c	NB 150-400/430 AAF1AESBAQE2W3	3	87,3	349,8	5,36

Обираємо NSC 250-500/2000 Ø448 мм

СЕРИЯ e-NSC
РАБОЧИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ 4-ПОЛЮСНЫХ МОДЕЛЕЙ 50 Гц



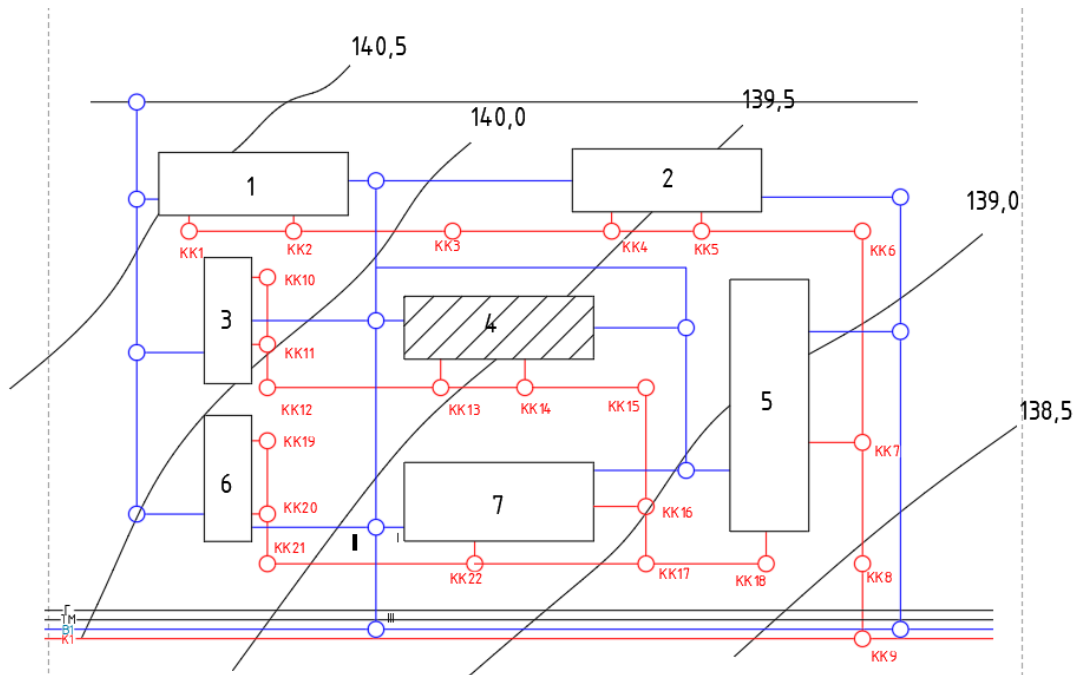
Значения NPSH (полной высоты всасывания) замеры в лабораторных условиях; для практических нужд рекомендуем увеличить эти значения на 0,5 м. Эти показатели действительны для жидкостей плотностью $\rho = 1,0 \text{ кг/дм}^3$ с кинематической вязкостью $\nu = 1 \text{ мм}^2/\text{с}$.

Рис.1.15. Характеристика насоса NSC 250-500/2000 Ø448 мм

Приймаємо до встановлення 3 робочих (2 господарсько-питних та 1 підключається під час пожежогасіння) та два резервних насоси.

Розділ 2. Внутрішнє санітарно-технічне обладнання будівлі

№	Параметри об'єкту будування (В6)	Значення
1	Типовий поверх	9
2	Кількість поверхів	12
3	Висота поверху	3,3
4	Варіант генплану	3
5	Кількість мешканців у домах:	
	1	290
	2	420
	3	240
	4	-
	5	350
	6	200
	7	470
6	Гарантований напір у міській водопровідній мережі, м	38
7	Глибина залягання міського водопроводу, м	1,8
8	Глибина залягання міської каналізації, м	4,3
9	Наявність підвалу	Так
10	Наявність технічного підпілля	-
11	Висота підвалу	3,2
12	Готування гарячої води : швидкісний водонагрівач	Так
13	Наявність дощової каналізації у кварталі	Так
14	Місто	Ужгород



Базові розрахунки

Розміри будинку в плані. 16,5м x 24,0 м.

Периметр будинку – 81 м.

Кількість приладів холодної води – 16 , гарячої – 12. Розрахункова кількість приладів (N) холодної води в 12-ти поверховому будинку – 12x16=192 шт., гарячої – 12*12=144 шт. N=U

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

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

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

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

При цьому середня за годину витрата загальної, холодної і гарячої води одним споживачем, л/год, знаходиться з виразу:

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

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

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

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

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

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

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

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

Максимальна добова витрата загальної, холодної і гарячої води на господарсько-питні потреби споживачів для будинку, що проєктується, визначиться зі співвідношення, м³/добу:

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

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

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

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:

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

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

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

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

$$Q_{\max \text{ доб}}^c = \frac{229,5}{1000} * 180 + 2,3 = 43,61 \frac{\text{л}}{\text{добу}};$$

2.1. Проектування системи холодного господарсько-питного та протипожежного водопостачання

Таблиця 2.1

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

Номер ділянки	Довжина ділянки l, м	Кількість приладів яких подається вода поданий розрахунковій ділянці N, шт.	Розрахункова витрата на ділянці q, 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	2	1	0,21	15	1,24	340,1	0,680
2-3	0,75	2	0,23	15	1,33	420,2	0,315
3-4	0,50	3	0,24	15	1,42	520,4	0,260
4-5	3,6	4	0,25	20	0,78	110,6	0,398
5-6	3,6	32	0,52	25	0,97	120,8	0,434
6-7	3,6	36	0,54	25	1,01	139,7	0,502
7-8	3,6	40	0,58	25	1,09	147,7	0,531
8-9	3,6	44	0,62	25	1,16	166,2	0,598
9-10	9,5	48	0,66	25	1,22	183,1	1,739
10-11	4,3	48	0,66	25	1,22	183,1	0,787
11-12	10,6	96	1,2	50	1,25	132,0	1,399
12-насос	21,7	96	1,2	50	1,25	132,0	2,864
						ΣH (l)=	10,507

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

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

$$\sum H_{l,tot} = (1 + k_1) * \sum H_l = (1 + 0,2) * 10,507 = 12,61 \text{ м}$$

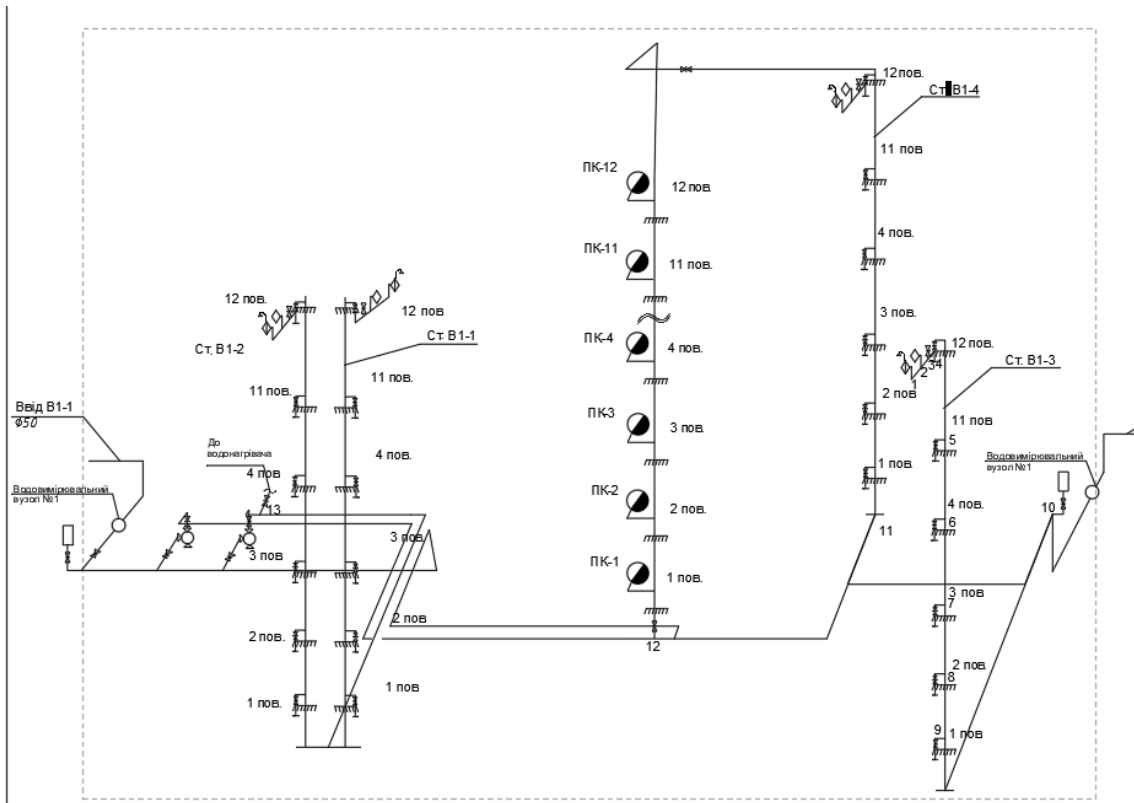


Рис. 2.1. Схема В1 та В2

Таблиця 2.2

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

Номер ділянки	Довжина ділянки $l, \text{м}$	Витрата води $q, \text{л/с}$			Діаметр $d, \text{мм}$	Швидкість $V, \text{м/с}$	Втрати напору за довжиною, мм	
		Господарсько-питні потреби	Пожежні потреби	Розрахункова			1000 $i, \text{мм}$	на ділянці $H(l) = 1000i \cdot l, \text{м}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1'-2'	40,95	0	2,5	2,5	40	1,18	69,6	2,85
2'-3'	21,1	0	2,5	2,5	40	1,18	69,6	1,47
							$\Sigma H(l) =$	4,32

Лічильники для води

Втрати напору в лічильнику при пропуску розрахункової секундної витрати води:

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

$$H_{\text{ліч}} = S q^{\text{tot}^2} = 1,3 * 1,94^2 = 4,89\text{м}; - 1 \text{ умова}$$

$$H_{\text{ліч}} = S q^{\text{tot}^2} = 1,3 * (1,94 + 2,5)^2 = 25,63 \text{ м}; - 2 \text{ умова}$$

Отже підбираємо лічильник діаметром – $\varnothing 32 \text{ мм}$ – ВК32

Таблиця 2.3

Гідрравлічний розрахунок внутрішньоквартальної водопровідної мережі

Номер ділянки	Довжина ділянки l, м	Кількість приладів до яких подається вода по даній розрахунковій ділянці $N_{\text{шт}}$	Розрахункова витрата на ділянці q c, л/с	Діаметр d, мм	Швидкість V, м/с	Втрати напору за довжиною, мм	
						1000 i, мм	на ділянці $H(l) = 1000i * l, \text{ м}$
1	2	3	4	5	6	7	8
4-ВК13	10	192	1,55	50	0,73	28,70	0,287
ВК13- ВК15	65	2162	10,25	90	1,53	55,60	3,614
						$\Sigma H(l) =$	3,901

Визначення необхідного напору в мережі холодного водопроводу

Визначаємо за залежністю:

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

$$H_{\text{необх}} = 2 + 3,90 + 42,4 + 12,61 + 4,89 + 3 = 68,80 \text{ м}$$

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

$$\Sigma H_{l,\text{tot}}^{\text{зобвн}} = 3,90\text{м};$$

$$H_{\text{geom}} = 181,8 - 139,4 = 42,4\text{м}$$

$$\Sigma H_{l,\text{tot}}^{\text{BH}} = 12,61 \text{ м};$$

$$H_{\text{ліч}} = 4,89 \text{ м};$$

$$H_f = 3 \text{ м};$$

За завданням гарантований напір $H_g = 26 \text{ м}$.

$H_{\text{гарант}} < H_{\text{необх}}$, тому потрібен насос.

Розрахунок насосної установки

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

$$H_{\text{нас}} = 68,80 - 38 = 30,80 \text{ м}$$

Встановлюємо два насоси: один робочий і один резервний.

2.2. Розрахунок системи гарячого водопостачання

Таблиця 2.4

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

Номер ділянки	Довжина ділянки l , м	Кількість приладів до яких подається вода по даній розрахунковій ділянці, N , шт.	Розрахункова витрата на ділянці q л/с	Діаметр d , мм	Швидкість V , м/с	Втрати напору за довжиною, мм		k_l	на ділянці $H_{l,tot} = 1000i \cdot l$, м
						1000 l , мм	на ділянці $H (l) = 1000i \cdot l$, м		
1	2	1	0,17	15	1,00	266,2	0,532	0,2	0,638
2-3	0,75	2	0,18	15	1,06	296,1	0,222	0,2	0,266
3-4	4,10	3	0,19	15	1,12	327,6	1,343	0,2	1,612
4-5	3,6	24	0,38	20	1,19	242,5	0,873	0,2	1,048
5-6	3,6	27	0,39	20	1,24	262,6	1,024	0,2	1,223
6-7	3,6	30	0,42	20	1,31	288	1,037	0,2	1,244
7-8	3,6	33	0,44	20	1,40	336,1	1,210	0,2	1,452
8-9	13,8	36	0,46	20	1,42	338	4,664	0,2	5,597
9-10	21,2	72	0,73	25	1,37	228,8	4,851	0,2	5,821
10-11	10,8	144	1,10	32	1,15	111,9	1,209	0,2	1,451
						$\Sigma H (l) =$	16,965	$H_{l,tot} =$	20,352

Режим циркуляції

Циркуляційні витрати в системі будуть дорівнювати 20% від витрат гарячого водопостачання: 0,22 л/с

Витрата води по трубопроводу Т4 0,22 л/с, діаметр трубопроводу 25 мм.

Таблиця 2.5

Гідравлічний розрахунок внутрішнього гарячого водопроводу на режим циркуляції

Номер ділянки	Довжина ділянки l, м	Розрахункова витрата на ділянці	Діаметр d, мм	Швидкість V, м/с	Втрати напору за довжиною, мм	
					1000 i, мм	на ділянці $H(1) = 1000i \cdot l, \text{ м}$
1'-2'	10,8	0,22	32	0,23	6,02	0,065
2'-3'	21,2	0,11	25	0,22	8,44	0,179
3'-4'	36,2	0,165	20	0,52	52,22	1,890
4'-5'	3,9	0,165	20	0,52	52,22	0,204
5'-6'	5,2	0,11	25	0,22	8,44	0,044
6'-7'	24,7	0,22	25	0,43	26,24	0,648
					$H_l =$	2,88

$2,88 \cdot 1,1 = 3,12 \text{ м.} \leq 3 \text{ м.}$ отже циркуляційна витрата порахована вірно

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

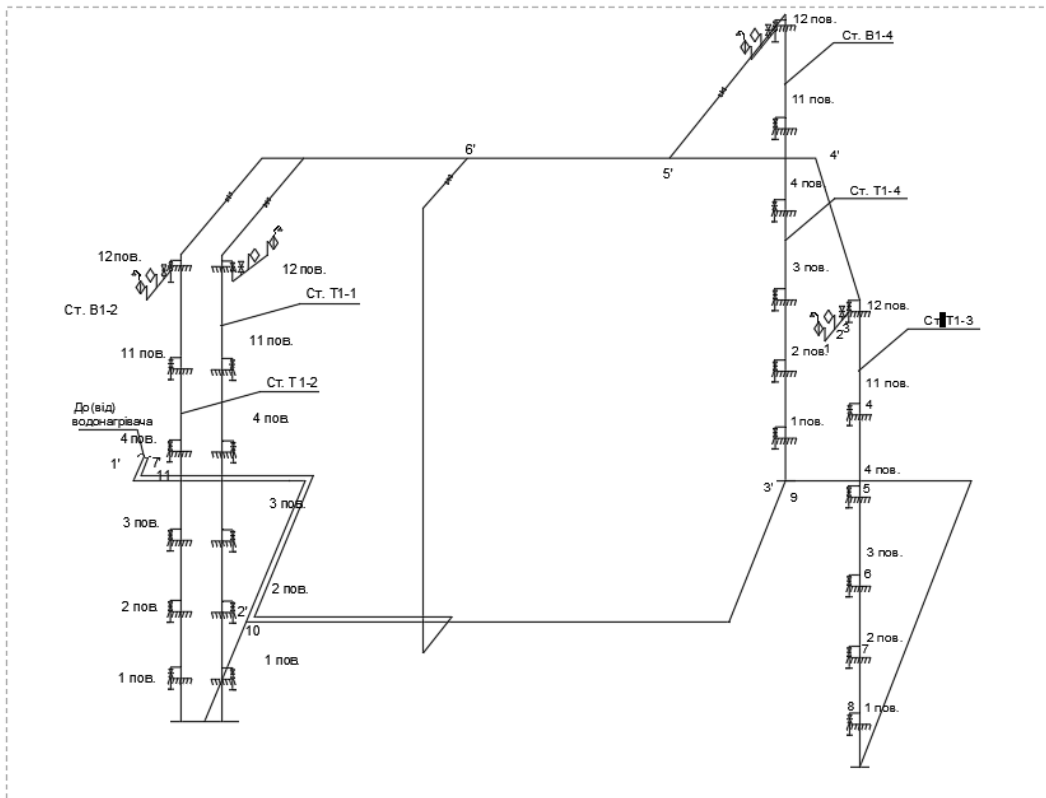


Рис. 2.2. Схема системи Т3, Т4

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:

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

$$Q_{hr}^h = 1.16 * 2,89 * (55 - 2) + 23.7 = 204,3 \text{ Вт};$$

q_{hr}^h - годинна витрата гарячої води в системі в м³/год

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

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

$$F = \frac{204,3}{1500 * 27.55} = 4,94 \text{ м}^2$$

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

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

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

Кількість пластин у теплообміннику знаходимо із співвідношення:

$$n = \frac{F}{f} + 2 = \frac{2,53}{0.6} + 2 = 10,23 \approx 11 \text{ шт.}$$

2.3. Конструювання системи водовідведення

Внутрішня господарсько-побутова система водовідведення

Гідравлічний розрахунок трубопроводів внутрішньої господарсько-побутової мережі водовідведення проводимо за величиною максимальної секундної витрати:

$$q^S = q^{tot} + q_0^S = 1,55 + 1,6 = 3,15 \text{ л/с}$$

Для першого випуску (48 прилади):

$$q^{SL} = \frac{q^{tot}}{3.6} + K_s * q_0^{S,2} = 1,87/3,6 + 0,56 * 1,6^2 = 1,95 \text{ л/с}$$

Для другого випуску (48 приладів):

$$q^{SL} = \frac{q^{tot}}{3.6} + K_s * q_0^{S,2} = 1,87/3,6 + 0,56 * 1,6^2 = 1,95 \text{ л/с}$$

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

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

Діаметри каналізаційних стояків приймаємо **100 мм**.

Для першого випуску

Ухил – 0,03 , $h/d = 0,33$, $V=0,86$ м/с .

Перевірка :

$$V \sqrt{\frac{H}{d}} \geq K; \quad 0,86\sqrt{0,33} = 0,5 = 0,5; - \text{підходить}$$

Для другого випуску

Ухил – 0,03 , $h/d = 0,33$, $V=0,86$ м/с .

Перевірка :

$$V \sqrt{\frac{H}{d}} \geq K; \quad 0,86\sqrt{0,33} = 0,5 = 0,5; - \text{підходить}$$

Розрахунок мережі внутрішньої системи дощового водовідведення

Витрату дощових вод з покрівлі будинку розраховують за залежностями:

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

$$Q = \frac{F q_{20}}{10000} = \frac{425,16 * 100}{10000} = 4,25 \text{ л/с}$$

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

$$Q = \frac{F q_5}{10000} = \frac{425,16 * 260,27}{10000} = 11,07 \text{ л/с}$$

$F = F_1 + 0,3F_2 = 396 + 0,3*81*1,2=425,16$ м²– розрахункова площа, м²;

Діаметр внутрішніх водостічних стояків – 85 мм для плоских покрівель

$i=0,01$ $V=0,66$ $Q=4,25$ л/с

Діаметр внутрішніх водостічних стояків – 100 мм для похильних покрівель

$i=0,01$ $V=0,66$ $Q=11,07$ л/с

Гідравлічний розрахунок внутрішньоквартальної (дворової) мережі водовідведення

N ділянок	Довжина L, м	Розрахункова витрата q сіт, л/с	Діаметр d, мм	Ухил		Наповнення h/d	Висота h, м	Швидкість V, м/с	Падіння Iгр×L, м	Відмітки, м								Глибина закладання лотка труби	
				Землі Із	Труби Iгр					Поверхні Землі		Поверхні води		Лотка труби		Шелиги труби		На початку	В кінці
										На початку	В кінці	На початку	В кінці	На початку	В кінці	На початку	В кінці		
Головний колектор побутової мережі																			
19-20	12,2	2,94	150	0,00984	0,008	0,33	0,0495	0,575	0,0976	139,8	139,68	138,85	138,75	138,80	138,70	138,95	138,85	1	0,98
20-21	8,3	3,63	150	0,00964	0,008	0,374	0,0561	0,597	0,0664	139,68	139,6	138,75	138,69	138,70	138,63	138,85	138,78	0,978	0,971
21-22	34,5	3,63	150	0,01159	0,008	0,374	0,0561	0,597	0,276	139,6	139,2	138,69	138,41	138,63	138,35	138,78	138,50	0,971	0,8466
22-17	28,5	4,28	150	0,01053	0,01	0,3385	0,0508	0,681	0,285	139,2	138,9	138,41	138,12	138,36	138,07	138,50	138,22	0,847	0,826
17-18	20	5,0	150	0,01500	0,01	0,42	0,0630	0,706	0,2	138,9	138,6	138,12	137,92	138,06	137,86	138,22	138,01	0,826	0,7385
18-8	15,5	6,01	200	0,01290	0,01	0,436	0,0872	0,741	0,155	138,6	138,4	137,92	137,77	137,84	137,68	138,01	137,88	0,738	0,7177
8-9	12,5	13,94	200	0,01200	0,015	0,69	0,1380	1,08	0,1875	138,4	138,25	137,77	137,58	137,63	137,44	137,88	137,64	0,718	0,806

Повздовжній профіль внутрішньоквартальної господарчо-побутової водопровідної мережі

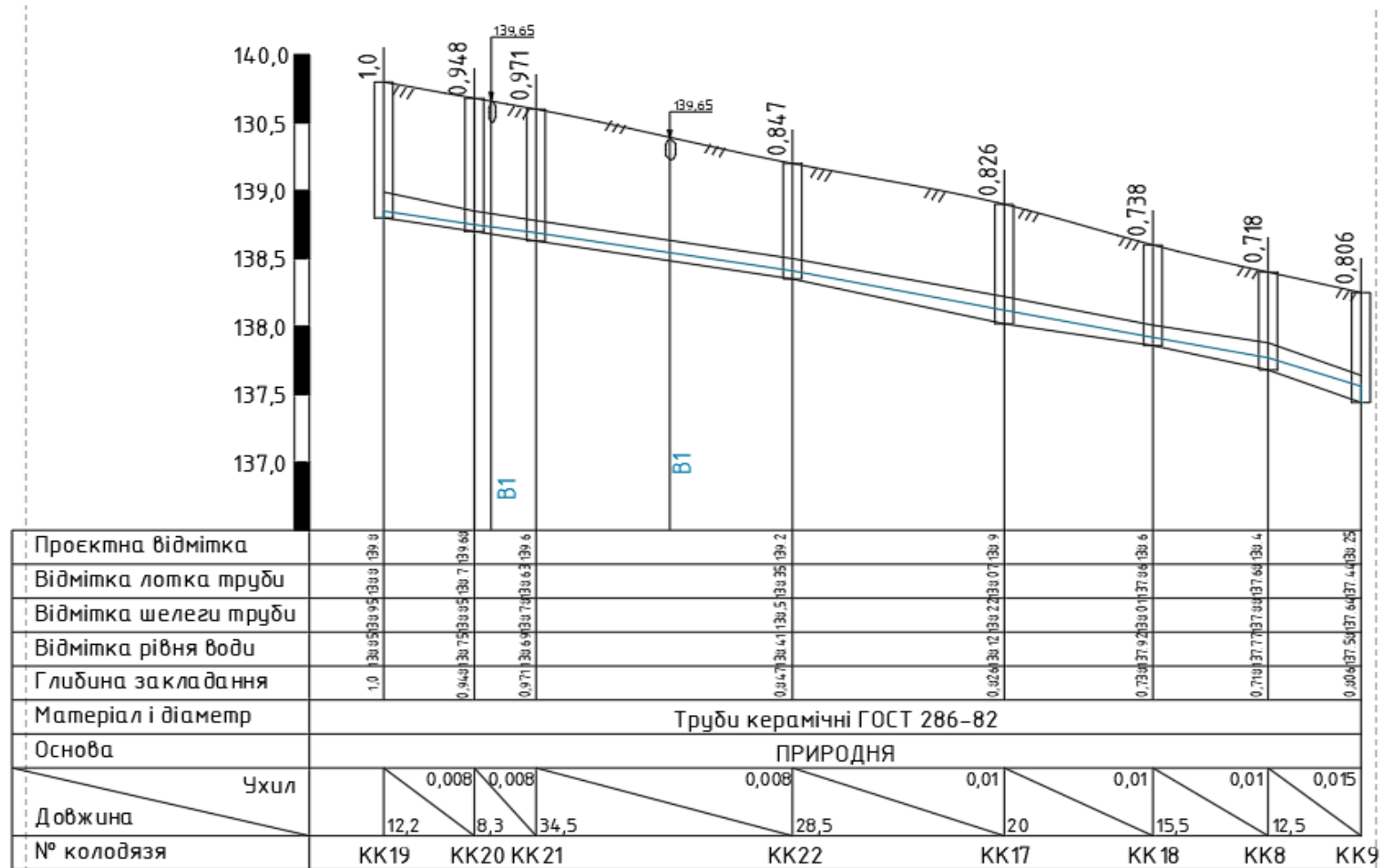


Рис. 2.4.

Розділ 3. Технологія будівельного виробництва

Характеристика споруди та умов виконання робіт

Вихідні дані: відповідно завданню необхідно розробити технологію монтажу двох резервуарів чистої води зі збірних залізобетонних конструкцій, місткістю 4000 м^3 кожен. Відстань між резервуарами 10 м.

Резервуари прямокутні у плані з розмірами в осях $36 \text{ м} \times 24 \text{ м}$. Заглиблення резервуара в ґрунт прийнято $4,8 \text{ м}$. Ґрунт супісок. Крок колон $6 \text{ м} \times 6 \text{ м}$. 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 – $4,8 \text{ м}$.

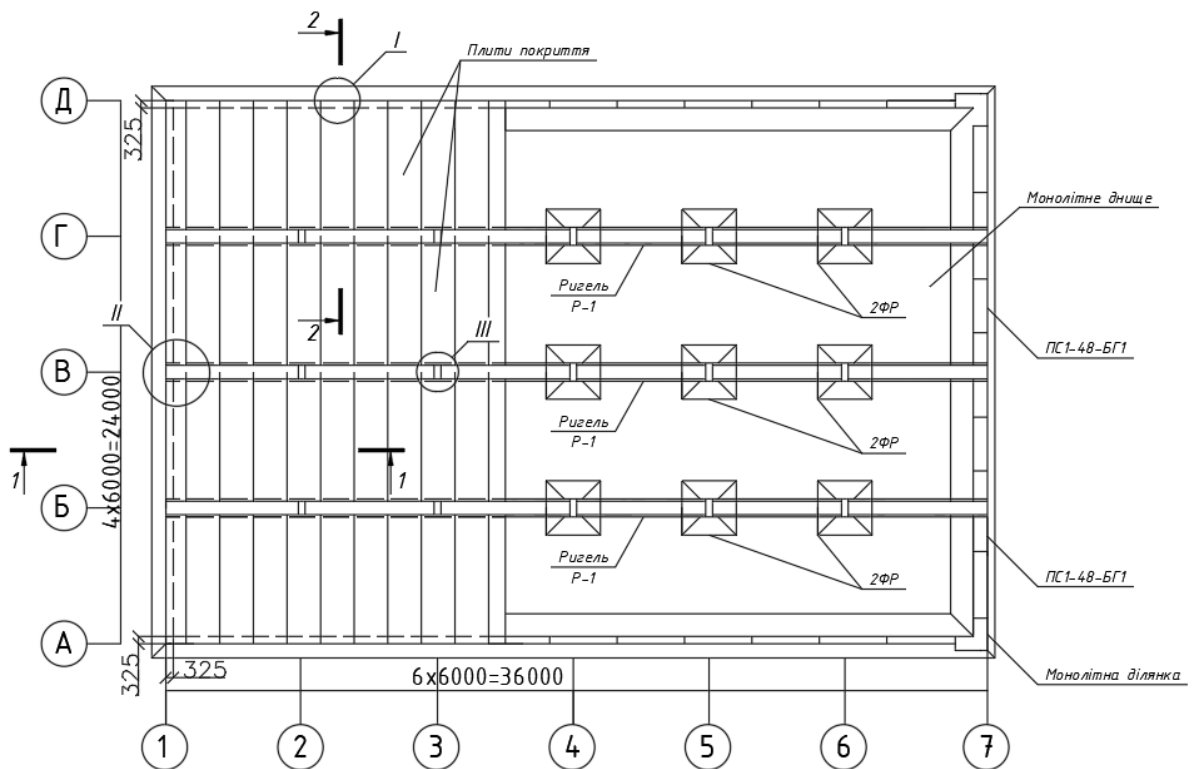


Рис. 3.1. Схематичний план резервуару чистої води місткістю 4000 м^3 з маркуванням конструкцій каркаса

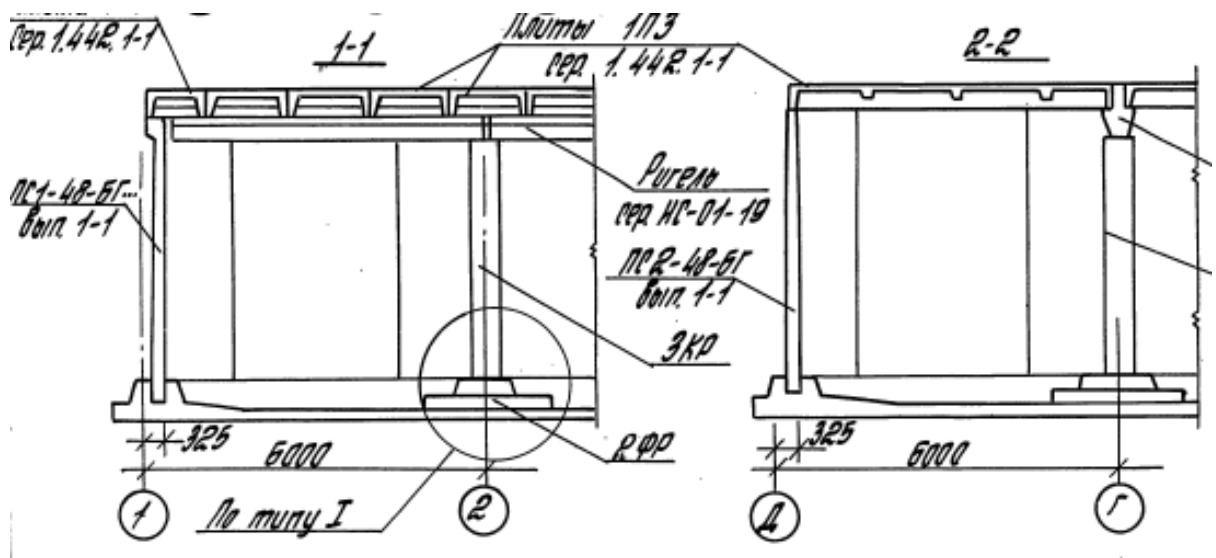


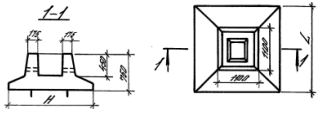
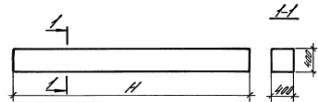
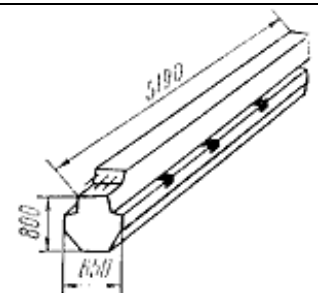
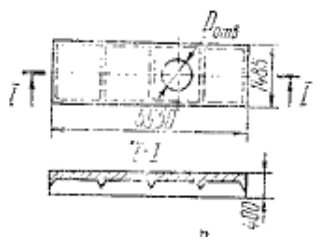
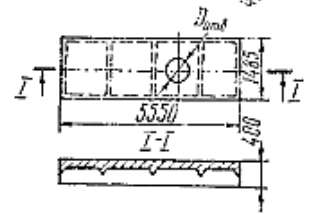
Рис. 3.2. Схематичні розрізи резервуару чистої води місткістю 5000 м³ з маркуванням конструкцій каркаса

3.1. Монтажні елементи

Таблиця 3.1

Характеристика монтажних елементів

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

№ 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	ЗКР48		1,7	0,63
5	Ригель	Р-1		4,2	2,35
6	Плита покриття	1П7		1,2	1,05
7	Плита покриття	1ПЗ		2,3	1,9

Поділ споруди на монтажні дільниці

Споруду розбиваємо на дільниці однакові за трудомісткістю, які поділяємо на дві групи:

- невеликі окремо стоячі споруди циліндричної і прямокутної форм в плані шириною до 15;
- прямокутні і циліндричні в плані ємкісні споруди шириною понад 15 м.

3.2. Підрахунок об'ємів робіт

Таблиця 3.2

Об'єм монтажних робіт

№	Найменування елементів	Марка елемента	Кількість елементів, шт.		Об'єм елементів, м ³	Об'єм елементів, м ³	
			на дільницях				
			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

Таблиця 3.3

Об'єм опалубних робіт

Марка монолітної ділянки	Тип поверхні, яка покривається опалубним щитом	Розміри поверхні, мхм	Кількість поверхонь кожного типу, шт.	Площа одної поверхні, м ²	Площа опалубки за типом поверхні та загальна площа опалубки, м ²
УМ48-БГ1	1	1,59x4,28	2	6,80	13,60
	2	1,21x4,28	2	5,18	10,36
	3	0,28x4,28	1	1,98	1,98
Площа опалубки на одну монолітну ділянку, м 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	діаметром	діаметром	діаметром	
	6 мм	8 мм	14 мм	16 мм	
УМ48-БГ1	3,0	46,3	26,1	289,1	364,5
Маса арматури на одну монолітну ділянку, кг					364,5
Маса арматури на монтажну дільницю, 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 дільницях			Об'єм робіт на споруду
			одиниці вимірювання	1	2	
1	Зварювання випусків арматури панелей стін	10 м шва	0,432	18 x 0,432 = 7,78	18 x 0,432 = 7,78	15,55
2	Закладання швів дна паза днища бетоном з ущільненням	1 м ³	0,03	0,03x2,98x18=1,6	0,03x2,98x18=1,6	3,2

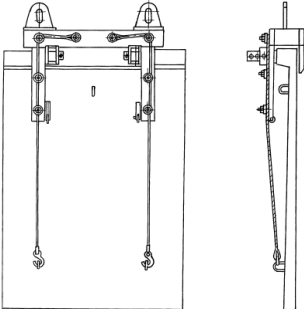
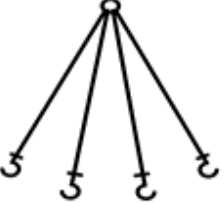
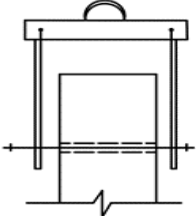

Закінчення таблиці 3.6

№ пор.	Назва процесу	Одиниця вимірювання	Об'єм робіт на ділянках			Об'єм робіт на споруду
			одиниці вимірювання	1	2	
3	Заливання швів панелей стін бетоном механізовано	100 м	0,048	18 x 0,048 = 0,86	18 x 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	0,062x33= 2,04	0,062x33= 2,04	4,08
6	Електрозварювання ригеля із стіною панеллю	10 м шва	0,025	0,025x6= 0,15	0,025x6= 0,15	0,3
7	Електрозварювання плити з ригелем	10 м шва	0,024	0,024x48= 1,15	0,024x48= 1,15	2,3
8	Електрозварювання плити покриття із стіною панеллю при обпиранні довшою стороною	10 м шва	0,008	0,008x8= 0,064	0,008x8= 0,064	0,128
9	Заливка швів плит покриття розчином механізовано	100 м	7,06	7,06	7,06	14,12


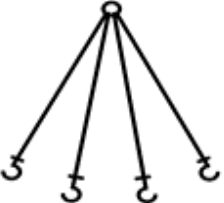
3.3. Вибір монтажних кранів

Таблиця 3.7

Засоби для захоплення конструкцій

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

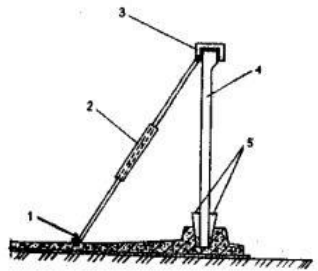
Закінчення таблиці 3.7

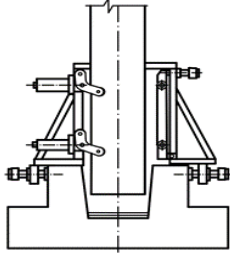
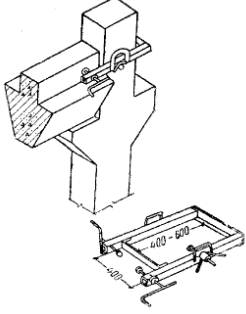
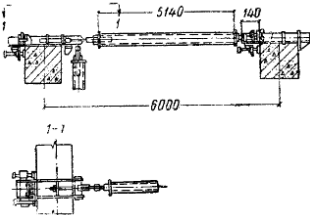
№	Найменування, коротка характеристика, посилання на довідник із зазначенням сторінки	Ескіз	Характеристика		
			вантажопідйомність, т	маса, т	розрахункова висота, м
1	2	3	4	5	6
5	Строп двогілковий для захоплення траверси		8	0,05	2,5
6	Строп чотирьох гілковий для захоплення плит покриття с. 68 [16]		5	0,048	5

За монтажною схемою I будують споруди водопостачання та водовідведення, ширина яких не перевищує 15 м; схема II – шириною 16 – 30 м; за схема III – шириною понад 30 м.

Таблиця 3.8

Засоби для тимчасового закріплення і вивіряння 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 струбиною та металеві клини для тимчасового закріплення стінових панелей с. 6 [17]		-	0,05

2	Кондуктор для тимчасового закріплення колон та їх вивіряння с. 73 [16]		0,72	0,282
3	Кондуктор для тимчасового закріплення ригелів та їх вивіряння с. 77 [16]		-	0,026
4	Розчалка для тимчасового закріплення ригелів с. 77 [16]		-	0,078

Виконання монтажних робіт прийнято за схемою II (ширина резервуара чистої води 24 м). На рис. 3.3 наведено наступні умовні позначення: 1 – вісь руху крана при монтажі конструкцій за схемою II; 11 – розширення котловану в торцях для заїзду і виїзду транспорту, прийнято 6 м [3]; B4 – розширення котловану для монтажу останнього прогону; b1 – ширина вільного простору між основою відкосу і днищем, приймаємо 1,0 м. Монтажні характеристики визначено для найважчих, найвищих та найдальших від крана конструкцій у кожному елементарному потоці.

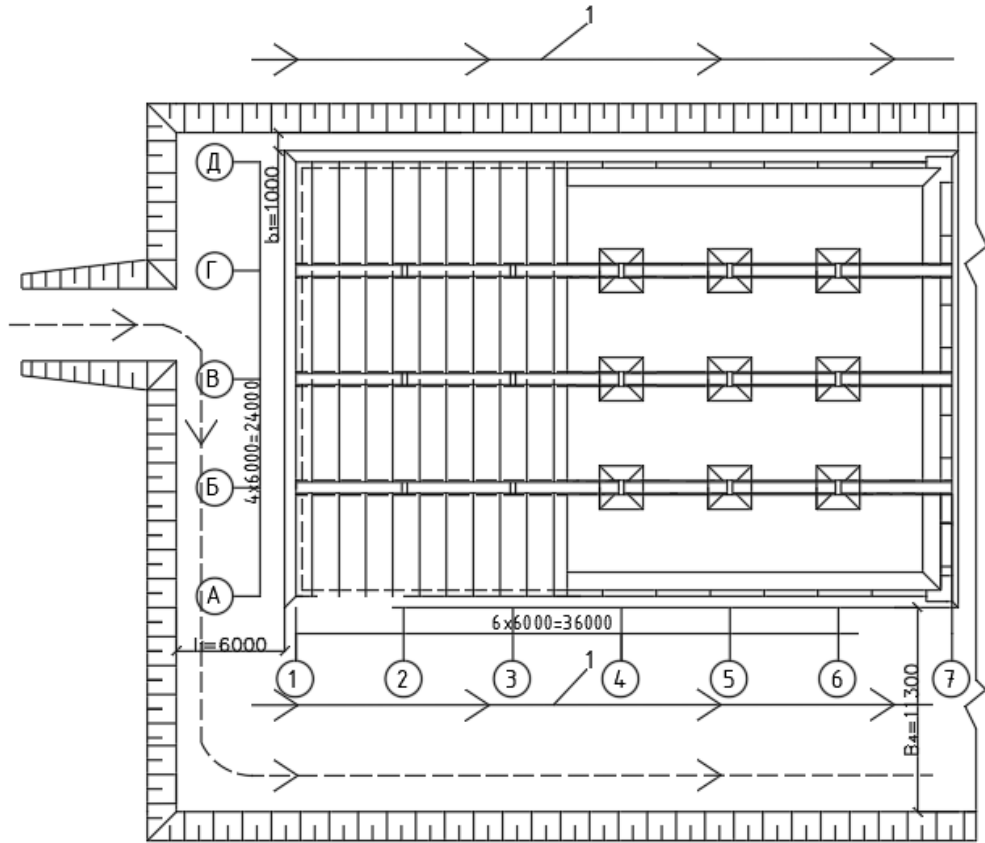


Рис. 3.3. Схема проходок монтажних кранів.

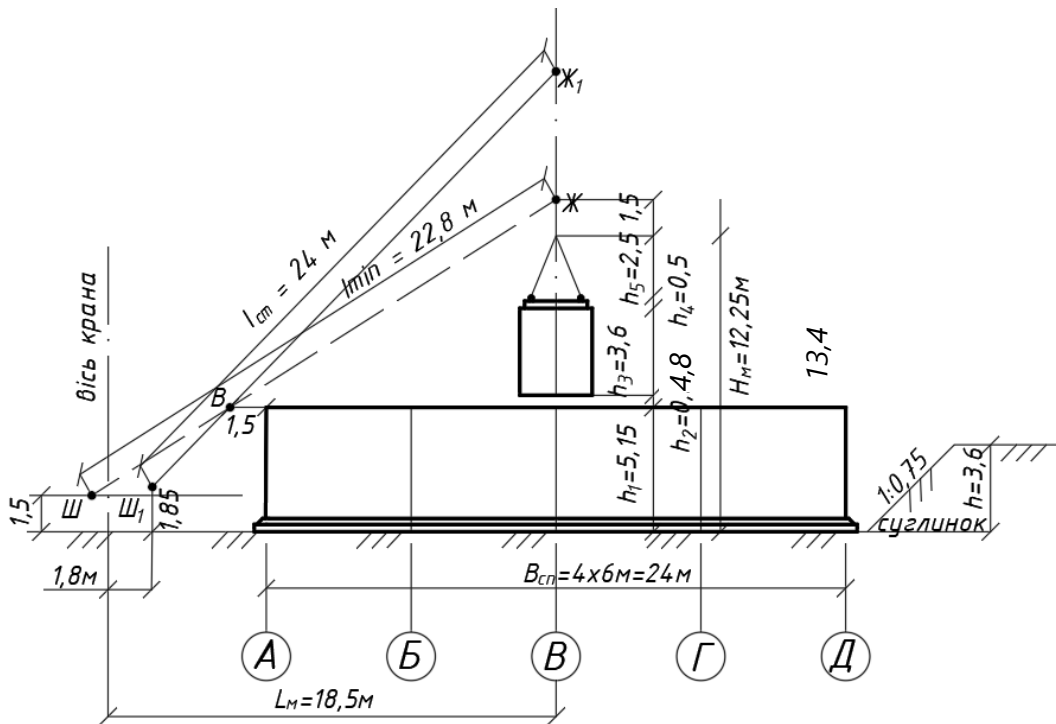


Рис. 3.4. Визначення монтажних характеристик стінових панелей:

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

$$H_M^{СП} = 5,15 + 0,5 + 4,8 + 0,5 + 2,5 = 13,45 \text{ м}; \quad L_M^{СП} = 18,5 \text{ м}.$$

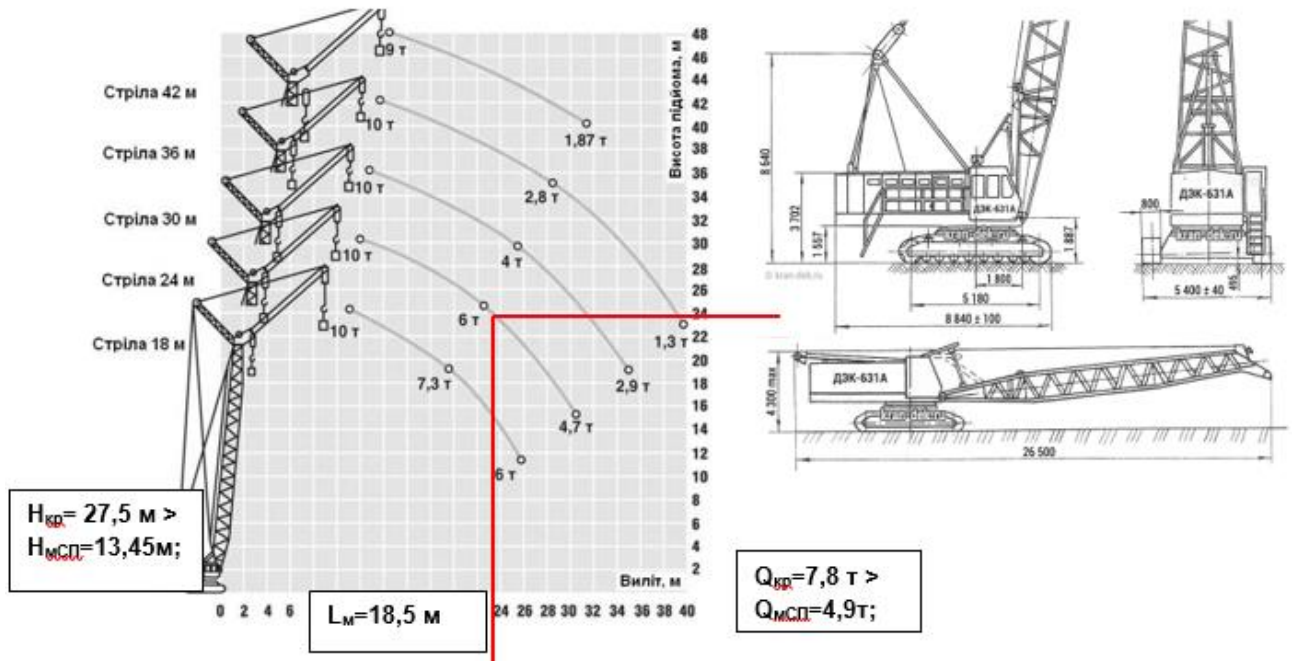


Рис. 3.5. Вантажовисотні характеристики крана ДЭК-631А при баштово-стріловому виконанні та допоміжний підйом і придатність його для монтажу стінових панелей

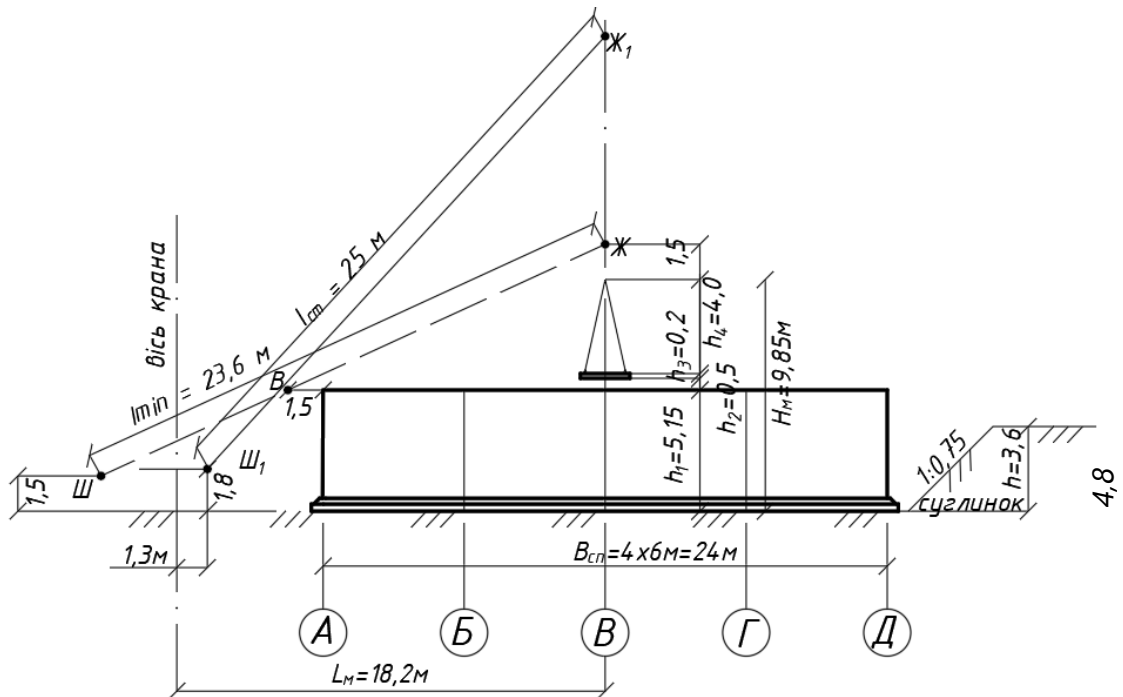


Рис. 3.6. Визначення монтажних характеристик ПДР:

$$Q_M^{ПДР} = 1,58 + 0,044 = 1,62 \text{ т};$$

$$H_M^{ПДР} = 5,15 + 0,5 + 0,2 + 4,0 = 9,85 \text{ м}; \quad L_M^{ПДР} = 18,2 \text{ м}.$$

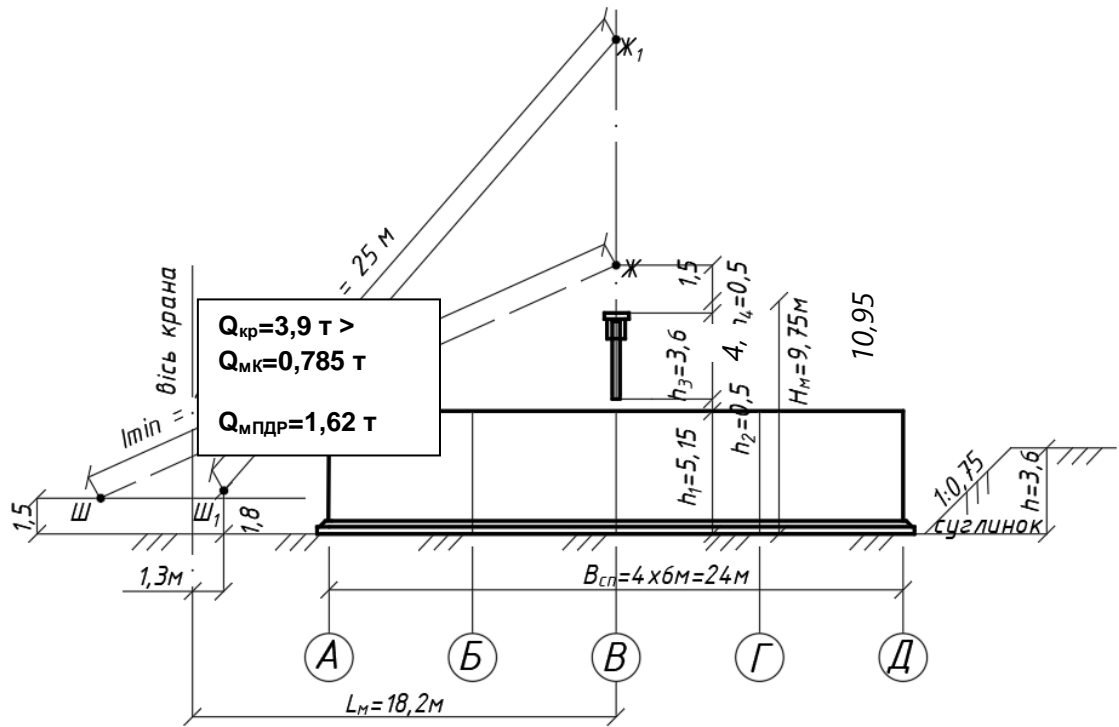


Рис. 3.7. Визначення монтажних характеристик колон:

$$Q_M^K = 0,65 + 0,135 = 0,785 \text{ т};$$

$$H_M^K = 5,15 + 0,5 + 4,8 + 0,5 = 10,95 \text{ м}; \quad L_M^K = 18,2 \text{ м}.$$

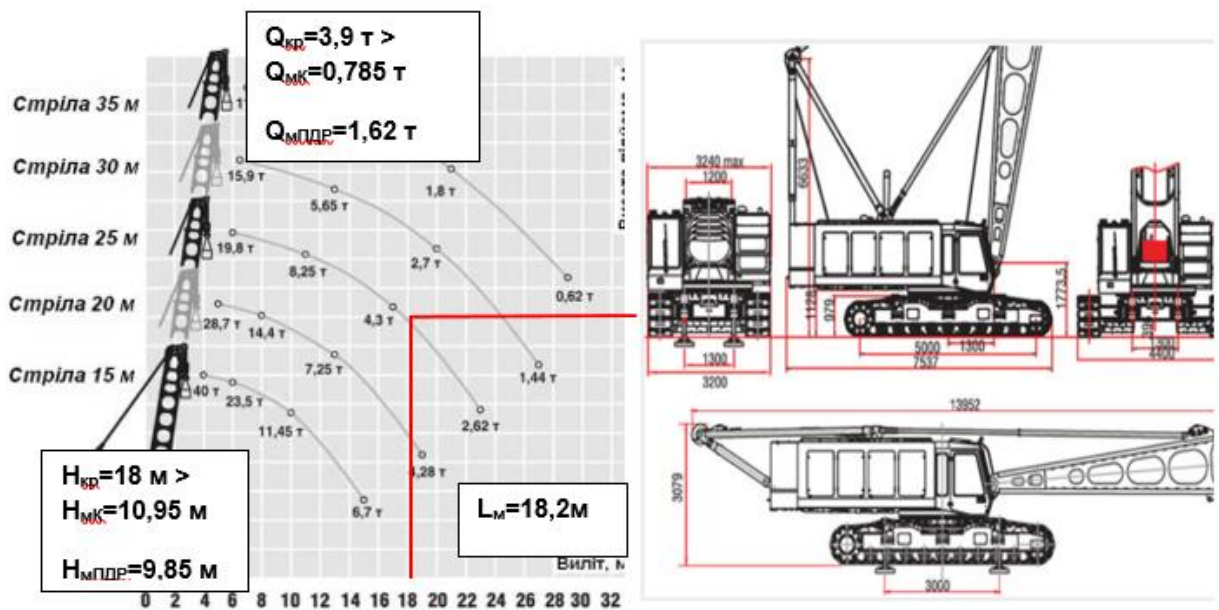


Рис. 3.8. Загальний вид та вантажовисотні характеристики гусеничного крана ДЭК 401: баштово-стрілове виконання і допоміжний підйом з гуськом 5 м й придатність його для монтажу колон та ПДР за монтажного вильоту 18 м.

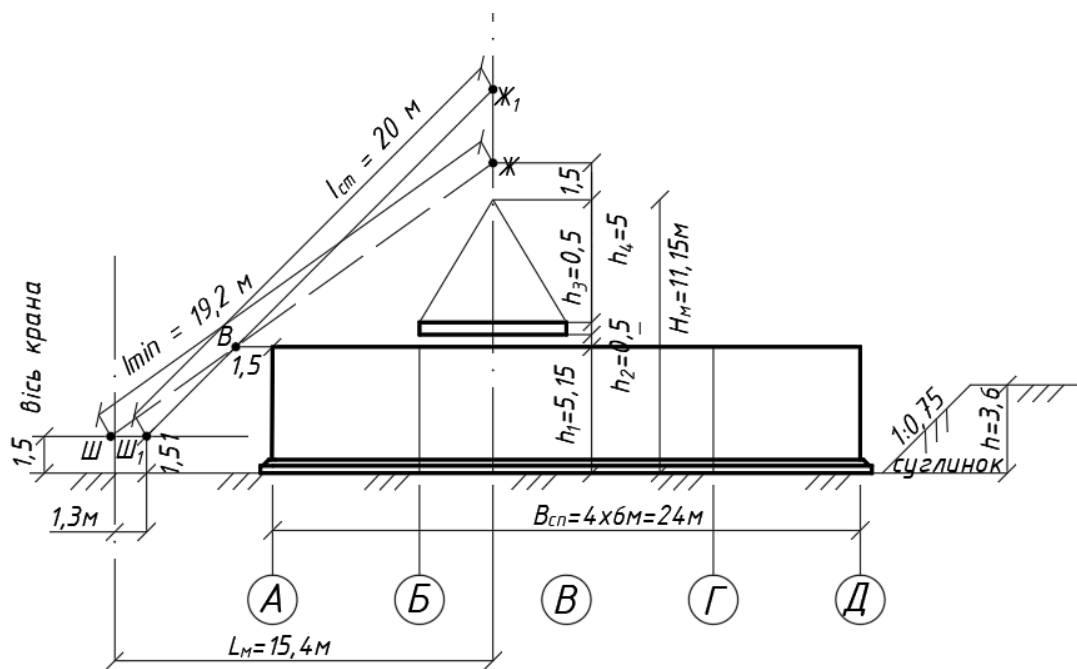


Рис. 3.9. Визначення монтажних характеристик плит покриття:

$$Q_M^{пп} = 4,68 + 0,048 = 4,73 \text{ т};$$

$$H_M^{пп} = 5,15 + 0,5 + 0,5 + 5 = 11,15 \text{ м}; \quad L_M^{пп} = 15,4 \text{ м}.$$

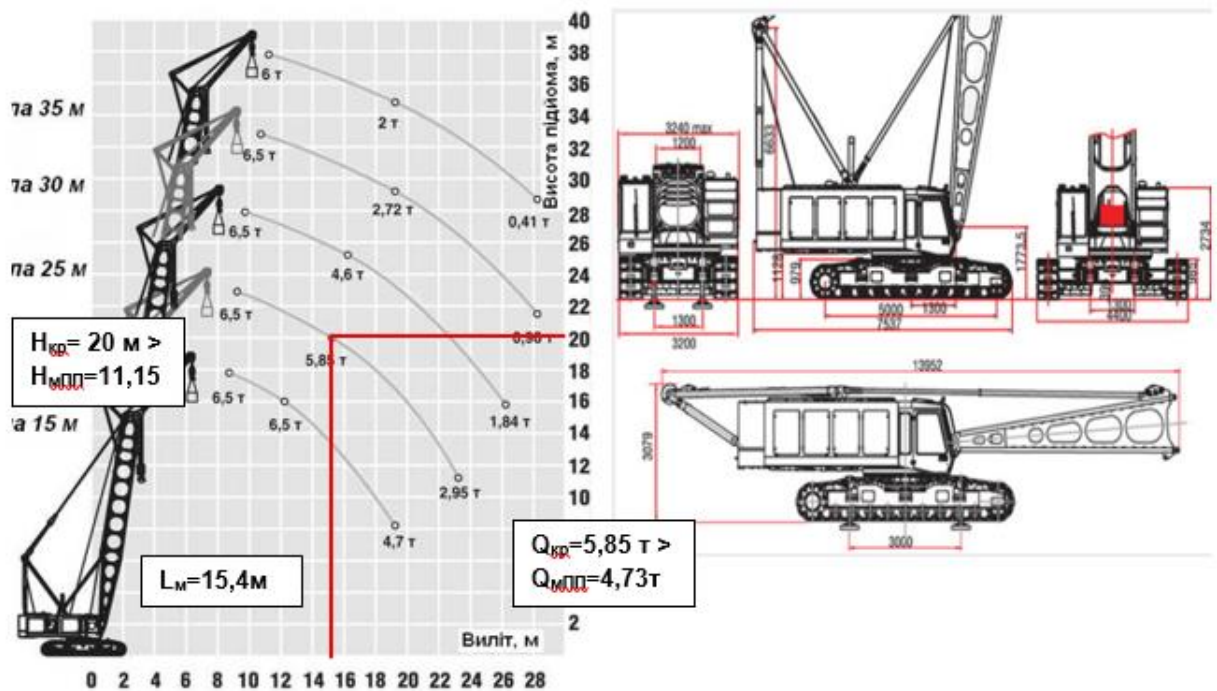


Рис. 3.10. Загальний вид та вантажовисотні характеристики гусеничного крана ДЭК 401: баштово-стрілове виконання і допоміжний підйом з гуськом 5 м й придатність його для монтажу плит покриття за монтажного вильоту 15,4 м

Таблиця 3.9

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

№ поз.	Назва конструкції в елементарних монтажних потоках	Монтажні характеристики конструкцій			Гусеничні крани, придатні за технічними характеристиками
		Q_m, T	H_m, m	L_m, m	
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

3.4. Складання калькуляції трудових витрат

Таблиця 3.10

Калькуляція трудових витрат (на ділянку)

№ пор.	Найменування процесів	Об'єм робіт		Обґрунтування за ГН, ЕНиР	Норма часу люд.-год. маш.-год.	Трудо-міст-кість люд.-год. маш.-год.	Склад ланки	
		Одиниця виміру	Кількість одиниць				Професія /розряд/	К-ть
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Установка панелей стін резервуара площею $4,8 \times 2,98 = 14,3 \text{ м}^2$	1 шт	36	Е §4-1-8, табл. 2, п. 10а, б	$\frac{1,50}{0,37}$	$\frac{1,5 \times 36}{0,37 \times 36} = 54,00$ 13,32	Монтажник 5р., 4 р., 3 р., 2 р. Машиніст 6 р.	1 1 1 1 1
2	Зварювання випусків арматури панелей стін $36 \times 4,32 = 155,5 \text{ м}$	10 м	15,55	Е §22-1-4, п. 4а	$\frac{7,10}{-}$	$\frac{110,05}{-}$	Зварювальник 5 р.	1

Продовження таблиці 3.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	Закладання швів дна паза днища бетонною сумішшю з ущільненням (0,08+0,095)/2x0,33x2,9 8x36=3,097 м ³	1 м ³	3,097	Е §4-1-51, п. 1	<u>5,80</u> -	<u>17,97</u> -	Монтажник 4р., 3 р.	1 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 ригеля з колоною 0,62х18=11,20 м	10 м	1,12	Е §22-1-3, п. 1г	<u>6,80</u> -	<u>7,62</u> -	Зварювальник 5 р.	1
14	Електрозварювання ригеля із стіноюю панеллю 0,25х6=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 1,5х6 = 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 0,24х48=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 0,08х24=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

3.5. Складання таблиці технологічних розрахунків і побудова графіка виконання робіт

Таблиця 3.11

Технологічні розрахунки монтажу РЧВ (на ділянці)

№ процесу	Найменування процесів і посилання на пункти калькуляції	Об'єм робіт		Трудомісткість люд.-зм. / маш.-зм.		Прийнятий склад ланок та бригади		Тривалість робіт, змін	Виконання норм, %
		Одиниця вимірювання	Кількість одиниць	за нормою	прийнята	Професія /розряд/	К-ть		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Установка панелей стін резервуара площею (п. 1)	1 шт	36	$\frac{48:8}{13,32:8} = \frac{6,00}{1,67}$	$\frac{1,5 \times 4 = 6}{1,5 \times 1 = 1,5}$	Монтажник 5р., 4 р., 3 р., 2 р. Машиніст 6 р.	1 1 1 1 1	6:4=1,5 або 1,67:1=1,67 прийнято 1,5	для монт. 6:6x100= 100 для маш. 1,67:1,5x 100=111
2	Зварювання випусків арматури панелей стін (п. 2)	10 м	15,55	$\frac{13,76}{-}$	$\frac{14,00}{-}$	Зварювальник 5 р.	8	2	98
3	Закладання швів дна паза днища і панелей стін бетонною сумішшю (п. 3-4)	1 м ³ 100 м	3,097 1,70	$\frac{2,25+5,95}{-} = \frac{8,20}{-}$	$\frac{8,00}{-}$	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	$\frac{25,22}{-}$	$\frac{25,00}{-}$	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	$\frac{21,49}{3,75}$	$\frac{21,00}{4,00}$	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	18	<u>12,96</u>	<u>13,00</u>	Монтажник 5р., 4 р., 3 р., 2 р. Машиніст 6 р.	1	3,0	для монт. 99 для маш. 99
		1 шт	72	2,97	3,00		1 2 1 1		
7	Електрозварювання ригелів з колонами і стіновими панелями, плит покриття з ригелями і стіновими панелями (13-14, 16-17)	10 м	1,12	<u>2,22</u>	<u>2,50</u>	Зварювальник 5 р.	1	2,5	89
		10 м	0,15	-	-				
		10 м	1,152						
		10 м	0,192						
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>				

Графік виконання робіт (на споруду)

№ п/ п	Найменування процесів	Одиниця виміру	Обсяг робіт	Прийнята трудомісткість, машиномісткість люд.-зм/маш.-зм		Склад бригади (ланки),	Трива- лість, змін		Робочі зміни																											
				на дільниці 1	на дільниці і 2		на діль- ниці 1	на діль- ниці 2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19									
1	Установка панелей стін резервуара площею	1 шт	36	<u>6,0</u> 1,5	<u>6,0</u> 1,5	4 монтажника 5р., 4 р., 3 р., 2 р.; 1 машиніст 6 р.	1,5	1,5		■	■	■	■																							
2	Зварювання випусків арматури панелей стін	10 м	15,55	<u>14,0</u> -	<u>14,0</u> -	8 зварювальників 5 р.	2,0	2,0		■	■	■	■																							
3	Закладання швів дна паза днища і панелей стін бетоном	1 м ³ 100 м	3,097 1,70	<u>8,0</u> -	<u>8,0</u> -	4 монтажника 4р., 3 р.	2,0	2,0		■	■	■	■																							
4	Бетонування монолітних ділянок стін резервуару	1 т 1 м ² 1 м ³ 1 м ²	1,458 103,76 13,6 103,76	<u>25,0</u> -	<u>25,0</u> -	2 арматурника 6р., 2 р.; 2 тесляра 5р., 3 р.; 2 бетон. 4р., 2 р.	4,0	4,0				■	■	■	■	■	■																			
5	Установка фундаментів, колон, замоноличування колон у стаканах фундаментів	1 шт 1 шт стик	33 33 33	<u>21,00</u> 4,0	<u>21,00</u> 4,0	5 монтажників 5р., 4 р., 3 р., 2 р.; 1 машиніст 6 р.	4,0	4,0										■	■	■																

6	Установка ригелів, плит покриття	1 шт 1 шт	18 72	<u>13,00</u> 3,00	<u>13,00</u> 3,00	5 монтажників 5р., 4р., 3р., 2р.; 1 маш. 6р.	3,0	3,0												
7	Електрозварювання ригелів з колонами і стін. панелями, плит покриття з ригелями і стіновими панелями	10 м 10 м 10 м 10 м	1,12 0,15 1,152 0,192	<u>2,50</u> - - -	<u>2,50</u> - - -	1 зварю- вальників 5р.	2,5	2,5												
8	Заливка швів плит покриття розчином механізованим способом	100 м	7,06	<u>3,5</u> -	<u>3,5</u> -	2 монта-жника 4р., 3р.	1,75	1,75												

3.6. Визначення техніко-економічних показників.

Техніко-економічні показники визначено наступним чином:

- обсяг монтажу залізобетонних конструкцій (табл.2) 669,3 м³;
- тривалість будівництва (табл. 12) 17 змін;
- трудомісткість роботи монтажних кранів (табл. 11) 8,5х2=17 маш.-змін;
- затрати праці робітників (табл. 11) 93,0х2=186,0 люд.-змін;
- виробіток у м³ на 1 маш.-зм. $669,3 / 8,5 = 78,7$ м³/маш.-зм.;
- виробіток у м³ на 1 люд.-зм. $669,3 / 186,0 = 3,59$ м³/люд.-зм.

Визначення потреби в матеріально-технічних ресурсах

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	ЗКР48	шт.	66
5	Ригель	Р-1	шт.	36
6	Плита покриття	ІП7	шт.	48
7	Плита покриття	ІП3	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	A240C	кг	24,0
20	Арматура діаметром 8 мм	A400C	кг	273,6
21	Арматура діаметром 14 мм	A400C	кг	993,6
22	Арматура діаметром 16 мм	A400C	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 напівпричепом-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		
	1200x3300 мм					
	600x3300 мм				шт.	4
	300x3300 мм				шт.	6
	1200x1200 мм				шт.	8
	600x1200 мм				шт.	4
	300x1200 мм		шт.	6		

3.6. Вказівки з 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 розроблених 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	Геодезична служба
Монтаж фундамент-тів	-	Відхилення відміток опорних поверхонь дна стаканів від проектних. Відповідність положення змонтованих фундаментів в плані.	Візуально, рулеткою	В процесі монтажу	Геодезична служба

Операції, які підлягають контролю		Контроль якості виконання операцій			
виконавцем	майстром	склад	спосіб	строки	залучені служби
1	2	3	4	5	6
-	Монтаж колон, ригелів, плит покриття	Установку конструкцій в проектне положення. Надійність тимчасового кріплення. Якість бетонних робіт при замонолічуванні 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. Вони повинні відображати особливості організації і технології будівельних процесів, які запроектовані в роботі, а також давати додаткові пояснення, які не можна представити графічно.

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),

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 огородження.

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.

Розділ 4. Визначення собівартості послуг водопостачання

4.1. Розрахунок чисельності робітників основного і допоміжного виробництва водопроводу

Таблиця 4.1

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	17	5	Дод 2,2
5	фільтр	Оператор	2	Тисяча м ³ /добу	30,91	4	Дод 2,3
6	Хлораторні установки	Оператор хлораторних установок	4	Тисяча м ³ /добу	30,91	4	Дод 2,3
8	Повітродувні установки	Машиніст повітродувних установок	4	Тисяча м ³ /добу	30,91	2	Дод 2,3
9	Водопровідна мережа / включаючи водопроводи, вуличну, внутріквартальну і внутрідворову мережі	Слюсар аварійно-відновлювальних робіт	4	км	16	3	Дод 2,4
		Обхідник водопровідні мережі	3	км	16	3	Дод 2,4

10	РЧВ	Водороздатчик	1	шт	2	1	Дод 2,5
11	Насосні станції водопроводу	Машиніст насосних установок	5	Тисяча м ³ /добу	30,91	4	Дод 2.1
		Електромонтер з ремонту та обслуговування електроустаткування	5	Тисяча м ³ /добу	30,91	4	Дод 2.1
		Газоелектрозварник	4	Тисяча м ³ /добу	30,91	1	Дод 2,10
		Електромонтер по ремонту устаткування	5	Тисяча м ³ /добу	30,91	2	Дод 2,10
		Електромонтер по обслуговуванню устаткування	3	Тисяча м ³ /добу	30,91	2	Дод 2,10
		Слюсар КВПіО	4	Тисяча м ³ /добу	30,91	1	Дод 2,10
		Лаборанти хіміко-бактеріологічної лабораторії:	5	Тисяча м ³ /добу	30,91	1	Дод 2,10

Всього робітників

37 чол.

МОП

4 чол.

Всього працюючих по підприємству:

41 чол.

Розрахунок нормативної чисельності ІТП і службовців водопроводу на 2025р.

№ п/п	Функція управління	Структурний підрозділ	Перелік посад з виконанням відповідних функцій	Нормативна чисельність, чол.
1	2	3	4	5
	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

1	2	3	4	5
	Техніко-економічне планування організація праці і заробітної плати, НОТ	Планово-економічний відділ	економісти	2
	Бухгалтерський облік і № фінансова діяльність, організація взаєморозрахунків з споживачами, водозбут	Бухгалтерія	Головний бухгалтер	1
			бухгалтери	1
	Господарчі функції /матеріально-технічне постачання, діловодство, господарське обслуговування/	Відділ матеріально-технічного постачання	Начальник відділу	1
			техніки	1
			комірники	1
Всього по підприємству:			30	чол.

4.2. Розрахунок фонду заробітної плати робітників, ІТП і службовців

Таблиця 4.3

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

№ п/п	Посада	Кількість	Встановлений місячний оклад	Річний фонд заробітної плати, грн	Премія із ФМЗ, %	Річна сума премії, грн	Загальний річний фонд заробітної плати, грн
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Начальник управління	1	30000	360000	25%	90000	450000
2	Головний інженер	1	25000	300000	25%	75000	375000
3	Начальник очисної станції	1	20000	240000	25%	60000	300000

4	Начальник ділянки	1	20000	240000	25%	60000	300000
5	Головний диспетчер	1	10000	120000	25%	30000	150000
6	Технік	3	9500	342000	25%	85500	427500
7	Начальник відділу	3	15000	540000	25%	135000	675000
8	Інженери всіх спеціальностей	11	12000	1584000	25%	396000	1980000
9	Начальник лабораторії	1	15000	180000	25%	45000	225000
10	Лаборанти	2	8500	204000	25%	51000	255000
11	Економісти	2	12000	288000	25%	72000	360000
12	Головний бухгалтер	1	15000	180000	25%	45000	225000
13	Бухгалтер	1	10000	120000	25%	30000	150000
14	Комірник	1	8500	102000	25%	25500	127500
15	Робітник 1 розряду	1	9000	108000	25%	27000	135000
16	Робітник 2 розряду	4	9500	456000	25%	114000	570000
17	Робітник 3 розряду	10	10000	1200000	25%	300000	1500000
18	Робітник 4 розряду	11	10500	13860000	25%	346500	1732500
19	Робітник 5 розряду	11	12000	15840000	25%	396000	1980000
20	МОП	4	8000	384000	25%	96000	480000

Всього: 71 чол. 12397500грн

4.3. Розрахунок потреб електроенергії.

Головними споживачами електроенергії є насосні станції.

- Річна витрата електроенергії НС-I становить 5584747,9 кВт-г.
- Споживання електроенергії НС-II змінюється впродовж доби в залежності від режиму роботи, який має бути максимально наближений до режиму водоспоживання.

Витрати електроенергії розраховуються по годинно.

$$\Sigma(N \cdot n) = 5860 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

$$E^{HC-II} = \frac{\Sigma(N \cdot n) \cdot 365}{\eta_{дв}} k_5 = \frac{5860 \cdot 365}{0.901} 1.05 = 2373917.8 \text{ кВт} \cdot \text{г}$$

4.4. Визначення вартості спожитої електроенергії

Вартість електроенергії водопровідних насосних станцій:

$$B_{ел} = Ц \cdot (E^{HC-I} + E^{HC-II}) = 8,4(5584747,9 + 2373917,8 + 59\ 882) = 67\ 355\ 800,7 \text{ грн.}$$

4.5. Розрахунок потреб реагентів

Таблиця 4.4

№ п/п	Реагенти	Одиниця	Доза реагенту	Обсяг виробництва подача води (очищення стічних вод), тис. м ³ /рік	Витрата реагенту, т	Вартість 1 т реагенту грн	Загальна вартість реагенту грн
1	2	3	4	5	6	7	8
1	NaCl	кг/м ³	4,1	8833	36,22	8800	318736

4.6. Розрахунок амортизаційних відрахувань

Таблиця 4.5

Розрахунок амортизаційних відрахувань на 2024 р.

№ п/п	Основні фонди	Вартість основних фондів В, грн	Строк корисного використання Т, років	Сума амортизаційних відрахувань А, тис. грн
1	2	3	4	5
1	Артезіанські свердловини фільтрові, тис.грн	13930	15	928,67
2	Насоси свердловинні, 14 шт	-	5	-

3	Комплекс очисних споруд водопроводу, що включає реагентне господарство, НС-ІІ і устаткування, тис.грн	2982	15	198,80
4	РЧВ залізобетонні, тис.грн	3372	15	224,80
5	Водонапірна башта, тис.грн	1320	15	88,00
6	Залізобетонна огорожа висотою 1,9 м, тис.грн	291,8	5	58,36
7	Водопроводи сталеві тис.грн	1413,16	10	141,32
8	Мережі водопровідні сталеві, тис.грн	20706	10	2070,60
9	Мережі водопровідні чавунні, тис.грн	63650	10	6365,00
10	Мережі водопровідні поліетиленові, тис.грн	3754,8	10	375,48

Всього:

10451 тис грн

4.7. Розрахунок собівартості води

Таблиця 4.6

Кошторис витрат на подачу води, грн

Стаття витрат	Кількість	Примітка
1	2	3
Заробітна плата робітників, ІТП і службовців	12397500	
Нарахування на заробітну плату (ЄСВ) в розмірі 22%	2 727 450	
Всього:	15 124 950	грн
Електроенергія	67 355 800,7	

Реагенти	318736	
Амортизація	10 451000	
Всього:	78 121 536,7	грн
Інші витрати	5 969 034	

Всього витрат: 99 219 520 грн

Собівартість продукції водопроводу, грн/м³:

$$C = \frac{3}{Q_p} = \frac{99\,219\,520}{8833000} = 11,23 \text{ грн/м}^3$$

Розділ 5. Охорона навколишнього середовища

Межі поясів ЗСО поверхневих джерел встановлюють на певних відстанях від водозабірної споруди [1].

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);

5000 м - в усіх напрямках по акваторії (більше 10% вітрів в бік водозабірної споруди);

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

Висновки

У даній роботі було розроблено систему водопостачання населеного пункту, що включає в себе водозабірні споруди, насосну станцію II підйому та розподільну мережу.

Було запроєктовано систему внутрішнього санітарно-технічного обладнання окремого житлового будинку та технологію будівництва РЧВ, також розроблена деталізація водопровідних колодязів.

Розглянуто санітарні заходи та правила охорони навколишнього середовища.

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.