

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет інженерних систем та екології

Кафедра водопостачання та водовідведення

Допустити до захисту в АЕК
Зав.кафедри
_____ В.П. Хоружий
« ___ » _____ 2022 року

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

на тему: _____ Водопостачання міста з використанням води _____
_____ з підземного напірного водоносного горизонту _____

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

_____ Конограй А.М. _____
(Прізвище та ініціали)

Керівник _____ Балло В.П. _____
(Прізвище та ініціали)

Рецензія _____
(Прізвище та ініціали)

Київ 2022 р.

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет інженерних систем та екології

Кафедра водопостачання та водовідведення

Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр.

Спеціальності 192 Будівництво і цивільна інженерія

Спеціалізація «Водопостачання та водовідведення»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ В.П. Хоружий
«___» _____ 2022 року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ СТУДЕНТУ

Конограй Анастасія Миколаївна

(Прізвище, ім'я та по батькові)

1. Тема роботи _____ Водопостачання міста з використанням води _____
з _____ підземного _____ напірного _____ водоносного _____ горизонту

Керівник роботи

Балло Вікторія Петрівна

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

затверджені наказом від 26.04.2022 року № 284

2. Термін подання студентом проекту _____ 16.06.2022 _____

3. Вихідні дані до проекту:

План населеного пункту М1:5000 _____

Кількість населення _____ I район - 29000 осіб _____

_____ II район - 11000 осіб _____

Кількість поверхів забудови міста: _____ I район – 5 _____

_____ II район – 2 _____

Ступінь благоустрою житлової забудови _____

_____ I район - з централізованим гарячим водопостачанням _____

_____ II район - з ваннами та місцевими водонагрівачами _____

Кліматичний район населеного пункту – I Полісся _____

Промислові підприємства _____ 1.
Маслозавод _____ 2.
Комбінат хлібо-булочних виробів _____

3. Содовий завод _____

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

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

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): 1. План водопровідних мереж населеного пункту. 2. Ситуаційний план. 3. Графік п'єзометричних напорів. 4. Схема водозабірних споруд. 5. Висотна схема очисних споруд. 6. Графік сумісної роботи насосів II підйому і водоводів. 7. Плани і аксонометричні схеми внутрішніх мереж ВВ будинку. 8. Технологічні схеми будівництва об'єкта. _____

6. Консультанти розділів проекту:

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

7. Дата видачі завдання _____ 16 травня 2022 року _____

Студент

_____ (підпис)

А.М. Конограй
(прізвище та ініціали)

Керівник

_____ (підпис)

В.П. Балло
(прізвище та ініціали)

Зміст

1.	Водопостачання населеного пункту.....	5
1.1	Визначення добового водоспоживання	6
1.2	Водопровідна мережа.....	13
1.3	Водозабірні споруди.....	48
1.4	Водопровідні очисні споруди	66
1.5	Насосна станція II підйому	81
2.	Внутрішнє санітарно – технічне обладнання будівлі	94
3.	Технологія будівельного виробництва	111
4.	Охорона навколишнього середовища.....	144
	Список літератури.....	148

1.1.1 Вихідні дані для проектування

1. Кількість населення:

I район - 29000 осіб

II район - 11000 осіб

2. Кількість поверхів забудови міста:

I район - 5

II район - 2

3. Ступінь благоустрою житлової забудови [1, табл. 1]:

I район - з централізованим гарячим водопостачанням

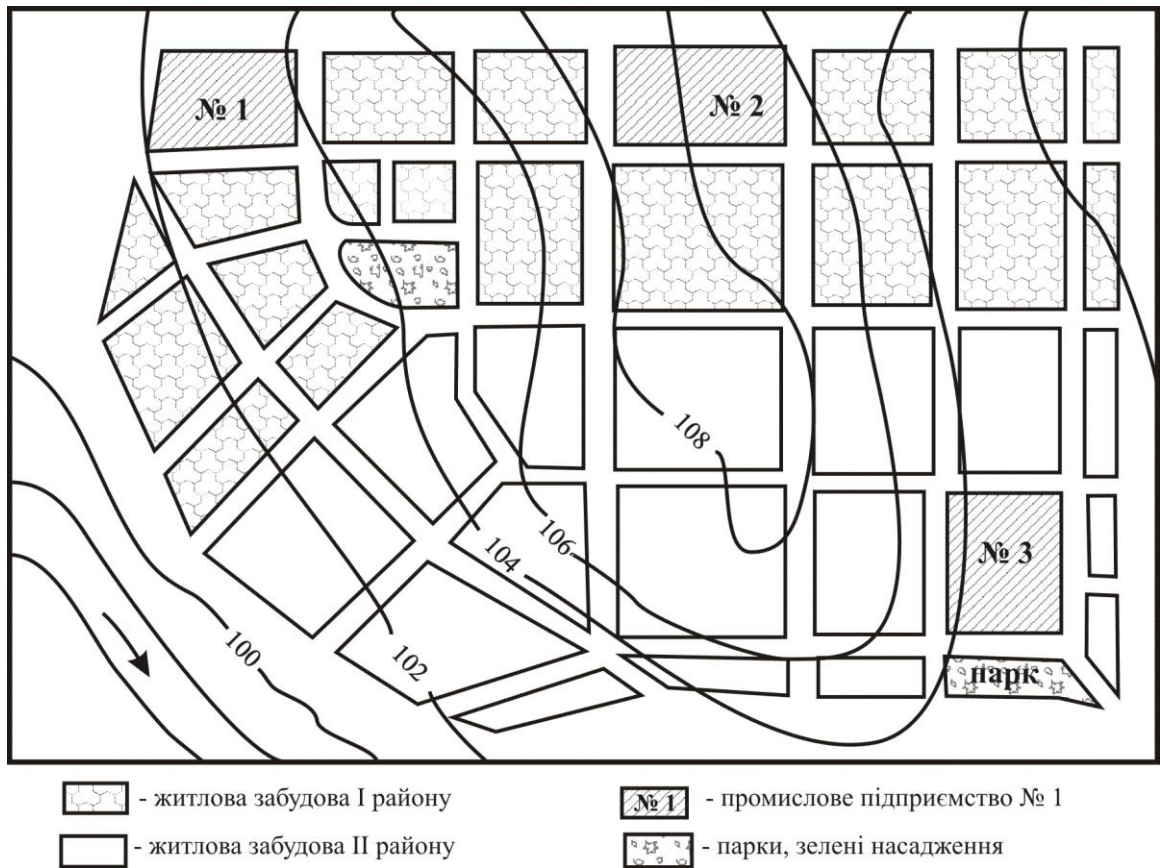
II район - з ваннами та місцевими водонагрівачами

4. Кліматичний район населеного пункту [4] – I Полісся

5. Промислові підприємства:

№	Назва	К-сть змін роботи	Одиниця виміру продукції	Кількість продукції, що випускається		Норма витрати води на одиницю продукції м ³	Кількість працівників		% працівників у гарячих цехах	% працівників, що приймають душ
				за добу	за макс. зміну		за добу	за макс. зміну		
1	Маслозавод	2	т	90	50	15	170	100	20	40
2	Хлібо-булочних виробів	3	т	700	250	1,6	400	180	25	50
3	Содовий	1	т	20	20	70	800	800	50	60

6. Генплан міста



1.1.2 Визначення розрахункових добових витрат води

Визначення розрахункових добових витрат води міста починаємо з підрахунку водоспоживання його населення (табл. 1.1.1).

Розрахункову (середню за рік) добову витрату води на господарсько-питні потреби населення кожного житлового району міста обчислюємо за формулою:

$$Q_{\text{доб.ср}} = N \cdot q_{\text{ж}} / 1000, \quad \text{м}^3/\text{добу}, \quad (1.1.1)$$

де N – кількість населення, що мешкає у даному районі (за завданням), осіб; $q_{\text{ж}}$ – питоме господарсько-питне водоспоживання населення, л/ос·добу, яке приймаємо для кожного з районів міста у відповідності з [1].

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

$$Q_{\text{доб.мах}} = K_{\text{доб.мах}} \cdot Q_{\text{доб.ср}} ; \quad (1.1.2)$$

$$Q_{\text{доб.мін}} = K_{\text{доб.мін}} \cdot Q_{\text{доб.ср}} , \quad (1.1.3)$$

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

Таблиця 1.1.1

Водоспоживання населення міста

Район и міста	N, осіб	q _ж , л/ос.добу	Q _{доб.ср.} , м ³ /добу	K _{доб.мах} .	Q _{доб.мах.} , м ³ /добу	K _{доб.мін} .	Q _{доб.мін.} , м ³ /добу
I	29000	235	6815	1,1	7496,5	0,9	6133,5
II	11000	155	1705	1,11	1892,6	0,91	1551,6
Разом	40000	-	8520	-	9389,1	-	7685,1

Розраховуємо водоспоживання на виробничі (табл. 1.1.2) та господарсько-питні (табл. 1.1.3) потреби промислових підприємств.

Таблиця 1.1.2

Водоспоживання на виробничі потреби підприємств

Назва підприємства	№ зміни	Одиниця продукції	q _в , м ³ /од	N _{прод.} , од./зміну	Q _в , м ³ /зміну
1. Маслозавод	1	т	15	50	750
	2	т	15	40	600
	3	-	-	-	-
	Σ	-	-	90	1350
2. Хлібо-булочних виробів	1	т	1,6	250	400
	2	т	1,6	225	360
	3	т	1,6	225	360
	Σ	-	-	700	1120
3. Содовий	1	т	70	20	1400
	2	-	-	-	-
	3	-	-	-	-
	Σ	-	-	20	1400
Разом:	-	-	-	-	3870

Витрати води на виробничі потреби підприємств визначаємо, виходячи з кількості продукції, що випускається за кожну зміну роботи, та питомої витрати води на технологічні потреби (згідно завдання). Максимальною вважаємо першу зміну роботи підприємства.

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

для гарячих цехів $q_g - 45$ л/особу;

для холодних $q_x - 25$ л/особу.

Кількість робітників, що приймають душ, визначаємо за завданням, а витрату води на 1 особу, що приймає душ, $q_{душ}$, на кожному підприємстві призначаємо в залежності від характеру виробничих процесів. Для переведення літрів у m^3 при визначенні витрати Q добуток $(N \cdot q)$ ділимо на 1000.

Таблиця 1.1.3

Водоспоживання на господарсько-питні потреби підприємств та прийняття душу

№ підприємства	№ змін	К-сть працюючих, ос.	Гарячі цехи			Холодні цехи			$Q_{г.п.}, m^3/зМ$	Прийняття душу		
			$N_g, \text{осіб}$	$q_g, \text{л/ос}$	$Q_g, m^3/зМ$	$N_x, \text{осіб}$	$q_x, \text{л/ос}$	$Q_x, m^3/зМ$		$N_{душ}, \text{осіб}$	$q_{душ}, \text{л/ос.зМ.}$	$Q_{душ}, m^3/зМ$
1.	1	100	20	45	0,9	80	25	2	2,9	40	25	1
	2	70	14		0,63	56		1,4	2,03	28		0,7
	3	-	-		-	-		-	-	-		-
	Σ	170	34	-	1,53	136	-	3,4	4,93	68	-	1,7
2.	1	180	45	45	2	135	25	3,4	5,4	90	25	2,25
	2	110	27,5		1,2	82,5		2,1	3,3	55		1,38
	3	110	27,5		1,2	82,5		2,1	3,3	55		1,38
	Σ	400	100	-	4,4	300	-	7,6	12	200	-	5,01
3.	1	800	400	45	18	400	25	10	28	480	25	12
	2	-	-		-	-		-	-	-		-
	3	-	-		-	-		-	-	-		-
	Σ	800	400	-	18	400	-	10	28	480	-	12
Разом:		1370	534	-	23,93	836	-	21	44,93	748	-	18,71

Так, як відсутні дані про площі за видами благоустрою, то об'єм максимальних добових витрат води на полив вулиць та зелених насаджень (табл.

1.1.4) обчислюємо в залежності від кліматичного району та кількості населення, що мешкає в населеному пункті, керуючись [1, додаток А].

Таблиця 1.1.4

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	29000	40	1160
II	11000	40	440
Разом:	40000	-	1600

За даними таблиць 1.1.1–1.1.4 складаємо таблицю 1.1.5 балансу у добу середнього, максимального і мінімального водоспоживання міста.

Таблиця 1.1.5

Баланс добового водоспоживання міста

№	Споживачі	Витрата води, м ³ /добу		
		середньодобове водоспоживання	доба максимального водоспоживання	доба мінімального водоспоживання
1.	Населення I району	6815	7496,5	6133,5
	Невраховані витрати	681,5	749,65	613,35
	Разом:	7496,5	8246,15	6746,85
2.	Населення II району	1705	1892,6	1551,6
	Невраховані витрати	170,5	189,26	155,16
	Разом	1875,5	2081,86	1706,76
3.	<u>Підприємство 1</u>			
	Виробничі потреби	1350	1350	1350
	Господарсько-питні потреби	4,93	4,93	4,93
	Душові потреби	1,7	1,7	1,7
	Разом:	1356,63	1356,63	1356,63
4.	<u>Підприємство 2</u>			
	Виробничі потреби	1120	1120	1120

	Господарсько-питні потреби	12	12	12
	Душові потреби	5,01	5,01	5,01
	Разом:	1137,01	1137,01	1137,01
	<u>Підприємство 3</u>			
	Виробничі потреби	1400	1400	1400
5.	Господарсько-питні потреби	28	28	28
	Душові потреби	12	12	12
	Разом:	1440	1440	1440
	<u>Полив вулиць і зелених насаджень</u>			
6.	I район	580	1160	0
	II район	220	440	0
	Разом:	800	1600	0
Всього по місту:		14105,64	15861,65	12387,25

У відповідності з [1] витрати води для потреб місцевої промисловості та невраховані витрати приймаємо у розмірі 10% від витрат води на господарсько-питні потреби населеного пункту.

Середньодобову витрату води на полив вулиць та зелених насаджень приймаємо у розмірі 50% від витрат води на ці потреби у добу максимального водоспоживання. У добу мінімального водоспоживання полив не виконують.

1.1.3. Визначення погодинних витрат води

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

$$K_{г.маx} = \alpha_{маx} \cdot \beta_{маx} ; \quad (1.1.4)$$

де $\alpha_{маx}$ – коефіцієнт, який враховує ступінь благоустрою будинків, режим роботи підприємств та інші місцеві умови [1];

β – коефіцієнт, який враховує чисельність мешканців у населеному пункті [1].

I район:

$$K_{г.маx.I} = 1,2 \cdot 1,18 = 1,42;$$

II район:

$$K_{г.маx.II} = 1,3 \cdot 1,29 = 1,68.$$

Розподіл сумарних витрат води за годинами здійснюємо для доби максимального водоспоживання (табл. 1.1.6).

Погодинні витрати води населенням кожного з районів міста обчислюємо, виходячи з типових графіків водоспоживання населених пунктів [6], приймаючи для першого району міста $K_{г.маx} = 1,40$, а для другого – $K_{г.маx} = 1,7$.

Витрати води на виробничі та господарсько-питні потреби підприємств приймаємо рівномірними протягом зміни. Для усіх підприємств приймаємо 8-годинну зміну з початком першої зміни о 8 годині. Вода у душових витрачається протягом 45 хвилин після закінчення кожної зміни.

Витрати води на полив зелених насаджень, вулиць і площ розподіляємо із врахуванням вимог [1], відповідно з якими полив необхідно здійснювати в години мінімального і середнього водоспоживання.

Будуємо графік водоспоживання за годинами доби (рис. 1.1.1) по сумарним погодинним витратам (графа 22 табл. 1.1.6).

Години доби	населення I району		населення II району		Разом	Підприємство 1				Підприємство 2				Підприємство 3				ΣQ, м³/год	Полив		Q міста, м³/год
	% від Q _{доб.маx}	витрата, м³/год	% від Q _{доб.маx}	витрата, м³/год		ви-роб-ничі	госп-питні	ду-шові	разом	вироб-ничі	госп-питні	ду-шові	разом	ви-роб-ничі	госп-питні	ду-шові	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	2,50	206,15	1,00	20,82	226,97	0,00	0,363	0,00	0,36	50,00	0,675	1,38	52,06	0,00	0,000	0,00	0,00	279,39	145,00	55,00	479,39
1-2	2,65	218,52	1,00	20,82	239,34	0,00	0,363	0,00	0,36	50,00	0,675	0,00	50,68	0,00	0,000	0,00	0,00	290,38	145,00	55,00	490,38
2-3	2,20	181,42	1,00	20,82	202,23	0,00	0,363	0,00	0,36	50,00	0,675	0,00	50,68	0,00	0,000	0,00	0,00	253,27	145,00	55,00	453,27
3-4	2,25	185,54	1,00	20,82	206,36	0,00	0,363	0,00	0,36	50,00	0,675	0,00	50,68	0,00	0,000	0,00	0,00	257,39	145,00	0,00	402,39
4-5	3,20	263,88	2,00	41,64	305,51	0,00	0,363	0,00	0,36	50,00	0,675	0,00	50,68	0,00	0,000	0,00	0,00	356,55	145,00	0,00	501,55
5-6	3,90	321,60	3,00	62,46	384,06	0,00	0,363	0,00	0,36	50,00	0,675	0,00	50,68	0,00	0,000	0,00	0,00	435,09	0,00	0,00	435,09
6-7	4,50	371,08	5,00	104,09	475,17	0,00	0,363	0,00	0,36	50,00	0,675	0,00	50,68	0,00	0,000	0,00	0,00	526,21	0,00	0,00	526,21
7-8	5,10	420,55	6,50	135,32	555,87	0,00	0,363	0,00	0,36	50,00	0,675	0,00	50,68	0,00	0,000	0,00	0,00	606,91	0,00	0,00	606,91
8-9	5,35	441,17	6,50	135,32	576,49	93,75	0,254	1,00	95,00	45,00	0,413	1,38	46,79	175,00	3,500	12,00	190,50	908,79	0,00	0,00	908,79
9-10	5,85	482,40	5,50	114,50	596,90	93,75	0,254	0,00	94,00	45,00	0,413	0,00	45,41	175,00	3,500	0,00	178,50	914,82	0,00	0,00	914,82
10-11	5,35	441,17	4,50	93,68	534,85	93,75	0,254	0,00	94,00	45,00	0,413	0,00	45,41	175,00	3,500	0,00	178,50	852,77	0,00	0,00	852,77
11-12	5,25	432,92	5,50	114,50	547,43	93,75	0,254	0,00	94,00	45,00	0,413	0,00	45,41	175,00	3,500	0,00	178,50	865,34	0,00	0,00	865,34
12-13	4,60	379,32	7,00	145,73	525,05	93,75	0,254	0,00	94,00	45,00	0,413	0,00	45,41	175,00	3,500	0,00	178,50	842,97	0,00	0,00	842,97
13-14	4,40	362,83	7,00	145,73	508,56	93,75	0,254	0,00	94,00	45,00	0,413	0,00	45,41	175,00	3,500	0,00	178,50	826,48	0,00	0,00	826,48
14-15	4,60	379,32	5,50	114,50	493,83	93,75	0,254	0,00	94,00	45,00	0,413	0,00	45,41	175,00	3,500	0,00	178,50	811,74	0,00	0,00	811,74
15-16	4,60	379,32	4,50	93,68	473,01	93,75	0,254	0,00	94,00	45,00	0,413	0,00	45,41	175,00	3,500	0,00	178,50	790,92	0,00	0,00	790,92
16-17	4,90	404,06	5,00	104,09	508,15	75,00	0,000	0,70	75,70	45,00	0,413	2,25	47,66	0,00	0,000	0,00	0,00	631,52	0,00	0,00	631,52
17-18	4,60	379,32	6,50	135,32	514,64	75,00	0,000	0,00	75,00	45,00	0,413	0,00	45,41	0,00	0,000	0,00	0,00	635,06	0,00	0,00	635,06
18-19	4,70	387,57	6,50	135,32	522,89	75,00	0,000	0,00	75,00	45,00	0,413	0,00	45,41	0,00	0,000	0,00	0,00	643,30	0,00	0,00	643,30
19-20	4,50	371,08	5,00	104,09	475,17	75,00	0,000	0,00	75,00	45,00	0,413	0,00	45,41	0,00	0,000	0,00	0,00	595,58	0,00	55,00	650,58
20-21	4,40	362,83	4,50	93,68	456,51	75,00	0,000	0,00	75,00	45,00	0,413	0,00	45,41	0,00	0,000	0,00	0,00	576,93	0,00	55,00	631,93
21-22	4,20	346,34	3,00	62,46	408,79	75,00	0,000	0,00	75,00	45,00	0,413	0,00	45,41	0,00	0,000	0,00	0,00	529,21	145,00	55,00	729,21

22-23	3,70	305,11	2,00	41,64	346,74	75,00	0,000	0,00	75,00	45,00	0,413	0,00	45,41	0,00	0,000	0,00	0,00	467,16	145,00	55,00	667,16
23-24	2,70	222,65	1,00	20,82	243,46	75,00	0,000	0,00	75,00	45,00	0,413	0,00	45,41	0,00	0,000	0,00	0,00	363,88	145,00	55,00	563,88
Всього	100	8246,15	100	2081,86	10328,01	1350,00	4,936	1,70	1356,64	1120,00	12,008	5,01	1137,02	1400,00	28,00	12,00	1440,00	14261,66	1160,00	440,00	15861,66

Таблиця 1.1.6

Визначення погодинних витрат у місті

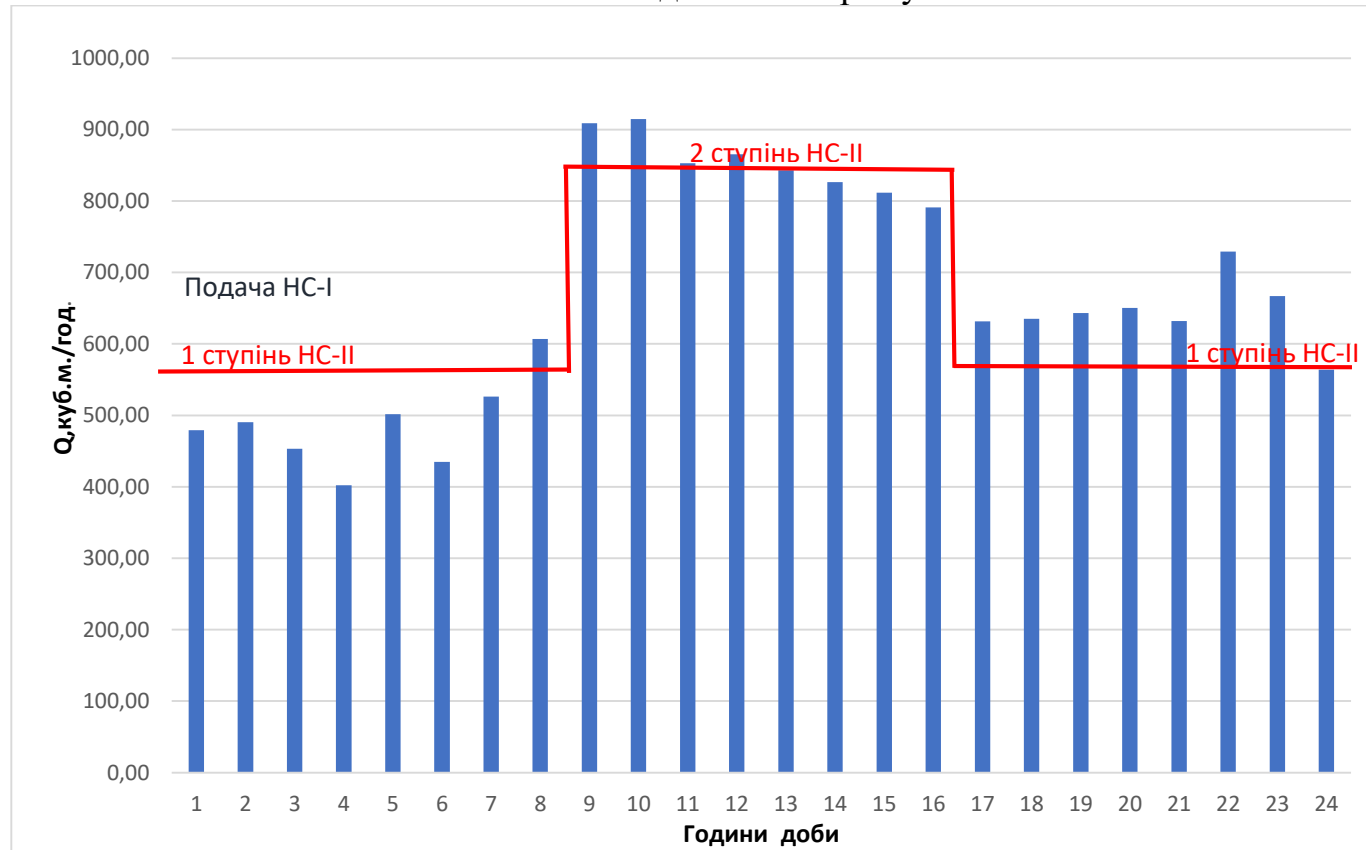


Рис.1.1.1 Добові графіки водоспоживання міста і подачі води насосною станцією II підйому.

Для зменшення об'єму водонапірної башти графік роботи насосів, що живлять водопровідну мережу, приймаємо двоступінчатим (рис. 1.1.1). Подачу води насосами першого підйому (НС-I) і тривалість роботи кожної ступені на насосній станції другого підйому (НС-II) призначаємо так:

Таблиця 1.1.7

Визначення подачі насосів на насосних станціях

Тривалість роботи насоса		Витрата, м ³ /год	Подача, м ³ /добу
1 ступінь	16	565,5	9047,8
2 ступінь	8	851,7	6813,8
НС-I	24	660,9	15861,7

1.2.1 Трасування водопровідної мережі

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

Діаметри розподільних ліній призначаємо конструктивно – 100 мм.

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

Водоводи від НС-П до магістральної водопровідної мережі проектуємо у дві паралельні нитки, що підключені до вузла 1 (рис. 1.2.1).

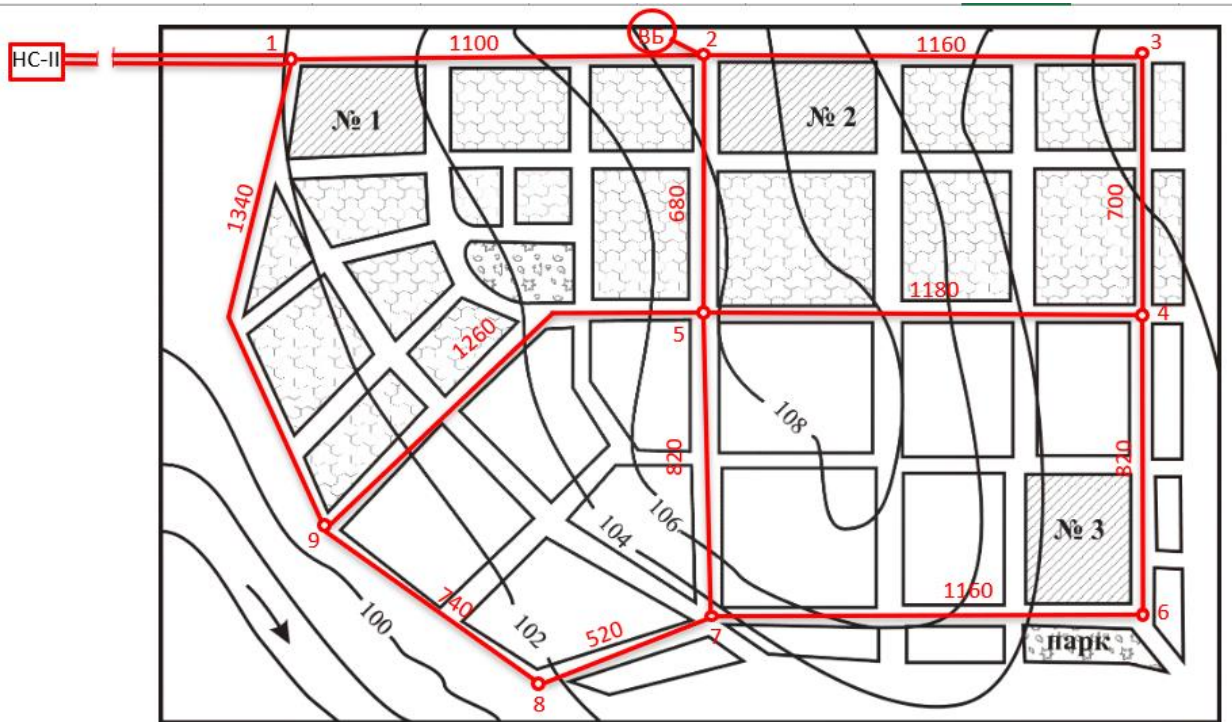


Рис.1.2.1 Траса магістральної водопровідної мережі і водоводів

1.2.2 Визначення місткості регулюючих споруд

Регулюючий об'єм водонапірної башти визначаємо шляхом суміщення графіків водоспоживання і водо - подачі насосами 2-го підняття (табл. 1.2.1).

Таблиця 1.2.1

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	479,39	565,49	86,10	0	86,10
1-2	490,38	565,49	75,11	0	161,21
2-3	453,27	565,49	112,22	0	273,43
3-4	402,39	565,49	163,10	0	436,52
4-5	501,55	565,49	63,94	0	500,46
5-6	435,09	565,49	130,40	0	630,86
6-7	526,21	565,49	39,28	0	670,14
7-8	606,91	565,49	0	41,42	628,72
8-9	908,79	851,729	0	57,06	571,66
9-10	914,82	851,729	0	63,09	508,57
10-11	852,77	851,729	0	1,04	507,53
11-12	865,34	851,729	0	13,61	493,92
12-13	842,97	851,729	8,76	0	502,67
13-14	826,48	851,729	25,25	0	527,93
14-15	811,74	851,729	39,99	0	567,91
15-16	790,92	851,729	60,81	0	628,72
16-17	631,52	565,49	0	66,03	562,69
17-18	635,06	565,49	0	69,57	493,12
18-19	643,30	565,49	0	77,81	415,31
19-20	650,58	565,49	0	85,09	330,22
20-21	631,93	565,49	0	66,44	263,78
21-22	729,21	565,49	0	163,72	100,06
22-23	667,16	565,49	0	101,67	-1,61
23-24	563,88	565,49	1,61	0	0,01
Всього:	15861,66	15861,67	806,55	806,55	

Регулюючий об'єм бака башти дорівнює арифметичній сумі найбільшого додатного (670,14) і від'ємного (-1,61) значень залишку води в баку. Отже, $W_{\text{рег.б}} = 671,75 \text{ м}^3$.

Для подальших обчислень отриманий регулюючий об'єм водонапірної башти зменшуємо на 40% (тобто на 268,7 м³), оскільки розраховуємо водопровідну мережу з баштою в середині мережі. Отже, $W_{\text{рег.б}} = 403,05 \text{ м}^3$.

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

$$W_{\text{пож.б}} = 0,6(q_{\text{п.з}} + q_{\text{п.в}} + q_{\text{б.мак}}), \text{ м}^3 \quad (1.2.1)$$

де $q_{\text{п.з}}$ і $q_{\text{п.в}}$ – розрахункові витрати води відповідно на гасіння однієї зовнішньої ($q_{\text{п.з}} = 25 \text{ л/с}$, [1, табл. 1.1.3]) і однієї внутрішньої ($q_{\text{п.в}} = 5 \text{ л/с}$) пожеж;

$q_{\text{б.мак}}$ – максимальна витрата води з бака башти, л/с.

$$W_{\text{пож.б.}} = 0,6 \cdot (25 + 5 + 163,72/3,6) = 45,3.$$

Повний об'єм бака водонапірної башти обчислюємо за формулою

$$W_{\text{б}} = W_{\text{рег.б}} + W_{\text{пож.б}} = 403,05 + 45,3 = 448,35 \text{ м}^3.$$

Приймаємо водонапірну башту з об'ємом бака $W_{\text{б}} = 500 \text{ м}^3$. Отже,

$$\text{діаметр бака становитиме } D_{\text{б.}} = \sqrt[3]{500/0,785} = 8,6 \text{ м};$$

$$\text{висота регулюючого об'єму } h_{\text{рег.б.}} = (1,27 \cdot 403,05)/8,6^2 = 6,92 \text{ м},$$

$$\text{протипожежного } h_{\text{пож.б.}} = (1,27 \cdot 45,3)/8,6^2 = 0,78 \text{ м}.$$

Регулюючий об'єм РЧВ визначаємо шляхом суміщення графіків подачі насосами 1-го і 2-го підйомів (табл. 1.2.2).

Таблиця 1.2.2

Визначення регулюючого об'єму РЧВ

Години доби	Qнс-1, м ³ /год	Qнс-2, м ³ /год	q до РЧВ, м ³ /год	q із РЧВ, м ³ /год	W у РЧВ, м ³
1	2	3	4	5	6
0-1	660,90	565,49	95,41	0,00	95,41
1-2	660,90	565,49	95,41	0,00	190,83
2-3	660,90	565,49	95,41	0,00	286,24
3-4	660,90	565,49	95,41	0,00	381,65
4-5	660,90	565,49	95,41	0,00	477,07
5-6	660,90	565,49	95,41	0,00	572,48
6-7	660,90	565,49	95,41	0,00	667,89
7-8	660,90	565,49	95,41	0,00	763,30
8-9	660,90	851,73	0,00	190,83	572,48
9-10	660,90	851,73	0,00	190,83	381,65

10-11	660,90	851,73	0,00	190,83	190,83
11-12	660,90	851,73	0,00	190,83	0,00
12-13	660,90	851,73	0,00	190,83	-190,83
13-14	660,90	851,73	0,00	190,83	-381,65
14-15	660,90	851,73	0,00	190,83	-572,48
15-16	660,90	851,73	0,00	190,83	-763,31
16-17	660,90	565,49	95,41	0,00	-667,89
17-18	660,90	565,49	95,41	0,00	-572,48
18-19	660,90	565,49	95,41	0,00	-477,07
19-20	660,90	565,49	95,41	0,00	-381,65
20-21	660,90	565,49	95,41	0,00	-286,24
21-22	660,90	565,49	95,41	0,00	-190,83
22-23	660,90	565,49	95,41	0,00	-95,41
23-24	660,90	565,49	95,41	0,00	0,00
Всього:	15861,66	15861,66	1526,61	1526,61	

$$W_{\text{рег.р}} = 763,30 + 763,31 = 1526,61 \text{ м}^3.$$

Для подальшого розрахунку регулюючий об'єм води в РЧВ збільшуємо на величину зменшеного регулюючого об'єму башти (268,7 м³), тобто

$$W_{\text{рег.р}} = 1526,61 + 268,7 = 1795,31 \text{ м}^3.$$

Повний об'єм РЧВ:

$$W_{\text{рчв}} = W_{\text{рег.р}} + W_{\text{пож.р}} + W_{\text{в.п}}, \quad (1.2.2)$$

де $W_{\text{в.п}}$ – запас води на власні потреби станцій підготовки води; приймаємо

$$W_{\text{в.п}} = 0,06 \cdot Q_{\text{доб.мах}} = 0,06 \cdot 15861,66 = 951,7 \text{ м}^3;$$

$W_{\text{пож.р}}$ – пожежний запас води:

$$W_{\text{пож.р}} = T_{\text{п}} (3,6q_{\text{п}} - Q_1) + W_{\text{госп}} \quad (1.2.3)$$

де $T_{\text{п}} = 3$ – час гасіння пожежі в системах водопостачання І категорії;

$q_{\text{п}}$ – витрати води на гасіння розрахункової кількості пожеж у населеному пункті, ($q_{\text{п}} = 2 \cdot 25 = 50$ л/с, [1, табл. 1.1.3]);

$Q_1 = 660,9$ м³/год – подача води НС-І в РЧВ;

3,6 – коефіцієнт переведення л/с у м³/год;

$W_{\text{госп}} = 908,79 + 914,82 + 852,77 = 2676,38$ м³ – об'єм води, що споживається за три суміжні години найбільшого водоспоживання (графа 19 табл. 1.1.6).

$$W_{\text{пож.р}} = 3 \cdot (3,6 \cdot 50 - 660,9) + 2676,38 = 1233,68 \text{ м}^3.$$

$$W_{\text{рчв}} = 1795,31 + 1233,68 + 951,7 = 3980,69 \text{ м}^3.$$

Приймаємо два типові прямокутні РЧВ місткістю 2000 м³ кожний з розмірами: довжина – 24 м; ширина – 18 м; глибина води – $h_p = 4,84$ м.

Глибини об'ємів води:

– регулюючого $h_{\text{рег.р}} = W_{\text{р.р}} / nF_{\text{рчв}} = 1795,31 / 2 \cdot 24 \cdot 18 = 2,08$ м;

– пожежного $h_{\text{пож.р}} = 1233,68 / 2 \cdot 24 \cdot 18 = 1,43$ м;

– на власні потреби $h_{\text{в.п}} = 951,7 / 2 \cdot 24 \cdot 18 = 1,1$ м.

Відмітка максимального рівня води в резервуарі:

$$Z_{\text{max.р}} = Z_{\text{з.р}} + \Delta h_p = 104,0 + 1,0 = 105,0 \text{ м,}$$

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

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

Відмітка дна РЧВ:

$$Z_{\text{д.р}} = Z_{\text{max.р}} - h_p = 105,0 - 4,84 = 100,16 \text{ м,}$$

Відмітка мінімального рівня води в РЧВ:

$$Z_{\text{min.р}} = Z_{\text{д.р.}} + h_{\text{пож.р}} = 100,16 + 1,43 = 101,59 \text{ м.}$$

1.2.3 Визначення розрахункових режимів роботи водопровідних мереж та секундних витрат води

Так як у проекті прийнято схему водопостачання міста з баштою в середині мережі, то розраховуємо мережу на три режими роботи у добу максимального водоспоживання: годину максимального водовідбору з мережі (година 9-10 табл. 1.1.6), годину максимального транзиту води в бак водонапірної башти (година 3-4 табл. 1.2.1) та гасіння пожежі при максимальному водовідборі.

Для виконання гідравлічного розрахунку магістральної водопровідної мережі витрати води на різні потреби в годину максимального водоспоживання та максимального транзиту води в башту, виписані з табл. 1.1.6, переводимо у секундні (поділивши на 3,6). Результати заносимо в таблицю 1.2.3.

Таблиця 1.2.3

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	482,40	114,50	94,00	45,41	178,50	0,00	0,00	914,82

л/с	134,00	31,81	26,11	12,61	49,58	0,00	0,00	254,12
година максимального транзиту води в башту								
м ³ /Год	185,54	20,82	0,36	50,68	0,00	145,00	0,00	402,39
л/с	51,54	5,78	0,10	14,08	0,00	40,28	0,00	111,78

Використовуючи табл. 1.2.1, вибираємо потрібні значення для визначення секундних витрат живлення мережі для трьох розрахункових режимів. Результати заносимо в таблицю 1.2.4. При пожежі башту вважаємо відключеною.

Таблиця 1.2.4

Визначення секундних витрат живлення мережі

Одиниця	Режим	Водоспоживання	Подача насосів	Надходження води із башти	Подача води в башту
м ³ /Год	max	914,82	851,729	63,09	0
л/с		254,12	236,59	17,53	0,00
м ³ /Год	транзит	402,39	565,49	163,10	0
л/с		111,78	157,08	45,30	0,00
м ³ /Год	max+пож	1094,83	1094,83	0	0
л/с		304,12	304,12	0	0

1.2.4 Визначення дорожніх витрат та вузлових відборів

За планом міста обчислюємо фактичну та розрахункову довжину ділянок магістральних ліній мережі, обмежених вузлами, та окремо для кожного з районів міста визначаємо фактичну і розрахункову (L_I і L_{II}) довжину магістральної водопровідної мережі як суму розрахункових довжин ділянок у даному районі (табл. 1.2.5).

Для кожного з районів визначаємо питому витрату води (див.табл. 1.2.3):

- при максимальному водоспоживанні:

$$q_{\text{пит. I}} = (q_{\text{нас. I}} + q_{\text{пол. I}}) / L_I = (134,0 + 0,0) / 4125 = 0,032484833 \text{ л/с*м};$$

$$q_{\text{пит. II}} = (q_{\text{нас. II}} + q_{\text{пол. II}}) / L_{II} = (31,81 + 0,0) / 5280 = 0,006023900 \text{ л/с*м};$$

- при максимальному транзиті води в башту:

$$q_{\text{пит. I}} = (q_{\text{нас. I}} + q_{\text{пол. I}}) / L_I = (51,54 + 40,28) / 4125 = 0,02225848 \text{ л/с*м};$$

$$q_{\text{пит. II}} = (q_{\text{нас. II}} + q_{\text{пол. II}}) / L_{II} = (5,78 + 0,0) / 5280 = 0,00109525 \text{ л/с*м};$$

Визначаємо дорожні витрати q_d на всіх розрахункових ділянках (окремо для кожного району), як добуток питомої витрати води $q_{пит}$ при певному режимі і розрахункової довжини ділянки (табл. 1.2.5).

Таблиця 1.2.5

Визначення дорожніх витрат води

Ділянка	Фактична довжина, м	Розрахункова довжина, м	$q_{d,max}$, л/с	$q_{d,транз}$, л/с
Район I				
1-2	550	275	8,93	6,12
2-5	680	680	22,09	15,14
5-9	1260	630	20,47	14,02
9-1	1340	670	21,76	14,91
2-3	1160	580	18,84	12,91
3-4	700	700	22,74	15,58
4-5	1180	590	19,17	13,13
Разом:	6870	4125	134,00	91,82
Район II				
5-9	1260	630	3,80	0,69
9-8	740	740	4,46	0,81
8-7	520	520	3,13	0,57
5-7	820	820	4,94	0,90
5-4	1180	590	3,55	0,65
4-6	820	820	4,94	0,90
6-7	1160	1160	6,99	1,27
Разом	6500	5280	31,81	5,78
Всього	13370	9405	165,81	97,60

В таблиці 1.2.6 для кожного розрахункового режиму визначаємо вузлові витрати $q_{вузл}$, що обчислюються як половина суми всіх дорожніх витрат, що прилягають до даного вузла, л/с:

$$q_{вузл} = \frac{\sum q_d}{2} \quad (1.2.4)$$

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

У зосереджені витрати $q_{зос}$ записуємо (з табл. 1.2.3) витрати підприємств $q_{підпр}$, що приєднані до вузлів 1, 2, 6, крім того, при транзиті додатково враховуємо у вузлі 2

витрату в башту (45,30 л/с). Для режиму пожежогасіння призначаємо розрахункові витрати води для гасіння пожеж $q_{\text{пож}}$ у вузлах 4 і 6.

Таблиця 1.2.6

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	15,35	26,11	41,46		41,46	10,52	0,10	10,62
2	24,93	12,61	37,55		37,55	17,08	14,08	31,16
3	20,79		20,79		20,79	14,25		14,25
4	25,20		25,20	25,00	50,20	15,13		15,13
5	37,00		37,00		37,00	22,26		22,26
6	5,96	49,58	55,55	25,00	80,55	1,08	0,00	1,08
7	7,53		7,53		7,53	1,37		1,37
8	3,80		3,80		3,80	0,69		0,69
9	25,24		25,24		25,24	15,22		15,22
Разом	165,81	88,31	254,12	50,00	304,12	97,60		111,77

1.2.5 Попередній розподіл витрат води по ділянкам мережі

Для кожного із розрахункових режимів складаємо окрему розрахункову схему мережі (рис. 1.2.2-1.2.4) з нанесенням номерів вузлів і вузлових відборів, витрат водоводів від НС-П до мережі, номерів кілець. Намічаємо напрямок потоків води магістральною мережею і обчислюємо розрахункові витрати на окремих лініях.

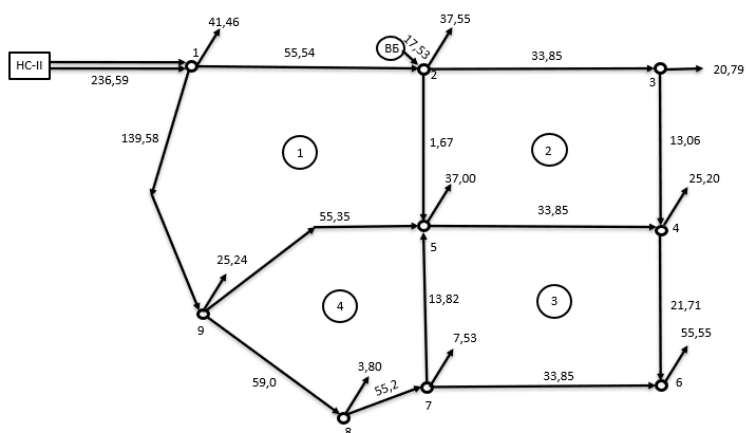


Рис. 1.2.2 Попередній розподіл витрат води для режиму максимального.

ВОДОСПОЖИВАННЯ

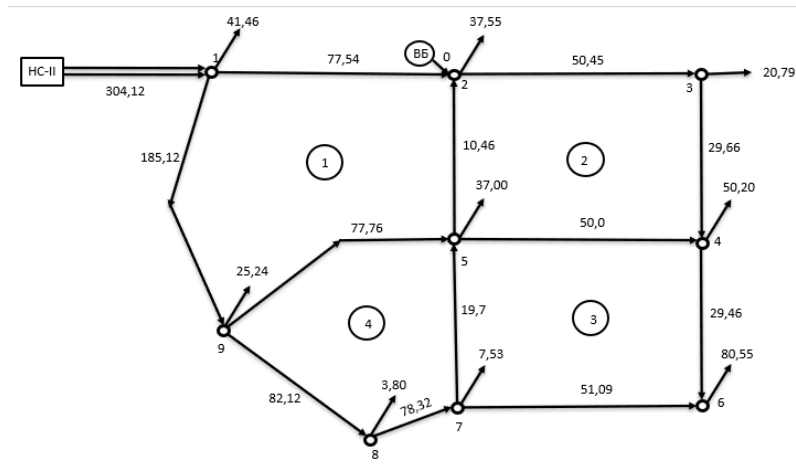


Рис. 1.2.3 Попередній розподіл витрат води для режиму пожежогасіння під час максимального водоспоживання

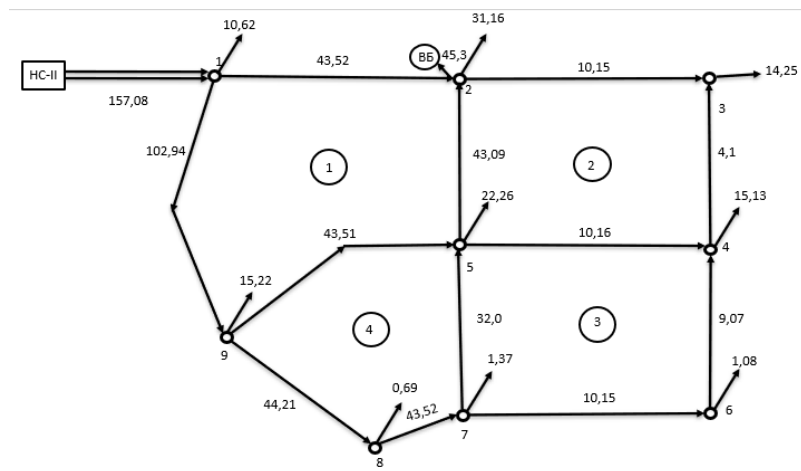


Рис. 1.2.4 Попередній розподіл витрат води для режиму макс. транзиту води в башту

1.2.6 Вибір матеріалу і діаметрів труб ділянок мережі

Для водопровідної мережі міста призначаємо чавунні труби.

По більшій із визначених за попереднім розподілом витрат на ділянках мережі при режимах максимального водоспоживання та максимального транзиту води в башту намічаємо економічно вигідні діаметри головних магістральних ліній, користуючись таблицями для гідравлічного розрахунку [10]. Перевіряємо можливість пропуску витрати води по них в режимі пожежогасіння. Назначаємо діаметри перемичок на сортамент менше діаметра магістралей, що до них примикають. Результати записуємо в табл. 1.2.7-1.2.9.

Так, як на ділянці 1-9 витрати значно більші, ніж на інших, то для забезпечення вимог надійності прокладаємо на цій ділянці трубопроводи в 2 нитки, витратою води по кожній 69,79 л/с (при максимальному водоспоживанні).

1.2.7 Визначення втрат напору в трубах та ув'язка кілець

Гідрравлічний розрахунок водопроводу виконуємо для всіх розрахункових режимів (табл. 1.2.7-1.2.9). Втрати напору на ділянках водопровідної мережі визначаємо за формулою

$$h = S \cdot q^2 = A \cdot K_1 \cdot l \cdot q^2, \quad \text{м}, \quad (1.2.5)$$

де q – витрата води на ділянці, л/с;

S – опір ділянки, що дорівнює

$$S_i = A \cdot K_1 \cdot l, \quad (\text{с/л})^2\text{м}, \quad (1.2.6)$$

де A – питомий гідрравлічний опір трубопроводу, $(\text{с/л})^2$, [10];

K_1 – коефіцієнт поправки до A залежно від швидкості руху води V , [10];

l – довжина ділянки трубопроводу, м.

Так, як питомий гідрравлічний опір трубопроводу A і опір ділянки S в табл. 1.14-1.16 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

$$\Delta q_k = \frac{|\Delta h|}{2 \cdot \Sigma(Sq)} = \frac{|\Delta h|}{2 \Sigma \left(\frac{h}{q} \right)} \quad \text{л/с}, \quad (1.2.7)$$

де Δh – нев'язка кільця, м.

Якщо знаки нев'язки кільця Δh і втрат напору на ділянці h однакові, то поправочну витрату Δq_k віднімаємо від витрат води q на даній ділянці, в іншому випадку – додаємо. Враховуємо поправочну витрату на лініях суміжних кілець (Δq суміжного кільця).

Розрахунок ведемо до досягнення допустимих нев'язок в усіх кільцях:

- на випадок господарських режимів роботи мережі $\Delta h \leq 0,5$ м;
- на випадок режиму пожежогасіння $\Delta h \leq 1,0$ м.

По контуру мережі допустима нев'язка становить:

- на випадок господарських режимів роботи мережі $\Delta h \leq 1,0$ м;
- на випадок режиму пожежогасіння $\Delta h \leq 1,5$ м.

Таблиця 1.2.7

Гідравлічний розрахунок мережі для режиму максимального водоспоживання

№ кільця	№ ділянки	L, м	D, мм	попередній потікорозподіл									
				q, л/с	V, м/с	A	K ₁	A _п	S	знак	h = S*q ²	h/q	
1	1-9	1340	350	139,58	1,45	0,4342	1	0,434	581,83	-1	-11,34	0,08	
	1-2	550	250	55,54	1,13	2,227	1,0105	2,250	1237,71	1	3,82	0,07	
	2-5	680	250	1,67	0,03	2,227	1,41	3,140	2135,25	1	0,01	0,00	
	5-9	1260	250	55,35	1,13	2,227	1,0105	2,250	2835,48	-1	-8,69	0,16	
											Δh кільця =	-16,20	0,31
											Δq кільця =	26,09	
2	2-3	1160	200	33,85	1,08	6,898	1,018	7,022	8145,71	1	9,33	0,28	
	3-4	700	150	13,06	0,74	31,55	1,073	33,853	23697,21	1	4,04	0,31	
	4-5	1180	200	33,85	1,08	6,898	1,018	7,022	8286,15	-1	-9,49	0,28	
	2-5	680	250	1,67	0,03	2,227	1,41	3,140	2135,25	-1	-0,01	0,00	
											Δh кільця =	3,88	0,87
											Δq кільця =	2,23	
3	4-5	1180	200	33,85	1,08	6,898	1,018	7,022	8286,15	1	9,49	0,28	
	4-6	820	150	21,71	1,23	31,55	1	31,550	25871,00	1	12,19	0,56	
	6-7	1160	200	33,85	1,08	6,898	1,018	7,022	8145,71	-1	-9,33	0,28	
	5-7	820	200	13,82	0,44	6,898	1,064	7,339	6018,37	1	1,15	0,08	
											Δh кільця =	13,50	1,20
		□									Δq кільця =	5,62	
4	5-7	820	200	13,82	0,44	6,898	1,064	7,339	6018,37	-1	-1,15	0,08	
	7-8	520	250	55,20	1,13	2,227	1,0105	2,250	1170,20	-1	-3,57	0,06	
	5-9	1260	250	55,35	1,13	2,227	1,0105	2,250	2835,48	1	8,69	0,16	
	8-9	740	250	59,00	1,20	2,227	1	2,227	1647,98	-1	-5,74	0,10	
											Δh кільця =	-1,76	0,40
											Δq кільця =	2,20	
										Δh контура =	-0,58		

Продовження таблиці 1.2.7

перше наближення									
qкільця	qсум.кільця	q	q, л/с	V, м/с	K ₁	S	знак	h = S*q ²	h/q
-26,09		-26,09	113,49	1,18	1,003	583,57	-1	-7,52	0,07
26,09		26,09	81,63	1,66	1,000	1224,85	1	8,16	0,10
26,09	2,23	28,32	29,99	0,61	1,112	1683,97	1	1,51	0,05
-26,09	2,20	-23,89	31,46	0,64	1,103	3095,04	-1	-3,06	0,10
							Δh кільця =	-0,90	0,31
							Δq кільця =	1,44	
-2,23		-2,23	31,62	1,01	1,029	8229,73	1	8,23	0,26
-2,23		-2,23	10,83	0,61	1,112	24558,52	1	2,88	0,27
2,23	-5,62	-3,39	30,46	0,97	1,033	8408,25	-1	-7,80	0,26
2,23	26,09	28,32	29,99	0,61	1,112	1683,97	-1	-1,51	0,05
							Δh кільця =	1,80	0,83
							Δq кільця =	1,08	
-5,62	2,23	-3,39	30,46	0,97	1,033	8408,25	1	7,80	0,26
-5,62		-5,62	16,09	0,91	1,039	26879,97	1	6,96	0,43
5,62		5,62	39,47	1,26	1,000	8001,68	-1	-12,47	0,32
-5,62	-2,20	-7,82	6,00	0,19	1,410	7975,47	1	0,29	0,05
							Δh кільця =	2,58	1,05
							Δq кільця =	1,22	
-2,20	-5,62	-7,82	6,00	0,19	1,410	7975,47	-1	-0,29	0,05
-2,20		-2,20	53,00	1,08	1,018	1178,88	-1	-3,31	0,06
2,20	-26,09	-23,89	31,46	0,64	1,103	3095,04	1	3,06	0,10
-2,20		-2,20	56,80	1,16	1,006	1657,87	-1	-5,35	0,09
							Δh кільця =	-5,89	0,30
							Δq кільця =	9,75	
							Δh контура =	-2,42	

Продовження таблиці 1.2.7

друге наближення									
qкільця	qсум.кільця	q	q, л/с	V, м/с	K ₁	S	знак	h = S*q ²	h/q
-1,44		-1,44	112,05	1,17	1,005	584,45	-1	-7,34	0,07
1,44		1,44	83,07	1,69	1,000	1224,85	1	8,45	0,10
1,44	1,08	2,52	32,50	0,66	1,097	1661,25	1	1,76	0,05
-1,44	9,75	8,31	39,77	0,81	1,058	2968,77	-1	-4,69	0,12
							Δh кільця =	-1,83	0,34
							Δq кільця =	2,69	
-1,08		-1,08	30,54	0,97	1,033	8265,74	1	7,71	0,25
-1,08		-1,08	9,75	0,55	1,130	24956,05	1	2,37	0,24
1,08	-1,22	-0,15	30,31	0,97	1,033	8408,25	-1	-7,72	0,25
1,08	1,44	2,52	32,50	0,66	1,097	1661,25	-1	-1,76	0,05
							Δh кільця =	0,60	0,80
							Δq кільця =	0,38	
-1,22	1,08	-0,15	30,31	0,97	1,033	8408,25	1	7,72	0,25
-1,22		-1,22	14,86	0,84	1,052	27216,29	1	6,01	0,40
1,22		1,22	40,70	1,30	1,000	8001,68	-1	-13,25	0,33
-1,22	-9,75	-10,97	-4,97	-0,16	1,410	7975,47	-1	-0,20	0,04
							Δh кільця =	0,29	1,02
							Δq кільця =	0,14	
-9,75	-1,22	-10,97	-4,97	-0,16	1,410	7975,47	1	0,20	0,04
-9,75		-9,75	43,26	0,88	1,044	1208,99	-1	-2,26	0,05
9,75	-1,44	8,31	39,77	0,81	1,058	2968,77	1	4,69	0,12
-9,75		-9,75	47,06	0,96	1,034	1704,01	-1	-3,77	0,08
							Δh кільця =	-1,14	0,29
							Δq кільця =	1,97	
							Δh контура =	-2,08	

Продовження таблиці 1.2.7

третє наближення									
qкільця	qсум.кільця	q	q, л/с	V, м/с	K ₁	S	знак	h = S*q ²	h/q
-2,69		-2,69	109,36	1,14	1,009	587,06	-1	-7,02	0,06
2,69		2,69	85,76	1,75	1	1224,85	1	9,01	0,11
2,69	0,38	3,07	35,57	0,73	1,076	1629,45	1	2,06	0,06
-2,69	1,97	-0,72	39,05	0,80	1,06	2974,38	-1	-4,53	0,12
							Δh кільця =	-0,49	0,34
							Δq кільця =	0,71	
-0,38		-0,38	30,17	0,96	1,034	8273,74	1	7,53	0,25
-0,38		-0,38	9,38	0,53	1,138	25132,73	1	2,21	0,24
0,38	-0,14	0,24	30,55	0,97	1,033	8408,25	-1	-7,85	0,26
0,38	2,69	3,07	35,57	0,73	1,076	1629,45	-1	-2,06	0,06
							Δh кільця =	-0,17	0,80
							Δq кільця =	0,10	
-0,14	0,38	0,24	30,55	0,97	1,033	8408,25	1	7,85	0,26
-0,14		-0,14	14,72	0,83	1,054	27268,03	1	5,91	0,40
0,14		0,14	40,84	1,30	1	8001,68	-1	-13,34	0,33
0,14	1,97	2,11	7,08	0,23	1,362	7703,96	-1	-0,39	0,05
							Δh кільця =	0,03	1,04
							Δq кільця =	0,01	
1,97	0,14	2,11	7,08	0,23	1,362	7703,96	1	0,39	0,05
-1,97		-1,97	41,29	0,84	1,052	1218,26	-1	-2,08	0,05
1,97	-2,69	-0,72	39,05	0,80	1,06	2974,38	1	4,53	0,12
-1,97		-1,97	45,09	0,92	1,038	1710,60	-1	-3,48	0,08
							Δh кільця =	-0,63	0,30
							Δq кільця =	1,06	
							Δh контура =	-1,26	

Продовження таблиці 1.2.7

четверте наближення									
qкільця	qсум.кільця	q	q, л/с	V, м/с	K ₁	S	знак	h = S*q ²	h/q
-0,71		-0,71	108,65	1,13	1,0105	587,94	-1	-6,94	0,06
0,71		0,71	86,47	1,76	1	1224,85	1	9,16	0,11
0,71	-0,10	0,60	36,17	0,74	1,073	1624,91	1	2,13	0,06
-0,71	1,06	0,35	39,40	0,80	1,06	2974,38	-1	-4,62	0,12
							Δh кільця =	-0,27	0,35
							Δq кільця =	0,40	
0,10		0,10	30,27	0,96	1,034	8273,74	1	7,58	0,25
0,10		0,10	9,48	0,54	1,134	25044,39	1	2,25	0,24
-0,10	-0,01	-0,12	30,43	0,97	1,033	8408,25	-1	-7,79	0,26
-0,10	0,71	0,60	36,17	0,74	1,073	1624,91	-1	-2,13	0,06
							Δh кільця =	-0,08	0,80
							Δq кільця =	0,05	
-0,01	-0,10	-0,12	30,43	0,97	1,033	8408,25	1	7,79	0,26
-0,01		-0,01	14,71	0,83	1,054	27268,03	1	5,90	0,40
0,01		0,01	40,85	1,30	1	8001,68	-1	-13,35	0,33
0,01	1,06	1,07	8,15	0,26	1,32	7466,40	-1	-0,50	0,06
							Δh кільця =	-0,16	1,04
							Δq кільця =	0,08	
1,06	0,01	1,07	8,15	0,26	1,32	7466,40	1	0,50	0,06
-1,06		-1,06	40,22	0,82	1,056	1222,89	-1	-1,98	0,05
1,06	-0,71	0,35	39,40	0,80	1,06	2974,38	1	4,62	0,12
-1,06		-1,06	44,02	0,90	1,04	1713,90	-1	-3,32	0,08
							Δh кільця =	-0,19	0,30
							Δq кільця =	0,31	
							Δh контура =	-0,70	

Таблиця 1.2.8

Гідравлічний розрахунок мережі для режиму максимального водоспоживання + пожежі

№ кільця	№ ділянки	L, м	D, мм	попередній поточкорозподіл								
				q, л/с	V, м/с	A	K ₁	A _п	S	знак	h = S*q ²	h/q
1	1-9	1340	350	185,12	1,93	0,4342	1	0,434	581,83	-1	-19,94	0,11
	1-2	550	250	77,54	1,58	2,227	1	2,227	1224,85	1	7,36	0,09
	2-5	680	250	10,46	0,21	2,227	1,394	3,104	2111,02	-1	-0,23	0,02
	5-9	1260	250	77,76	1,58	2,227	1	2,227	2806,02	-1	-16,97	0,22
											Δh кільця =	-29,77
										Δq кільця =	33,61	
2	2-3	1160	200	50,45	1,61	6,898	1	6,898	8001,68	1	20,37	0,40
	3-4	700	150	29,66	1,68	31,55	1	31,550	22085,00	1	19,43	0,66
	4-5	1180	200	50	1,59	6,898	1	6,898	8139,64	-1	-20,35	0,41
	2-5	680	250	10,46	0,21	2,227	1,394	3,104	2111,02	1	0,23	0,02
											Δh кільця =	19,68
										Δq кільця =	6,61	
3	4-5	1180	200	50	1,59	6,898	1	6,898	8139,64	1	20,35	0,41
	4-6	820	150	29,46	1,67	31,55	1	31,550	25871,00	1	22,45	0,76
	6-7	1160	200	51,09	1,63	6,898	1	6,898	8001,68	-1	-20,89	0,41
	5-7	820	200	19,7	0,63	6,898	1,106	7,629	6255,93	1	2,43	0,12
											Δh кільця =	24,34
										Δq кільця =	7,16	
4	5-7	820	200	19,7	0,63	6,898	1,106	7,629	6255,93	-1	-2,43	0,12
	7-8	520	250	78,32	1,60	2,227	1	2,227	1158,04	-1	-7,10	0,09
	5-9	1260	250	77,76	1,58	2,227	1	2,227	2806,02	1	16,97	0,22
	8-9	740	250	82,12	1,67	2,227	1	2,227	1647,98	-1	-11,11	0,14
											Δh кільця =	-3,68
										Δq кільця =	3,24	
										Δh контура =	10,57	

Продовження таблиці 1.2.8

перше наближення									
qкільця	qсум.кільця	q	q, л/с	V, м/с	K ₁	S	знак	h = S*q ²	h/q
-33,61		-33,61	151,51	1,58	1	581,83	-1	-13,36	0,09
33,61		33,61	111,15	2,27	1	1224,85	1	15,13	0,14
-33,61	-6,61	-40,22	-29,76	-0,61	1,112	1683,97	1	1,49	0,05
-33,61	3,24	-30,37	47,39	0,97	1	2806,02	-1	-6,30	0,13
							Δh кільця =	-3,04	0,41
							Δq кільця =	3,73	
-6,61		-6,61	43,84	1,40	1	8001,68	1	15,38	0,35
-6,61		-6,61	23,05	1,30	1	22085,00	1	11,73	0,51
6,61	-7,16	-0,54	49,46	1,58	1	8139,64	-1	-19,91	0,40
-6,61	-33,61	-40,22	-29,76	-0,61	1,112	1683,97	-1	-1,49	0,05
							Δh кільця =	5,71	1,31
							Δq кільця =	2,17	
-7,16	6,61	-0,54	49,46	1,58	1	8139,64	1	19,91	0,40
-7,16		-7,16	22,30	1,26	1	25871,00	1	12,87	0,58
7,16		7,16	58,25	1,85	1	8001,68	-1	-27,15	0,47
-7,16	-3,24	-10,40	9,30	0,30	1,28	7240,14	1	0,63	0,07
							Δh кільця =	6,26	1,51
							Δq кільця =	2,07	
-3,24	-7,16	-10,40	9,30	0,30	1,28	7240,14	-1	-0,63	0,07
-3,24		-3,24	75,08	1,53	1	1158,04	-1	-6,53	0,09
3,24	-33,61	-30,37	47,39	0,97	1,033	2898,62	1	6,51	0,14
-3,24		-3,24	78,88	1,61	1	1647,98	-1	-10,25	0,13
							Δh кільця =	-10,90	0,42
							Δq кільця =	12,92	
							Δh контура =	-2,17	

друге наближення									
qкільця	qсум.кільця	q	q, л/с	V, м/с	K ₁	S	знак	h = S*q ²	h/q
-3,73		-3,73	147,79	1,54	1	581,83	-1	-12,71	0,09
3,73		3,73	114,87	2,34	1	1224,85	1	16,16	0,14
3,73	2,17	5,90	35,66	0,73	1,076	1629,45	1	2,07	0,06
-3,73	12,92	9,19	56,59	1,15	1,0075	2827,07	-1	-9,05	0,16
							Δh кільця =	-3,53	0,44
							Δq кільця =	3,96	
-2,17		-2,17	41,66	1,33	1	8001,68	1	13,89	0,33
-2,17		-2,17	20,87	1,18	1,003	22151,26	1	9,65	0,46
2,17	-2,07	0,10	49,56	1,58	1	8139,64	-1	-19,99	0,40
2,17	3,73	5,90	35,66	0,73	1,076	1629,45	-1	-2,07	0,06
							Δh кільця =	1,47	1,26
							Δq кільця =	0,59	
-2,07	2,17	0,10	49,56	1,58	1	8139,64	1	19,99	0,40
-2,07		-2,07	20,24	1,15	1,0075	26065,03	1	10,67	0,53
2,07		2,07	60,31	1,92	1	8001,68	-1	-29,11	0,48
-2,07	-12,92	-14,99	-5,69	-0,18	1,41	7975,47	-1	-0,26	0,05
							Δh кільця =	1,30	1,46
							Δq кільця =	0,45	
-12,92	-2,07	-14,99	-5,69	-0,18	1,41	7975,47	1	0,26	0,05
-12,92		-12,92	62,16	1,27	1	1158,04	-1	-4,47	0,07
12,92	-3,73	9,19	56,59	1,15	1,0075	2827,07	1	9,05	0,16
-12,92		-12,92	65,96	1,34	1	1647,98	-1	-7,17	0,11
							Δh кільця =	-2,33	0,39
							Δq кільця =	3,02	
							Δh контура =	-3,08	

треге наближення									
qкільця	qсум.кільця	q	q, л/с	V, м/с	K ₁	S	знак	h = S*q ²	h/q
-3,96		-3,96	143,82	1,50	1	581,83	-1	-12,04	0,08
3,96		3,96	118,84	2,42	1	1224,85	1	17,30	0,15
3,96	0,59	4,55	40,21	0,82	1,056	1599,16	1	2,59	0,06
-3,96	3,02	-0,94	55,65	1,13	1,0105	2835,48	-1	-8,78	0,16
							Δh кільця =	-0,93	0,45
							Δq кільця =	1,03	
-0,59		-0,59	41,08	1,31	1	8001,68	1	13,50	0,33
-0,59		-0,59	20,29	1,15	1,0075	22250,64	1	9,16	0,45
0,59	-0,45	0,14	49,70	1,58	1	8139,64	-1	-20,11	0,40
0,59	3,96	4,55	40,21	0,82	1,056	1599,16	-1	-2,59	0,06
							Δh кільця =	-0,03	1,25
							Δq кільця =	0,01	
-0,45	0,59	0,14	49,70	1,58	1	8139,64	1	20,11	0,40
-0,45		-0,45	19,79	1,12	1,012	26181,45	1	10,25	0,52
0,45		0,45	60,76	1,94	1	8001,68	-1	-29,54	0,49
0,45	3,02	3,47	9,15	0,29	1,29	7296,70	-1	-0,61	0,07
							Δh кільця =	0,21	1,48
							Δq кільця =	0,07	
3,02	0,45	3,47	9,15	0,29	1,29	7296,70	1	0,61	0,07
-3,02		-3,02	59,14	1,21	1	1158,04	-1	-4,05	0,07
3,02	-3,96	-0,94	55,65	1,13	1,0105	2835,48	1	8,78	0,16
-3,02		-3,02	62,94	1,28	1	1647,98	-1	-6,53	0,10
							Δh кільця =	-1,19	0,40
							Δq кільця =	1,49	
							Δh контура =	-1,94	

четверте наближення									
qкільця	qсум.кільця	q	q, л/с	V, м/с	K ₁	S	знак	h = S*q ²	h/q
-1,03		-1,03	142,79	1,48	1	581,83	-1	-11,86	0,08
1,03		1,03	119,87	2,44	1	1224,85	1	17,60	0,15
1,03	-0,01	1,02	41,23	0,84	1,052	1593,11	1	2,71	0,07
-1,03	1,49	0,46	56,11	1,14	1	2806,02	-1	-8,83	0,16
							Δh кільця =	-0,39	0,45
							Δq кільця =	0,43	
0,01		0,01	41,09	1,31	1	8001,68	1	13,51	0,33
0,01		0,01	20,30	1,15	1,0075	22250,64	1	9,17	0,45
-0,01	-0,07	-0,08	49,62	1,58	1	8139,64	-1	-20,04	0,40
-0,01	1,03	1,02	41,23	0,84	1,052	1593,11	-1	-2,71	0,07
							Δh кільця =	-0,07	1,25
							Δq кільця =	0,03	
-0,07	-0,01	-0,08	49,62	1,58	1	8139,64	1	20,04	0,40
-0,07		-0,07	19,72	1,12	1,012	26181,45	1	10,18	0,52
0,07		0,07	60,83	1,94	1	8001,68	-1	-29,61	0,49
0,07	1,49	1,56	10,72	0,34	1,248	7059,14	-1	-0,81	0,08
							Δh кільця =	-0,20	1,48
							Δq кільця =	0,07	
1,49	0,07	1,56	10,72	0,34	1,248	7059,14	1	0,81	0,08
-1,49		-1,49	57,64	1,17	1,0045	1163,25	-1	-3,87	0,07
1,49	-1,03	0,46	56,11	1,14	1,009	2831,27	1	8,91	0,16
-1,49		-1,49	61,44	1,25	1	1647,98	-1	-6,22	0,10
							Δh кільця =	-0,36	0,40
							Δq кільця =	0,45	
							Δh контура =	-1,10	

п'яте наближення									
qкільця	qсум.кільця	q	q, л/с	V, м/с	K ₁	S	знак	h = S*q ²	h/q
-0,43		-0,43	142,36	1,48	1	581,83	-1	-11,79	0,08
0,43		0,43	120,30	2,45	1	1224,85	1	17,73	0,15
0,43	-0,03	0,40	41,63	0,85	1,05	1590,08	1	2,76	0,07
-0,43	0,45	0,02	56,13	1,14	1,009	2831,27	-1	-8,92	0,16
							Δh кільця =	-0,23	0,46
							Δq кільця =	0,25	
0,03		0,03	41,12	1,31	1	8001,68	1	13,53	0,33
0,03		0,03	20,33	1,15	1,0075	22250,64	1	9,19	0,45
-0,03	0,07	0,04	49,66	1,58	1	8139,64	-1	-20,07	0,40
-0,03	0,43	0,40	41,63	0,85	1,05	1590,08	-1	-2,76	0,07
							Δh кільця =	-0,11	1,25
							Δq кільця =	0,04	
0,07	-0,03	0,04	49,66	1,58	1	8139,64	1	20,07	0,40
0,07		0,07	19,79	1,12	1,012	26181,45	1	10,25	0,52
-0,07		-0,07	60,76	1,94	1	8001,68	-1	-29,54	0,49
-0,07	0,45	0,38	11,10	0,35	1,24	7013,89	-1	-0,86	0,08
							Δh кільця =	-0,09	1,49
							Δq кільця =	0,03	
0,45	-0,07	0,38	11,10	0,35	1,24	7013,89	1	0,86	0,08
-0,45		-0,45	57,19	1,17	1,0045	1163,25	-1	-3,80	0,07
0,45	-0,43	0,02	56,13	1,14	1,009	2831,27	1	8,92	0,16
-0,45		-0,45	60,99	1,24	1	1647,98	-1	-6,13	0,10
							Δh кільця =	-0,15	0,40
							Δq кільця =	0,19	
							Δh контура =	-0,57	

Таблиця 1.2.9

Гідравлічний розрахунок мережі для режиму максимального транзиту води в башту

№ кільця	№ ділянки	L, м	D, мм	попередній потікорозподіл									
				q, л/с	V, м/с	A	K ₁	A _п	S	знак	h = S*q ²	h/q	
1	1-9	1340	350	102,94	1,07	0,4342	1,0195	0,443	593,17	-1	-6,29	0,06	
	1-2	550	250	43,52	0,89	2,227	1,042	2,321	1276,29	1	2,42	0,06	
	2-5	680	250	43,09	0,88	2,227	1,044	2,325	1580,99	-1	-2,94	0,07	
	5-9	1260	250	43,51	0,89	2,227	1,042	2,321	2923,87	-1	-5,54	0,13	
											Δh кільця =	-12,34	0,31
											Δq кільця =	19,78	
2	2-3	1160	200	10,15	0,32	6,898	1,264	8,719	10114,12	1	1,04	0,10	
	3-4	700	150	4,1	0,23	31,55	1,362	42,971	30079,77	-1	-0,51	0,12	
	4-5	1180	200	10,16	0,32	6,898	1,264	8,719	10288,50	-1	-1,06	0,10	
	2-5	680	250	43,09	0,88	2,227	1,044	2,325	1580,99	1	2,94	0,07	
											Δh кільця =	2,41	0,40
											Δq кільця =	3,02	
3	4-5	1180	200	10,16	0,32	6,898	1,264	8,719	10288,50	1	1,06	0,10	
	4-6	820	150	9,07	0,51	31,55	1,146	36,156	29648,17	-1	-2,44	0,27	
	6-7	1160	200	10,15	0,32	6,898	1,264	8,719	10114,12	-1	-1,04	0,10	
	5-7	820	200	32	1,02	6,898	1,027	7,084	5809,08	1	5,95	0,19	
											Δh кільця =	3,53	0,66
											Δq кільця =	2,67	
4	5-7	820	200	32	1,02	6,898	1,027	7,084	5809,08	-1	-5,95	0,19	
	7-8	520	250	43,52	0,89	2,227	1,042	2,321	1206,68	-1	-2,29	0,05	
	5-9	1260	250	43,51	0,89	2,227	1,042	2,321	2923,87	1	5,54	0,13	
	8-9	740	250	44,21	0,90	2,227	1,04	2,316	1713,90	-1	-3,35	0,08	
											Δh кільця =	-6,05	0,44
											Δq кільця =	6,85	
										Δh контура =	-12,45		

перше наближення									
qкільця	qсум.кільця	q	q, л/с	V, м/с	K ₁	S	знак	h = S*q ²	h/q
-19,78		-19,78	83,16	0,86	1,048	609,76	-1	-4,22	0,05
19,78		19,78	63,30	1,29	1	1224,85	1	4,91	0,08
-19,78	-3,02	-22,80	20,29	0,41	1,195	1809,66	-1	-0,75	0,04
-19,78	6,85	-12,93	30,58	0,62	1,109	3111,88	-1	-2,91	0,10
							Δh кільця =	-2,97	0,26
							Δq кільця =	5,70	
-3,02		-3,02	7,13	0,23	1,362	10898,29	1	0,55	0,08
3,02		3,02	7,12	0,40	1,2	26502,00	-1	-1,34	0,19
3,02	-2,67	0,36	10,52	0,33	1,256	10223,39	-1	-1,13	0,11
-3,02	-19,78	-22,80	20,29	0,41	1,195	1809,66	1	0,75	0,04
							Δh кільця =	-1,18	0,41
							Δq кільця =	1,43	
-2,67	3,02	0,36	10,52	0,33	1,256	10223,39	1	1,13	0,11
2,67		2,67	11,74	0,66	1,097	28380,49	-1	-3,91	0,33
2,67		2,67	12,82	0,41	1,195	9562,01	-1	-1,57	0,12
-2,67	-6,85	-9,52	22,48	0,72	1,079	6103,21	1	3,08	0,14
							Δh кільця =	-1,26	0,70
							Δq кільця =	0,90	
-6,85	-2,67	-9,52	22,48	0,72	1,079	6103,21	-1	-3,08	0,14
-6,85		-6,85	36,67	0,75	1,07	1239,10	-1	-1,67	0,05
6,85	-19,78	-12,93	30,58	0,62	1,109	3111,88	1	2,91	0,10
-6,85		-6,85	37,36	0,76	1,068	1760,04	-1	-2,46	0,07
							Δh кільця =	-4,30	0,34
							Δq кільця =	6,25	
							Δh контура =	-9,70	

друге наближення									
qкільця	qсум.кільця	q	q, л/с	V, м/с	K ₁	S	знак	h = S*q ²	h/q
-5,70		-5,70	77,46	0,81	1,06	615,57	-1	-3,69	0,05
5,70		5,70	69,00	1,41	1	1224,85	1	5,83	0,08
-5,70	1,43	-4,27	16,02	0,33	1,264	1914,15	-1	-0,49	0,03
-5,70	6,25	0,55	31,14	0,63	1,106	3103,46	-1	-3,01	0,10
							Δh кільця =	-1,36	0,26
							Δq кільця =	2,63	
1,43		1,43	8,56	0,27	1,31	10482,20	1	0,77	0,09
-1,43		-1,43	5,69	0,32	1,264	27915,44	-1	-0,90	0,16
-1,43	0,90	-0,53	9,99	0,32	1,264	10288,50	-1	-1,03	0,10
1,43	-5,70	-4,27	16,02	0,33	1,256	1902,04	1	0,49	0,03
							Δh кільця =	-0,67	0,38
							Δq кільця =	0,88	
0,90	-1,43	-0,53	9,99	0,32	1,264	10288,50	1	1,03	0,10
-0,90		-0,90	10,83	0,61	1,112	28768,55	-1	-3,38	0,31
-0,90		-0,90	11,91	0,38	1,216	9730,04	-1	-1,38	0,12
0,90	-6,25	-5,35	17,13	0,55	1,13	6391,69	1	1,88	0,11
							Δh кільця =	-1,86	0,64
							Δq кільця =	1,45	
-6,25	0,90	-5,35	17,13	0,55	1,13	6391,69	-1	-1,88	0,11
-6,25		-6,25	30,42	0,62	1,109	1284,27	-1	-1,19	0,04
6,25	-5,70	0,55	31,14	0,63	1,106	3103,46	1	3,01	0,10
-6,25		-6,25	31,11	0,63	1,106	1822,67	-1	-1,76	0,06
							Δh кільця =	-1,82	0,30
							Δq кільця =	3,01	
							Δh контура =	-5,71	

третє наближення									
qкільця	qсум.кільця	q	q, л/с	V, м/с	K ₁	S	знак	h = S*q ²	h/q
-2,63		-2,63	74,84	0,78	1,064	619,06	-1	-3,47	0,05
2,63		2,63	71,62	1,46	1	1224,85	1	6,28	0,09
-2,63	0,88	-1,74	14,28	0,29	1,29	1953,52	-1	-0,40	0,03
-2,63	3,01	0,39	31,52	0,64	1,103	3095,04	-1	-3,08	0,10
							Δh кільця =	-0,66	0,26
							Δq кільця =	1,27	
0,88		0,88	9,44	0,30	1,28	10242,15	1	0,91	0,10
-0,88		-0,88	4,81	0,27	1,31	28931,35	-1	-0,67	0,14
-0,88	1,45	0,57	10,55	0,34	1,248	10158,27	-1	-1,13	0,11
0,88	-2,63	-1,74	14,28	0,29	1,29	1953,52	1	0,40	0,03
							Δh кільця =	-0,49	0,37
							Δq кільця =	0,66	
1,45	-0,88	0,57	10,55	0,34	1,248	10158,27	1	1,13	0,11
-1,45		-1,45	9,38	0,53	1,138	29441,20	-1	-2,59	0,28
-1,45		-1,45	10,46	0,33	1,256	10050,11	-1	-1,10	0,11
1,45	-3,01	-1,56	15,57	0,50	1,15	6504,81	1	1,58	0,10
							Δh кільця =	-0,98	0,59
							Δq кільця =	0,83	
-3,01	1,45	-1,56	15,57	0,50	1,15	6504,81	-1	-1,58	0,10
-3,01		-3,01	27,40	0,56	1,127	1305,11	-1	-0,98	0,04
3,01	-2,63	0,39	31,52	0,64	1,103	3095,04	1	3,08	0,10
-3,01		-3,01	28,09	0,57	1,124	1852,33	-1	-1,46	0,05
							Δh кільця =	-0,94	0,29
							Δq кільця =	1,65	
							Δh контура =	-3,07	

четверте наближення									
qкільця	qсум.кільця	q	q, л/с	V, м/с	K ₁	S	знак	h = S*q ²	h/q
-1,27		-1,27	73,57	0,77	1,066	620,23	-1	-3,36	0,05
1,27		1,27	72,89	1,49	1	1224,85	1	6,51	0,09
-1,27	0,66	-0,61	13,67	0,28	1,3	1968,67	-1	-0,37	0,03
-1,27	1,65	0,38	31,90	0,65	1,1	3086,62	-1	-3,14	0,10
							Δh кільця =	-0,36	0,26
							Δq кільця =	0,69	
0,66		0,66	10,10	0,32	1,264	10114,12	1	1,03	0,10
-0,66		-0,66	4,15	0,23	1,362	30079,77	-1	-0,52	0,12
-0,66	0,83	0,18	10,73	0,34	1,248	10158,27	-1	-1,17	0,11
0,66	-1,27	-0,61	13,67	0,28	1,3	1968,67	1	0,37	0,03
							Δh кільця =	-0,29	0,36
							Δq кільця =	0,40	
0,83	-0,66	0,18	10,73	0,34	1,248	10158,27	1	1,17	0,11
-0,83		-0,83	8,55	0,48	1,16	30010,36	-1	-2,19	0,26
-0,83		-0,83	9,63	0,31	1,272	10178,14	-1	-0,94	0,10
0,83	-1,65	-0,81	14,76	0,47	1,165	6589,66	1	1,44	0,10
							Δh кільця =	-0,53	0,56
							Δq кільця =	0,47	
-1,65	0,83	-0,81	14,76	0,47	1,165	6589,66	-1	-1,44	0,10
-1,65		-1,65	25,76	0,53	1,138	1317,85	-1	-0,87	0,03
1,65	-1,27	0,38	31,90	0,65	1,1	3086,62	1	3,14	0,10
-1,65		-1,65	26,45	0,54	1,134	1868,81	-1	-1,31	0,05
							Δh кільця =	-0,48	0,28
							Δq кільця =	0,85	
							Δh контура =	-1,65	

п'яте наближення									
qкільця	qсум.кільця	q	q, л/с	V, м/с	K ₁	S	знак	h = S*q ²	h/q
-0,69		-0,69	72,88	0,76	1,068	621,39	-1	-3,30	0,05
0,69		0,69	73,58	1,50	1	1224,85	1	6,63	0,09
-0,69	0,40	-0,29	13,38	0,27	1,31	1983,81	-1	-0,36	0,03
-0,69	0,85	0,16	32,06	0,65	1,1	3086,62	-1	-3,17	0,10
							Δh кільця =	-0,20	0,26
							Δq кільця =	0,38	
0,40		0,40	10,50	0,33	1,256	10050,11	1	1,11	0,11
-0,40		-0,40	3,75	0,21	1,394	30786,49	-1	-0,43	0,12
-0,40	0,47	0,08	10,81	0,34	1,248	10158,27	-1	-1,19	0,11
0,40	-0,69	-0,29	13,38	0,27	1,31	1983,81	1	0,36	0,03
							Δh кільця =	-0,16	0,36
							Δq кільця =	0,22	
0,47	-0,40	0,08	10,81	0,34	1,248	10158,27	1	1,19	0,11
-0,47		-0,47	8,07	0,46	1,17	30269,07	-1	-1,97	0,24
-0,47		-0,47	9,15	0,29	1,29	10322,17	-1	-0,87	0,09
0,47	-0,85	-0,38	14,38	0,46	1,17	6617,94	1	1,37	0,10
							Δh кільця =	-0,28	0,54
							Δq кільця =	0,26	
-0,85	0,47	-0,38	14,38	0,46	1,17	6617,94	-1	-1,37	0,10
-0,85		-0,85	24,91	0,51	1,146	1327,11	-1	-0,82	0,03
0,85	-0,69	0,16	32,06	0,65	1,1	3086,62	1	3,17	0,10
-0,85		-0,85	25,60	0,52	1,142	1881,99	-1	-1,23	0,05
							Δh кільця =	-0,25	0,28
							Δq кільця =	0,46	
							Δh контура =	-0,89	

Гідравлічний розрахунок трубопроводів на відгалуженнях для підключення підприємств та башти (для двох режимів), а також водоводів для всіх розрахункових режимів, виконуємо в таблиці 1.2.10, використовуючи [10]. Передбачаємо прокладання трубопроводів у дві нитки для забезпечення вимог надійності водопостачання.

Таблиця 1.2.10

Гідравлічний розрахунок трубопроводів підключення і водоводів

Ділянка	Довжина l , км	Діаметр D , мм	Витрата q , л/с	Швидкість, V , м/с	$1000i$, м/км	$h = 1000i l$, м
1 - № 1	0,24	150	$26,11/2 = 13,1$	0,83	5,48	1,3152
2 - № 2	0,32	100	$12,61/2 = 6,31$	0,81	7,92	2,5344
6 - № 3	0,26	200	$49,58/2 =$ $24,79$	0,89	4,38	1,1388
2 – ВБ (транзит)	0,1	150	$17,53/2 = 8,77$	0,56	2,67	0,267
2 – ВБ (max)	0,1	150	$45,3/2 = 22,65$	1,44	15,2	1,52
НС-II – 1 (max)	2,3	350	$236,59/2 =$ $118,3$	1,45	5,73	13,179
НС-II – 1 (max+пож)	2,3	350	$304,12/2 =$ $152,06$	1,87	9,21	21,183
НС-II – 1 (транзит)	2,3	350	$157,08/2 =$ $78,54$	0,96	2,66	6,118

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

Вільні напори визначаємо в усіх вузлах магістральної водопровідної мережі на всі розрахункові режими роботи водопроводу. Для цього креслимо розрахункові схеми мережі (рис. 1.2.5-1.2.7), на яких вказуємо значення, отримані при гідравлічному розрахунку.

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

$$H_{тр} = 4(n - 1) + 10, \quad \text{м.} \quad (1.2.8)$$

Значення фактичних вільних напорів у вузлах визначаємо за формулою

$$H_{віль.i} = \Pi_i - Z_{з.i}, \quad \text{м,} \quad (1.2.9)$$

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

На початку розрахунку п'єзометричну відмітку Π_i визначаємо у диктуючій точці як суму відмітки поверхні землі і потрібного вільного напору.

Значення Π_i в інших вузлах мережі визначаємо при послідовному обході всіх вузлових точок за формулою

$$\Pi_{i+1} = \Pi_i \pm h_i, \quad \text{м}, \quad (1.2.10)$$

в якій величину втрати напору h_i між двома точками мережі беремо із знаком «мінус», якщо напрям обходу точок збігається з напрямом руху води на ділянці, а в іншому разі приймаємо знак «плюс».

Диктуючою точкою для режиму максимального водоспоживання буде вузол 4, а для режимів пожежогасіння і максимального транзиту води в башту – вузол 6. Для режиму пожежогасіння вільні напори у всіх вузлах мережі повинні бути не меншими 10 м.

На основі виконаного гідравлічного розрахунку мережі та визначених вільних напорів і п'єзометричних відміток складаємо розрахункові схеми для усіх розрахункових режимів (рис. 1.2.5-1.2.7) та будуємо профіль по зовнішньому контуру водопровідної мережі (рис. 1.2.8).

Визначення п'єзометричних відміток для режиму максимального транзиту води в башту починали з обчислення відмітки максимального рівня води в башті:

$$Z_{\max.6} = Z_{\min.6} + h_{\text{рег.6}} = 138,8 + 6,92 = 145,72 \text{ м},$$

де $Z_{\max.6}$ і $Z_{\min.6}$ – відповідно відмітки максимального і мінімального рівнів води в башті (відмітка $Z_{\min.6}$ дорівнює п'єзометричній відмітці у місці влаштування башти для режиму максимального водоспоживання);

$h_{\text{рег.6}}$ – висота регулюючого об'єму води в башті.

Висота дна бака над поверхнею землі дорівнює

$$H_6 = Z_{\min.6} - h_{\text{пож.6}} - Z_{з.6} = 138,8 - 0,78 - 108,0 = 30,02 \text{ м},$$

де $h_{\text{пож.6}}$ – висота протипожежного об'єму води в башті, м;

$Z_{з.6}$ – відмітка поверхні землі біля башти.

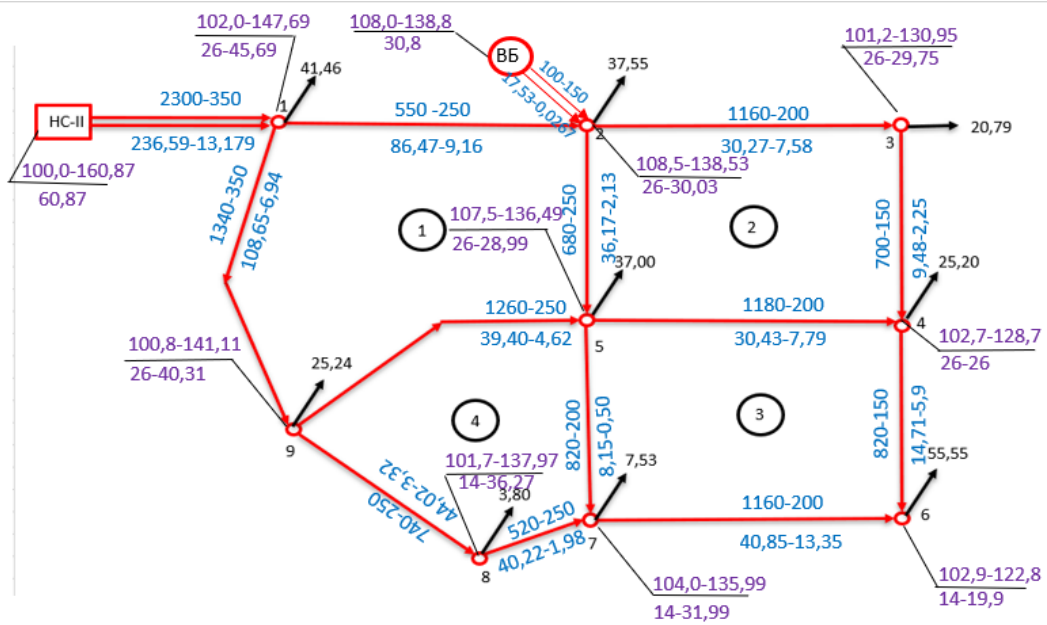


Рис. 1.2.5 Розрахункова схема мережі для режиму максимального водоспоживання

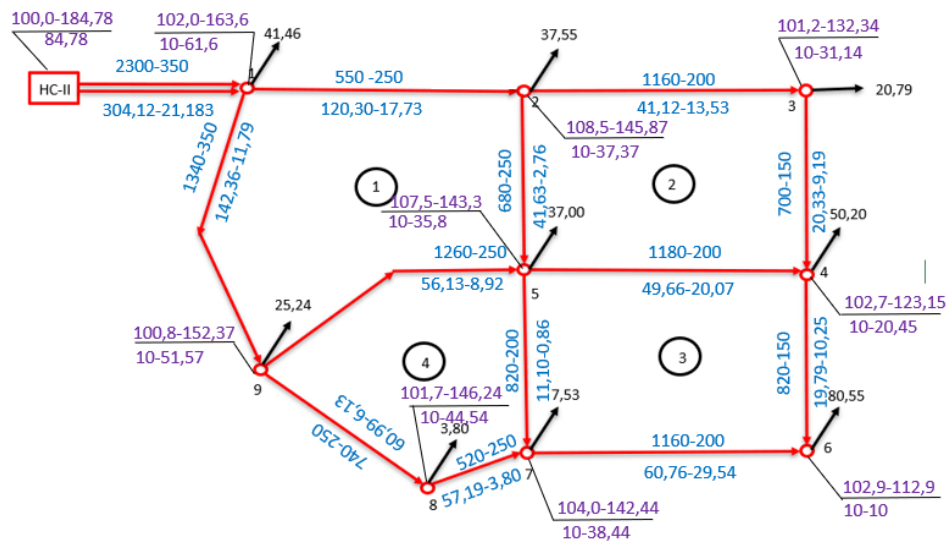


Рис. 1.2.6 Розрахункова схема мережі для режиму пожежогасіння під час максимального водоспоживання

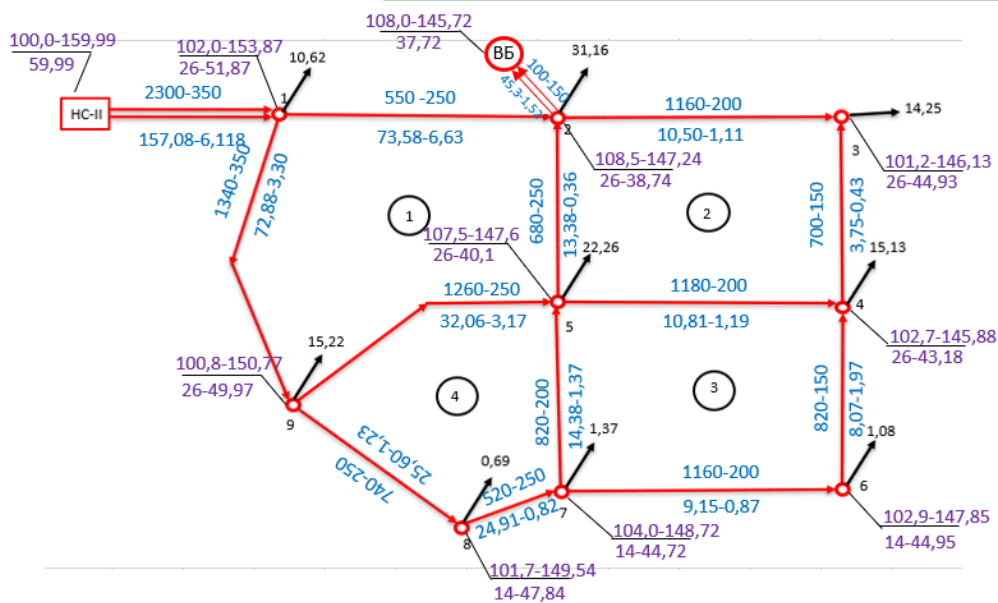
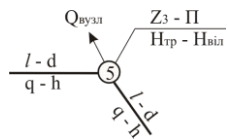
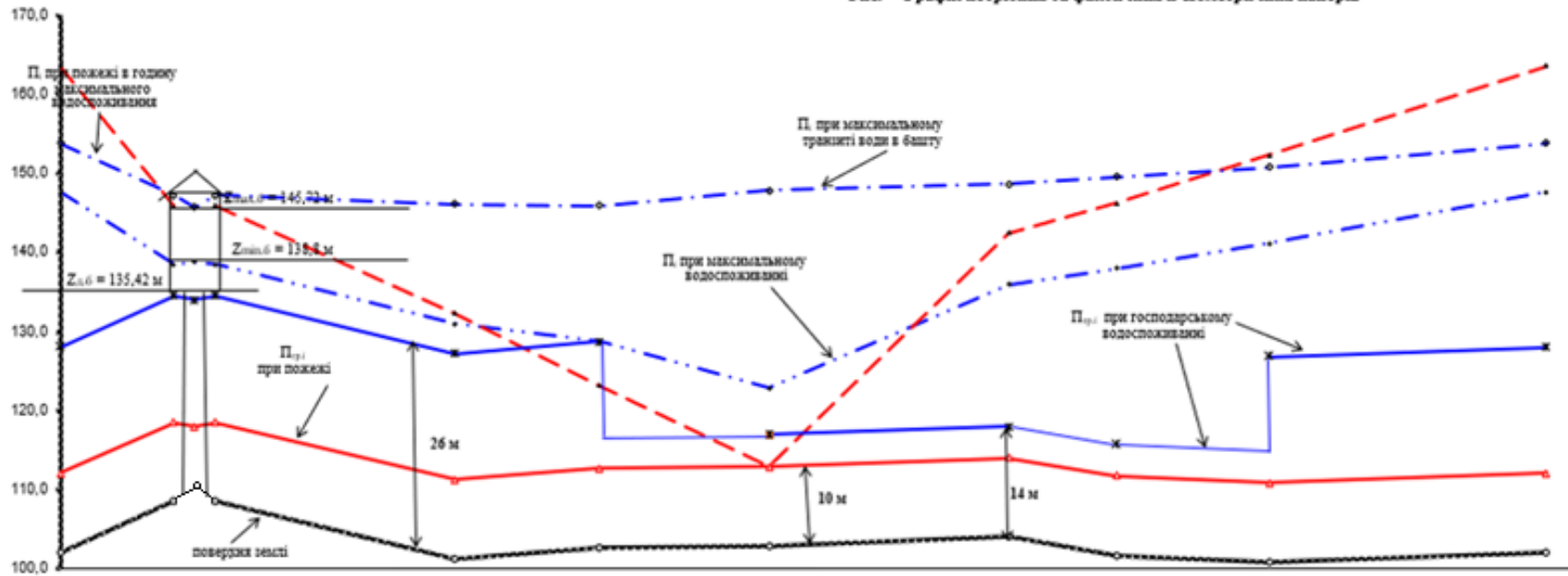


Рис. 1.2.7 Розрахункова схема мережі для режиму максимального транзиту води в башту



Ключ позначок для рис.1.2.5-1.2.7: 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; $N_{\text{тр}}$ – потрібний вільний напір, м; $N_{\text{віль}}$ – фактичний вільний напір, м; $Q_{\text{вузл}}$ – вузловий відбір, л/с.

Рис. Графік потрібних та фактичних п'єзометричних напорів



№ вузла	1	2	ВЛ2	3	4	6	7	8	9	1
L, м	550	100		1160	700	820	1160	520	740	1340
Z _{землі} , м	102,0	100,5 100,5 100,0 100,5		101,2	102,7	102,9	104,0	101,7	100,8	102,0
П _{потр.г} , м	147,7	138,5 138,8 138,5		131,0	128,7	122,8	136,0	138,0	141,1	147,7
П _{факт.г} , м	164	146 147,2 145,7		132,3	123,2	112,9	142,4	146,2	152,4	163,6
П _{потр.б} , м	128,0	134,5 134,0 134,5		127,2	128,7	116,9	118,0	115,7	126,8	128,0
П _{факт.б} , м	112,0	118,5 118,0 118,5		111,2	112,7	112,9	114,0	111,7	110,8	112,0

Рис. 1.2.8 Графік потрібних та фактичних п'єзометричних напорів

1.3.1 Вихідні дані

Геологічний опис порід та їх потужність, м :

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

Статичний напір від рівня поверхні землі, м : 16.

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

1.3.2 Визначення категорії надійності.

Так як кількість жителів - 40 000 осіб і це є менше 50 000 осіб, то категорія надійності – II.

1.3.3 Визначення продуктивності водозабору.

Продуктивність водозабору визначаємо на розрахунковий період:

$$Q_{\text{розр}} = Q \cdot k_1 \cdot k_2, \quad (1.3.1)$$

де Q – максимальна добова втрата, м³/доб., визначена в табл. 1.5,

k_1 – коефіцієнт, що враховує невраховані витрати, який приймаємо 1,1 примітка 3 табл.1 [1],

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

$$Q_{\text{розр}} = 15861,66 \cdot 1,1 \cdot 1,05 = 18320 \frac{\text{м}^3}{\text{добу}}$$

Продуктивність водозабору визначаємо на перспективний період:

$$Q_{\text{персп}} = Q_{\text{розр}} \cdot k_4 \quad (1.3.2)$$

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

$$Q_{\text{персп}} = 18320,2 \cdot 1,2 = 22000 \text{ м}^3/\text{добу}.$$

За цими даними складаємо таблицю:

Таблиця 1.3.1

Водоспоживання на розрахунковий та перспективний періоди

№	Водоспоживання	Розрахунковий період		Перспектива	
		м ³ /добу	м ³ /с	м ³ /добу	м ³ /с
1.	Загальна потреба Q	18 320	0,2	22 000	0,3

1.3.4 Вибір водоносного шару

Глибина, м	Характеристика порід	Літологічний склад порід	Потужність, м	Глибина підшови, м	Абсолютна відмітка підшови, м	Гідрогеологічна характеристика
	Рослинний шар		0,4	0,4		Статичний рівень -16 м
10	Пісок середньозернистий	(С)	9	9,4		
20	Суглинок					
30	Пісок крупнозернистий	(К)	4	27,4		
40	Мергель					
50			16	43,4		
60	Вапняк					
70			24	67,4		
80	Піщаник водоносний		8	75,4		
90	Глина					
100			22	97,4		
110						
120	Пісок гравелистий	(Г)	33	130,4		
130						
140	Глина щільна		10	140,4		
150						

Рис. 1.3.1 Геологічний розріз ділянки можливого розміщення водозабірних свердловин

Водоносним шаром є пісок гравелистий. Він залягає в межах двох шарів: глина та глина щільна. Глина є покрівлею для водоносного шару, а глина щільна – підшовою. Потужність водоносного шару складає $m = 33$ м. Він має позначки від 97,4 м до 130,4 м. Напір над підшовою пласта дорівнює:

$$130,4 - 16 = 114,4 \text{ м.}$$

Коефіцієнт фільтрації експлуатаційного пласта $k = 60$ м/добу.

Якість води цього шару відповідає ДСанПіН 2.2.4-171-10

«Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною».

1.3.5 Вибір типу водозабірних споруд.

Маємо значну глибину залягання водоносного шару (від 97,4 м до 130,4 м). Для відбору води в таких умовах використовуються трубчасті бурові колодязі – свердловини. За рекомендаціями [1, додаток Б, таблиця Б.1] приймаємо фільтрову свердловину. Так як маємо ґрунт – пісок гравелистий, приймаємо трубчастий фільтр з круглими отворами та з обсіпкою. Приймаємо шар обсіпки – 50 мм.

1.3.6 Гідрогеологічні розрахунки.

1.3.6.1 Визначення розрахункової схеми.

а) Напір над підшовою пласта $H >$ потужність пласта m , тобто $114,4 > 33$ – пласт напірний.

б) Попередньо розглядаємо свердловину як досконалу .

1.3.6.2 Максимально допустиме зниження статичного рівня.

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

$$S_{\text{доп}} = H - (0,3 \dots 0,5) \cdot m - H_H - \Delta S_{\text{ф}}, \quad (1.3.3)$$

де H – початкова глибина води над підшовою водоносного напірного пласта,

m – потужність напірного водоносного пласта,

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

$\Delta S_{\text{ф}}$ – втрати напору на вхід води у фільтр колодязя, які приймаємо $\Delta S_{\text{ф}} = 4$ м.

$$S_{\text{доп}} = 114,4 - 0,4 \cdot 33 - 6 - 4 = 91,2 \text{ м.}$$

Так як обчислена за формулою величина допустимого пониження початкового рівня води веде до зниження його до покрівлі водоносного пласта, її слід визначати, як:

$$S_{\text{доп}} \approx (0,2 \dots 0,3) \cdot H \quad (1.3.4)$$

$$S_{\text{доп}} = 0,2 \cdot 114,4 \dots 0,3 \cdot 114,4 = 22,88 \dots 34,32 \text{ м}$$

Приймаємо для подальших розрахунків максимальне допустиме зниження статичного рівня $S_{\text{доп}} = 30$ м.

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

$$Q = \frac{2,73 \cdot k \cdot m \cdot S_{\text{доп}}}{\lg \frac{R}{r}}, \quad (1.3.5)$$

де k – коефіцієнт фільтрації породи, що складає водоносний пласт,

m – потужність пласта,

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

r – радіус колодязя,

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

Попередньо приймаємо діаметр фільтру свердловини $d_{\text{ф}} = 200$ мм. Тоді діаметр свердловини $d_{\text{св}} = d_{\text{ф}} + 2 \cdot 50 = 200 + 2 \cdot 50 = 300$ мм.

Тоді радіус колодязя буде дорівнювати $r = 0,15$ м.

Радіус впливу колодязя визначаємо за формулою :

$$R = 10 \cdot S \cdot \sqrt{k} \quad (1.3.6)$$

$$R = 10 \cdot 30 \cdot \sqrt{60} = 2323,8 \text{ м}$$

Всі інші дані беремо із попередніх розрахунків та вихідних даних.

$$Q = \frac{2,73 \cdot 60 \cdot 33 \cdot 30}{\lg \frac{2323,8}{0,15}} = 38701 \frac{\text{м}^3}{\text{добу}} = 1612 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$$

1.3.6.4 Попередній вибір насоса.

Визначаємо розрахунковий напір:

$$H_{\text{н}} = z_{\text{землі}} - z_{\text{ст}} + \Delta z + S_{\text{доп}} + \sum h, \quad (1.3.7)$$

де $(z_{\text{землі}} - z_{\text{ст}})$ – статичний напір від рівня поверхні землі, за завданням дорівнює 16 м,

Δz – перевищення відмітки подачі води над поверхнею землі, за завданням дорівнює 5 м,

Δh – загальна сума втрат напору, яка визначається за формулою:

$$\sum h = \Delta S_{\phi} + h_{\text{BT}} + \sum h_{\text{HВ}}, \quad (1.3.8)$$

де ΔS_{ϕ} – втрати напору в фільтрі, попередньо приймаємо 4 м,

h_{BT} – втрати напору у водопідйомній трубі, довжиною l_{BT} , які попередньо приймаємо 3 м,

$\sum h_{\text{HВ}}$ – сума втрат напору у збірному трубопроводі від найбільш віддаленого водозабору до водоприймальної споруди, які приймаємо $\sum h_{\text{HВ}} = 5$ м.

$$\sum h = 4 + 3 + 5 = 12 \text{ м} \approx 15 \text{ м.}$$

Тепер визначаємо розрахунковий напір:

$$H_{\text{H}} = 16 + 5 + 30 + 15 = 66 \text{ м.}$$

Підбираємо насос за необхідним напором і максимально можливою подачею.

За зведеним графіком характеристик насосів попередньо приймаємо насос марки 2ЕЦВ12-210-55 з можливою подачею $Q = 200 \text{ м}^3/\text{год}$.

Діаметр двигуна насоса: $12 \cdot 25 = 300 \text{ мм}$.

1.3.6.5 Розрахунок фільтра.

Визначимо водоприймальну потужність фільтру за умови його максимальної довжини

$$Q_{\phi} = \pi \cdot d_{\phi} \cdot l_{\phi} \cdot V_{\phi}, \quad (1.3.9)$$

де l_{ϕ} – можлива максимальна довжина фільтра,

V_{ϕ} – допустима вихідна швидкість води у фільтр,

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

Можливу максимальну довжину фільтра визначаємо за формулою:

$$l_{\phi} = m - 1 - 1 = 33 - 1 - 1 = 31 \text{ м,}$$

де l_m – відстань від покрівлі водоносного пласта до робочої частини фільтра,

l_m – відстань від підшви водоносного пласта до робочої частини фільтра.

Допустиму вихідну швидкість у фільтрі знаходимо за формулою:

$$V_{\phi} = 1000 \cdot k \cdot \frac{d_{50}}{D_{50}}, \quad (1.3.10)$$

де D_{50} – розмір частинок, яких у матеріалі обсіпки міститься 50%,

d_{50} – розмір частинок, яких у породі водоносного шару міститься 50%,

Рекомендоване співвідношення $\frac{D_{50}}{d_{50}} = 8-12$ [5], приймаємо 10, тоді $\frac{d_{50}}{D_{50}} = 0,1$

$$V_{\phi} = 1000 \cdot 60 \cdot 0,1^2 = 600 \frac{\text{м}}{\text{добу}} = 25 \frac{\text{м}}{\text{год}}.$$

Всі ці дані підставляємо у формулу для знаходження можливої пропускної спроможності фільтра:

$$Q_{\phi} = 3,14 \cdot 0,2 \cdot 31 \cdot 25 = 486,7 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Порівнюючи можливий приплив до колодязя для прийнятих умов (1.3.6.3), продуктивність насоса (1.3.6.4) та максимальну пропускну здатність фільтра (1.3.6.5) як витрату свердловини приймаємо найменше з цих значень, тобто продуктивність насоса 200 м³/год.

1.3.6.6 Уточнюємо робочу довжину фільтра.

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

Підставляємо значення у формулу:

$$l_{\phi} = \frac{200}{3,14 \cdot 0,2 \cdot 25} = 12,7.$$

Приймаємо $l_{\phi} = 13$.

1.3.6.7 Визначаємо ступінь розкриття пласта.

Так як робоча довжина фільтра $l_{\phi} = 13$ і це менше, ніж потужність пласта $m = 33$, то свердловина не досконала.

1.3.6.8 Продуктивність недосконалих трубчастих колодязів, що забирають воду із напірних пластів.

$$Q = \frac{2,73 \cdot k \cdot m \cdot S_{\text{доп}}}{\lg \frac{R}{r} + 0,43 \cdot z} \quad (1.3.11)$$

де z – фільтраційний опір, який враховує недосконалість свердловини.

$$\frac{l}{m} = \frac{13}{33} = 0,4.$$

$$\frac{m}{r} = \frac{33}{0,15} = 220.$$

Із графіка [5], визначаємо, що $z = 9$.

Тоді в формулу підставляємо значення:

$$Q = \frac{2,73 \cdot 60 \cdot 33 \cdot 30}{\lg \frac{2323,8}{0,15} + 0,43 \cdot 9} = 20119,1.$$

1.3.7 Визначення кількості свердловин.

На розрахунковий період:

$$n_1 = \frac{Q_{\text{розр}}}{Q_1} = \frac{18320}{24 \cdot 200} = 3,8.$$

Приймаємо на розрахунковий період 4 свердловини та відповідно до [5, 9.1.2.3] та [1, табл.10] приймаємо 1 резервну свердловину.

На перспективний період:

$$n_{1\text{перс}} = \frac{Q_{\text{персп}}}{Q_1} = \frac{22000}{24 \cdot 200} = 4,6.$$

Приймаємо на перспективний період 5 свердловин та відповідно до [1, 9.1.2.3] та [1, табл.10] приймаємо 1 резервну свердловину.

1.3.8 Уточнення витрати свердловини.

На розрахунковий період:

$$Q_{\text{св}}^{\text{р}} = \frac{Q_{\text{розр}}}{n_{\text{р}}} = \frac{18320}{4} = 4580 \text{ м}^3/\text{добу}.$$

На перспективний період:

$$Q_{\text{св}}^{\text{п}} = \frac{Q_{\text{персп}}}{n_{\text{персп}}} = \frac{22000}{5} = 4400 \text{ м}^3/\text{добу}.$$

Приймаємо для подальших розрахунків більшу з двох витрат свердловини, тобто $Q_{\text{св}}^{\text{р}} = 4580$.

1.3.9 Уточнення S – зниження статичного рівня та R – радіусу впливу.

1)

$$S = \frac{Q_{\text{св}}^{\text{р}}}{2,73 \cdot k \cdot m} \cdot \left(\lg \frac{R}{r} + 0,43 \cdot z \right) = \frac{4580}{2,73 \cdot 60 \cdot 33} \cdot \left(\lg \frac{2323,8}{0,15} + 0,43 \cdot 9 \right) = 6,83 \text{ м}.$$

$$R = 10 \cdot S \cdot \sqrt{k} = 10 \cdot 6,83 \cdot \sqrt{60} = 529,05 \text{ м}.$$

2)

$$S = \frac{Q_{CB}^p}{2,73 \cdot k \cdot m} \cdot \left(\lg \frac{R}{r} + 0,43 \cdot z \right) = \frac{4580}{2,73 \cdot 60 \cdot 33} \cdot \left(\lg \frac{529,05}{0,15} + 0,43 \cdot 9 \right) = 6,28 \text{ м.}$$

$$R = 10 \cdot 6,28 \cdot \sqrt{k} = 10 \cdot 7,05 \cdot \sqrt{60} = 486,45 \text{ м.}$$

3)

$$S = \frac{Q_{CB}^p}{2,73 \cdot k \cdot m} \cdot \left(\lg \frac{R}{r} + 0,43 \cdot z \right) = \frac{4580}{2,73 \cdot 60 \cdot 33} \cdot \left(\lg \frac{486,45}{0,15} + 0,43 \cdot 9 \right) = 6,25 \text{ м.}$$

$$R = 10 \cdot S \cdot \sqrt{k} = 10 \cdot 6,25 \cdot \sqrt{60} = 484,1 \text{ м.}$$

4)

$$S = \frac{Q_{CB}^p}{2,73 \cdot k \cdot m} \cdot \left(\lg \frac{R}{r} + 0,43 \cdot z \right) = \frac{4580}{2,73 \cdot 60 \cdot 33} \cdot \left(\lg \frac{484,1}{0,15} + 0,43 \cdot 9 \right) = 6,25 \text{ м.}$$

$$R = 10 \cdot S \cdot \sqrt{k} = 10 \cdot 6,25 \cdot \sqrt{60} = 484,1 \text{ м.}$$

1.3.10 Вибір схеми розташування свердловини.

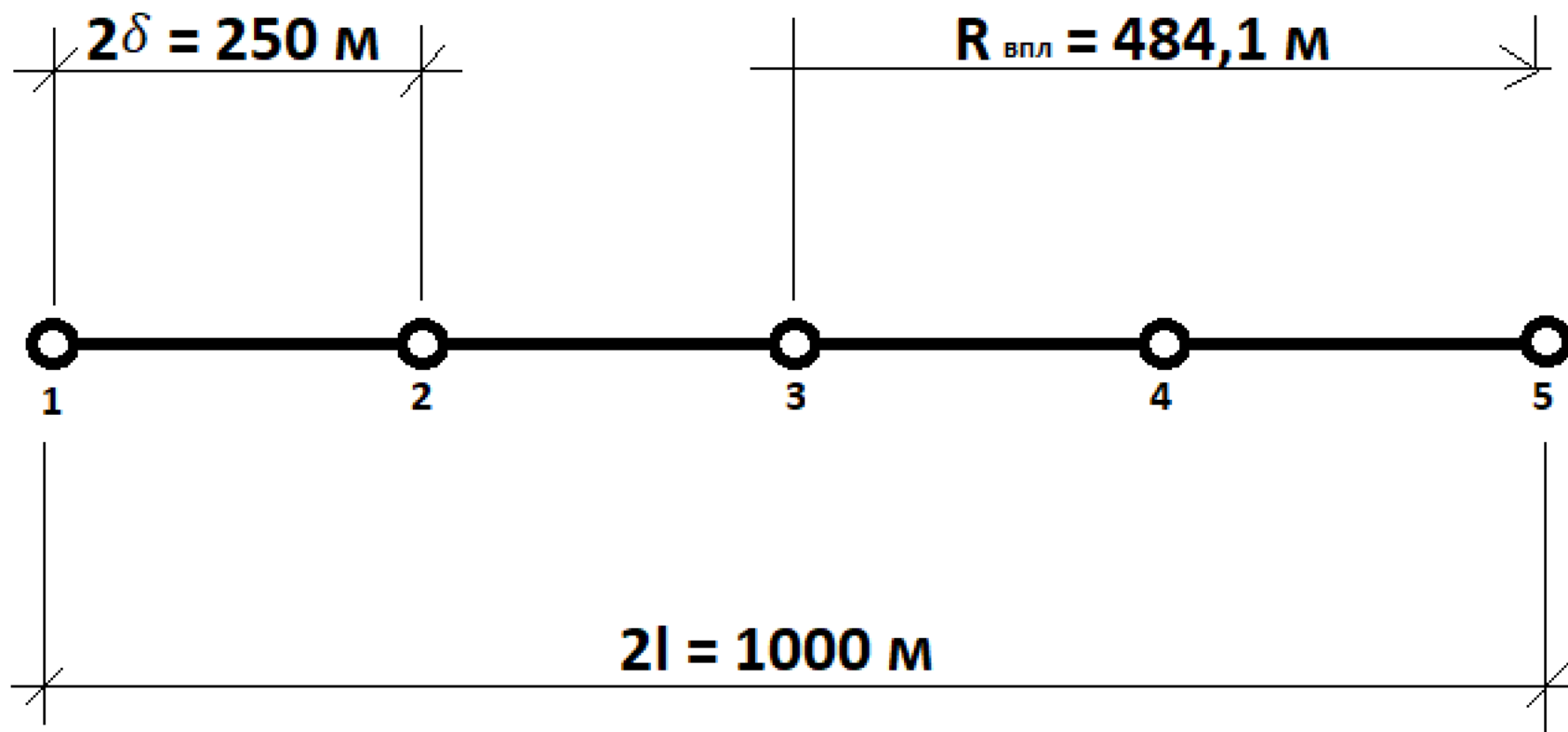


Рис.1.3.2 Схема розташування свердловин

Так як максимальна кількість свердловин – не більше 6, приймаємо найпростішу лінійну схему. За рекомендаціями до [5] для гравелистих пісків та витрати $Q = 100 - 500 \text{ м}^3/\text{год}$ рекомендована відстань для свердловини 200-250 м. Приймаємо 250 м.

Так як відстань між свердловинами 250м менше радіусу впливу 484,1м, необхідно враховувати взаємодію колодязів.

Можливе пониження статичного рівня води з врахуванням взаємодії свердловини S_0 .

$$S_0 = \frac{Q_{\text{персп}}/Q_{\text{розр}}}{2 \cdot \pi \cdot k \cdot m} \cdot \left(\ln \frac{R}{r_{\text{пр}}} + \frac{1}{n} \cdot \ln \frac{\delta}{\pi \cdot r_0} + \xi \right), \quad (1.3.12)$$

де $r_{\text{пр}}$ – приведений радіус узагальненої системи водозабору, $r_{\text{пр}}=0,37 \cdot \ell$,

n – кількість колодязів в системі,

δ – половина відстані між свердловинами,

ξ – коефіцієнт, яким враховується фільтраційний опір, зумовлений недосконалістю колодязів за ступенем розкриття водоносного пласта.

Підставляємо значення у формулу для розрахункового періоду:

$$S_0^{\text{розр}} = \frac{18320}{2 \cdot 3,14 \cdot 60 \cdot 33} \cdot \left(\ln \frac{484,1}{0,37 \cdot 375} + \frac{1}{4} \cdot \ln \frac{125}{3,14 \cdot 0,15} + 9 \right) = 17,1 \text{ м.}$$

Підставляємо значення у формулу для перспективного періоду:

$$S_0^{\text{персп}} = \frac{22000}{2 \cdot 3,14 \cdot 60 \cdot 33} \cdot \left(\ln \frac{484,1}{185} + \frac{1}{5} \cdot \ln \frac{125}{3,14 \cdot 0,15} + 9 \right) = 19,6 \text{ м.}$$

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

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

де a – коефіцієнт, що враховує конструкцію фільтра,

F_{ϕ} – робоча площа фільтра, яка дорівнює $F_{\phi} = \pi \cdot d_{\phi} \cdot l_{\phi} = 3,14 \cdot 0,2 \cdot 13 = 8,2 \text{ м.}$

Підставляємо значення у формулу для розрахункового періоду:

$$\Delta S_{\phi} = 0,01 \cdot 7 \cdot \sqrt{\frac{4580 \cdot 17,1}{60 \cdot 8,2}} = 0,88 \text{ м.}$$

Підставляємо значення у формулу для перспективного періоду:

$$\Delta S_{\phi} = 0,01 \cdot 7 \cdot \sqrt{\frac{4400 \cdot 19,6}{60 \cdot 8,2}} = 0,93 \text{ м.}$$

Загальне пониження статичного рівня у свердловині для розрахункового періоду:

$$S_0 + \Delta S_{\phi} = 17,1 + 0,88 = 17,98 \text{ м.}$$

Загальне пониження статичного рівня у свердловині для перспективного періоду:

$$S_0 + \Delta S_{\phi} = 19,6 + 0,93 = 20,53 \text{ м.}$$

І це є меншим, ніж максимально допустиме зниження статичного рівня $S_{\text{доп}} = 30 \text{ м.}$

1.3.12 Мінімальна глибина занурення насоса у свердловину.

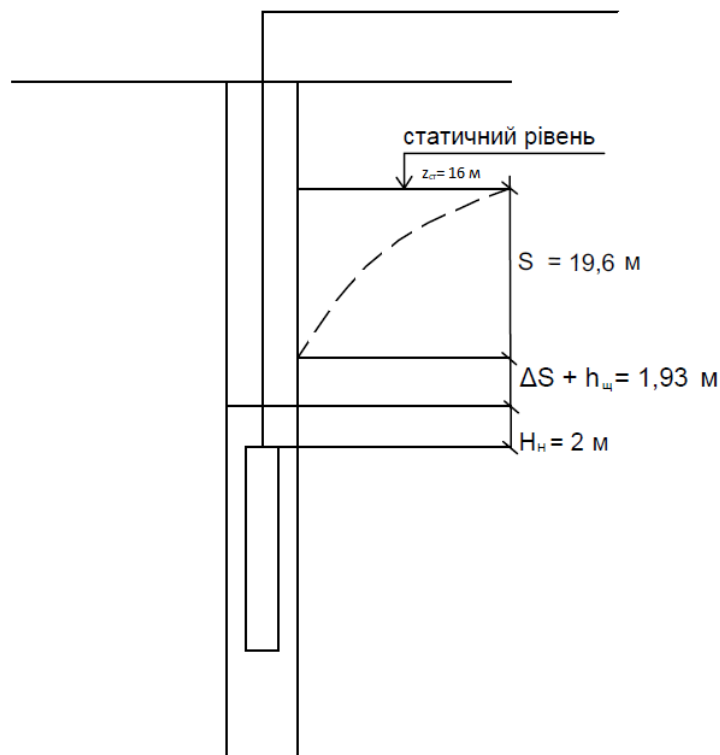


Рис.1.3.3 Визначення мінімальної глибини занурення насосу у свердловину

$$H_{\text{гЛН}} = z_{\text{ст}} + S_0 + \Delta S_{\text{ф}} + h_{\text{щ}} + H_{\text{н}} \quad (1.3.13)$$

де S_0 - пониження статичного рівня з врахуванням взаємодії свердловин,
 $\Delta S_{\text{ф}}$ - втрати напору у фільтрі свердловини,
 $h_{\text{щ}}$ - втрати напору в щілині між двигуном і стінками свердловини, приймаємо $h_{\text{щ}} = 1$ м,
 $H_{\text{н}}$ - підпір над фланцем насоса, приймаємо $H_{\text{н}} = 2$ м.

$$H_{\text{гЛН}} = 16 + 19,6 + 0,93 + 1 + 2 = 39,53 \text{ м.}$$

1.3.13 Схема збірних трубопроводів.

Для другої категорії систем водопостачання за надійністю допустиме зниження подачі води [5, п. 8.4, табл. 9] не більше 30%. Щоб забезпечити цю величину у випадку аварії на збірному водоводі приймаємо наступну схему збірних водоводів.

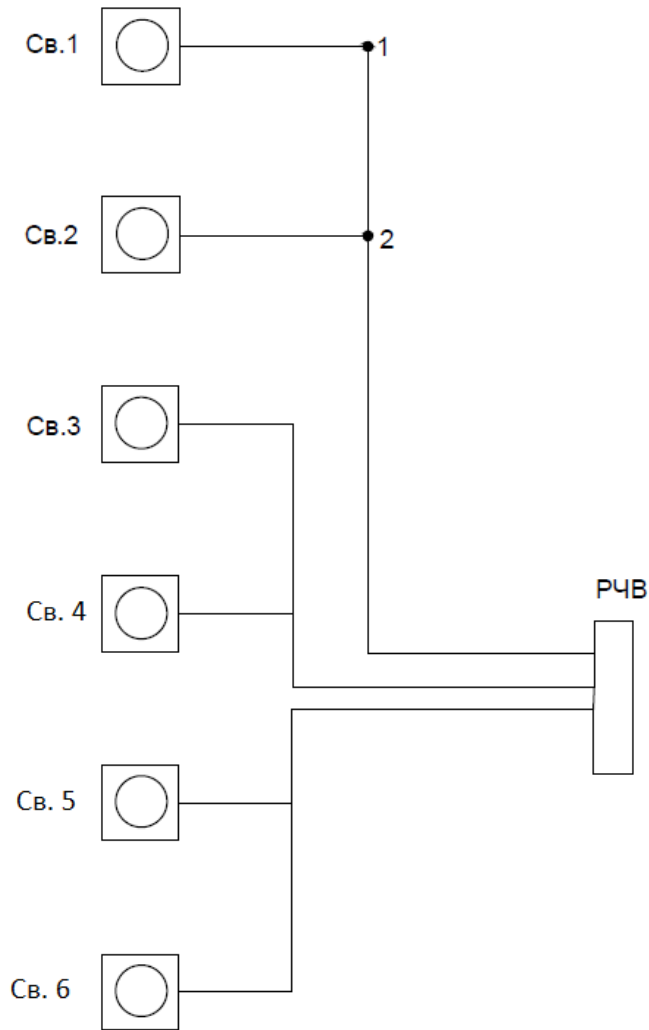


Рис. 1.3.4. Схема збірних трубопроводів

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

а) Визначення діаметру водопідйомних труб:

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

$$Q_{\text{св}} = 4580 \text{ м}^3 / \text{добу} = 53 \text{ л/с.}$$

За [10] приймаємо діаметр 200 мм і швидкість 1,54 м/с.

б) Визначення діаметрів напірного трубопроводу:

Ділянці Св.1-1-2:

$$Q_{\text{св.1-1-2}} = 53 \text{ л/с}, V_{\text{рек}} = 0,4 - 0,7 \text{ м/с.}$$

За [10] приймаємо діаметр 400 мм і швидкість 0,40 м/с.

в) Визначення діаметрів магістрального трубопроводу:

Ділянка 2-РЧВ:

$$Q_{2-РЧВ} = 53 \cdot 2 = 106 \text{ л/с}, \quad V_{рек} = 0,4 - 0,7 \text{ м/с.}$$

За [10] приймаємо діаметр 450 мм і швидкість 0,62 м/с.

1.3.14. Побудова графіка сумісної роботи насоса і водовода.

а) Побудова характеристики трубопроводу:

Найменування труб	Втрати напору $h = 1,1 \cdot 1000i \cdot L$, м для $Q_{св}$, л/с				
	0	15	30	45	60
Діаметр(мм), довжина(м)	0	15	30	45	60
Водопідйомні $d=200$ мм, $L=40\text{м}=0,04\text{км}$	0	0,08	0,3	0,6	1,1
Напірний трубопровід $d=400$ мм, $L=290\text{м}=0,29\text{км}$	0	0,03	0,08	0,15	0,26
Витрата з врахуванням $Q_{св2}=53$ л/с	53	68	83	98	113
Магістраль 2-РЧВ $d=450\text{мм}$, $L=700\text{м}=0,7\text{км}$	0,3	0,4	0,7	0,8	1,07
Сумарні втрати напору на ділянці	0,3	0,51	1,08	1,55	2,43

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

Остаточний графік будується за результатами пробних відкачок.

Попередньо будуємо теоретичну криву. Для напірної свердловини – це пряма лінія, яку будуємо за двома точками ($Q = 0, S = 0$; $Q_{персп} = 4400 \text{ м}^3/\text{добу} = 183,3 \text{ м}^3/\text{годину} = 50,9 \text{ л/с}$, загальне пониження статичного рівня дорівнює 20,53 м).

в) Графоаналітичний метод підбору насоса:

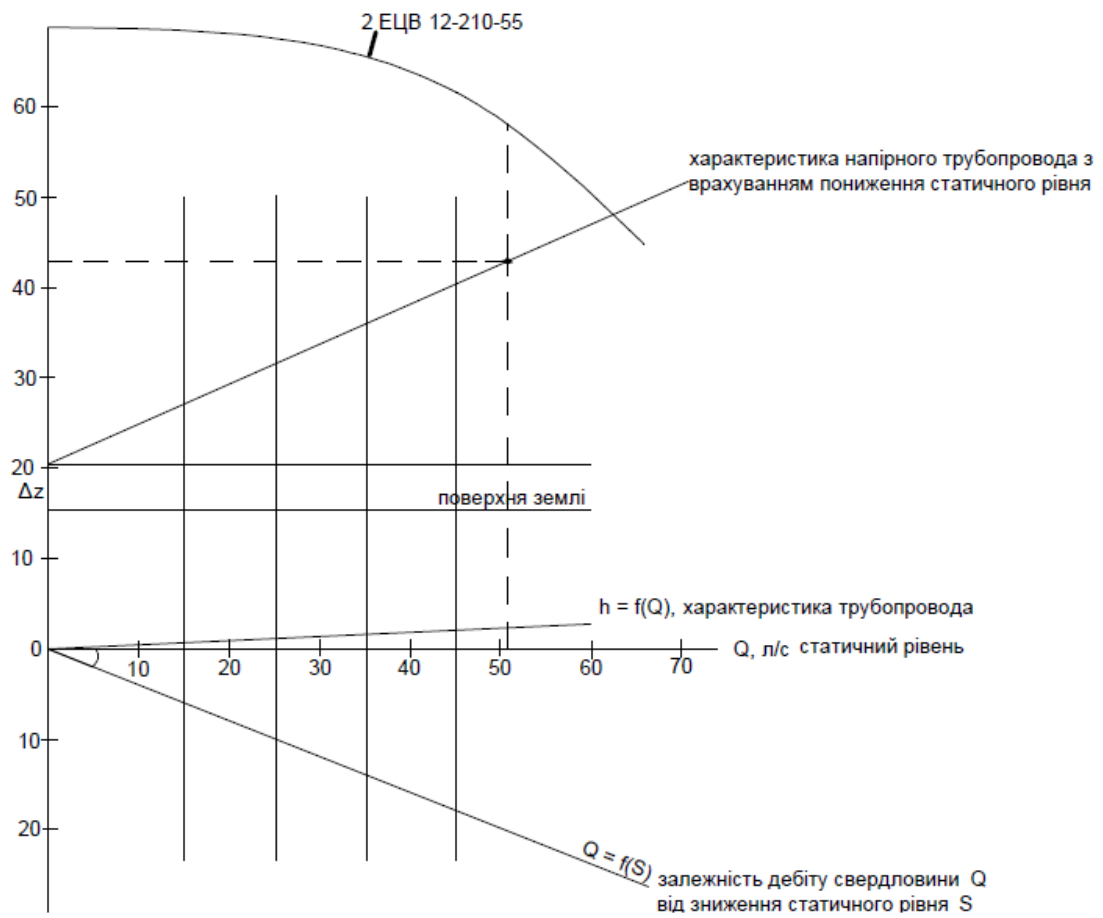


Рис.1.3.5. Графоаналітичний метод вибору насосів

Надлишковий напір можна прибрати зменшенням кількості робочих коліс.

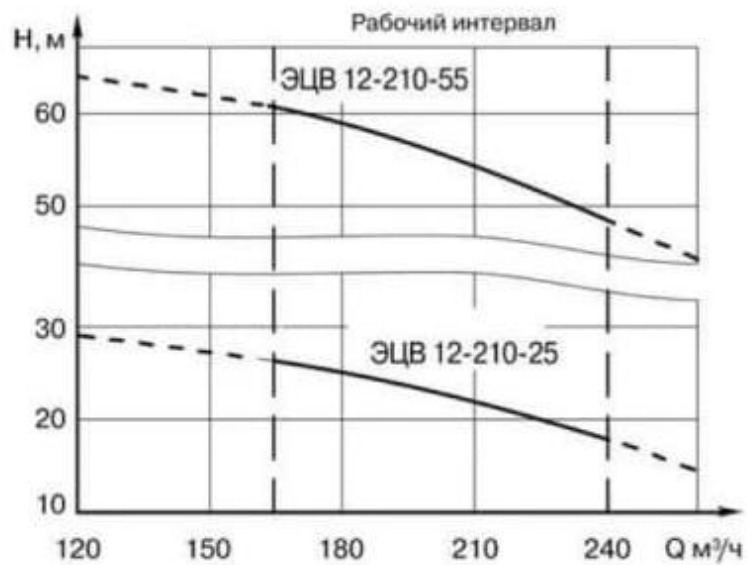


Рис.1.3.6. Гідравлічна характеристика насоса 2ЕЦВ12-210-55

1.3.15 Зона санітарної охорони.

Зони санітарної охорони водозаборів із підземних водних джерел установлюють для запобігання забрудненню води. Їх проектують на основі обстежень та вишукувань: санітарних і гідрогеологічних – для підземних джерел. ЗСО ділять на три пояси: I – пояс суворого режиму; II і III – пояси обмежень для захисту відповідно від бактеріальних і хімічних забруднень.

Межі I поясу ЗСО підземного водного джерела встановлюють від одиничного водозабору або від крайніх споруд групового водозабору на відповідних відстанях (30 м [п. 15.2.1.1]).

Територія I поясу ЗСО повинна бути спланована з урахуванням відведення поверхневого стоку за межі зони, огорожена і перебувати під постійним наглядом.

При розміщенні споруд водопроводу в декількох місцях ЗСО встановлюються для кожної споруди.

На території I поясу ЗСО забороняється проживання людей, будівництво і розміщення будівель, споруд і пристроїв, що не мають безпосереднього відношення до експлуатації водопроводу або не підлягають обов'язковому розміщенню на території цього поясу. В зоні суворого режиму забороняється знаходження сторонніх осіб, утримання худоби, а також використання органічних добрив.

Межі III поясу ЗСО визначаються числом просування хімічного забруднення води до водозабору, яка повинна бути більше прийнятої тривалості експлуатації водозабору, але не менше 25 років.

На території II поясу забороняються всі види будівництва, що пов'язані з руйнуванням порід, які перекривають зверху водоносний пласт, що експлуатується; забороняється забруднення територій нечистотами, розміщення

складів паливно-мастільних матеріалів, кладовищ, гноєсховищ, застосування добрив та отрутохімікатів.

На території III поясу ЗСО забороняється розміщення складів паливно-мастільних матеріалів, отрутохімікатів, мінеральних добрив, шламонакопичувачів та інших об'єктів, які можуть спричинити хімічні забруднення.

На території зони обмежень необхідно здійснювати запобіжні заходи: виявляти та ліквідувати існуючі водопоглинальні колодязі; тампонувати старі і непрацюючі свердловини, упорядковувати розташовані на ній населені пункти.

Уся територія I поясу ЗСО повинна перебувати у безпосередньому віданні водопровідного господарства, яке забезпечує на ній необхідний санітарний захист.

1.4.1 Вихідні дані

Склад води з підземного напірного водоносного горизонту.

Показник	Дані
Каламутність води, мг/л	1,6
Колірність води, град	8
pH	7,4
жорсткість води мг-екв./л	
загальна	3,4
карбонатна	1,1
Смак, балів	1
Запах, балів	1
Перманганатна окислюваність, мг/л	1,0
Лужність, мг-екв./л	2,4
Сульфати, мг/л	5
Хлориди, мг/л	14
Залізозагальне, мг/л	1,44
Марганець, мг/л	0,05
Сухий залишок, мг/л	292
Фториди, мг/л	0,25
Колі-індекс, шт/л	відсутність

1.4.2 Визначення витрати водоочисної станції

Водоочисні станції розраховуються на рівномірну роботу протягом доби [1, п. 10.1.7].

Повна витрата очисної станції (Q_{oc}) - це сума корисної витрати води, що подається споживачу у добу максимального водоспоживання ($Q_{max.доб.}$), витрати води на власні потреби станції ($Q_{вл.п.}$) і додаткової витрати на поповнення протипожежного запасу ($Q_{дод.}$):

$$Q_{oc} = \alpha Q_{max.доб} + Q_{дод}, \text{ м}^3/\text{доб}$$

α – коефіцієнт для врахування витрати води на власні потреби,

рівний $\alpha = 1,03-1,04$;

$Q_{max.доб}$ - витрата води в добу максимального водоспоживання з врахуванням неврахованих витрат ($k_1=1,1$, див. п.2.2 пояснювальної записки);

$$Q_{oc} = 1,04 \cdot 15862 \cdot 1,1 + 540 = 18686 \text{ м}^3/\text{доб}$$

Витрати води на власні потреби станції складають: 4% .

Витрати на пожежогасіння:

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

$$Q_{\text{доп}} = 3,6 \cdot 3 \cdot (2 \cdot 25) = 540 \text{ м}^3.$$

m, m' - кількість одночасних пожеж у місті і на промисловому підприємстві

$q_{\text{пож}}, q_{\text{пож}}'$ - витрата води на 1 пожежу, л/сек, [1, п.2.12],

$t_{\text{пож}}$ - розрахункова тривалість пожежі, годин (приймається 3 години);

1.4.3 Вибір технологічної схеми очистки води і складу споруд

Оцінюючи ряд показників якості води джерела водопостачання з нормативом, встановленим ДержСанПіН [12], з'ясуємо, чи є необхідність коректування показників і визначаємо відповідний технологічний процес.

В цілому показники відповідають, але є перевищення вмісту заліза та недостатня концентрація фтору.

Розчинне залізо не позначається на кольорі та прозорості води. Воно перетворюється на іржу (тривалентне залізо) при контакті з киснем, вона ж і робить воду жовтою.

Обоє види заліза несуть негативний вплив на здоров'я людей. Воно впливає на експлуатацію трубопроводів, побутової технік та сантехнічного обладнання, також знижує властивості води та випадає в осад.

Одним з рекомендованих [1] методів знезалізнення є спрощена аерація, яка застосовується при наступних показниках якості води:

Вміст заліза (загального) до 10 мг/дм³ маємо 1,44 мг/дм³; в тому числі дивалентного (Fe²⁺) не менше 70%,

pH не менше 6,8 маємо 7,4;

лужності більше, ніж 2 ммоль/дм³ або (1 + Fe²⁺/28) ммоль/дм³ маємо 2,4 ммоль/дм³;

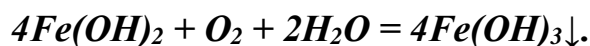
вміст сірководню не більше 2 мг / л.

За [1, п.10.21.5] спрощену аерацію слід передбачати зливом води в кишеню або центральний канал відкритих фільтрів (висота виливу над рівнем води 0,5-0,6 м).

Аеруванням з води видаляється гідрокарбонат заліза, який є неміцною, легко гідролізованою у воді сполукою:



Гідроксид заліза (II), що утворюється, киснем повітря окислюється в гідроксид заліза (III):



Приймаємо технологічну схему з швидкими фільтрами з виливом води у вхідну камеру з висоти 0,5 м.

Розрахунок швидких фільтрів

Як фільтруючу засипку прийнято кварцевий пісок із найменшим діаметром 0,8 мм, найбільшим – 1,8 мм, еквівалентним – 0,9-1,1 мм, коефіцієнтом неоднорідності – 1,5-2,0, товщиною шару $H_3 = 1,0$ м.

Розрахункова швидкість фільтрування $V_H = 9$ М/ГОД (форсованому режимі $V_H = 10 - 12$ М/ГОД), інтенсивність водяної промивки цієї засипки $\omega = 16$ л/(с · м²), тривалість промивки $t = 6$ хв = 0,1 год, відносне розширення засипки $e = 25\%$. Питомі витрати води на одну промивку $q_{\text{пит}} = 3,6 \cdot 16 \cdot 0,1 = 5,76$ М³/М². Кількість промивок на добу $n_{\text{пр}} = 2$.

Потрібна площа фільтрів:

$$F_{\Phi} = \frac{18686}{24 \cdot 9 - 2 \cdot 5,76 - 2 \cdot 0,33 \cdot 9} = 94,11 \text{ м}^2.$$

Кількість фільтрів $N_{\Phi} = 0,5 \cdot \sqrt{94,11} = 4,85 = 5$ шт. Швидкість у форсованому режимі $V_{\Phi} = \frac{9 \cdot 5}{(5-1)} = 11,25$ м/год, що в допустимих межах.

Потрібна площа одного фільтра $F_1 = \frac{94,11}{5} = 18,8$ м². Прийнято трубчасту

дренажну систему з центральним каналом. Приймавши розміри фільтра в плані в осях $A \times B = 6 \times 4,5$ м, площа фільтрування становитиме:

$$F'_1 = (6 - 0,2) \cdot (4,5 - 0,2) = 24,94 \text{ м}^2 > F_1.$$

Витрати промивної води на весь фільтр $q_{\text{пр}} = 24,94 \cdot 16 = 399,04 \text{ л/с}$.

Приймаємо умовний діаметр колектора розподільчої системи $D_y = 500$ мм (розрахункова швидкість руху води $V_p = 1,09 \text{ м/с}$), зовнішній діаметр $D_K^{\text{зоб}} = 530$ мм, розрахунковий діаметр $D_K^{\text{BH}} = 516$ мм (труби сталеві електрозварні, згідно з ГОСТом 10704-91).

Відстань між відгалуженнями приймаємо $m = 0,3$ м. Загальна кількість відгалужень $n_B = \frac{2 \cdot (3 - 0,2)}{0,3} = 18$ шт. Тоді відстань між відгалуженнями становитиме $t = \frac{2 \cdot (3 - 0,2)}{18} = 0,311$ м. Площа дна фільтра, яка припадає на одне відгалуження $f_B = \left(\frac{6}{2} - 0,2\right) \cdot 0,311 = 0,87 \text{ м}^2$. Витрати води, які проходять через одне відгалуження $q_B = 0,87 \cdot 14 = 12,18 \text{ л/с}$. Приймаємо умовний діаметр відгалужень розподільної системи $D_y = 80$ мм (розрахункова швидкість руху води $V_p = 1,81 \text{ м/с}$), зовнішній діаметр $d_B^{\text{зоб}} = 102$ мм, $d_B^{\text{BH}} = 95$ мм (труби сталеві електрозварні, згідно з ГОСТом 10704-91).

У відгалуженнях зроблено отвори діаметром $d_0 = 12$ мм ($f_0 = 0,000113 \text{ м}^2$). Загальна площа отворів $\sum f_0 = \frac{0,25 \cdot 24,94}{100} = 0,06 \text{ м}^2$. Кількість отворів у відгалуженнях $n_0 = \frac{0,06}{0,000113} = 531$ шт., приймаємо кратною кількості відгалужень тобто $n_0 = 630$ шт. Кількість отворів на одне відгалуження: $n_0^{\text{від}} = \frac{531}{18} = 30$ шт. Довжина кожного відгалуження $l_B = \frac{(6 - 0,2 - 0,53)}{2} = 2,64$ м.

Відстань між осями сусідніх отворів $e_0 = \frac{2,64}{30} = 0,09$ м. Отвори розміщуються у два ряди в шаховому порядку під кутом 45° до вертикальної лінії труби.

Для збору промивної води передбачаються жолоби п'ятикутного перерізу ($K=2,1$) кількістю $n_{\text{ж}} = \frac{4,5 \cdot 2}{2,2} = 4,0$. Приймаємо 4 шт. Витрати промивної води на

один жолоб $q_{ж} = \frac{10^{-3} \cdot 399,04}{6} = 0,0665 \text{ м}^3/\text{с}$. Ширина жолоба $B_{ж} = 2,1 \cdot \sqrt[5]{\frac{0,0665^2}{(1,57+1)^3}} = 0,4 \text{ м}$. При цьому відношення висоти прямокутної частини жолоба до половини ширини приймаємо за 1. Висота прямокутної частини $h_{пр} = 0,5 \cdot 1 \cdot 0,4 = 0,2 \text{ м}$, трикутної $h_{тр} = 0,5 \cdot 0,4 = 0,2 \text{ м}$. Конструктивна висота жолоба $h_{ж} = 0,2 + 0,2 + 0,08 = 0,48 \text{ м}$. Приймавши ширин каналу $B_{к} = 0,8 \text{ м}$, отримаємо відстань від дна жолоба до дна центрального каналу $H_{к} = 1,73 \sqrt[3]{\frac{0,2274^2}{9,81 \cdot 0,8^2}} + 0,2 = 0,55 \text{ м}$. Відстань від поверхні засипки до кромки жолоба $H_{ж} = \frac{1,4 \cdot 30}{100} + 0,3 = 0,72 \text{ м}$. Низ жолоба розташовується вище поверхні засипки на $0,72 - 0,48 = 0,24 \text{ м}$.

Витрати води на промивку фільтрів:

$$P = \frac{8640 \cdot 16 \cdot 24,94 \cdot 0,1 \cdot 5}{18686 \cdot (24:2 - 0,1 - 0,33)} = 5,6 \%$$

Підтримуючі шари виконано з щебеню та піску різної крупності

Товщина шару, м	Крупність щебеню, мм
$h_1 = 0,1$	2,0-1,2
$h_2 = 0,05$	5-2
$h_3 = 0,1$	10-5
$h_4 = 0,1$	20-10
$h_5 = 0,1 + 0,102 + 0,088 = 0,29$	40-20

Загальна висота підтримуючих шарів $H_{пш} = 0,64 \text{ м}$.

Об'єм води, який накопичується під час простою фільтра, що промивається

$$W_0 = \frac{18686 \cdot (0,1 + 0,33)}{24} = 334,8 \text{ м}^3.$$

Тоді додаткова висота шару води у фільтрі становитиме $H_{дод} =$

$$\frac{334,8}{(24,94 \cdot (5-1))} = 2,7 \text{ м}.$$

Приймавши висот шару води над поверхнею засипки $H_{в} = 3 \text{ м}$, висот запасу $H_{зап} = 0,5 \text{ м}$, отримаємо загальн будівельну висот швидкого фільтра

$$H_{ф}^{буд} = 2 + 0,5 + 1,4 + 0,64 + 3 = 6,54 \text{ м}.$$

Визначаємо втрати напору при промивці фільтра:

а) у розподільній системі:

- коефіцієнт перфорації: $k_{\text{п}} = \frac{4 \cdot 20 \cdot 0,000113}{3,14 \cdot 0,095^2} = 0,32,$

- коефіцієнт гідравлічного опору $\zeta = \frac{2,2}{0,32^2} + 1 = 21,5,$

- втрати напору $h_{\text{PC}} = 21,5 \cdot \frac{1,09^2}{2 \cdot 9,81} + \frac{1,81^2}{2 \cdot 9,81} = 1,47 \text{ м.}$

б) втрати напору в фільтруючому шарі:

$$h_{\text{ф}} = (0,85 + 0,004 \cdot 14) \cdot 1,4 = 1,27 \text{ м.}$$

в) втрати напору підтримуючих шарах:

$$h_{\text{ПШ}} = 0,022 \cdot 0,64 \cdot 14 = 0,2 \text{ м.}$$

г) втрати напору по довжині трубопроводу, який подає промивну воду (його діаметр $d = 400 \text{ мм}$, $v = 1,68 \text{ м/с}$, $q_{\text{пр}} = 389,76 \text{ л/с}$, довжина $l =$

70 м) $h_{\text{ПТР}} = \frac{4,49}{1000 \cdot 70} = 0,66 \text{ м.}$

д) втрати напору на місцеві опори (вхід у трубу $\zeta = 0,5$, з коліна $\zeta = 3 \cdot 0,6 = 1,8$, 3 трійника на прохід $\zeta = 3 \cdot 0,1 = 0,3 \text{ м}$, 2 засувки $\zeta = 2 \cdot 0,3 = 0,6$)

$$h_{\text{МО}} = (0,5 + 1,8 + 0,3 + 0,6) \cdot \frac{1,68^2}{2 \cdot 9,81} = 0,46 \text{ м.}$$

Загальні втрати напору при промивці

$$\sum h_{\text{ф}} = 1,47 + 1,24 + 0,20 + 0,66 + 0,46 = 4,06 \text{ м.}$$

Промивка виконується з водонапірної башти з місткістю бака:

$$W_{\text{Б}} = 3,6 \cdot 2 \cdot 16 \cdot 24,94 \cdot 0,1 = 287,3 \text{ м}^3.$$

Приймаємо бак місткістю 300 м^3 , висоту шару води $H_{\text{В}} = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot 251,4 \cdot 1^2}{3,14}} = 6,8 \text{ м}$, діаметром $D = 7 \text{ м}$.

При відмітці землі біля фільтрувального залу $Z_3 = 104 \text{ м}$, відмітка верх жолоба фільтра $Z_{\text{ж}} = 104 + 0,15 + 0,64 + 1,4 + 0,72 = 106,91 \text{ м}$. Тоді відмітка дна бака $Z_6 = 106,91 + 4,06 + 2 = 112,97 \text{ м}$.

Висота стовбура башти $H_{\text{СТ}} = 112,97 - 104 = 8,97 = 9 \text{ м}$.

Насос, який подає воду в бак, має подачу:

$$q_n = \frac{251,4 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 1,5}{(2 \cdot 16)} = 94,3 \text{ м}^3/\text{год},$$

Напір насоса $H_n = (112,97 + 5,93 - 104) + 4,06 + 1,5 = 20,46 \text{ м}$.

Підбираємо насос марки Grundfos NB/NK 65-125/137, який при подачі $Q=94,3 \text{ м}^3/\text{год}$ розвиває напір $H \approx 21 \text{ м}$.

1.4.4 Споруди для приготування і зберігання фторовмісних реагентів

Нам потрібно фторувати воду, так як кількість фтору у воді менше за норму.

При недостатній кількості у воді фтору у людей розвивається карієс, а також кістки стають крихкі. Фтор допомагає зміцнювати кістки, виводить радіонукліди з тіла людини, допомагає швидкому обміну речовин, а також попереджає остеопороз.

Надлишок фтору може призвести до таких захворювань, як:

1. Флюороз зубів і кісток (на кісткової тканини і емалі з'являються пігментні плями, вона стає крихкою).
2. Пригнічення функцій щитовидної і шишкоподібної залози.
3. Порушення ферментних процесів, що пов'язано з токсичним впливом цього мікроелемента.
4. У важких випадках надлишок цього елемента може спровокувати хворобу Альцгеймера та інші важкі розлади нервової системи.

Особливо небезпечний його вплив на нервову систему дітей.

Фторування води передбачається введенням у воду розчину реагенту у чисту воду перед хлоруванням. Як фторвмісний реагент застосовується фторид натрію NaF, який розчиняють у воді і у вигляді 2,5% розчину додають у воду.

Визначаємо корисний об'єм розчинного баку:

$$W = \frac{Q_{\text{доб}} \cdot D_{\text{ф}}}{n \cdot 1000 \cdot K_p},$$

де $Q_{\text{доб}}$ – продуктивність установки, м³/добу,

$D_{\text{ф}}$ – доза реагенту (чистого), г/м³,

n – число затворів на добу,

K_p – концентрація розчину в баку, яка дорівнює для NaF – фтористийнатрій або фторид натрію = 2,5 г/л

$$D_{\text{ф}} = (n \cdot a - (F^-)) \cdot \frac{100}{K} \cdot \frac{100}{C_{\text{ф}}},$$

де n – коефіцієнт, який приймається рівний при вводиті фтору після очисних споруд 1,
 a – вміст фтору в оброблюваній воді, приймається рівним 1 мг/л взимку і 0,8 мг/л влітку,

K – вміст чистого фтору в сполуці, який для NaF= 45%,

$C_{\text{ф}}$ – вміст чистої сполуки в технічному продукті, який дорівнює для NaF – 94%,

(F^-) - вміст фтору в початковій воді, мг/л, 0,25 мг/л.

$$D_{\text{ф}} = (1,0 \cdot 1 - (0,25)) \cdot \frac{100}{45} \cdot \frac{100}{94} = 1,77 \text{ мг/л}.$$

Тоді об'єм баку:

$$W = \frac{18686 \cdot 1,77}{6 \cdot 1000 \cdot 2,5} = 2,2 \text{ м}^3.$$

Продуктивність насоса – дозатора:

$$q_{\text{н}} = \frac{Q_{\text{доб}} \cdot D_{\text{ф}}}{K_p \cdot 1000} = \frac{18686 \cdot 1,77}{2,5 \cdot 1000} = 13,23 \text{ м}^3/\text{доб} = 551,2 \text{ л/год}.$$

Приймаємо насос – дозатор об'ємного типу з електромотором і двійною мембраною серії STARKSC50B15BA7MD2HOC (один робочий, один резервний), номінальною продуктивністю 650 л/год, потужністю електродвигуна 1,5 кВт, частота вприску 235 впр/хв, максимальний тиск 15 бар.

Фторид натрію транспортується в мішках вагою по 50 кг; площа, яку займає один мішок – 0,4 м²; розміри мішка 80x45 см; допустима висота ряду мішків – 2 м.

Площа складу:

$$S = \frac{m \cdot f \cdot 1,2}{2},$$

де m – кількість бочок реагенту, розрахована на 1,5 – місячний запас,
 f – площа, яку займає одна бочка, яка дорівнює $0,25 \text{ м}^2$,
 $1,2$ – коефіцієнт для урахування проходів.

При потребі в реагенті на 1,5 місяців (45 днів):

$$G = \frac{18686 \cdot 1,77 \cdot 45}{1000} = 1488 \text{ кг.}$$

А кількість мішків буде: $m = 1488 : 50 = 30$ шт.

Тоді площа складу буде:

$$S = \frac{30 \cdot 0,4 \cdot 1,2}{2} = 7,2 \text{ м}^2.$$

1.4.5 Хлорування води

Знезараження води – це усунення бактерій та вірусів, які заважають користування цією водою для господарських потреб, пиття а також промислових цілей або скиду у водойми.

Зараз хлорування води – це найголовніший спосіб для знезараження води, тому що він характеризується тривалим ефектом дії. А також вода, яка надходить до трубопроводу, містить незначну його дозу. Він може окиснювати домішки, мікроорганізми, хлор, органічні речовини, через які виникає кольоровість води.

Хлорування – це додавання у воду сполук з активним хлором, здатний окислювати мікроорганізми та органічні речовини.

Недоліки використання хлору: активний хлор сушить волосся та шкіру, а також викликає подразнення очей та слизових носа. Але є і приховані наслідки використання хлору, як дезінфектанта. Це створення продуктів взаємодії хлору з органічними речовинами, які перебувають в поверхневих водах, мікробіологічними обростаннями на поверхні трубопроводів

Переваги використання гіпохлориту натрію:

Це є найпоширенішим та найкращим методом для знезараження питних вод, який отримується на місці за допомогою електролізу розчинів солі. Найголовніша перевага цього методу – це відсутність транспортування та

зберігання, так як всі процеси відбуваються на місці. Також дешевість та доступність сировини.

Розраховуємо дози гіпохлориту натрію на окислення заліза (1,44 мг/дм³), марганця (0,05 мг/дм³) та на знезараження води по активному хлору.

$$D_{NaOCl} \left(\frac{\text{МГ}}{\text{Л}} \right) = 0,64 \cdot (Fe^{2+}) + 1,3 \cdot (Mn^{2+}) + D_{знезар} [1],$$

де D_{NaOCl} – необхідна доза гіпохлориту натрію, мг/дм³,

(Fe^{2+}) - концентрація заліза у вихідній воді, мг/дм³,

(Mn^{2+}) - концентрація марганцю у вихідній воді, мг/дм³,

$D_{знезар}$ – доза гіпохлориту натрію, що необхідна для знезараження води, 0,7 мг/дм³, [1, п.10.18.8].

$$D_{NaOCl} = 0,64 \cdot 1,44 + 1,3 \cdot 0,05 + 0,7 = 1,69 = 1,7 \text{ МГ/дм}^3 \cdot$$

Визначаємо дозу активного хлору, необхідну для забезпечення необхідної величини залишкової концентрації вільного хлору воді, що надходить до споживача 0,3 мг/дм³[1, п.10.18.8].

Мінімальна початкова доза активного хлору при середній швидкості руху води в трубах у межах 1-1,1 м/с за спрощеною формулою [6]:

$$D_{Cl} = 0,3 + L^{0,3}, \text{ МГ/дм}^3,$$

де L – довжина шляху транспортування води до найвіддаленішого споживача, км.

З розділу «Водопровідна мережа» довжина шляху транспортування води до найвіддаленішого споживача з врахуванням внутрішньо кварталних мереж сумарною довжиною ≈ 1000 м.

$$L = 2300 + 1100 + 1160 + 700 + 820 + 1000 = 7080 \text{ м} \approx 7 \text{ км.}$$

$$D_{Cl} = 0,3 + 0,7^{0,3} = 0,3 + 1,79 = 2,1 \text{ МГ/дм}^3 \cdot$$

Загальна необхідна доза активного хлору:

$$1,7 + 2,1 = 3,8 \text{ МГ/дм}^3 \cdot$$

Добова витрата активного хлору:

$$\frac{18686 \cdot 3,8}{1000} = 71 \text{ кг/добу} \cdot$$

Для отримання гіпохлориту натрію застосовуємо електролізну установку «Пламя-2» продуктивністю 80 кг. Встановлюється 1 робоча та 1 резервна установка.

Блочна електролізна установка «Пламя-2» призначена для отримання знезаражуючого реагента (розчину гіпохлориту натрію) шляхом електролізу розчину повареної солі.

Електролізне устаткування «ПЛАМЯ-2»

для знезараження води гіпохлоритом натрію – ТУ У 14307736.002-94

Орієнтований об'єм знезараженої води, м³/сутки:

Підземні води - 80000

Потужність устаткування активного хлору, 80 кг/сут

Питомі витрати солі на 1 кг активного хлору, 4 кг

Концентрація активного хлору в розчині гіпохлориту, 7 г/л

Максимальна потужність установки, 14 кВт

Потрібна кількість кухонної солі $Q_c = 4 \cdot 71 = 284$ кг/добу.

Запас на 30 днів $Q_{c30} = 284 \times 30 = 8520$ кг = 8,52т

1.4.6 Споруди для обробки промивних вод та осаду

Розрахунок резервуара-усереднювача

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

Витрата води на промивку фільтра:

$$p = \frac{\omega \cdot f \cdot t_1 \cdot 60 \cdot N}{Q_{\text{год}} \cdot T_p \cdot 1000} \cdot 100\% ,$$

де T_p – тривалість роботи фільтра між двома промивками, дорівнює:

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

де T_0 – тривалість робочого фільтроцикла, зазвичай приймається рівною 8-12 год при нормальному режимі і не менше 6 год при форсованому режимі роботи фільтра, приймаємо 12 год.

t_1 – тривалість промивки, яка дорівнює 0,1 год,

t_2 – час простою фільтра в зв'язку з промивкою, дорівнює 0,33 год,

t_3 – тривалість скиду першого фільтра в стік.

$$p = \frac{16 \cdot 24,94 \cdot 6 \cdot 60 \cdot 5}{702,8 \cdot (12 - 0,1 - 0,33 - 0,17) \cdot 1000} \cdot 100 = 8,96 \% .$$

Витрата води на одну промивку фільтра на протязі 6 хв.:

$$q = \frac{f \cdot w \cdot t \cdot 60}{1000} = \frac{24,94 \cdot 16 \cdot 6 \cdot 60}{1000} = 143,65 \text{ м}^3$$

F – площа фільтра, [м²];

ω – інтенсивність промивки, [л/с·м²], [1, табл. 23];

Місткість резервуара-усереднювача з двох відділень приймаємо 150 м³.

Розміри резервуара-усереднювача приймаємо: 7 x 7 x 3 м.

Розрахунок пісковловлювачів

Для затримання піску перед резервуаром-усереднювачем встановлюється тангенціальна пісколовка.

Площа тангенціальної пісколовки:

$$F = \frac{Q}{n \cdot q_0} ;$$

$$F = 23,94 / 2 \cdot 2 = 6 \text{ м}^2$$

де Q – максимальна витрата промивних вод, [м³/год]. При залповому викиді промивних вод об'ємом 143,65 м³ на протязі 6 хв., витрата за одну хвилину складе 23,94 м³;

q_0 – навантаження на пісколовку по воді, [м³/м²·хв];

n – кількість відділень пісколовки.

Приймаємо пісколовку з двома відділеннями діаметром 2,8 м. Видалення осаду з пісколовки відбувається періодично за допомогою гідроелеватора.

Розрахунок відстійників промивної води

Об'єм відстійника промивної води при двох годинах відстоювання та рівномірній подачі води при роботі 5 фільтрів з двома промивками спрощено прийнято рівним витраті на одну промивку:

$$V_{om} = 144 \text{ м}^3$$

Приймаємо вертикальний відстійник з площею зони осаду (діаметр дорівнює глибині):

$$F = \frac{Q}{3.6 \times V_{pxN}} = \frac{144}{3.6 \times 0.6 \times 2} = 33.4 \text{ м}^2$$

$$D = \sqrt{\frac{4F}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 33.4}{\pi \times 3.14}} = 6.5 \text{ м}$$

Витрата освітленої води :

$$q_2 = 0,75 \times 144 = 108 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$\text{витрата осаду } q_3 = 0,25 \times 144 = 36 \text{ м}^3/\text{год}$$

При $C_{сер} = 175 \text{ мг/л}$ та об'ємі зони накопичення та ущільнення осаду $W_{з.н} = 36 \text{ м}^3$ витрата води, що витрачається під час видалення осаду з відстійника складає:

$$q_n = \frac{K_p \cdot W}{24 \cdot Q_{oc} \cdot T} \cdot 100\%$$

$$q_n = 1,3 \times 84 / 24 \times 778,6 \times 24 \times 100 = 0,02\% \text{ становить } 0,02 \text{ м}^3/\text{год}$$

де K_p – коефіцієнт розбавлення осаду (1,3);

T – час дії відстійника між очистками, діб

Розрахунок згущувачів

Ущільнення осаду після відстійників необхідно проводити у згущувачах з повільним механічним перемішуванням. Тривалість циклу згущення осаду треба визначити за загальною тривалістю наступних операцій: наповнення згущувача від 10 до 30 хв., послідовної перекачки освітленої води та згущеного осаду від 30 до 40 хв. Перекачку осаду можливо робити через декілька циклів згущення.

Згущувач беруть діаметром – до 18 м; середньою глибиною – до 3,5 м; уклін дна до центрального приямку – 8° ; з обертальною фермою, що має лопаті трикутного чи круглого перерізу; швидкість обертання якої 0,015...0,03 м/с.

Визначаємо об'єм згущувача:

$$W_{зг} = 1,3 \cdot K_{р.о.} \cdot W_{оч.с.},$$

де $K_{р.о.}$ – коефіцієнт розведення осаду при випуску із споруд з водопідготовки, який приймається згідно з 10.9.9, приймаємо – 1,2 ,

$W_{оч.с.}$ - об'єм осадової частини споруди водопідготовки, м³.

$$W_{оч.с.} = T_p \frac{N_p \cdot \delta}{Q_{зод} \cdot (C_s - M_{осв})}$$

де T_p – період роботи між скиданнями осаду, [годин];

C_s – максимальна концентрація завислих речовин, які надходять в освітлювач;

$M_{осв}$ – каламутність води, яка виходить з освітлювача, [г/м³];

δ – середня по висоті осадової частини освітлювача концентрація твердої фази осаду.

$$W_{оч.с.} = 24 \frac{2 \cdot 20\,000}{778,6 \cdot (175 - 8)} = 7,4 \text{ м}^3.$$

$$W_{зг} = 1,3 \cdot 1,2 \cdot 7,4 = 11,5 \text{ м}^3.$$

Приймаємо 2 вертикальні згущувача $D=6$ м, висота циліндричної частини 2,1м, конічної 1,8м.

Освітлена вода після згущувача $q_6 = 0,7q_5 = 0,7 \cdot 7,4 = 2,96$ м³/год направляється до початку очисних споруд.

Осад, витратою $q_7 = 0,3 q_5 = 0,3 \cdot 7,4 = 2,22$ м³/год подається на зневоднювальне устаткування (фільтр-прес, вакуум-прес).

Розрахунок фільтр-преса

Як зневоджувальне устаткування приймаємо прес-фільтр.

Площа прес-фільтру: $F = \frac{P}{q_0}$,

де P – кількість осаду, кг/год

$$P = Q \cdot C$$

Q – годинна витрата, м³/год;

C – концентрація завислих речовин, що надходить на очисні споруди, кг/м³

q_0 – питома навантаження на фільтр-прес (50 – 10 кг/м²год)

$$P = 778,6 \cdot 0,2 = 155,7 \text{ кг/год}$$

$$F=f \cdot n=44,4$$

Кількість робочих прес-фільтрів обчислюємо як: $n = \frac{F}{f}$,

де f – прийнята площа прес-фільтра

$$n = 8 \text{ шт.}$$

Приймаємо 5 робочих і 3 резервних фільтр-прес ФПАКМ – 2,5У .

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

1.5.1 Вихідні дані:

Чисельність населення, тис. жителів	40
Максимальне добове водоспоживання $Q_{доб.мах}$, тис. м ³	18686
Витрата води на пожежогасіння $q_{пож.}$, л/с	50
Відмітка землі біля насосної станції, м	104
Відмітка землі у диктуючій точці, м	102,7
Довжина напірних водоводів $L_{н.в.}$, км	2,3
Втрати напору в мережі при $Q_{год.мах}h_{мер.}$, м	19*
Втрати напору в мережі при пожежогасінні, $h_{пож.}$, м	51,1**
Гарантований напір $H_{вил.}$, м	26

* визначено як різниця п'єзометричних напорів в режимі максимального водоспоживання вузла 1 (точка підключення напірних водоводів до міської мережі) та вузла 2 (диктуюча точка в режимі максимального водоспоживання):
 $147,7 - 128,7 = 19\text{ м}$

** визначено як різниця п'єзометричних напорів в режимі пожежогасіння вузла 1 (точка підключення напірних водоводів до міської мережі) та вузла 4 (диктуюча точка в режимі пожежогасіння): $164 - 112,9 = 51,1\text{ м}$

1.5.2 Визначення розрахункової подачі насосної станції.

Так як насосна станція забезпечує пожежогасіння, то вона відноситься до I категорія надійності [1].

При баштовій схемі розрахункова максимальна подача насосної станції дорівнює максимальній погодинній витраті зменшеній на витрату, що надходить з водонапірної башти:

$$Q_{н.с.} = q_{погод.мах} - q_б$$

$$Q_{н.с.} = 914,82\text{ м}^3/\text{год} - 63,09 = 851,73\text{ м}^3/\text{год} = 236,6\text{ л/с}$$

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

$$Q_{н.в.} = \frac{Q_{н.с.}}{n}$$

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

$$Q_{\text{н.в.}} = \frac{236,6}{2} = 118,3 \text{ л/с}$$

По таблицях [10] в залежності від $Q_{\text{н.в.}}$, приймаємо труби чавунні, діаметром $d=350$ мм визначаємо $1000i$ та v :

$$1000i = 6,11 \text{ м/км};$$

$$v = 1,21 \text{ м/с}.$$

Визначення втрати напору в напірному водоводі за формулою:

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

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

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

$$h_{\text{н.в.}} = 1,05 \cdot 1000i \cdot L_{\text{н.в.}} = 1,05 \cdot 6,11 \cdot 2,3 = 14,76 \text{ м}$$

Необхідний напір насосної станції для системи з баштою визначається сумою величин:

$$H_{\text{н.с.}} = H_{\text{гео}} + \Sigma h;$$

де $H_{\text{гео}}$ – статичний напір;

Σh сума втрат, визначається за формулою:

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

де $h_{\text{у.в.}}$ – втрати напору у всмоктувальних водоводах, у першому наближенні приймаємо 0,5м;

$h_{\text{н.с.}}$ – втрати напору насосної станції, у першому наближенні приймаємо 2,0 м;

$h_{\text{вдв}}$ – втрати напору на водомірі, у першому наближенні приймаємо 1,5м;

$h_{\text{н.в.}}$ – втрати напору в напірному водоводі;

$h_{\text{м}}$ – втрати напору в мережі в режимі максимального водоспоживання, $h_{\text{м}}=19$ м.

$$\Sigma h = 0,5 + 2,0 + 1,5 + 14,76 = 18,76 \text{ м};$$

Значення статичного напору визначається за формулою

$$H_{\text{гео}} = \downarrow \text{ДТ} + H_{\text{ввл}}^{\Gamma} - \downarrow \text{ПЗ} + h_{\text{м}} + h_{\text{б}}$$

де $\downarrow \text{ДТ}$ – відмітка землі в диктуючій точці, $\downarrow \text{ДТ}=102,7$ м;

$H_{\text{вiл}}^{\Gamma}$ – гарантований напір, $H_{\text{вiл}}^{\Gamma} = 26\text{м}$;

$\downarrow\text{ПЗ}$ – відмітка землі у насосної станції, $\downarrow\text{ПЗ}=104\text{м}$.

$h_{\text{м}}$ – втрати напору в мережі в режимі максимального водоспоживання, $h_{\text{м}}=19\text{м}$.

$h_{\text{б}}$ – висота бака водонапірної башти, 8,6м (див. розділ «Водопровідні мережі»)

$$H_{\text{гeо}}=102,7+26-104+19+8,6=49,3$$

Необхідний напір:

$$H_{\text{н.с.}}=49,3+18,76=68,06\text{ м};$$

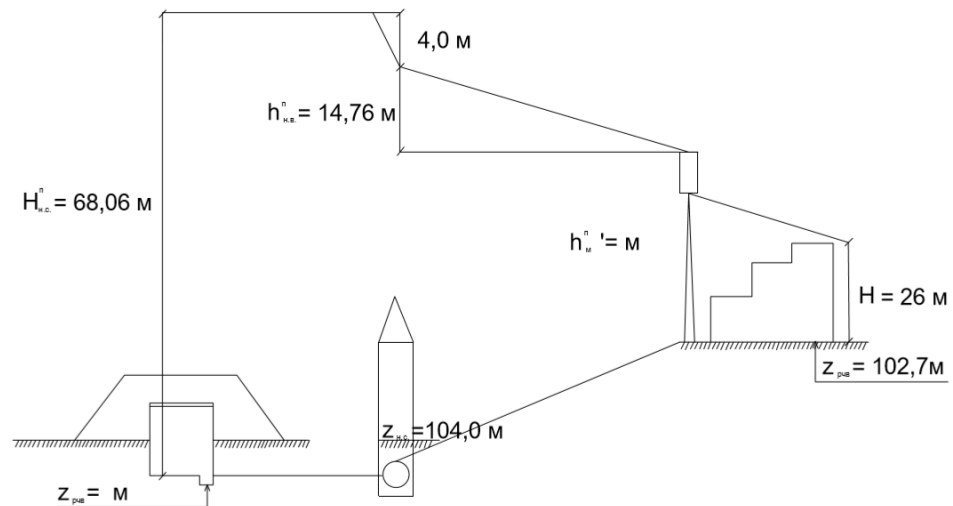


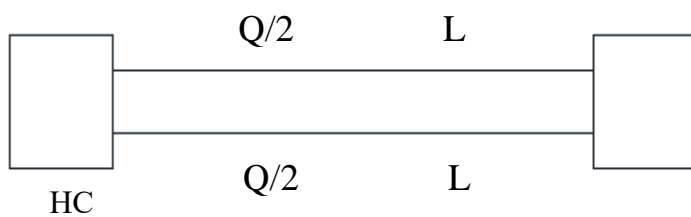
Рис. 1.5.1 Висотна схема

Розрахунок характеристик напірних трубопроводів

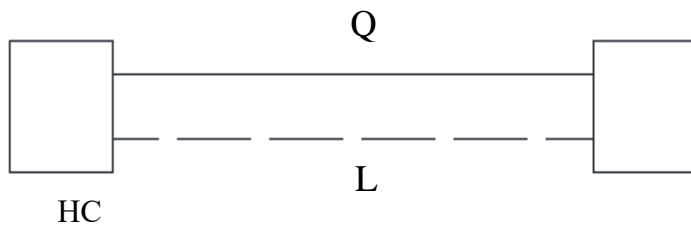
Таблиця 1.5.1

№ п/п	Напори	Витрати, м ³ /год						
		0	212,93	425,85	638,78	851,7		1022,04
		Відношення Q/Q _{н.с.}						
		0	0,25	0,5	0,75	1	1,2	
Два водовода								
1	$H_{\text{гeо}}$	49,3	49,3	49,3	49,3	49,3	49,3	
2	$h_{\text{у.в.}}$	0	0,03	0,13	0,28	0,5	0,72	
3	$h_{\text{н.с.}}$	0	0,13	0,5	1,13	2,0	2,88	
4	$h_{\text{вдв}}$	0	0,09	0,38	0,84	1,5	2,16	
5	$h_{\text{н.в.}}$	0	0,92	3,69	8,3	14,76	21,25	
6	H_{2d}	49,3	50,47	54,0	59,85	68,06	76,31	
Один водовод								
7	$H_{\text{гeо}}$	49,3	49,3	49,3	49,3	49,3	49,3	

8	$h_{y.B.}$	0	0,03	0,13	0,28	0,5	0,72
9	$h_{H.C.}$	0	0,13	0,5	1,13	2,0	2,88
10	$h_{B.D.B.}$	0	0,36	1,52	3,36	6,0	8,64
11	$h_{H.B.}$	0	3,68	14,76	33,20	59,04	85,0
12	H_d	49,3	53,5	66,21	87,27	116,84	146,54
Два водовода. Одна перемичка. Аварія							
13	H_{geo}	49,3	49,3	49,3	49,3	49,3	49,3
14	$h_{y.B.}$	0	0,03	0,13	0,28	0,5	0,72
15	$h_{H.C.}$	0	0,13	0,5	1,13	2,0	2,88
16	$h_{B.D.B.}$	0	0,36	1,52	3,36	6,0	8,64
17	$h_{H.B.}$	0	2,3	9,23	20,75	36,9	53,13
18	H_d	49,3	52,12	60,68	74,82	94,7	114,67



Один водовод



Два водовода, одна перемичка, аварія

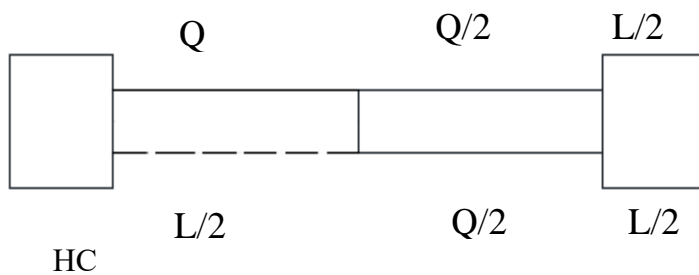


Рис. 1.5.2 Схеми роботи водоводів

1.5.3 Вибір основного насосного обладнання

Вибір насосів виконується за зведеними графіками, в залежності від необхідних розрахункових напорів і подач насосів $Q=851,73 \text{ м}^3/\text{год}=236,6 \text{ л/с}$; $H=68,06 \text{ м}$.

- при 2 насосах $Q=425,9 \text{ м}^3/\text{год}=118,3 \text{ л/с}$.
- при 3 насосах $Q=283,9 \text{ м}^3/\text{год}=78,9 \text{ л/с}$.
- при 4 насосах $Q=213 \text{ м}^3/\text{год}=59,1 \text{ л/с}$.

Табл. 1.5.2 Параметри вибраного насосу

Марка насоса	n_n	Q_n	$H_{гр}$	η	$\eta_{н.пр}$
Grundfos NB, NK 150- 400/431	2	425,9	68	85	1

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

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

NB, NK 150-400

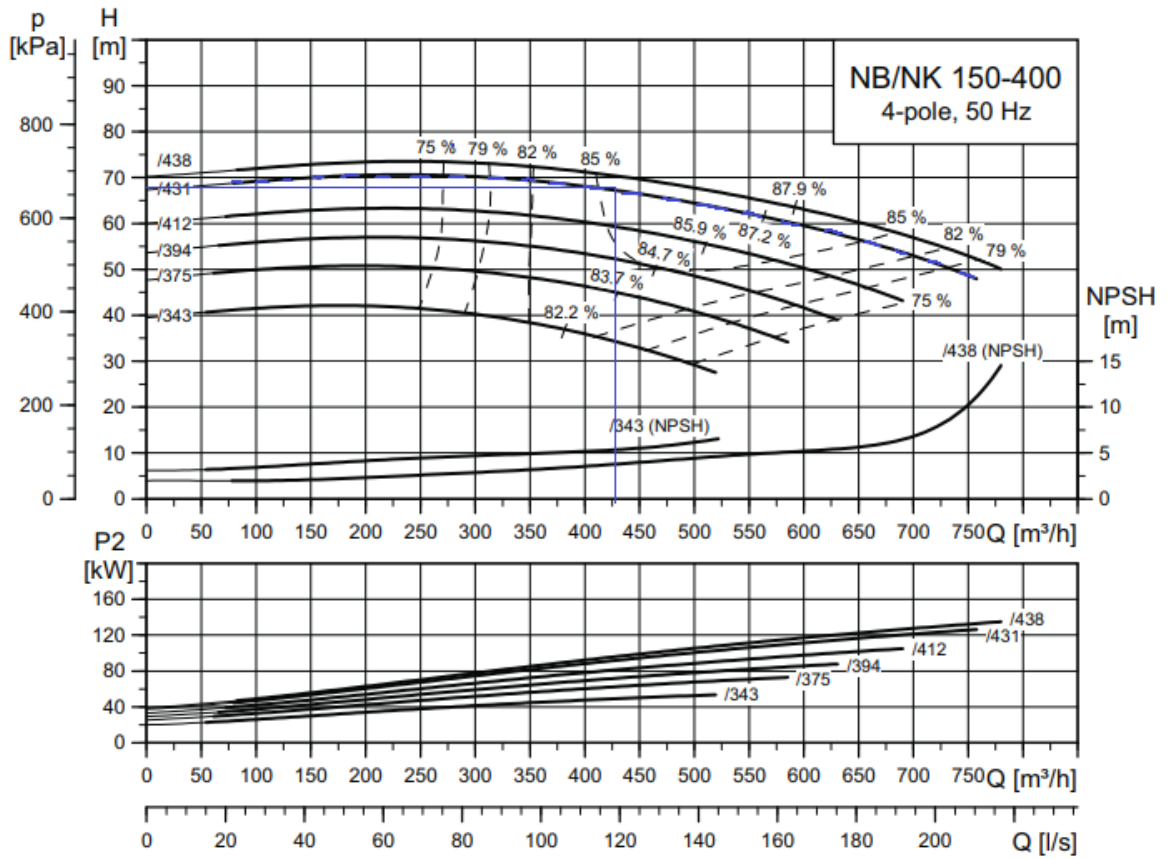
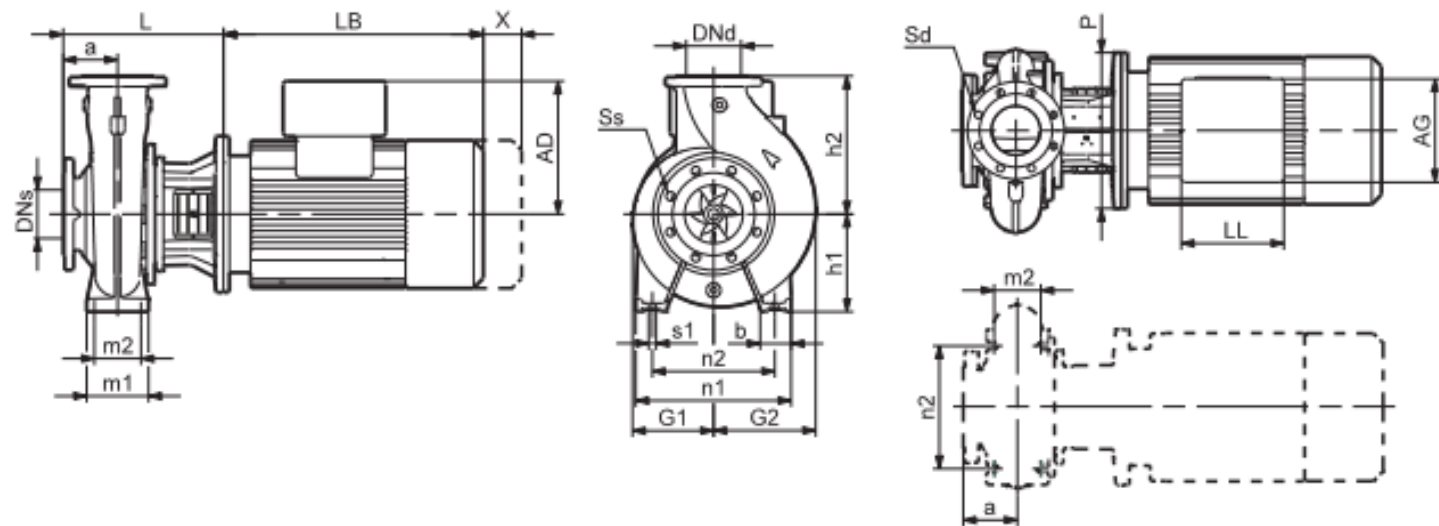


Рис. 1.5.3 Характеристика Q-H, η насоса Grundfos NB, NK 150-400/431

17. Габаритные чертежи и технические данные

Габаритные чертежи, NB

Исполнение А



TM03 4180 2415

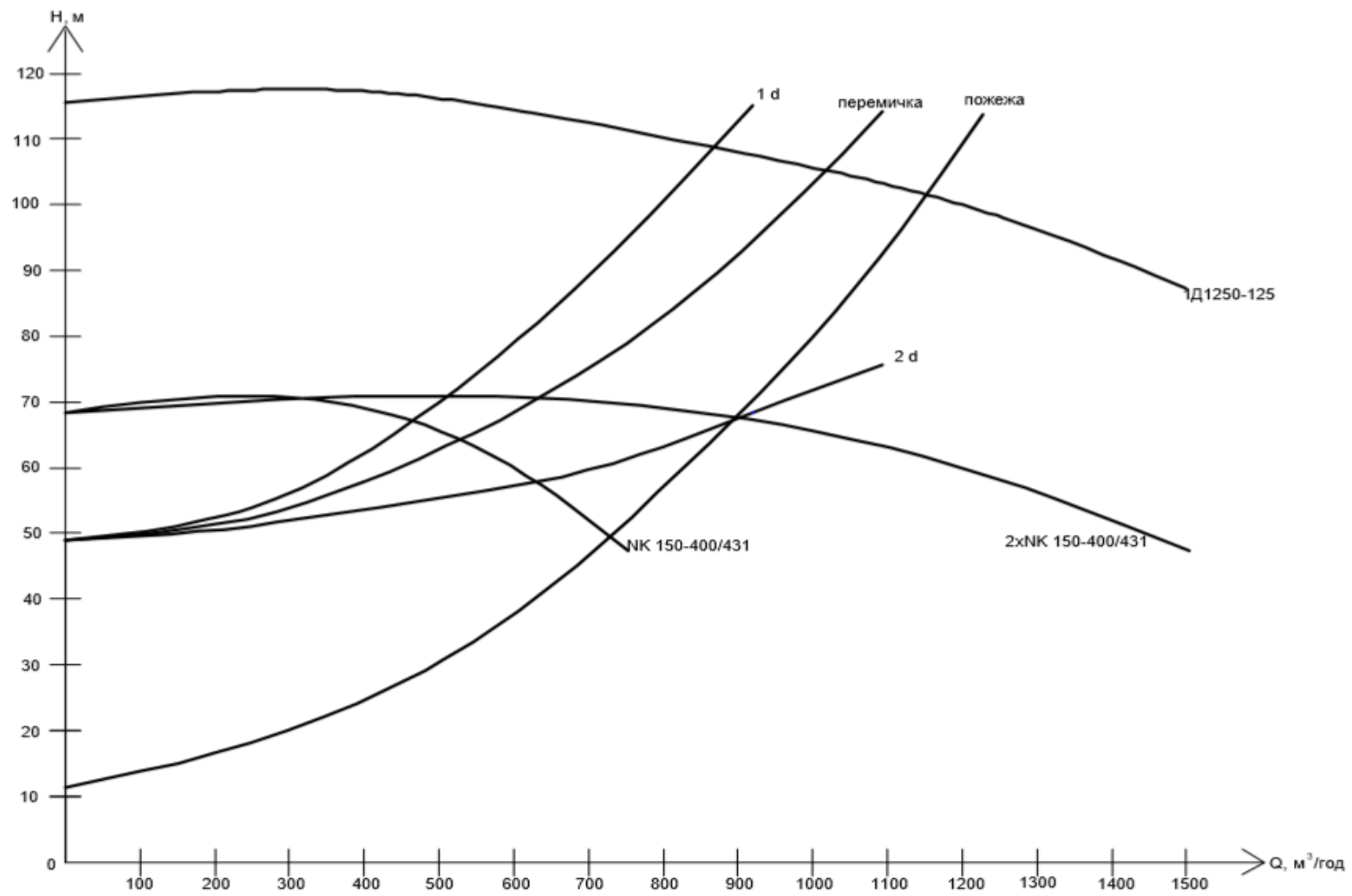


Рис 1.5.4 Графік сумісної роботи насосів та водоводів

1.5.4 Режим пожежогасіння

При баштовій схемі розрахункова подача насосної станції дорівнює максимальній годинній витраті плюс пожежна витрата без врахування подачі води з башти, так як на період гасіння пожежі водонапірна башта виключається з роботи:

$$Q_{\text{Н.С.}}^{\text{п}} = Q_{\text{год.мах.}} + q^n \cdot n$$

де $n_{\text{пож}} = 2$, тоді $q_1 = 25 \text{ л/с} = 90 \text{ м}^3/\text{ГОД}$, а отже $q_n = 90 \cdot 2 = 180 \text{ м}^3/\text{ГОД}$.

Підставляємо значення в формулу:

$$Q_{\text{Н.С.}}^{\text{п}} = 914,82 + 180 = 1094,82 \text{ м}^3/\text{ГОД} = 304,1 \text{ л/с}.$$

Визначаємо витрату напірного водоводу $Q_{\text{Н.В.}}^{\text{п}}$:

$$Q_{\text{Н.В.}}^{\text{п}} = \frac{Q_{\text{Н.С.}}^{\text{п}}}{2} = \frac{1094,8}{2} = 547,4 \text{ м}^3/\text{ГОД} = 152,1 \text{ л/с}.$$

За таблицями [10] для прийнятого діаметра $D = 350 \text{ мм}$, визначаємо значення $1000i$ та V :

$$1000i = 10,1.$$

$$V = 1,56 \text{ м/с}.$$

Визначаємо втрати напору в напірному водоводі:

$$h_{\text{Н.В.}} = (1,05 \dots 1,1) \cdot 1000i \cdot L_{\text{Н.В.}}$$

$$h_{\text{Н.В.}} = 1,05 \cdot 10,1 \cdot 2,3 = 24,39 \text{ м}.$$

Необхідний напір насосної станції в режимі пожежогасіння визначається сумою величин:

$$H_{\text{Н.С.}}^{\text{п}} = H_{\text{geo}} + h_{\text{ув.}} + h_{\text{Н.С.}} + h_{\text{вдв.}} + h_{\text{Н.В.}} + h_{\text{м.}},$$

де H_{geo} – геометрична висота підняття води, яку визначаємо за формулою:

$$H_{\text{geo}} = Z_{\text{д.т.}} - Z_{\text{рчв}} + H_{\text{г}},$$

де $Z_{\text{д.т.}}$ – відмітка землі в диктуючій точці при пожежі (вузол 6), $Z_{\text{д.т.}} = 102,9 \text{ м}$,

$Z_{\text{рчв}}$ – відмітка дна РЧВ, $Z_{\text{рчв}} = 100,16$ (див. Розділ «Водопровідні мережі»)

$H_{\text{г}}$ – гарантований напір, $H_{\text{г}} = 10 \text{ м}$.

$$H_{\text{geo}} = 102,9 - 100,16 + 10 = 12,74 \text{ м}.$$

Визначаємо втрати напору в усмоктувальних водоводах, насосній станції та водомірі в режимі пожежогасіння:

$$h_{ув.} = h \cdot \left(\frac{Q_{НС}^п}{Q_{год.мах.}} \right)^2$$

$$h_{ув.} = (0,5 + 2 + 1,5) \cdot \left(\frac{1094,82}{851,73} \right)^2 = 6,61 \text{ м.}$$

Визначаємо необхідний напір насосної станції:

$$H_{НС.} = 12,74 + 6,61 + 24,39 + 51,1 = 94,84 \text{ м.}$$

Таблиця 1.5.3

Розрахунок характеристик напірних трубопроводів при пожежогасінні

№ П/П	Напори	Витрати, м ³ /год					
		0	273,75	547,5	821,25	1095	1314,0
		Відношення Q/Q _{НС.}					
		0	0,25	0,5	0,75	1	1,2
1	H _{geo}	12,74	12,74	12,74	12,74	12,74	12,74
2	h _{ув.в.} + h _{НС.с.} + h _{ВДВ}	0	0,41	1,65	3,72	6,61	9,52
3	h _{н.в.}	0	1,52	6,10	13,72	24,39	35,12
4	h _м	0	3,19	12,78	28,74	51,1	73,58
5	H _{2d}	12,74	17,86	33,27	58,92	94,84	130,96

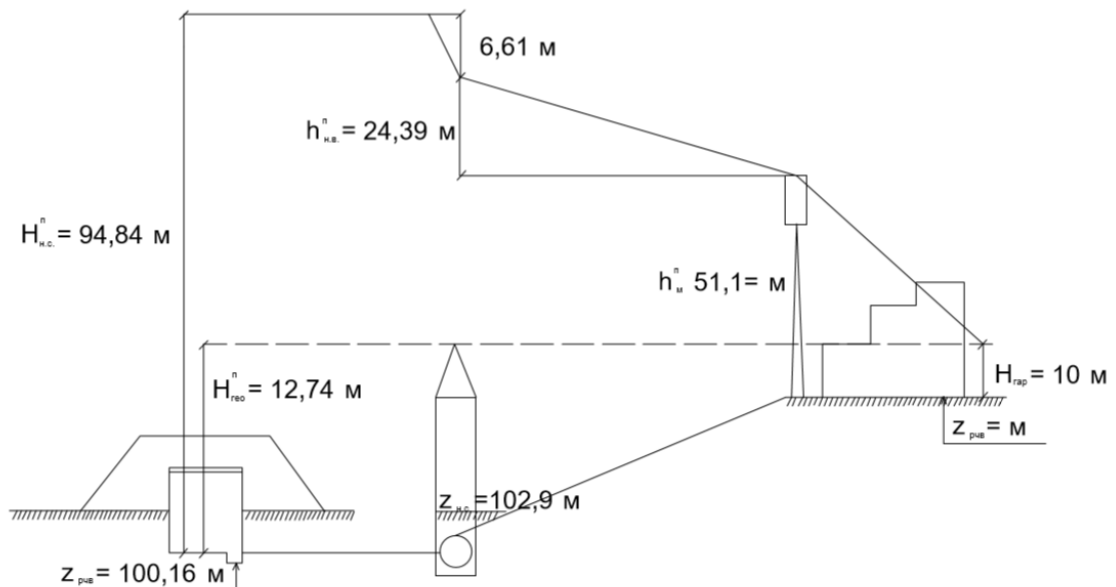


Рис. 1.5.5 Схема до визначення необхідного напору НС-II в режимі пожежогасіння

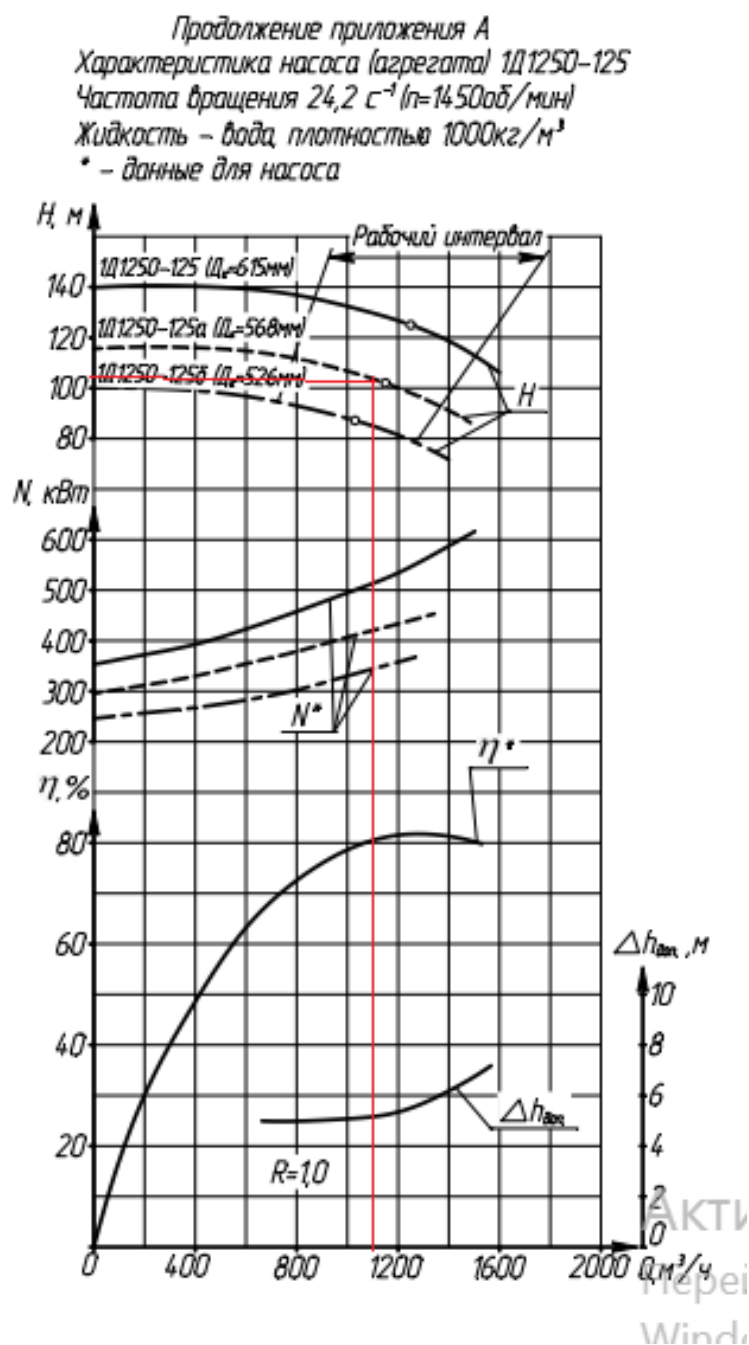
Для режиму пожежогасіння приймаємо пожежні насоси 1Д1250-125 n=1450 об/хв. (1 робочих, 1 резервний).

Таблиця підбору насосів

№ п/п	Марка насоса	Кількість	Подача		Напір, м	ККД, %	Потужність, кВт
			м ³ /год	л/с			
1.	1Д1250-125	1	1095	304	102	81	415

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

$$\eta_{н.пр.} = \eta \cdot \frac{H_n}{H_{гр}} = 81 \cdot \frac{102}{94,84} = 87,12.$$

Рис. 1.5.6 Характеристика Q-H, η насоса 1Д1250-125

$L=3255.$

$B=1420.$

$A=920.$

$L_1=2655.$

$B_1=1005.$

$H=1835.$

$I=250.$

$h=810.$

$c=370.$

$I_1=700.$

$c_1=330.$

$n=8.$

$I_2=1400.$

$I_3=2100.$

Двигун:

Типорозмір: ДА304-405Х-4М У1.

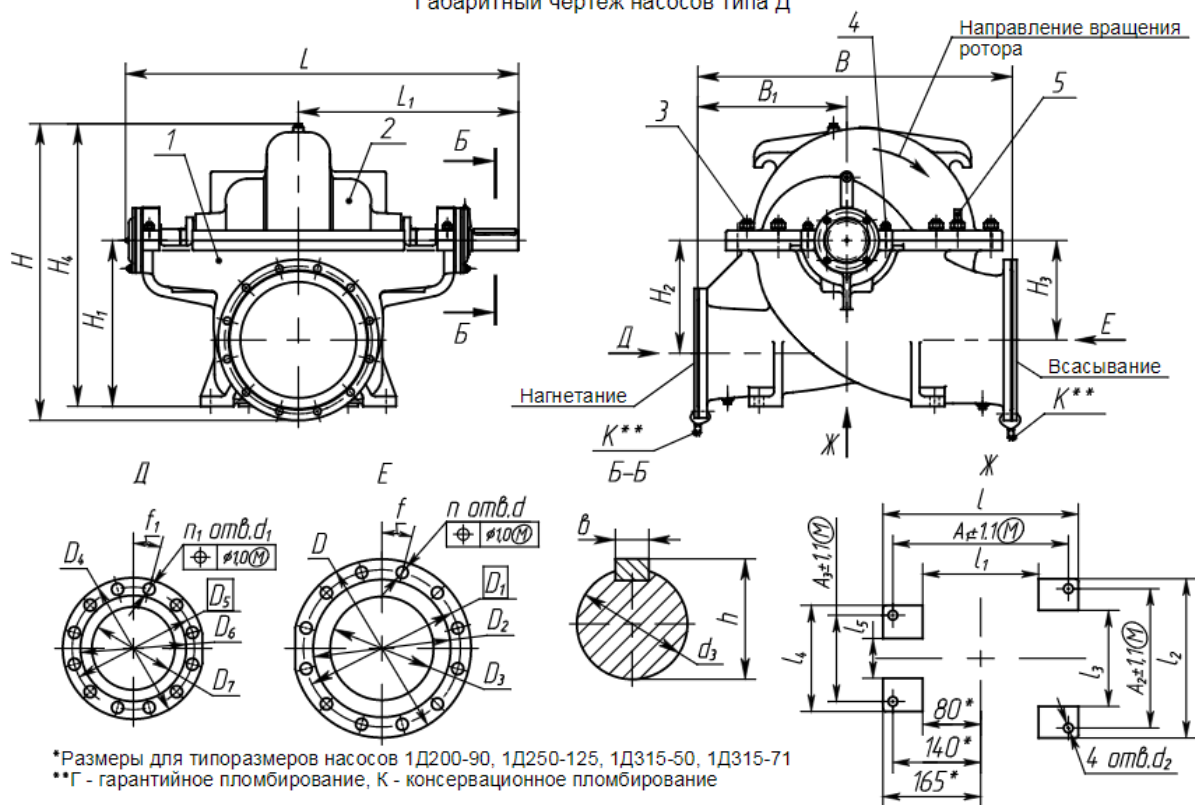
Потужність: 630 кВт.

Напруга: 6000 В.

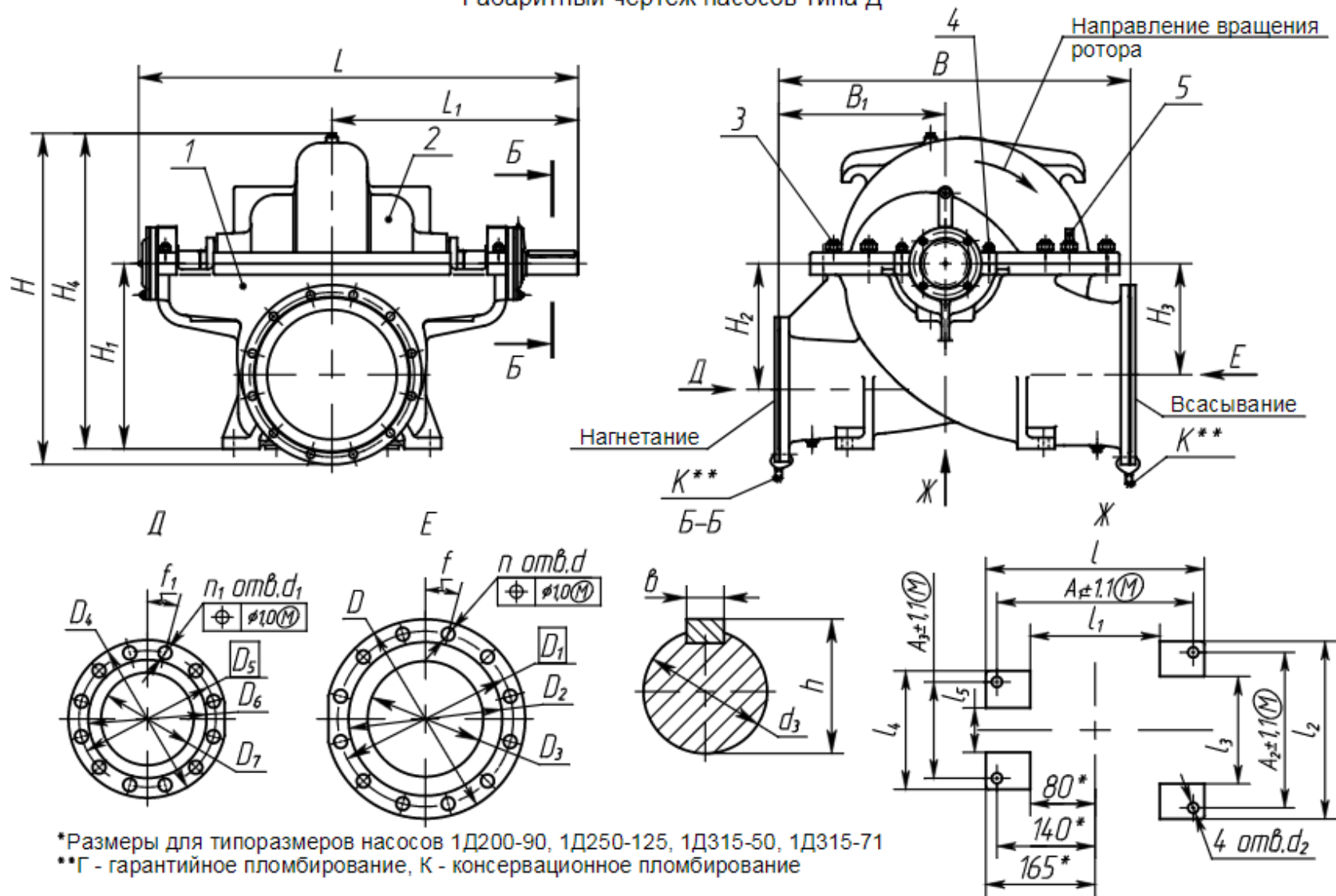
Маса: 2900 кг.

Маса агрегату: 4830 кг.

Приложение Б
(обязательное)
Габаритный чертеж насосов типа Д



Приложение Б
(обязательное)
Габаритный чертеж насосов типа Д



Вихідні дані

	Дані по розрахунковому будинку:	
1	План типового поверху М1:100 №	
2	Кількість поверхів	5
3	Висота поверху з перекриттям, м	3,25
4	Середня заселеність квартири, $U_{сер}$ осіб/квартиру	4,4
5	Висота підвалу включно з перекриттям, м	2,4
	Дані по кварталі:	
6	План кварталу М1:1000 №	
7	Розрахунковий будинок на плані кварталу №	1
8	Гарантований тиск у зовнішній мережі водопроводу, $H_{гарант.}$ м	28
9	Втрати напору у внутрішній квартальній мережі водопроводу, $h_{мер.}$ м	2,6
10	Глибина закладання водопроводу в точці підключення до зовнішньої мережі, $h_{закл.}$ м	1,95
11	Глибина закладання каналізації в точці підключення до зовнішньої мережі, м	3,3
12	Глибина промерзання ґрунту, м	1,25
13	Кількість мешканців у інших будинках кварталу, осіб	175
		310
		270

Обґрунтування прийнятих схем водопроводу

Житловий будинок обладнано:

Системою холодного (питного) водопроводу В1

Системою побутової каналізації К1

Системою внутрішніх водостоків К2

Умовна висота будинку :

$$H_{буд}^{ум} = (n_{пов.} - 1) \times h_{пов.} + a = (5 - 1) \times 3,25 + 1 = 14 \text{ м,}$$

Де $n_{пов.}$ – кількість поверхів у будинку;

$h_{пов.}$ – висота поверху включно з перекриттям, м;

a – відстань від поверхні землі до підлоги першого поверху, приймаємо 1 м.

Так як $H_{буд}^{ум} = 14 \text{ м} < 26,5 \text{ м}$, влаштування протипожежного водопроводу В2 не є потрібним.

Гаряче водопостачання ТЗ встановлюється від місцевих водонагрівачів (бойлерів) встановлених у квартирах.

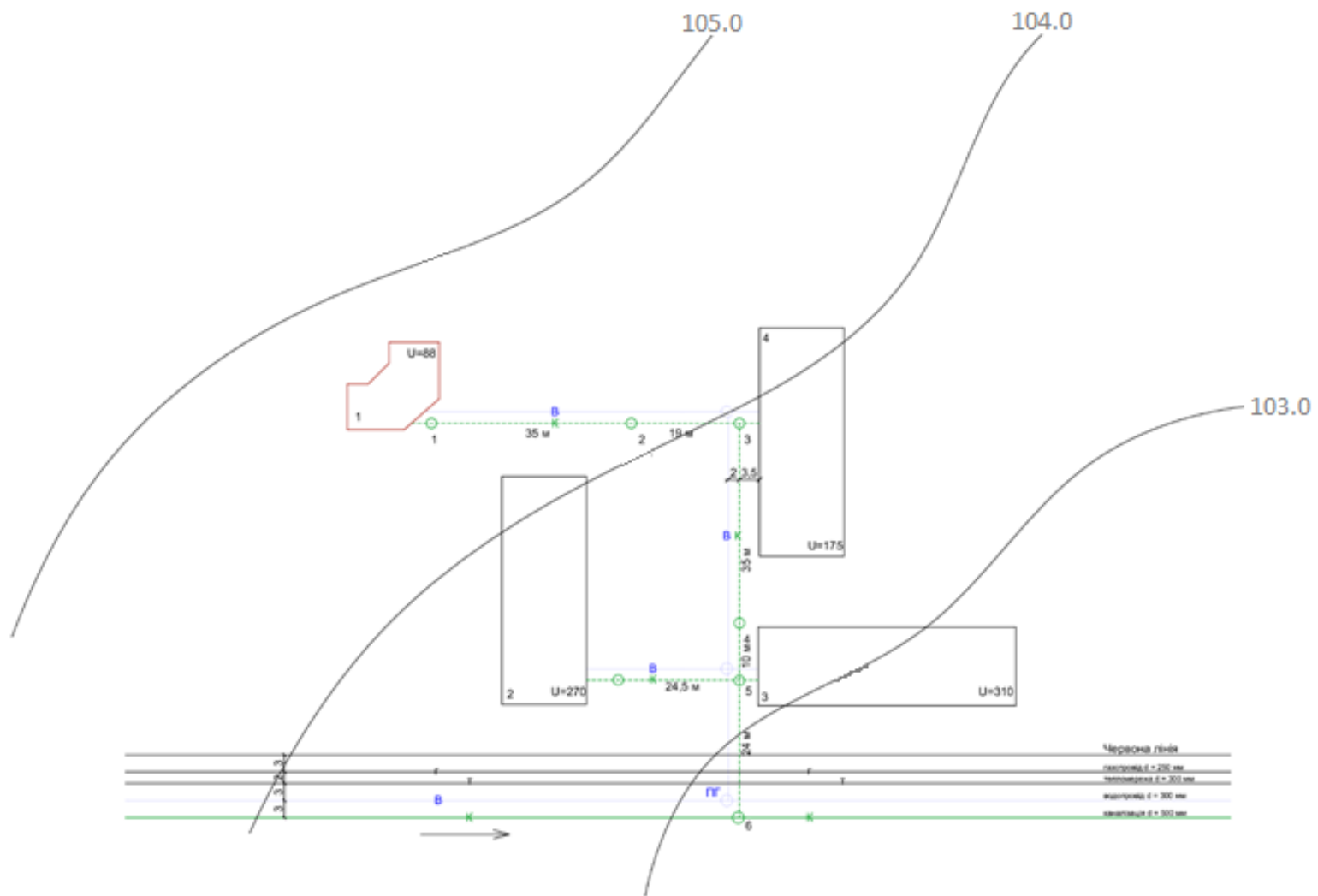
Так як в будинку знаходиться підвал, приймаємо тупікову систему водопроводу з нижньою розводкою з одним вводом.

Відповідно до п. 10.7 [3] на внутрішньому водопроводі передбачається встановлення поливних кранів (Пл.к.) з розрахунку по одному крану на кожні 60-70 м периметра будинку, які розміщуються у нішах зовнішніх стін.

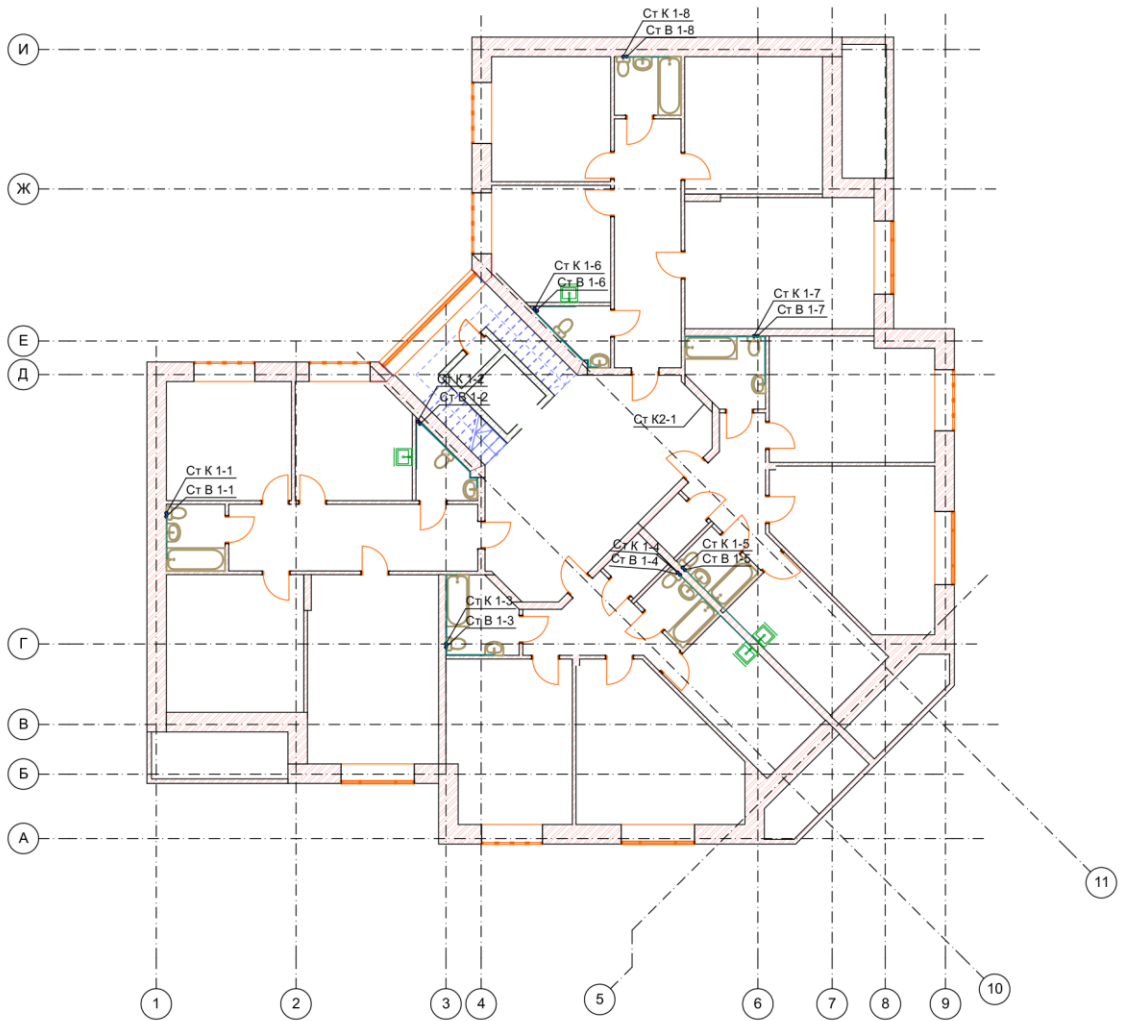
Внутрішня водопровідна мережа монтується з пластикових труб. Магістральні трубопроводи прокладаються відкрито під стелю підвалу з ухилом $i = 0,002$ у бік вводу. Стояки проектується відкрито по стінам сантехнічних кабін та підсобних приміщень. В основі кожного стояка встановлюють запірний пристрій (вентиль) [3, п. 9.7 д] та спускний кран [3, п. 10.15, п. 9.7 е].

Відгалуження на квартиру обладнується вентилем та водомірним вузлом.

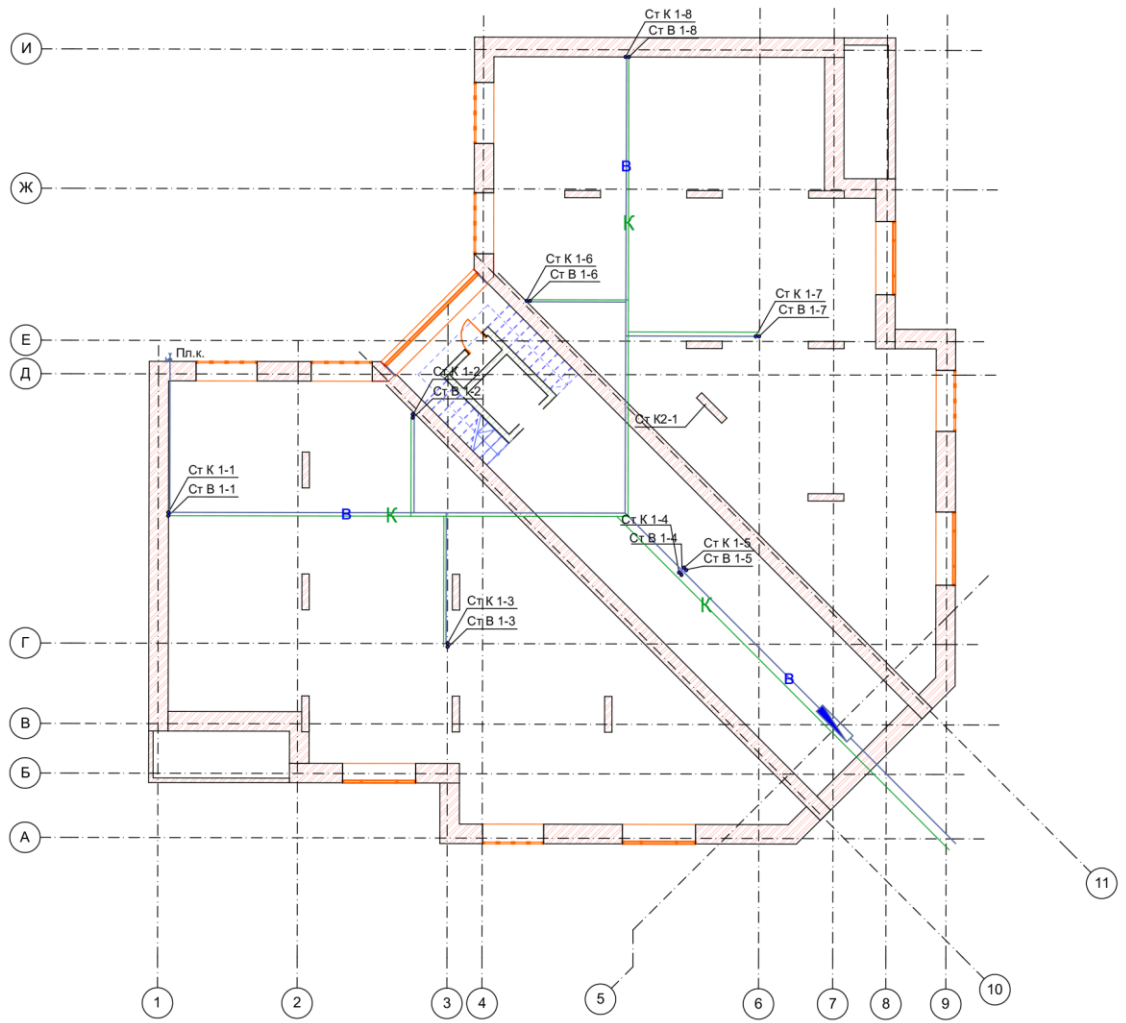
Холодна вода постачається у будинок від зовнішніх міських мереж. На вводі в будинок передбачено облаштування будинкового водомірного вузла.



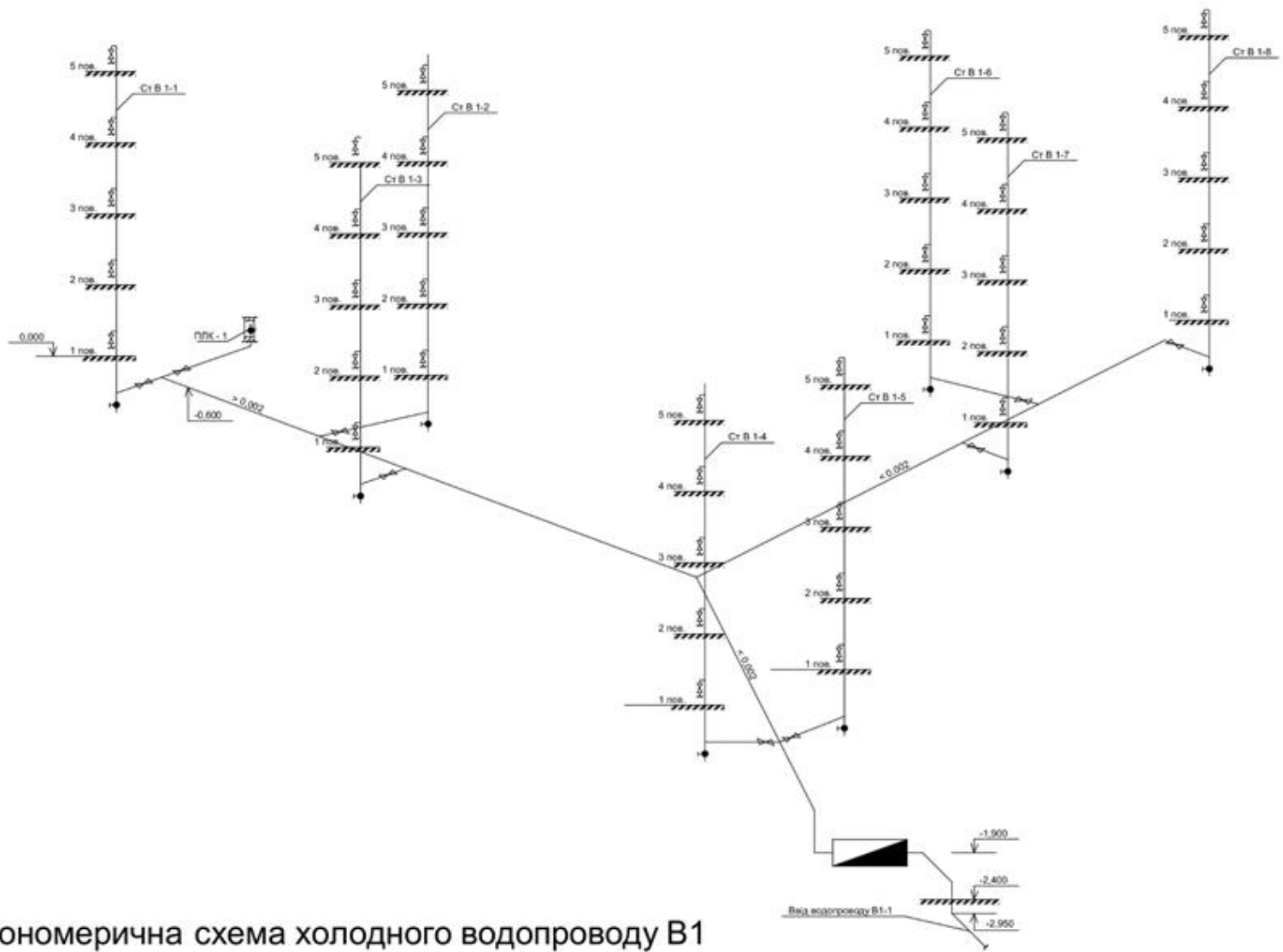
План кварталу з мережами водопостачання та водовідведення



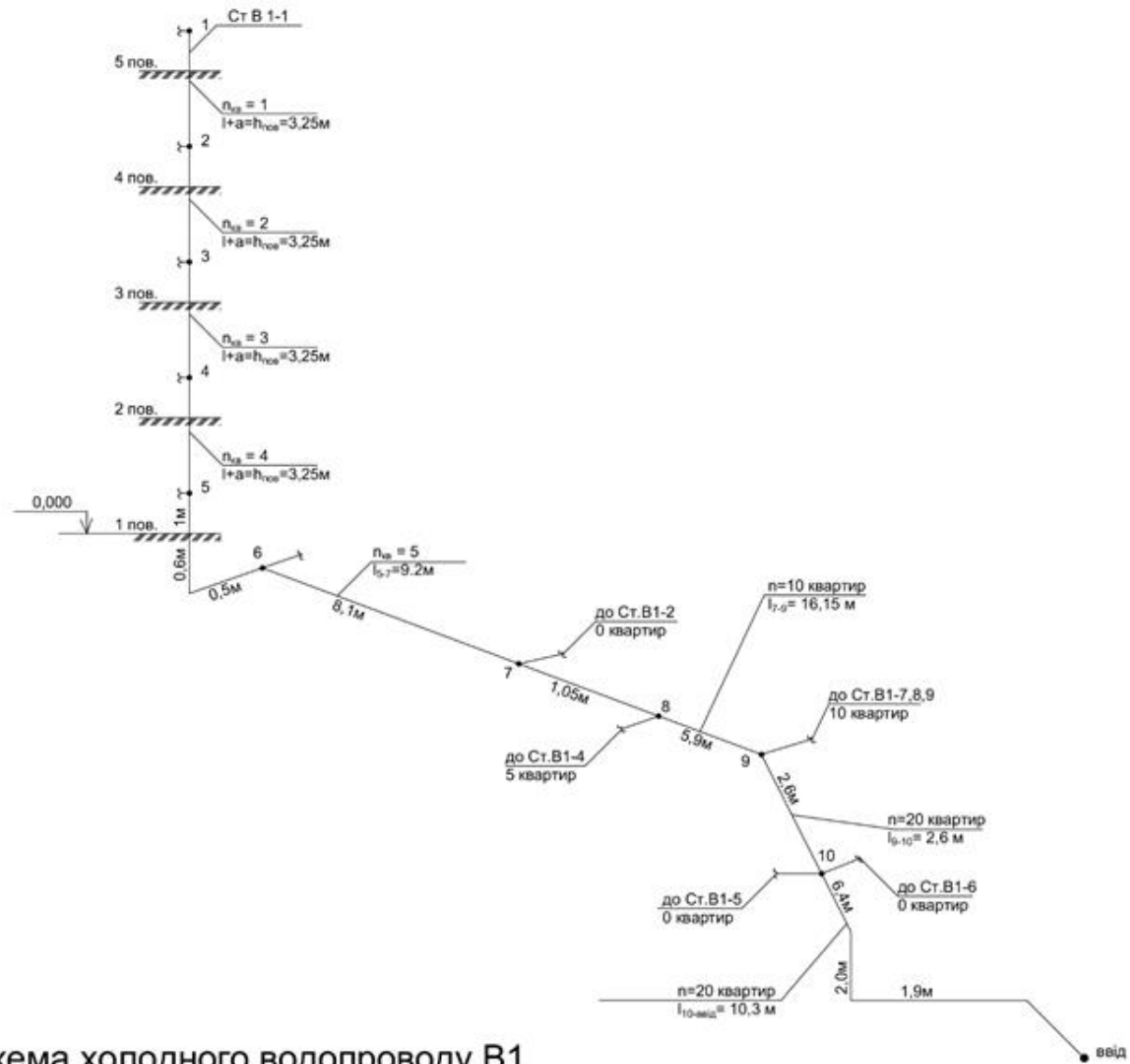
План типового поверху
М 1:200



План підвалу
М 1:200



Аксонметрична схема холодного водопроводу В1



Розрахункова схема холодного водопроводу В1

Гідравлічний розрахунок системи внутрішнього водопроводу холодної води

Гідравлічним розрахунком визначаються діаметри трубопроводів і втрати напору у внутрішній мережі.

Розрахунок проводиться за максимальними розрахунковими витратами q , л/с.

За [3] розрахункова (питома середня за рік) витрата води у житловому будинку з водонагрівачами на 1 мешканця для І кліматичного району.

Загальна $Q_{T,U}^{tot} = 210$ л/добу*особу

Гаряча $Q_{T,U}^R = 85$ л/добу*особу

За диктуючий прилад приймаємо квартиру на останньому 5 поверсі підключену до найбільш віддаленого від вводу стояка Ст В1-1.

Розрахунковий шлях: диктуючий прилад -> Ст В1-1 -> магістральна мережа у підвалі -> ввід.

За цим шляхом проектуємо розрахункову схему, на якій наносимо нумерацію розрахункових ділянок, довжини ділянок в м, кількість квартир, яку обслуговує кожна ділянка.

Розрахункові витрати на ділянках q^{tot} визначаємо за табл. А.7 [3, додаток А] в залежності від кількості споживачів U [3, п.5.2в]

Розрахунок зводимо в Таблицю 1.5.1.

Загальна кількість квартир у будинку 4кв.*5пов = 20 кв. (для контролю)

Таблиця 1.5.1

№ розрах. ділянки	Витрата за споживачами U (за таблицею А7 [1])					d, мм	V, м/с	1000i, мм/м	L, м	$\frac{h_l = 1000il}{1000}$ м	1+k _l	h _{l+m} , М
	n _{кв}	u _{сер}	n _{кв} , u _{сер}	u, осіб	q ^{tot} , л/с							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1-2	1	4,4	4,4	4	0,34	20	1,69	277,5	3,25	0,9	1,3	1,17
2-3	2	4,4	8,8	9	0,41	20	1,99	369,3	3,25	1,2	1,3	1,56
3-4	3	4,4	13,2	13	0,52	25	1,65	170,2	3,25	0,55	1,3	0,715
4-5	4	4,4	17,6	18	0,54	25	1,78	233,4	3,25	0,75	1,3	0,975
5-6	5	4,4	22,0	22	0,57	25	1,75	231,3	1,1	0,25	1,3	0,325
6-7	5	4,4	22,0	22	0,57	25	1,75	231,3	8,1	1,87	1,3	2,4
7-8	10	4,4	44,0	44	0,79	32	1,34	117,3	1,05	0,12	1,3	0,156
8-9	10	4,4	44,0	44	0,79	32	1,34	117,3	5,9	0,69	1,3	0,987
9-10	20	4,4	88,0	88	1,18	40	1,4	83,2	2,6	0,21	1,3	0,273
10-ввід	20	4,4	88,0	88	1,18	40	1,4	83,2	10,3	0,85	1,3	1,1

$$\Sigma h_{l+m} = 9,6 \text{ м}$$

Вибір лічильників води

Відповідно до норм [3, п. 13,1] будинок обладнується лічильниками води:

квартирним – на відгалуженні у кожную квартиру, та будинковим – на ввіді у будинок.

А) квартирний лічильник

Приймаємо стандартний лічильник ВК-15 (водолічильник крильчатий калібром 15 мм)

Гідрравлічний опір лічильника $S_{015} = 1.11 \text{ м} / (\text{м}^3 / \text{год})^2$

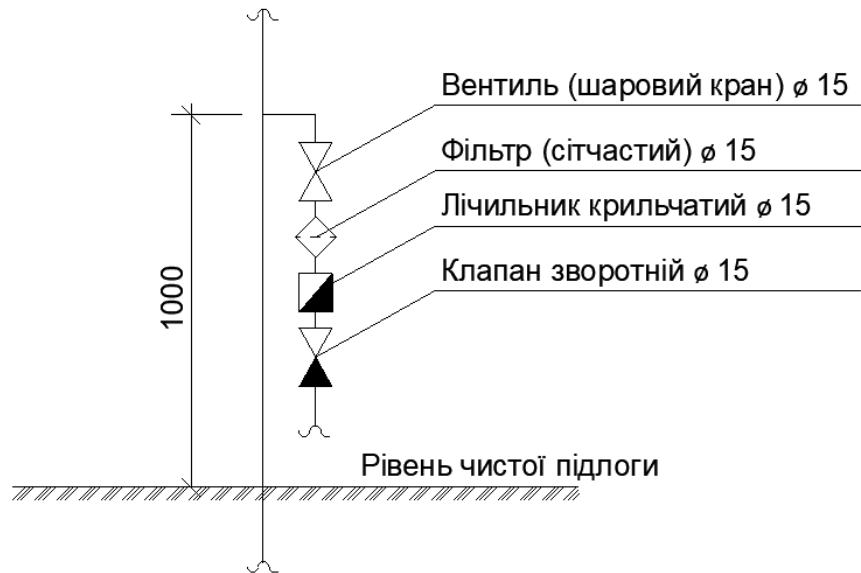
Витрати напору в лічильнику $h_{\text{ліч}} = Sq^2$

Де q – максимальна секундна витрата, для квартирної лічильника це витрата q^{tot} на ділянці 1-2 з табл.1.

$$h_{\text{ліч}}^{\text{кв}} = S(3.6 * q^{\text{tot}})^2 = 1,11(3,6 * 0,34)^2 = 1,66 \text{ м} < 5 \text{ м}$$

Де 3,6 – перевод одиниці виміру витрати з л/с в м³/год,

5м – допустимі витрати напору в крильчатому лічильнику



Б) будинковий лічильник

Добираємо спрощено за максимальною годинною витратою будинку.

Загальна кількість мешканців у будинку – 88 осіб (ділянка 10-ввід табл.1.5.1)

За дод.А7 [3] при кількості мешканців $U = 88$ максимальна годинна загальна витрата

$$q_{h/\Gamma}^{tot} = 2,49 \text{ м}^3/\text{год}$$

За Таблицею 1.5.2 [3] добираємо лічильник з найближчою не меншою за $2,49 \text{ м}^3/\text{год}$ експлуатаційною витратою.

$$\text{Лічильник ВК-25 з } q_{\text{експл}} = 2,8 \text{ м}^3/\text{год } S_{0,25} = 0,204 \text{ м}^3/(\text{м}^3/\text{год})^2$$

Перевіряємо втрати напору в лічильнику будинку при пропуску максимальної секундної витрати

$$h_{\text{ліч}}^{\text{буд}} = S q^2 = 0,204 * (1,18 * 3,6)^2 = 3,6 \text{ м} < 5 \text{ м}$$

Де 1,18 – максимальна секундна загальна витрата будинку (з табл.1 на ділянці 10-ввід.)

Схема водомірного вузла будинку

Де H_{geo} – геометрична різниця позначок диктуючої точки (Д.Т.) – в роботі квартири (Z_2) та позначки труби водопроводу в місці підключення квартальної мережі до міської (Z_1).

$$H_{geo} = Z_2 - Z_1 = (Z_{буд}^B + 1 + (n_{пов} - 1) * h_{пов} + 1) - (Z_{мер}^B - h_{закл}^B) = \\ = (105,3 + 1 + (5 - 1) * 3,25 + 1) - (104,3 - 1,95) = 17,95 \text{ м}$$

Де $Z_{буд}^B$ – позначка землі біля будинку в місці вводу В1; визначається за планом кварталу.

$Z_{мер}^B$ – позначка землі в точці підключення квартальної мережі В до міської мережі В; визначається за планом кварталу

$h_{закл}^B$ – глибина закладання водопроводу в точці підключення до міської мережі; визначається за завданням.

$$\Sigma h = h_{мер} + h_{ліч}^{буд} + \Sigma h_{л+м} + h_{ліч}^{кв} - \text{сума витрат напору в усіх елементах системи В.}$$

Де $h_{мер}$ – втрати напору у внутрішній квартальній мережі В; За завданням

$h_{ліч}^{буд}$, $\Sigma h_{л+м}$, $h_{ліч}^{кв}$ – Визначені раніше.

H_f – вільний напір у санітарно-технічному приладі;

В роботі – на вводі у квартиру. Приймаємо за [3, п.6.6] 20 метрів.

Тоді

$$H_{необх}^{В1} = 17,95 + 2,6 + 3,6 + 9,6 + 1,66 + 20 = 55,41$$

Порівнюємо з гарантованим тиском у зовнішній мережі (за завданням).

$$H_{необх}^{В1} = 55,41 \text{ м} > H_{гар} = 28 \text{ м}$$

Гарантованого напору недостатньо.

Необхідно передбачити підвищувальну насосну станцію.

Система побутової каналізації будинку

Для відведення стічних вод від санітарно-технічних приладів передбачено систему побутової внутрішньої каналізації К1 [3, п.17.1].

СВ по закритих самопливних трубопроводах відводиться поверхневими водами від приладів до стояків і далі у підвалі горизонтальним колектором виводиться через випуск за межі будинку у внутрішню квартальну мережу каналізації.

Труби прокладаються прямолінійно. Санітарно-технічні прилади приєднуються до системи К1 та напрямок прокладення трубопроводів змінюється за допомогою фасонних частин [3, п.19.2].

Для ліквідації засмічень трубопроводів в місцях зручних для обслуговування передбачається встановлення ревізій та прочисток [3, п.19.25].

Витяжна частина каналізаційного стояка виводиться вище покрівлі, яка не експлуатується, на 0,2 м [3, п.19.17].

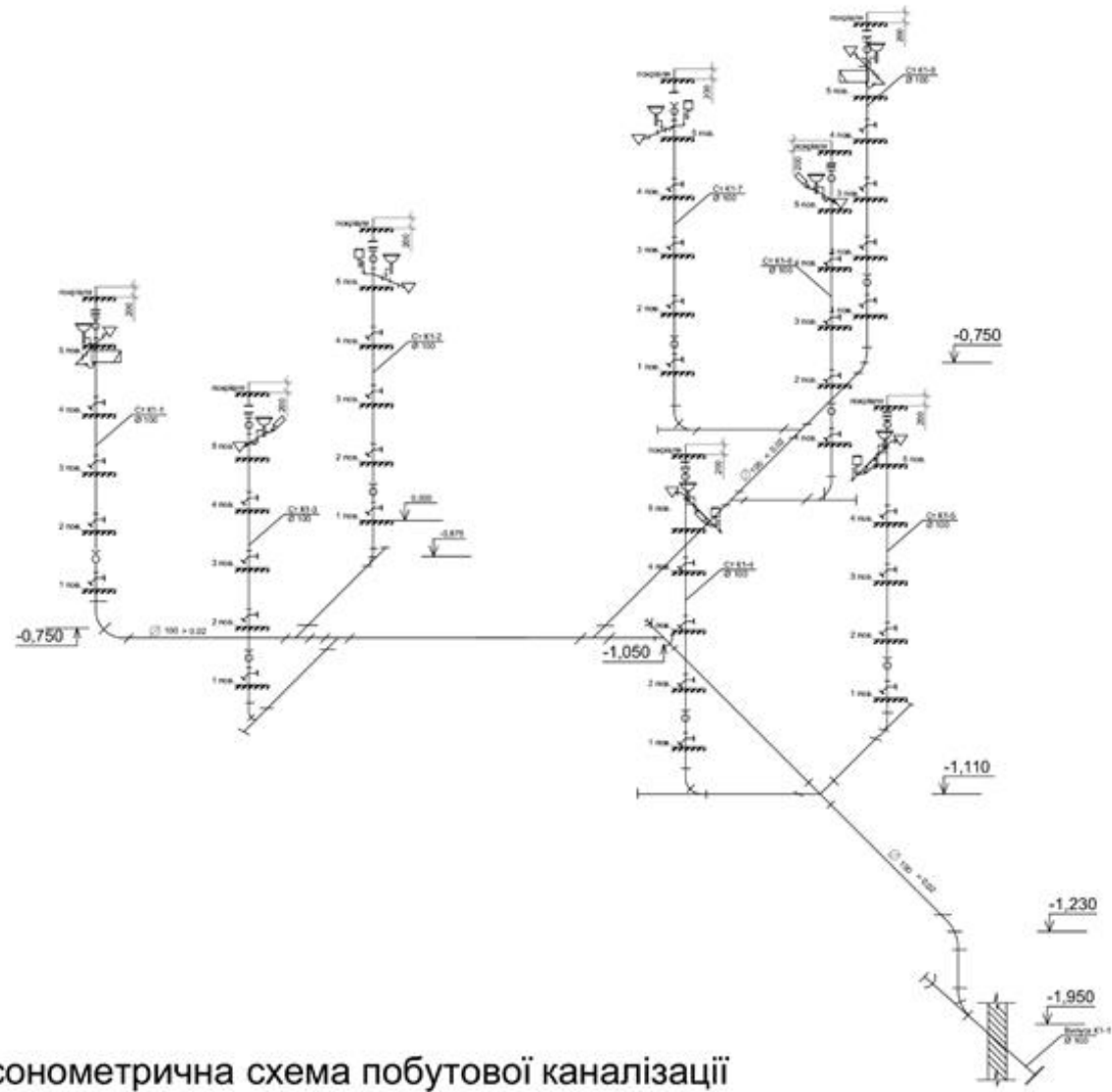
Діаметр поверхових відводів від приладів, стояків та горизонтальних збірних ділянок приймаємо конструктивно:

- для стояків окремо розташованих кухонних мийок $d = 50$ мм
- для трубопровода, до якого приєднано принаймні один унітаз, приймаємо 100 мм.

Ухил прокладання труб $\varnothing 50$ мм $i = 0,03$; $\varnothing 100$ мм $i = 0,02$. [3, п.20.2].

Всі санітарно-технічні прилади в квартирі, які приєднують до системи К1, обладнуються гідрозатворами (сифонами), крім унітазів, у конструкції яких гідрозатвор передбачено. [3, п.18.2].

Матеріал труб системи К1 – пластик.



Аксонетрична схема побутової каналізації

Розрахунок внутрішньої квартальної мережі водовідведення

Гідравлічним розрахунком визначаються витрати стічних вод на розрахунковій ділянці; ділянці трубопровода, ухил його прокладання, наповнення, позначки та глибина закладання.

Визначення розрахункових витрат на ділянках мережі водовідведення

Таблиця 1.5.2

Номер розрахункової ділянки	U=N	q_{hr}^{tot} , м ³ /год	$\frac{q_{hr}^{tot}}{3.6}$, л/с	l	k_s	$q^{sl} = \frac{q_{hr}^{tot}}{3.6} + k_s \cdot q_0^{s2}$, л/с
1	2	3	4	5	6	7
1-2	88	2,49	0,692	35	1	0,692+1,6=2,292
2-3	88	2,49	0,692	19	1	2,292
3-4	263	6,02	1,672	35	1	1,672+1,6=3,272
4-5	263	6,02	1,672	10	1	3,272
5-6	573	11,72	3,25	24	1	3,25+1,6=4,85

U – кількість споживачів, від яких приймає стічні води дана розрахункова ділянка.

q_{hr}^{tot} - максимальна годинна витрата, м³/год за дод. А.7 [3]

$\frac{q_{hr}^{tot}}{3,6}$ – переведення годинної витрати в л/с

L – довжина розрахункової ділянки, м;

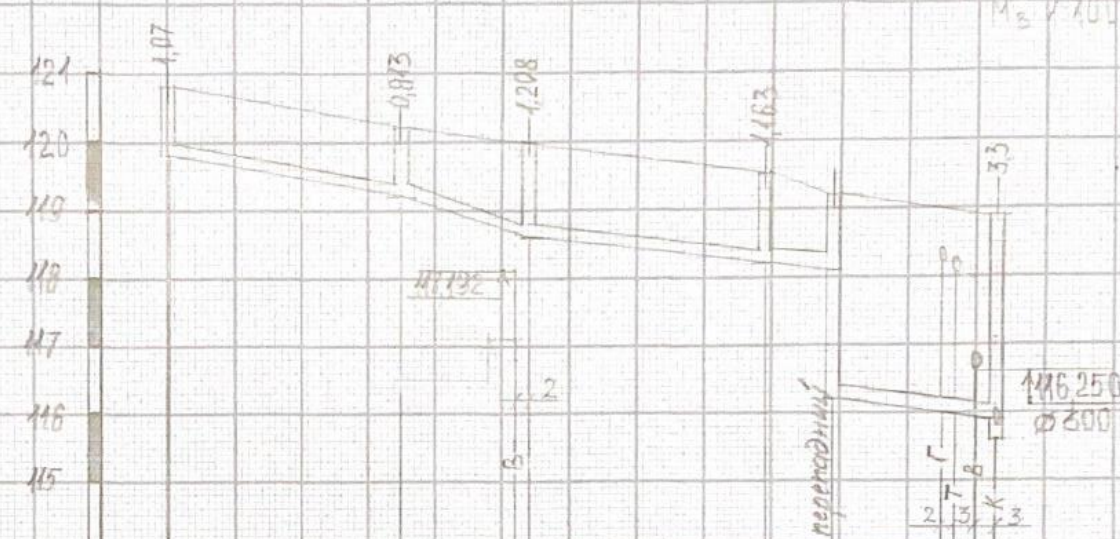
k_s - коефіцієнт, що визначається за [3]; в даній роботі приймаємо 1.

q_0^{s2} – максимальна кількість стоків від приладу, л/с; в роботі 1,6 л/с – стоки від унітазу.

Номер розрахункової ділянки	q^{sl}	l, мм	d, мм	i, м/м $\geq 0,008$	V, м/с $\geq 0,7$	$\frac{h}{d}$ 0,3÷0,6	Падіння ухилу i-l, м	Відмітки				Глибина закладання трубопроводу	
								Поверхні землі		лотка		На початку	В кінці
								На початку	В кінці	На початку	В кінці		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1-2	2,29	35	150	0,017	0,72	0,25	0,595	104,700	104,100	103,882	103,287	1,07	0,813
2-3	2,29	19	150	0,017	0,72	0,25	0,595	104,100	103,900	103,287	102,692	0,813	1,208
3-4	3,77	35	150	0,013	0,75	0,37	0,455	103,900	103,400	102,692	102,237	1,208	1,163
4-5	5,29	10	150	0,012	0,80	0,40	0,120	103,400	103,150	102,237	102,117	1,163	1,033
5-6	5,73	24	150	0,012	0,81	0,41	0,294	103,150	103,900	100,244	<u>99,950</u> 99,600	2,906	3,3

Σ 147

М_Г 1:200
 М_Б 1:100



Позначка лотка труби	119,802	119,207	118,692	118,237	118,117	116,214	115,500	115,500
Проектна позначка землі	120,700	120,100	119,900	119,400	119,150	119,900	119,900	119,900
Позначення труби і типу ізоляції	Труби безпаярні керамогранітові ДСТУ Б В 2-5-37:2007 Ø150							
Основа	Природня							
Довжина, м	54	0,017	35	0,013	34	0,012		
Відстань, м	35	19	35	10	24			
Налег колдязя	1	2	3	4	5	6		

Поздовжній профіль квартальної каналізації

3.1. Характеристика споруди та умов виконання робіт

3.1.1. Вихідні дані: відповідно завданню необхідно розробити технологію монтажу двох резервуарів чистої води зі збірних залізобетонних конструкцій, місткістю 1900 м^3 кожен. Відстань між резервуарами 10 м.

3.1.2. Характеристика споруди. Побудова плану споруди. Резервуари прямокутні у плані з розмірами в осях $24 \text{ м} \times 18 \text{ м}$. Заглиблення резервуара в ґрунт прийнято 4,8 м. Ґрунт супісок.

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

План і розрізи 1-1 і 2-2 резервуару чистої води місткістю 1900 м^3 з маркуванням збірних конструкцій каркаса наведені на рис. 1, 2.

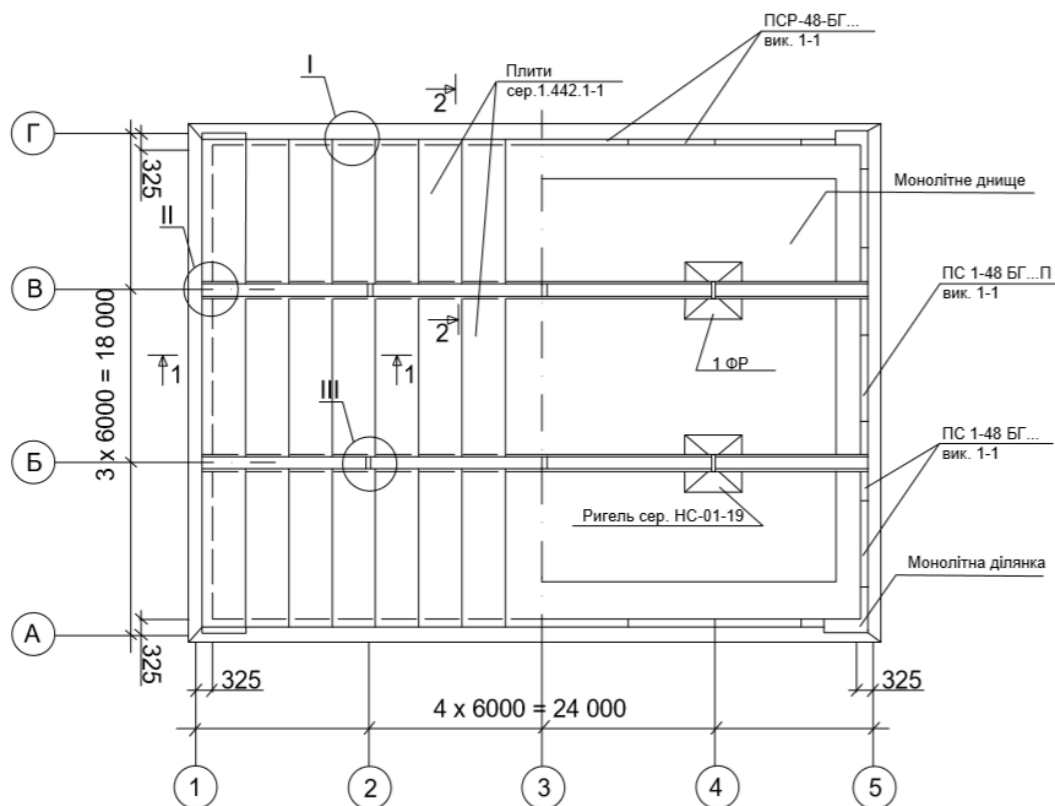


Рис. 3.1. Схематичний план резервуару чистої води місткістю 1900 м³ з маркуванням конструкцій каркаса

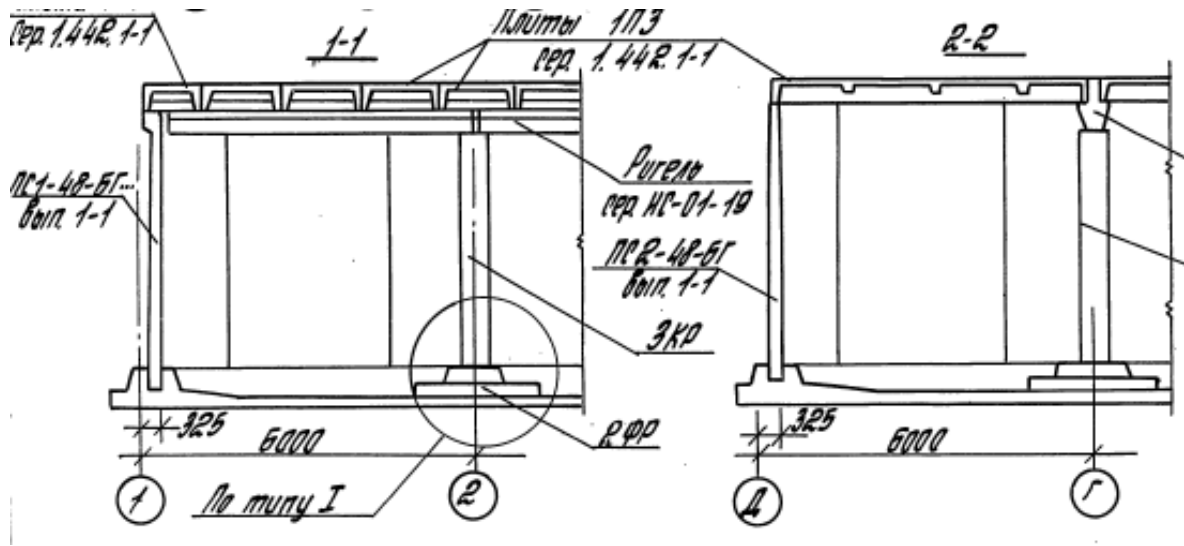


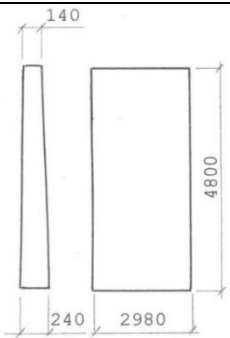
Рис.

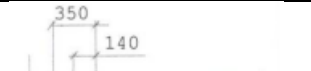
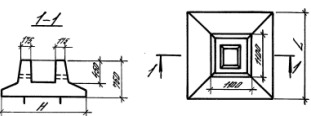
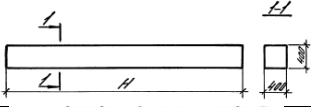
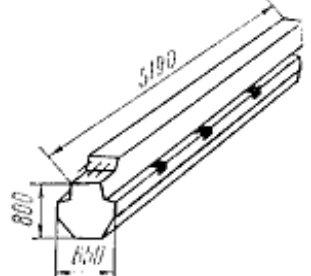
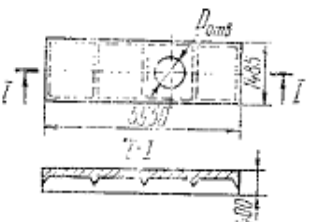
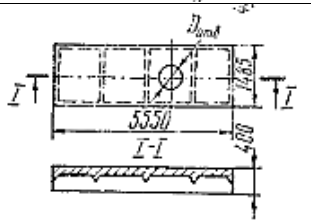
3.2. Схематичні розрізи резервуару чистої води місткістю 1900 м³ з маркуванням конструкцій каркаса

3.1.3. Характеристики монтажних елементів наведено у таблиці 1, де вказано їх маркування, ескізи, розміри, маса в тонах та об'єм залізобетону.

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
3	Фундамент під колону	2ФР2		4,18	1,67
4	Колона	3КР48		1,7	0,63
5	Ригель	Р-1		4,2	2,35
6	Плита покриття	1П7		1,2	1,05
7	Плита покриття	1П3		2,3	1,9

3.2.

Вибір методів виконання і розчленування фронту робіт на ділянки

Поділ спеціалізованого потоку на елементарні потоки.

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

- монтаж стінових панелей;
- зварювання арматури і закладних деталей вертикальних швів стінових панелей;
- замонолічування стиків стінових панелей з днищем;
- замонолічування вертикальних стиків між панелями;

- установка інвентарної опалубки монолітних кутових ділянок; армування; укладання та ущільнення бетонної суміші; демонтаж опалубки;
- монтаж фундаментів під колони;
- монтаж колон у стакани фундаментів;
- бетонування стиків колон з фундаментами;
- монтаж ригелів;
- електрозварювання стиків ригелів з колонами; ригелів зі стіновими панелями;
- монтаж плит покриття;
- електрозварювання стиків плит покриття з ригелями, плит покриття зі стіновими панелями;
- бетонування стиків між плитами покриття.

Поділ споруди на монтажні дільниці.

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

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

Споруду розділено на дві монтажні дільниці, у якості однієї монтажної дільниці прийнято один резервуар чистої води з розмірами у плані 24 м × 18 м.

3.3. Підрахунок об'ємів робіт

Визначення об'ємів монтажних робіт

Таблиця 3.2

Об'єм монтажних робіт

№ пор.	Найменування елементів	Марка елемента	Кількість елементів, шт.		Об'єм елемента, м ³	Об'єм елементів, м ³	
			на дільницях				всього
			1	2			

1	Стінова панель масою 6,7т	ПС2-48-БГ1	14	14	28	2,69	75,32
	Стінова панель масою 7,1т	ПС1-48-БГ1	10	10	20	2,85	57,00
2	Фундамент під колону масою 4,18 т	2ФР2	6	6	12	1,67	20,04
3	Колона масою 1,7 т	ЗКР48	6	6	12	0,63	7,56
4	Ригель масою 4,2 т	Р-1	8	8	16	2,35	37,6
5	Плита покриття масою 1,2 т	1П7	6	6	12	1,05	12,6
	Плита покриття масою 2,3 т	1П3	45	45	90	1,9	171
Всього:							381,12

Визначення об'ємів бетонних робіт

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 ділянку, 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 ділянку, м ³	13,6

Об'єм бетонної суміші на споруду, м ³	27,2
--	------

Таблиця 3.5

Об'єм арматурних робіт

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

Визначення об'ємів робіт із закладання стиків.

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	24 х 0,432 = 10,37	24 х 0,432 = 10,37	20,74
2	Закладання швів дна паза днища бетоном з ущільненням	1 м ³	0,03	0,03х2,98х24=2,15	0,03х2,98х24=2,15	4,3
3	Заливання швів панелей стін бетоном механізовано	100 м	0,048	24 х 0,048 = 1,15	24 х 0,048 = 1,15	2,3
4	Замонолічування колон у стаканах фундаментів	1 стик	1	6	6	12
5	Електрозварювання ригеля з колоною	10 м шва	0,062	0,062х6 = 0,372	0,062х6 = 0,372	0,744
6	Електрозварювання ригеля із стіною панеллю	10 м шва	0,025	0,025х4 = 0,1	0,025х4 = 0,1	0,2

7	Електрозварювання плити з ригелем	10 м шва	0,024	0,024x45 =1,08	0,024x45 =1,08	2,16
8	Електрозварювання плити покриття із стіноюю панеллю при обпиранні довшою стороною	10 м шва	0,008	0,008x6 =0,048	0,008x6 =0,048	0,096
9	Заливка швів плит покриття розчином механізовано	100 м	5,43	5,43	5,43	10,86

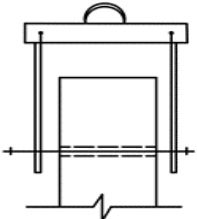


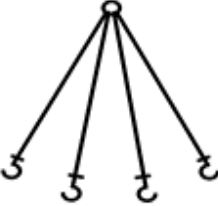
3.4. Вибір монтажних кранів

Вибір засобів для захоплення конструкцій і їх тимчасового закріплення.

Таблиця 3.7

Засоби для захоплення конструкцій

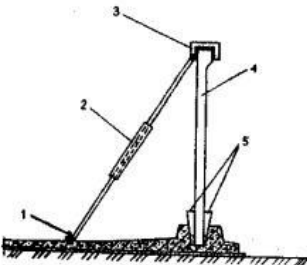
№	Найменування, коротка характеристика, посилання на довідник із зазначенням сторінки	Ескіз	Характеристика		
			вантажопідйомність, т	маса, т	розрахункова висота, м
1	2	3	4	5	6
1	Балансуюча траверса для захоплення стінових панелей с. 6 [17]		8	0,15	0,5
2	Строп чотирьохгілковий для захоплення збірних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

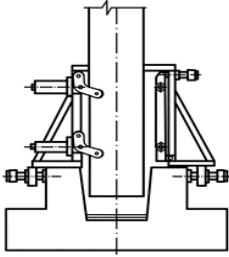
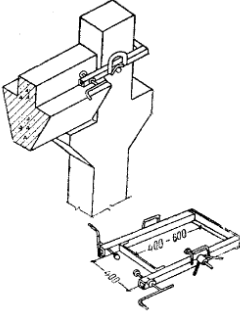
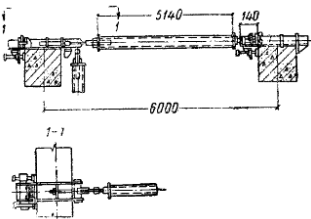
3	Стержневий захоплювач колон с. 184 [15]		8	0,135	0,5
4	Строп двогілковий для захоплення ригелів с. 68 [16]		5	0,05	4,3
5	Строп двогілковий для захоплення траверси		8	0,05	2,5
6	Строп чотирьох гілковий для захоплення плит покриття с. 68 [16]		5	0,048	5

Визначення монтажних характеристик конструкцій.

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

Технічний вибір монтажних кранів

Виконання монтажних робіт прийнято за схемою II (ширина резервуара чистої води 18 м). Схему руху кранів дном котловану і на брівці, наведено на рис. 3.

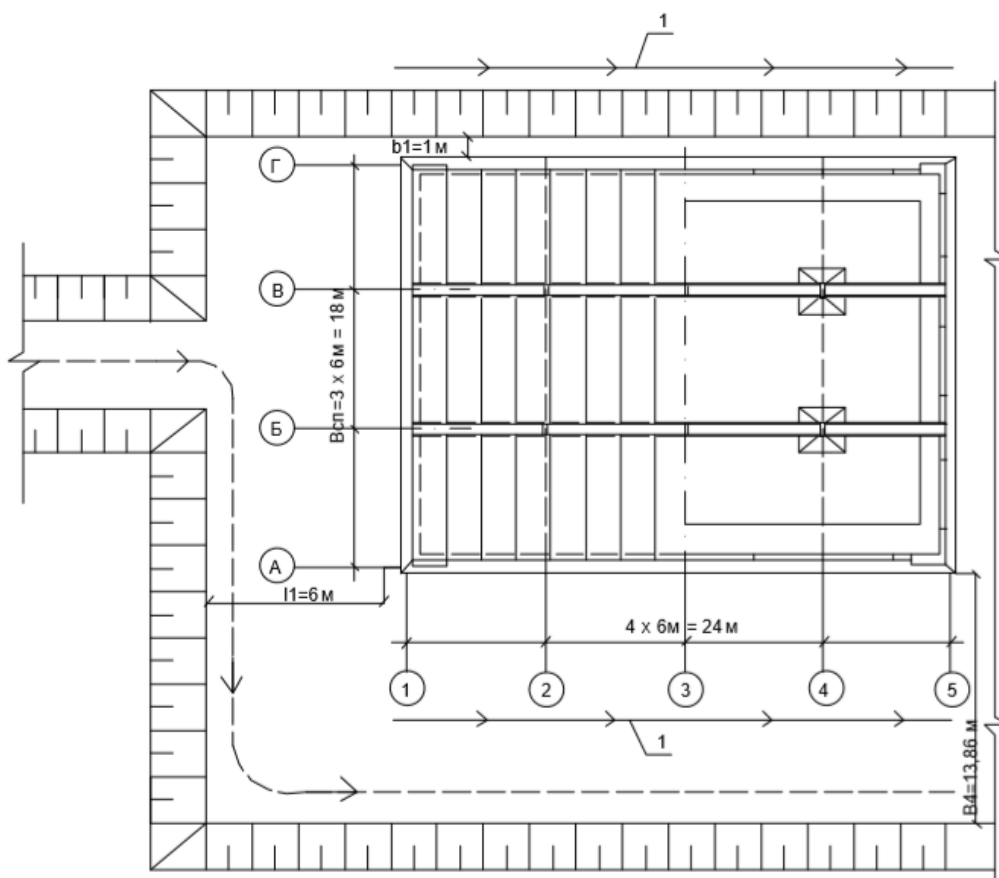


Рис. 3.3. Схема проходок монтажних кранів.

На рис. 3.3 наведено наступні умовні позначення: 1 – вісь руху крана при монтажі конструкцій за схемою II; l_1 – розширення котловану в торцях для заїзду і виїзду транспорту, прийнято 6 м [3]; B_4 – розширення котловану для монтажу останнього прогону, розраховано за формулою 12 с.47 [3]; b_1 – ширина вільного простору між основою відкосу і днищем, приймається понад 0,5 м [3], у прикладі прийнято 1,0 м.

Монтажні характеристики визначено для найважчих, найвищих та найдальших від крана конструкцій у кожному елементарному потоці.

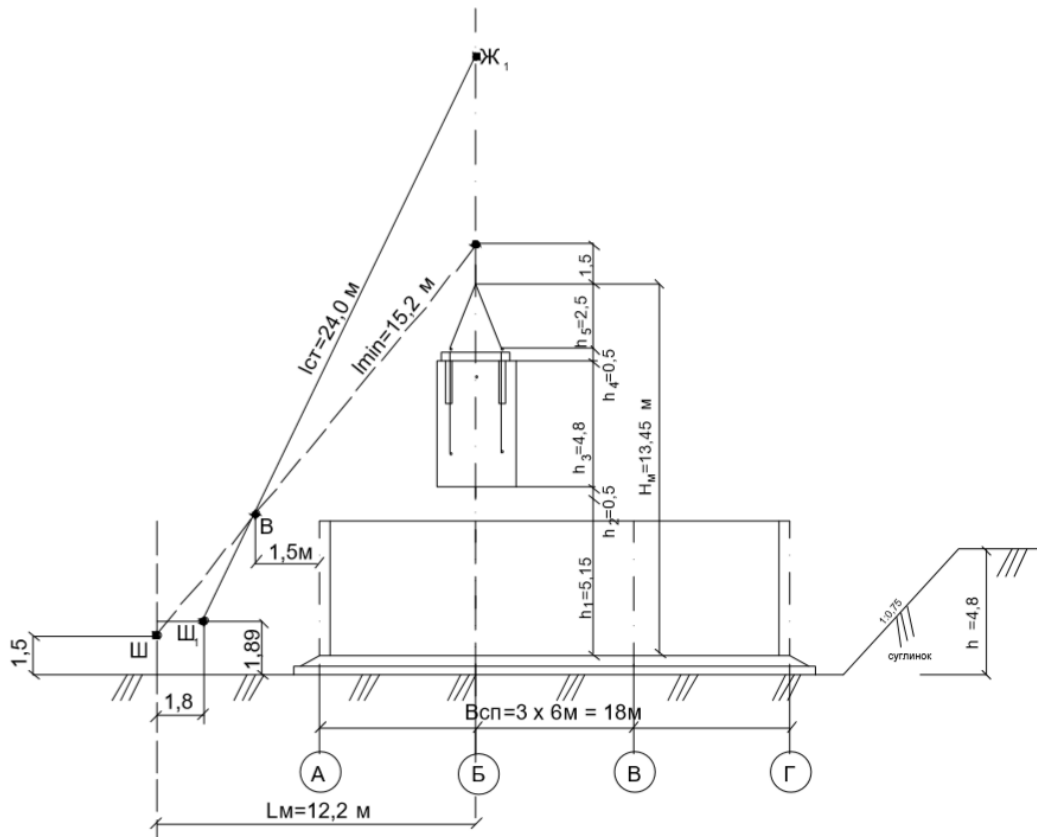


Рис. 3.4. Визначення монтажних характеристик стінових панелей:

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

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

$$L_M^\phi = 12,2m.$$

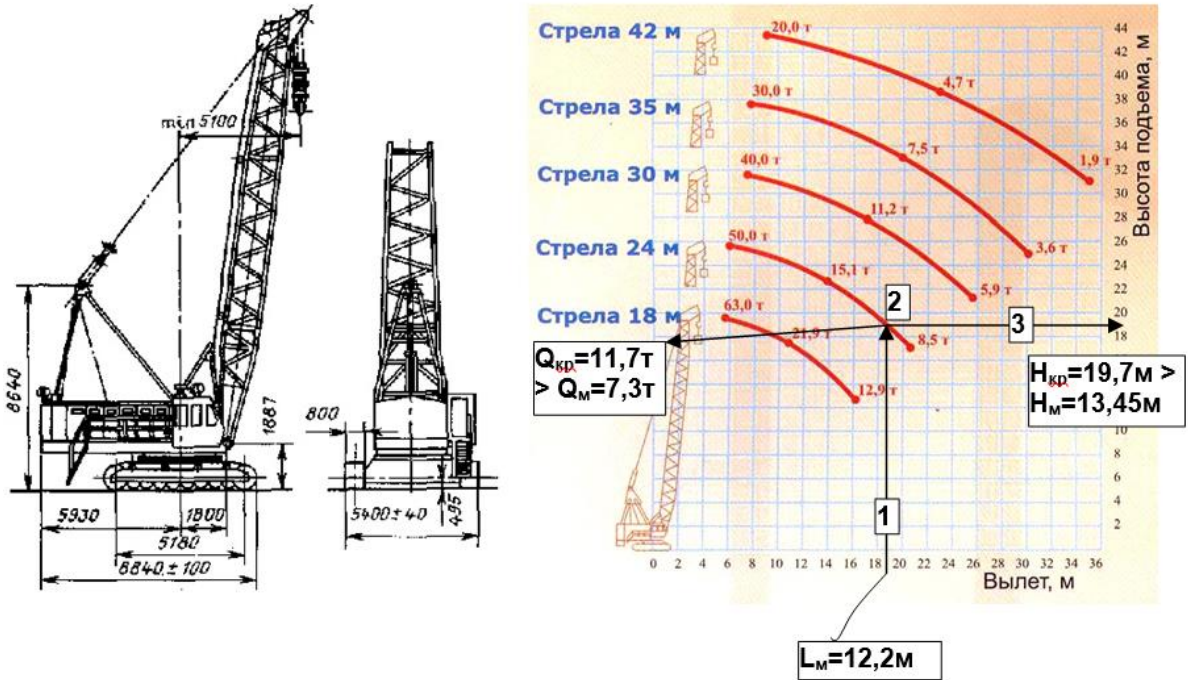


Рис. 3.5. Загальний вид та вантажовисотні характеристики гусеничного крана ДЕК-631А з стрілами 18 м, 24 м, 30 м, 35 м, 42 м: 1-3 – послідовність визначення технічних характеристик крана за монтажного вильоту 12,2 м і довжини стріли 24 м й придатність його для монтажу стінових панелей.

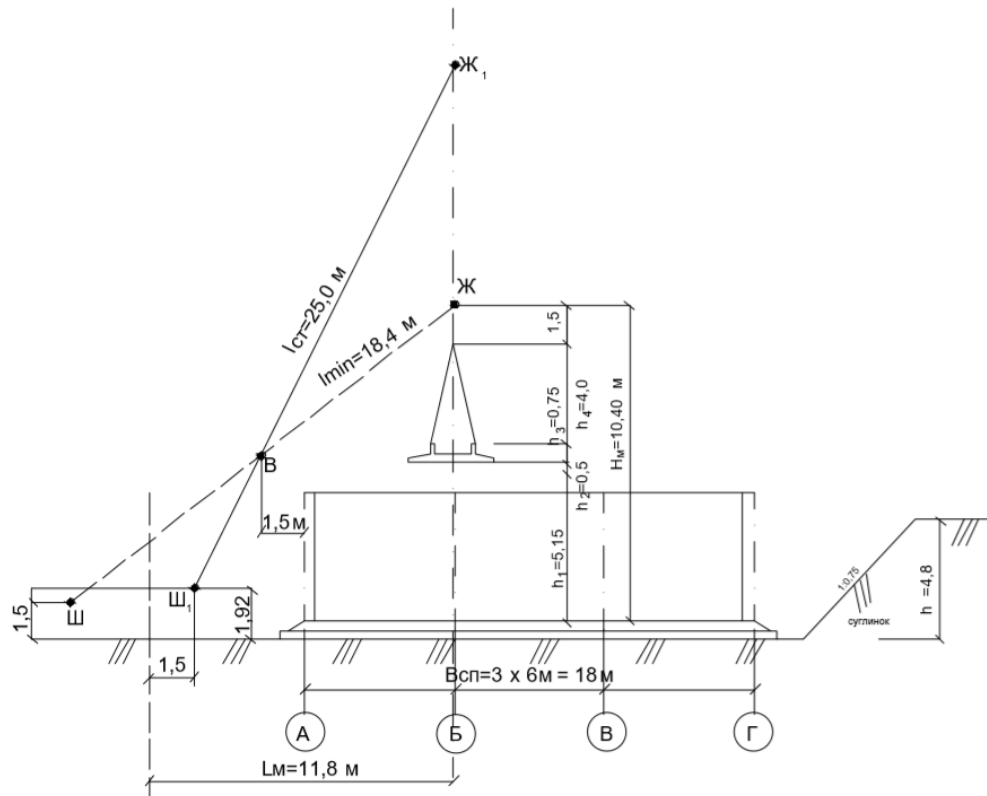


Рис. 3.6. Визначення монтажних характеристик фундаментів:

$$Q_m^\phi = 4,18 + 0,044 = 4,32m;$$

$$H_m^\phi = 5,15 + 0,5 + 0,75 + 4,0 = 10,4m;$$

$$L_M^\phi = 11,8m.$$

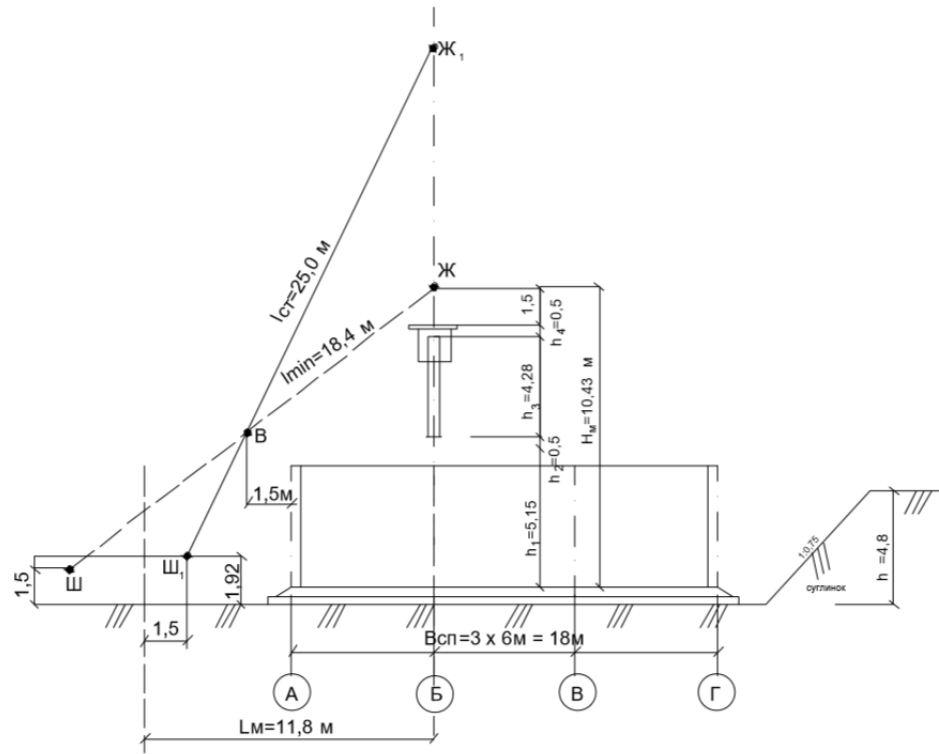


Рис. 3.7. Визначення монтажних характеристик колон:

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

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

$$L_M^\Phi = 11,8m.$$

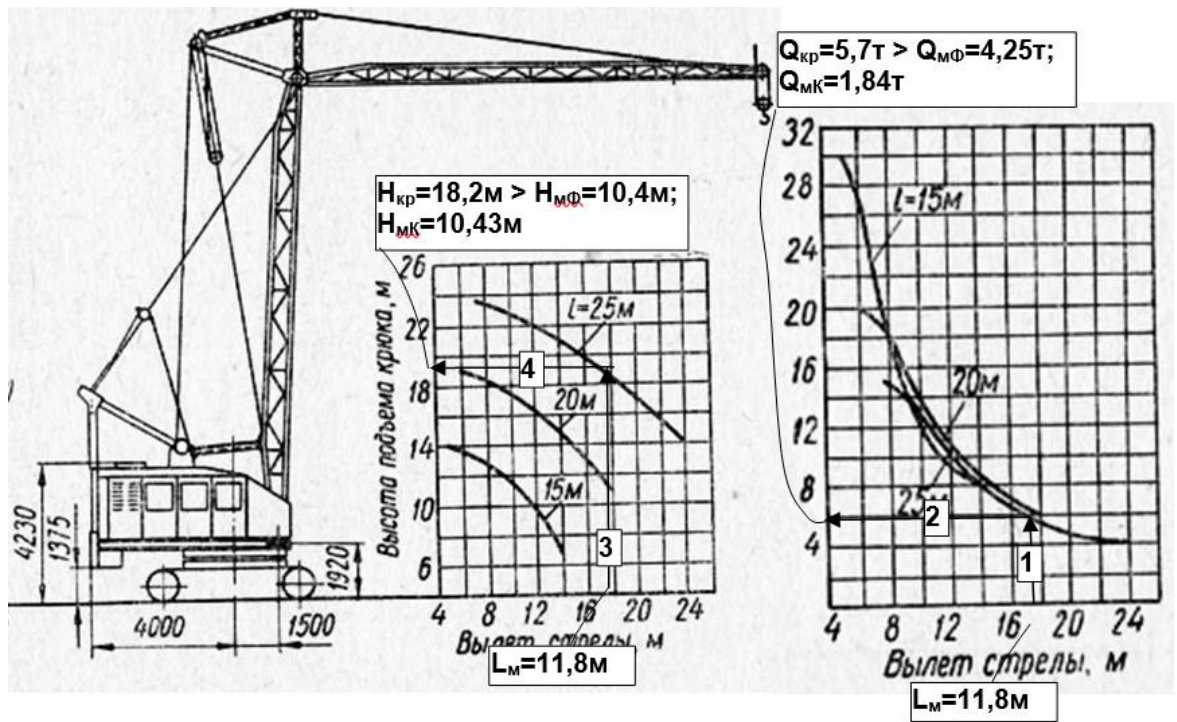


Рис. 3.8. Загальний вид та вантажовисотні характеристики гусеничного крана СКГ-30/10 з стрілою 25 м й придатність його для монтажу фундаментів і колон за монтажного вильоту 11,8 м.

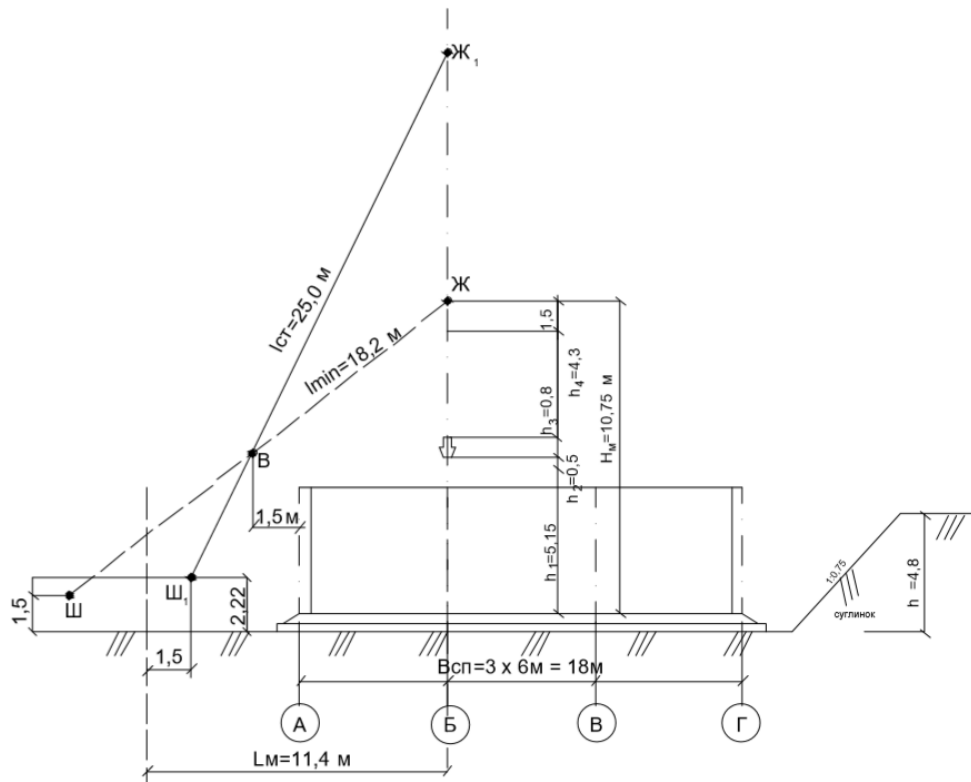


Рис. 3.9. Визначення монтажних характеристик ригелів:

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

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

$$L_M^\phi = 11,4m.$$

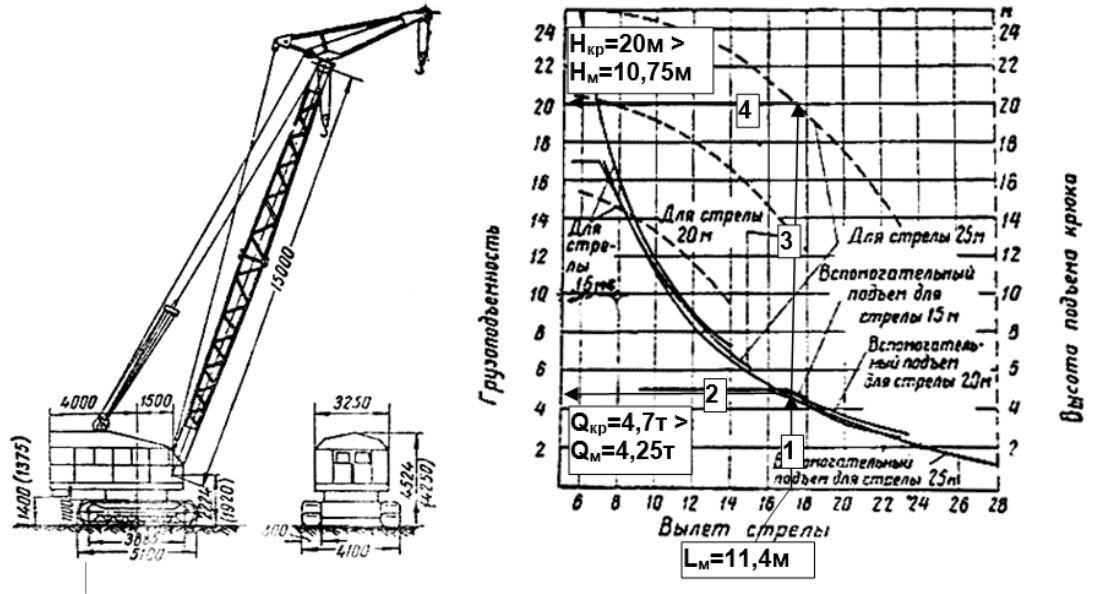


Рис. 3.10. Загальний вид та вантажовисотні характеристики гусеничного крана СКГ-25 з стрілою 25 м й придатність його для монтажу ригелів за монтажного вильоту 11,4 м.

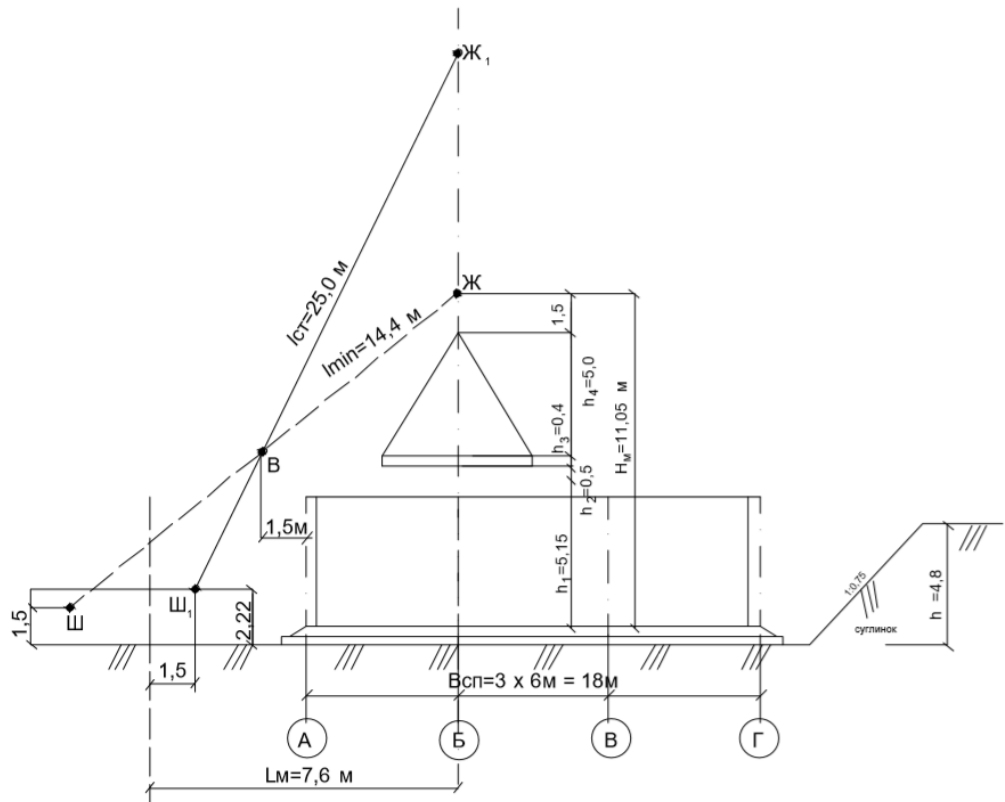


Рис. 3.11. Визначення монтажних характеристик плит покриття:

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

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

$$L_{м}^{\phi} = 7,6 \text{ м}.$$

Перевіряємо придатність гусеничного крана СКГ-25 зі стрілою 25м для монтажу плит покриття. Технічні характеристики якого становлять: $Q_{кр} = 6,8 \text{ т} > Q_{м} = 2,35 \text{ т}$ за вильоту $L_{м} = 7,6 \text{ м}$; $H_{кр} = 23 \text{ м} > H_{м} = 11,05 \text{ м}$ за вильоту $L_{м} = 7,6 \text{ м}$.

Марки вибраних кранів заносять в табл. 3.9.

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
		$Q_{м}, \text{ т}$	$H_{м}, \text{ м}$	$L_{м}, \text{ м}$	

1	2	3	4	5	6
1	Стінові панелі	7,3	13,45	15,2	Гусеничний кран ДЕК-631А, стріла 24 м механічний привід
2	Фундаментні блоки	4,32	10,4	14,8	Гусеничний кран СКГ-30/10, стріла 25 м механічний привід
3	Колони	1,84	10,43	14,8	
4	Ригелі	4,25	10,75	14,4	Гусеничний кран СКГ-25, стріла 25 м механічний привід
5	Плити покриття	2,35	11,05	10,6	

3.5.Складання калькуляції трудових витрат

Визначення трудомісткості за нормою

Калькуляцію трудових витрат розроблено на одну дільницю і наведено в табл. 3.10.

Таблиця 3.10

Калькуляція трудових витрат (на дільницю)

№ пор.	Найменування процесів	Об'єм робіт		Обґрунтування за ГН, ЕНиР	Норма часу люд.-год. маш.-год.	Трудомісткість 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	24	Е §4-1-8, табл. 2, п. 10а, б	<u>1,50</u> 0,37	<u>1,5x24</u> 0,37x24 = <u>36,00</u> 8,88	Монтажник 5р., 4 р., 3 р., 2 р. Машиніст 6 р.	1 1 1 1 1
2	Зварювання випусків арматури панелей стін $24 \times 4,32 = 103,68 \text{ м}$	10 м	10,37	Е §22-1-4, п. 4а	<u>7,10</u> -	<u>73,63</u> -	Зварювальник 5 р.	1
3	Закладання швів днища паза	1 м ³	2,15	Е §4-1-51, п. 1	<u>5,80</u> -	<u>12,47</u> -	Монтажник 4р., 3 р.	1 1

	бетонною сумішшю з ущільненням (0,08+0,095)/2x0,33x2,98x24=2,1 м ³							
4	Заливання швів панелей стін бетонною сумішшю механізованим способом	100 м	4,8 x 24 / 100 = 1,152	Е §4-1-26, п. 2а	<u>28,00</u> -	<u>32,26</u> -	Монтажник 4р., 3 р.	1 1
5	Установка і в'язання арматури окремими стержнями монолітних ділянок стін резервуарів	1 т	1,458	Е §4-1-46, табл. 2, п. 12г	<u>24,00</u> -	<u>34,99</u> -	Арматурник бр., 2 р.	1 1
6	Влаштування опалубки монолітних ділянок стін резервуарів	1 м 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	6	Е §4-1-1, табл. 2, п. 8а, б	<u>2,00</u> 0,67	<u>12,00</u> 4,02	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	6	Е §4-1-4, табл. 2, п. 2а, б	<u>2,40</u> 0,24	<u>14,40</u> 1,44	Монтажник 5р., 4 р., 3 р., 2 р. Машиніст 6 р.	1 1 2 1 1

11	Замонолічування колон у стаканах фундаментів	1 стик	6	Е §4-1-25, табл. 1, п. 1	<u>0,81</u> -	<u>4,86</u> -	Монтажник 4р., 3 р.	1 1
12	Установка ригелів масою до 5т	1 шт	8	Е §4-1-6, табл. 2, п. 4а, б	<u>2,40</u> 0,48	<u>19,2</u> 3,84	Монтажник 5р., 4 р., 3 р., 2 р. Машиніст 6 р.	1 1 2 1 1
13	Електрозварювання ригеля з колоною 0,62x6=3,72 м	10 м	0,372	Е §22-1-3, п. 1г	<u>6,80</u> -	<u>2,53</u> -	Зварювальник 5 р.	1

14	Електрозварювання ригеля із стіноюю панеллю 0,25x4=1,0 м	10 м	0,1	Е §22-1-3, п. 1г	<u>6,80</u> -	<u>0,68</u> -	Зварювальник 5 р.	1
15	Установка плит покриття площею до 10 м ² 1,0x4 = 4 м ²	1 шт	37	Е §4-1-7, п. 9а, б	<u>0,84</u> 0,21	<u>31,08</u> 7,77	Монтажник 4р., 3 р., 2 р., Машиніст 6 р.	1 2 1 1
16	Електрозварювання плити з ригелем 0,24x45=10,8 м	10 м	1,08	Е §22-1-3, п. 1г	<u>6,80</u> -	<u>7,34</u> -	Зварювальник 5 р.	1
17	Електрозварювання плити покриття із стіноюю панеллю при обпиранні довшою стороною 0,08x6=0,48 м	10 м	0,048	Е §22-1-3, п. 1г	<u>6,80</u> -	<u>0,33</u> -	Зварювальник 5 р.	1
18	Заливка швів плит покриття розчином механізованим способом	100 м	5,43	Е §4-1-26, п. 3а	<u>4,00</u> -	<u>21,72</u> -	Монтажник 4р., 3 р.	1 1

3.6.Складання таблиці технологічних розрахунків і побудова графіка виконання робіт

Побудова графіка виконання робіт.

Технологічні розрахунки на одну ділянку наведено в табл. 10, а графік виконання робіт – на об'єкт з двох РЧВ на рис. 12.

Суцільною лінією позначено ведучі процеси – монтаж конструкцій РЧВ, а штрих-пунктирною - другорядні з монтажем.

Таблиця 3.11

Технологічні розрахунки монтажу РЧВ (на дільницю)

№ процесу	Найменування процесів і посилання на пункти калькуляції	Об'єм робіт		Трудомісткість люд.-зм. / маш.-зм.		Прийнятий склад ланок та бригади		Тривалість робіт, змін	Виконання норм, %
		Одиниця вимірювання	Кількість одиниць	за нормою	прийнята	Професія /розряд/	К-ть		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Установка панелей стін резервуара площею (п. 1)	1 шт	24	$\frac{36:8}{8,88:8}$ = $\frac{4,50}{1,11}$	$\frac{1,5 \times 3 = 4,5}{1,5 \times 1 = 1,5}$	Монтажник 5р., 4 р., 3 р., 2 р. Машиніст 6 р.	1 1 1 1	4,5:3=1, 5 або 1,11:1=1 ,11 прий- нято 1,5	для монт. 4,5:4,5x1 00= 100 для маш. 1,11:1,5x 100=74
2	Зварювання випусків арматури панелей стін (п. 2)	10 м	10,37	$\frac{9,2}{-}$	$\frac{9,50}{-}$	Зварювальник 5 р.	8	1,5	97
3	Закладання швів дна паза днища і панелей стін бетонною сумішшю (п. 3-4)	1 м ³ 100 м	2,15 1,152	$\frac{1,56+4,03}{-}$ = $\frac{5,59}{-}$	$\frac{6,00}{-}$	Монтажник 4р., 3 р.	2 2	1,5	93
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	$\frac{25,22}{-}$	$\frac{24,00}{-}$	Арматурник 6р., 2 р., Тесляр 5р., 3 р.. Бетонник 4р.,2 р.	2 2 2	4,0	105
5	Установка фундаментів, колон, замонолічування колон у стаканах фундаментів (п. 9-11)	1 шт 1 шт 1 стик	6 6 6	$\frac{3,91}{0,68}$	$\frac{4,00}{1,00}$	Монтажник 5р., 4 р., 3 р., 2 р. Машиніст 6 р.	1 1 2 1 1	1,0	для монт. 98 для маш. 68
6	Установка ригелів, плит покриття (12, 15);	1 шт 1 шт	8 37	$\frac{6,29}{1,45}$	$\frac{6,50}{1,5}$	Монтажник 5р., 4 р., 3 р., 2 р. Машиніст 6 р.	1 1 2 1 1	1,5	для монт. 97 для маш. 97

7	Електрозварювання ригелів з колонами і стіновими панелями, плит покриття з ригелями і стіновими панелями (13-14, 16-17)	10 м	0,372	<u>1,36</u>	<u>1,5</u>	Зварювальник 5 р.	1	1,5	91
		10 м	0,1	-	-				
		10 м	1,08						
		10 м	0,048						
8	Заливка швів плит покриття розчином механізованим способом (п. 18)	100 м	5,43	<u>2,72</u>	<u>3,00</u>	Монтажник 4р., 3 р.	1 1	1,5	91
	Всього:			<u>58,79</u> 3,24	<u>59,00</u> 4,00				

Визначення техніко-економічних показників.

Техніко-економічні показники визначено наступним чином:

- обсяг монтажу залізобетонних конструкцій (табл.2) $381,12\text{м}^3$;
- тривалість будівництва (табл. 12) 15 змін;
- трудомісткість роботи монтажних кранів (табл. 11) $4,0 \times 2 = 8$ маш.-змін;
- затрати праці робітників (табл. 11) $59,0 \times 2 = 118$ люд.-змін;
- виробіток у м^3 на 1 маш.-зм. $381,12/4,0 = 95,28 \text{ м}^3/\text{маш.-зм.}$;
- виробіток у м^3 на 1 люд.-зм. $381,12/59,0 = 6,5 \text{ м}^3/\text{люд.-зм.}$

3.7. 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.	20
3	Фундамент під колони	2ФР2	шт.	12
4	Колона	ЗКР48	шт.	12
5	Ригель	Р-1	шт.	16
6	Плита покриття	1П7	шт.	12
7	Плита покриття	1П3	шт.	90
8	Бетон	С 10/15	м ³	22,9+0,5+ 2,9=26,3
9	Розчинна суміш	М 100	м ³	3,2+0,6 =3,8
10	Вироби монтажні	-	т	0,2
11	Пісок	-	м ³	11,9
12	Бруски 75 мм	IV сорт	м ³	0,5+1,2= 1,7
13	Дошки 25 – 32 мм	IV сорт	м ³	0,6+0,3 +10,6=11,5
14	Дошки 40 мм	IV сорт	м ³	0,4+0,1+ 3,2=3,7
15	Гвіздки 100 мм	-	кг	14,6
16	Електроди	Е-42	кг	20,2+14,1 =34,3
17	Дріт 4 мм	Вр-I	кг	3,6
18	Бетон для монолітних ділянок	С 15/20	м ³	20,4
19	Арматура діаметром 6 мм	A240С	кг	18,0
20	Арматура діаметром 8 мм	A400С	кг	277,5
21	Арматура діаметром 14 мм	A400С	кг	156,4
22	Арматура діаметром 16 мм	A400С	кг	1732,5

23	Гвіздки 120 мм	-	кг	30,2
24	Тісто вапняне	-	кг	119,8

Таблиця 3.14

Потреба в машинах, устаткуванні, інструменті, інвентарі і пристроях

№ пор.	Машина, устаткування, інструмент, інвентар і пристрої	Марка	Одиниця вимірювання	Кількість
І. Машина та пристрої				
1	Кран гусеничний	ДЕК-631А стріла 24 м	шт.	1
2	Кран гусеничний	СКГ-30/10 стріла 25 м	шт.	1
3	Кран гусеничний	СКГ-25 стріла 25 м	шт.	1
4	Бортовий автомобіль	ЗиЛ-433440	шт.	1
5	Тягач з 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.	32
18	Кондуктор для тимчасового закріплення ригелів	-	шт.	40

II. Ручний будівельний інструмент

19	Вібратор глибинний	ІВ-113	шт.	2
20	Лопата для розчину	ЛР	шт.	10
21	Зубило слюсарне 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		
	1200х3300 мм		шт.	8
	600х3300 мм		шт.	4
	300х3300 мм		шт.	6
	1200х1200 мм		шт.	8

600x1200 мм		шт.	4
300x1200 мм		шт.	6

3.8. Вказівки з розроблення операційного контролю якості робіт, до виконання робіт, заходи з охорони праці

3.8.1. Операційний контроль якості робіт.

Таблиця 3.15

Схема операційного контролю якості робіт

Операції, які підлягають контролю		Контроль якості виконання операцій			
виконавцем	майстром	склад	спосіб	строки	залучені служби
1	2	3	4	5	6
-	Монтаж панелей резервуара	Відповідність послідовності монтажу розробленій ТК. Точність установки панелей резервуара. Контроль якості зароблення стиків	Візуально, рулеткою	В процесі монтажу	-
Монтаж панелей резервуара	-	Правильність і надійність стропування. Вертикальність встановлених панелей. Надійність тимчасового кріплення. Правильність прив'язки панелей резервуара в плані	Візуально, рулеткою	В процесі монтажу	-
-	Монтаж фундаментів	Суміщення осей фундаменту відносно осей.	Візуально,	В процесі	Геодезична служба

		Відхилення відміток вирівнюючого шару під блоки і опорні поверхні дна стаканів від проектних. Щільність примикання підшви фундаменту до поверхні основи.	рулеткою	монтажу	
Монтаж фундаментів	-	Відхилення відміток опорних поверхонь дна стаканів від проектних. Відповідність положення змонтованих фундаментів в плані.	Візуально, рулеткою	В процесі монтажу	Геодезична служба
-	Монтаж колон, ригелів, плит покриття	Установку конструкцій в проектне положення. Надійність тимчасового кріплення. Якість бетонних робіт при 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.	Візуально	В процесі зварювання	Лабораторія

		Розміри швів, якість зачистки			
Зварювання і антикорозійний захист	-	Якість зварювання, наявність і правильність ведення журналу зварювальних робіт. Якість антикорозійного покриття.	Візуальн о	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	Візуальн о	В процесі закладення стиків	Лабораторія
Закладення стиків	-	Якість герметизації зовнішніх стін. Фактичну міцність бетону і розчину. Зовнішній вигляд закладених стиків	Візуальн о	В процесі закінчення роботи	Лабораторія

3.8.2. Вказівки до виконання робіт.

Приклади таких вказівок наведено нижче.

1. У поєднанні з процесом монтажу конструкція ділиться на 2 монтажні секції, кожна секція відповідає РЧВ.

2. Виконувати монтажні роботи слід за схемою II, коли монтажний кран і транспортні засоби рухаються по дну котловану за межами конструкції й на брівці. Монтаж конструкцій здійснювати з транспортних засобів, які рухаються назустріч монтажу.

3. Щоб реалізувати будівельний процес, спеціалізований потік будівництва розділено на елементарні монтажні потоки:

- монтаж стінових панелей (гусеничний кран ДЕК-631А, стріла 24 м);
- монтаж фундаментів під колони, колон (гусеничний кран СКГ-30/10, стріла 25 м);
- комплексний монтаж ригелів, плит покриття (гусеничний кран СКГ-25, стріла 25 м),

4. Коли міцність нижнього бетону досягне 70% від проектної, допускається монтаж стінової панелі. Монтаж стінових панелей слід починати з установки маячних панелей через балансирні балки вантажопідйомністю 8 тонн. Перевірте стінові панелі з рейками. Панелі тимчасово закріплюються двома скобами з кліпсами і шістьма металевими клинами.

5. Бетонну суміш С10/15 використовувати для герметизації нижньої канавки базового скла, стінової панелі та нижньої канавки монолітної колони. Для зварювання з'єднань (вставок) використовується ручне зварювання та електрод Е-42.

3.8.3. Інженерні заходи з охорони праці.

Приклади таких вказівок наведено нижче.

1. Для спуску робітника в яму слід використовувати додаткову дерев'яну драбину, встановлену на відстані не більше 10 м від робочого місця крана.

2. На місці монтажу не допускається присутність стороннього персоналу, а на кордоні об'єкта мають бути встановлені сигнальні огорожі.

3. При установці болтів затискний пристрій можна зняти після остаточного закріплення.

4. Під час монтажу конструкції монтажник повинен перебувати на раніше встановленій і надійно закріпленій конструкції або вимощення. Під час підйому та переміщення персоналу забороняється стояти на елементах конструкцій та обладнання, а також якщо вони не закріплені стаціонарно.

5. Кронштейни для тимчасового кріплення стінових панелей необхідно кріпити до надійних опор, наприклад, фундаментних блоків. Кронштейни повинні бути поза габаритами транспортної та будівельної техніки.

6. Забороняється піднімати вантаж, який перевищує вантажопідйомність крана (замерзлий, частково засипаний ґрунтом, сміттям, з'єднаний з елементами інших конструкцій тощо).

7. У темному освітлювальному робочому місці з відстанню не більше 8м з обох боків місця монтажу повинна бути встановлена інвентарна освітлювальна вежа з електропрожектором потужністю не менше 400 Вт.

8. Під час монтажу облицювальних панелей на встановлені вузли встановити тимчасовий захист по периметру, який розраховується на основі проникнення робітників з інструментами.

Безпека екології та захист довкілля обумовлює зменшення поганого впливу авіації на навколишнє середовище, формулювання екологічної спроможності аеропортів, підвищення ролі екологічного менеджменту, удосконалення та диверсифікацію нормативної бази та адаптацію її до інтернаціональних вимог.

Для регулювання природоохоронного руху, Національна авіаційна адміністрація розробила та впровадила нормативну базу для впровадження практики та рекомендацій ІСАО щодо екологічної політики в авіаційній галузі.

Україна цілком солідарна з екологічною політикою та практикою ІСАО, викладеною в Резолюції А39-2 Асамблеї ІСАО, і хоче досягти всесвітньо бажаної мети – збереження вуглецевої нейтральності міжнародної авіації з 2020 року та впровадження глобального ринкового механізму у 2020 році. Викиди цивільної авіації. Не зважаючи на це ринкова система повинна враховувати погляд спільної, але диференційованої відповідальності та відповідних можливостей, особливих обставин, а також принципи недискримінації та рівних шансів.

Основні питання охорони навколишнього середовища, на які впливає авіація, включають:

- забруднення атмосфери, ґрунту та води внаслідок викиду шкідливих речовин авіаційними двигунами та постійними джерелами.
- забруднення від шуму.
- необґрунтоване намічання та організація користування землею.
- поганий вплив на навколишнє середовище під час транспортування небезпечних та радіоактивних матеріалів, у тому числі випадкове забруднення через використання неякісного, несучасного обладнання.

Зона санітарної охорони водозабірної споруди

Для поверхневих вод навколо водозабору передбачено три зони.

До першої входить власне водойма, з якої забирається вода, а також територія основних споруд водопостачання (водозабір, насосно-очисні споруди, водойми).

У Зоні 1 заборонено використання пестицидів, органічних добрив і деяких мінеральних добрив, випуски стояків, напування та випасу худоби, рибальство, купання коней і собак, прання, поселення людей та різні будівельні роботи. Відведення води в існуючих будівлях в Зоні 1 повинно бути сплановано так, щоб поверхневий стік можна було безперешкодно відводити. Простір першої ділянки потрібно обгородити маяками, а територію відрізати від зовнішнього світу та оточити зеленню.

В зоні другого та третього поясів потрібно:

- Регулювати територіальне розміщення населених пунктів, виробництв, сільського господарства та інших об'єктів, які можуть бути джерелом забруднення.
- Організувати промислові, сільськогосподарські та інші підприємства та житлові райони для забезпечення дисциплінованого водопостачання, водовідведення та відведення СВ.
- Забезпечувати необхідний рівень очищення СВ.
- Виконувати тільки нормальну вирубку лісу.

Друга зона забороняє:

- Забруднити територію стічними водами, сміттям, фекаліями, промисловими відходами тощо.
- Розміщувати паливно-мастильні компоненти, пестициди та мінеральні добрива, шламові сховища та інші споруди, які можуть бути джерелами хімічного забруднення.
- Дислокувати могильники великої рогатої худоби, зрошення полів, фільтри та інші місця, які можуть призвести до мікробного забруднення у джерелі.

Межа третьої зони збігається з межею другої зони, але бічні межі стоків і водойм перехоплюються по вододілу, але не більше 3-5 км від водотоку або водосховища.

У третій зоні ведеться моніторинг стану водойми, включаючи моніторинг рівня води, зміни русла, руху насосів, замулення, заледеніння, льодоходів, льодоходу, якості води.

Збирайте проби яечної води систематично щомісячно або щорічно. Повні хіміко-бактеріологічні аналізи проводилися чотири рази на рік: влітку та взимку, під час весняних чи осінніх паводків при найвищих рівнях води у джерелі. Короткі фізико-хімічні параметри (температура, каламутність, рН, смак і запах, лужність, колір, загальна і карбонатна жорсткість, наявність сульфатів, хлоридів, азоту, аміаку, нітратів і нітритів) і бактеріологічні (титри E. coli, кількість бактерій) узгоджуються щомісяця з Епідеміологічної станцією.

Технічні засоби охорони санітарно-захисних зон і водоочисних споруд.

Межа першої зони водоканалу повинна збігатися зі стіною ділянки і встановлюватися на таких відстанях:

- від стінок фільтрованих (питної води) резервуарів, фільтрів (крім напірних), контактних світильників, від відкритих поверхонь води - не менше 30 м.
- від стін інших будівель та стовбурів водонапірних башт - не менше 15 м.

Огородження поблизу будівель заборонено, за винятком проїзду та адміністративно-житлового.

Склади витратних матеріалів для зберігання отруйних речовин, наприклад, хлору, повинні розташовуватися в будівлях і спорудах, де постійно перебувають люди, на відстані не менше 30 м від водойм.

Для огорожі ділянки водоочисних споруд моїм правилом повинна бути висота ґруші, 2, 5м. Можливі огорожі-ґруші висотою 2 м і колючим дротом 0,5 м.

На ділянці водоочисного споруди із зоною санітарно-захисної зони 1 необхідно забезпечити технічну охорону:

- Для забороненої зони встановіть шину 5-10 м уздовж внутрішньої огорожі майданчика, обнесену колючим або гладким залізним дротом, висотою 1,2 м.
- Каньйонна стежка в середині забороненої зони має ширину 1 метр від огорожі забороненої зони.
- Стовпчики - покажчики, що позначають межі заборонених зон, встановлені на відстані не більше 50 м

Охоронне освітлення на парканах:

Постовий зв'язок із залізним драконом і двостороння електрична тривожна колонка з пультом управління або гауптвахтом.

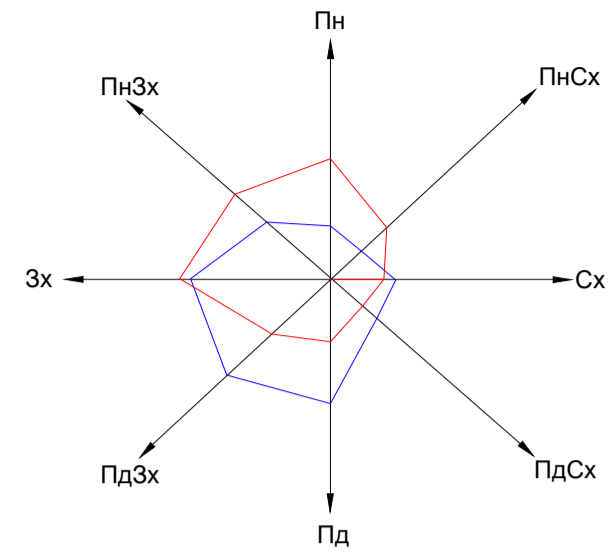
Сантехніка - Захисні смуги навколо першої зони зони очисних споруд за межами другої зони деревної зони водопостачання повинні мати ширину не менше 100 м.

Список літератури

1. ДБН 2.5-74:2013 Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – К: Мінрегіон України, 2013. – 180 с.
2. ДБН В.2.5-75:2013 Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – К: Мінрегіон України, 2013. – 223 с.
3. ДБН В.2.5-64:2012 Внутрішній водопровод та каналізація. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво. – К: Мінрегіон України, 2013. – 113 с.
4. ДСТУ-Н Б В.1.1- 27:2010 Будівельна кліматологія. – К: Мінрегіонбуд України, 2011. – 142 с.
5. Тугай А.М., Орлов В.О. Водопостачання: Підручник. – К.: Знання, 2009. – 735 с.
6. Хоружий П.Д., Хомуцька Т.П., Хоружий В.П. Ресурсозберігаючі технології водопостачання. – К.: Аграрна наука, 2008. – 534 с.
7. Хоружий П.Д., Ткачук О.А. Водопровідні системи і споруди: Навч. посібник. – К.: Вища шк., 1993. – 230 с..
8. Тугай А.М., Терновцев В.О., Тугай Я.А. Розрахунок і проектування споруд систем водопостачання: Навчальний посібник. – КНУБА, 2001. – 256с.
9. Белан А.Е., Хоружий П.Д. Проектирование и расчетустройствводоснабжения – 2-е изд. перераб. и доп. – К.: Будівельник, 1981. – 192 с.
10. Шевелев Ф.А., Шевелев А.Ф. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб. Справочное пособие. М., Стройиздат, 1984. – 116 с.
11. Насосные станции. Курсовое проектирование: Учеб. пособие/ Э.В. Залуцкий, А.И. Петрухно. – К.: Вища школа, 1987. – 167с.
12. ДСТУ Б А.2.4-1:2009. Умовні графічні зображення і позначки елементів санітарно – технічних систем.
13. ДСТУ Б А.2.4-1:2009. Умовні зображення і позначки трубопроводів та їх елементів.
14. ДСТУ Б А.2.4-1:2009. Водопровід і каналізація. Робочі креслення.

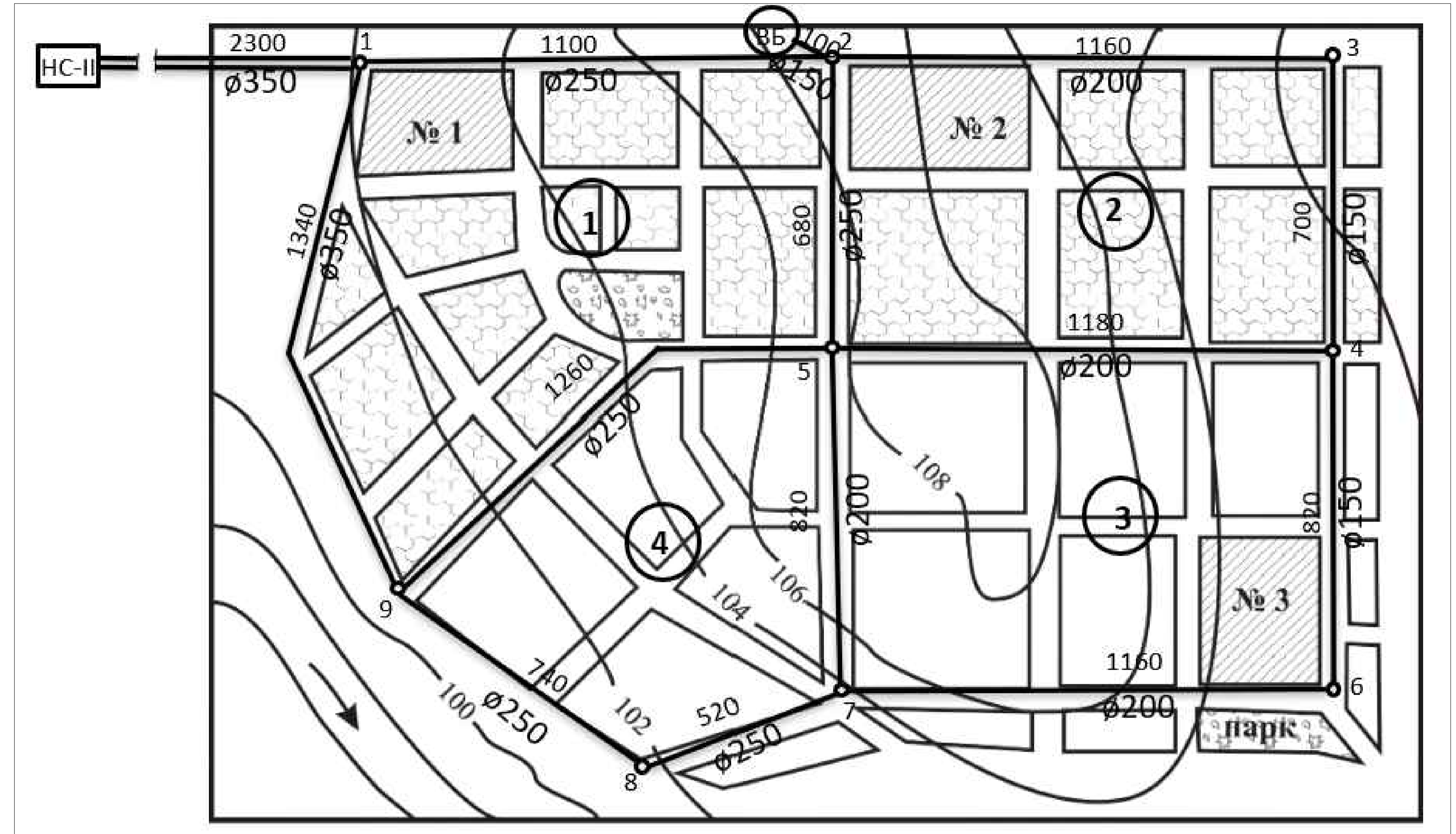
15. ДСТУ Б А.2.4-13:2009. Умовні графічні зображення та умовні позначки в документації з інженерно-геологічних вишукувань.

Схема магістральної водопровідної мережі М 1:5000

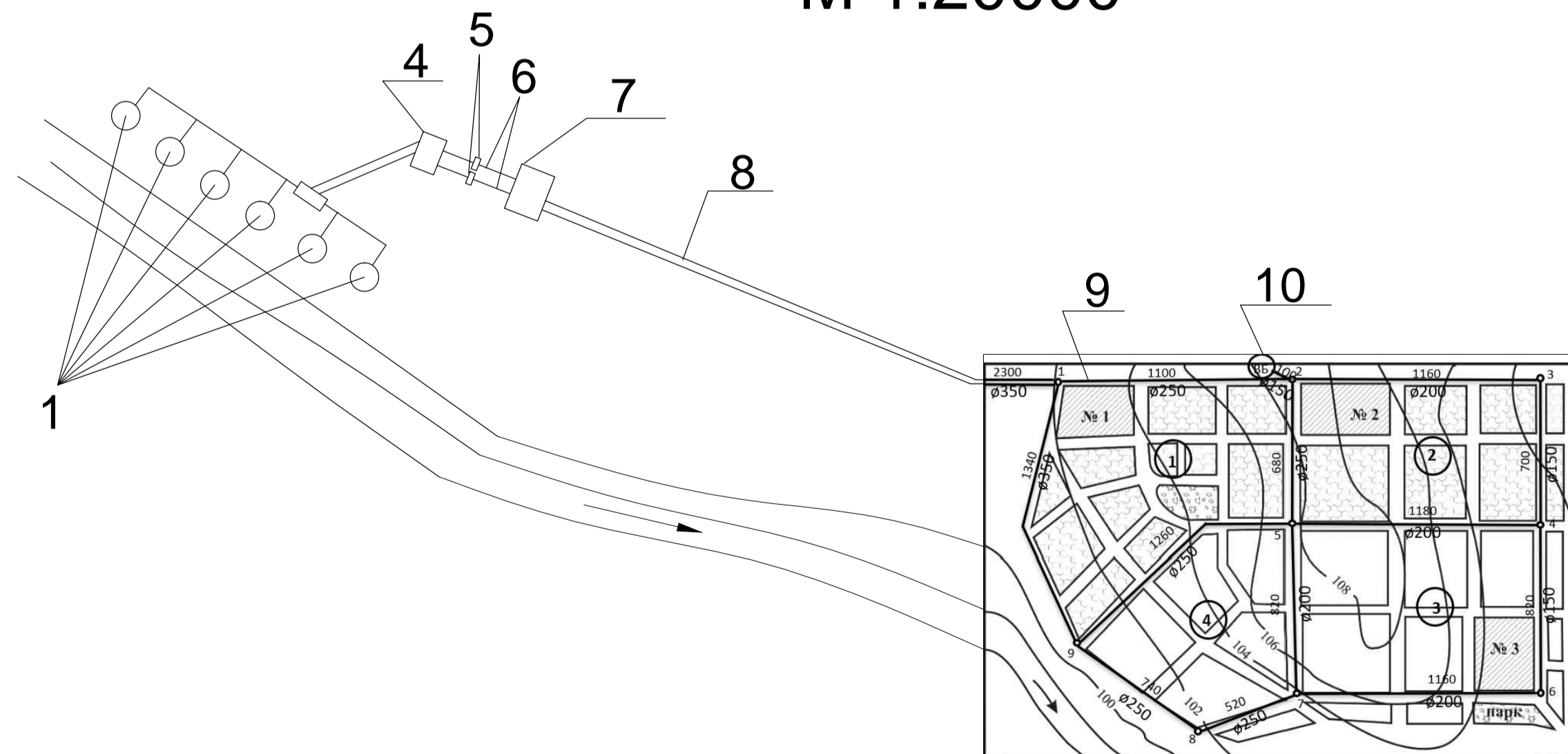


Умовні позначення:

- Житлова забудова I району
- Житлова забудова II району
- Промислові підприємства
- Зелена зона
- Водонапірна башта
- Номер розрахункового вузла
- Довжина та діаметр розрахункової ділянки



Ситуаційний план М 1:20000

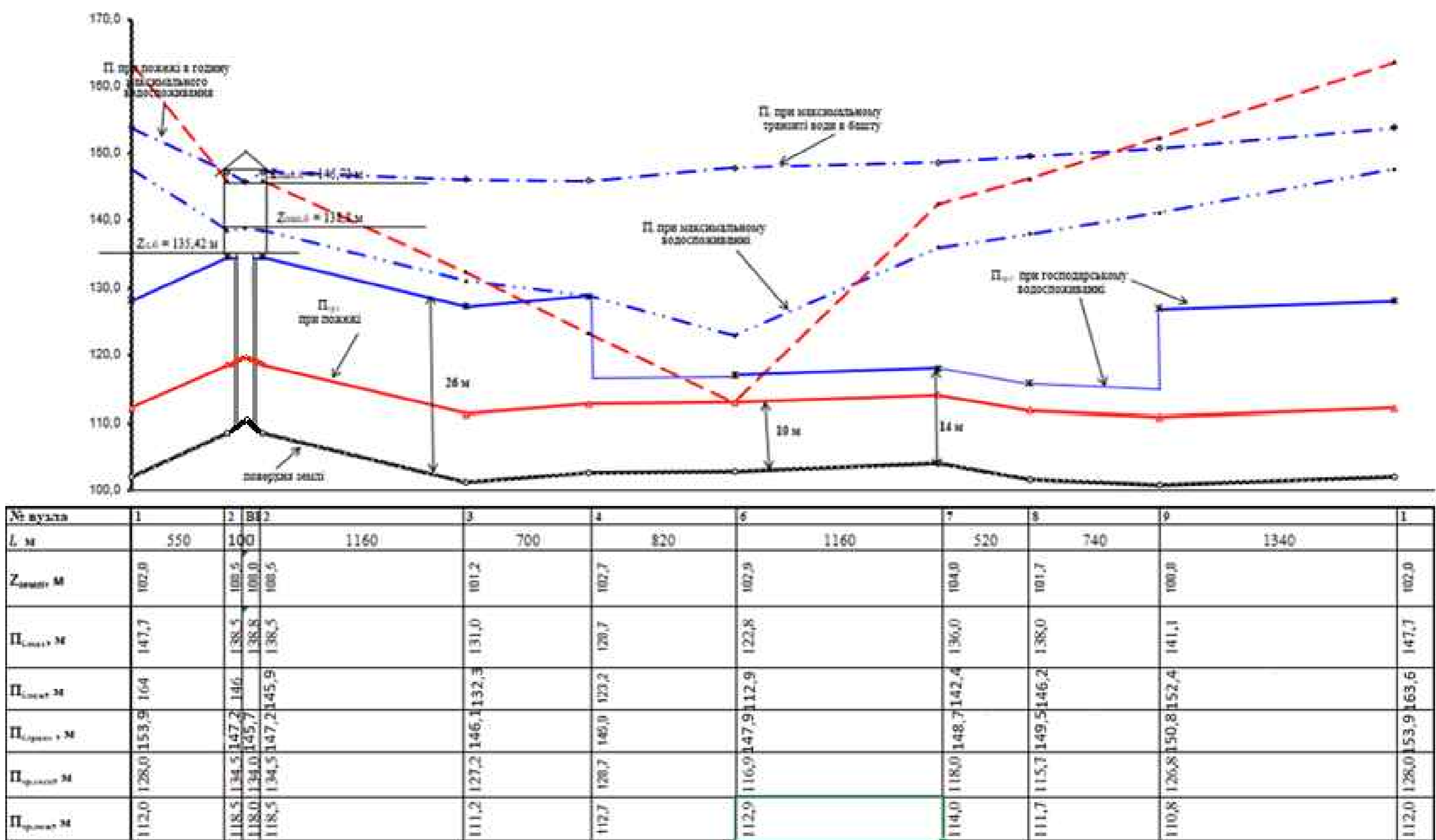


Експлікація споруд

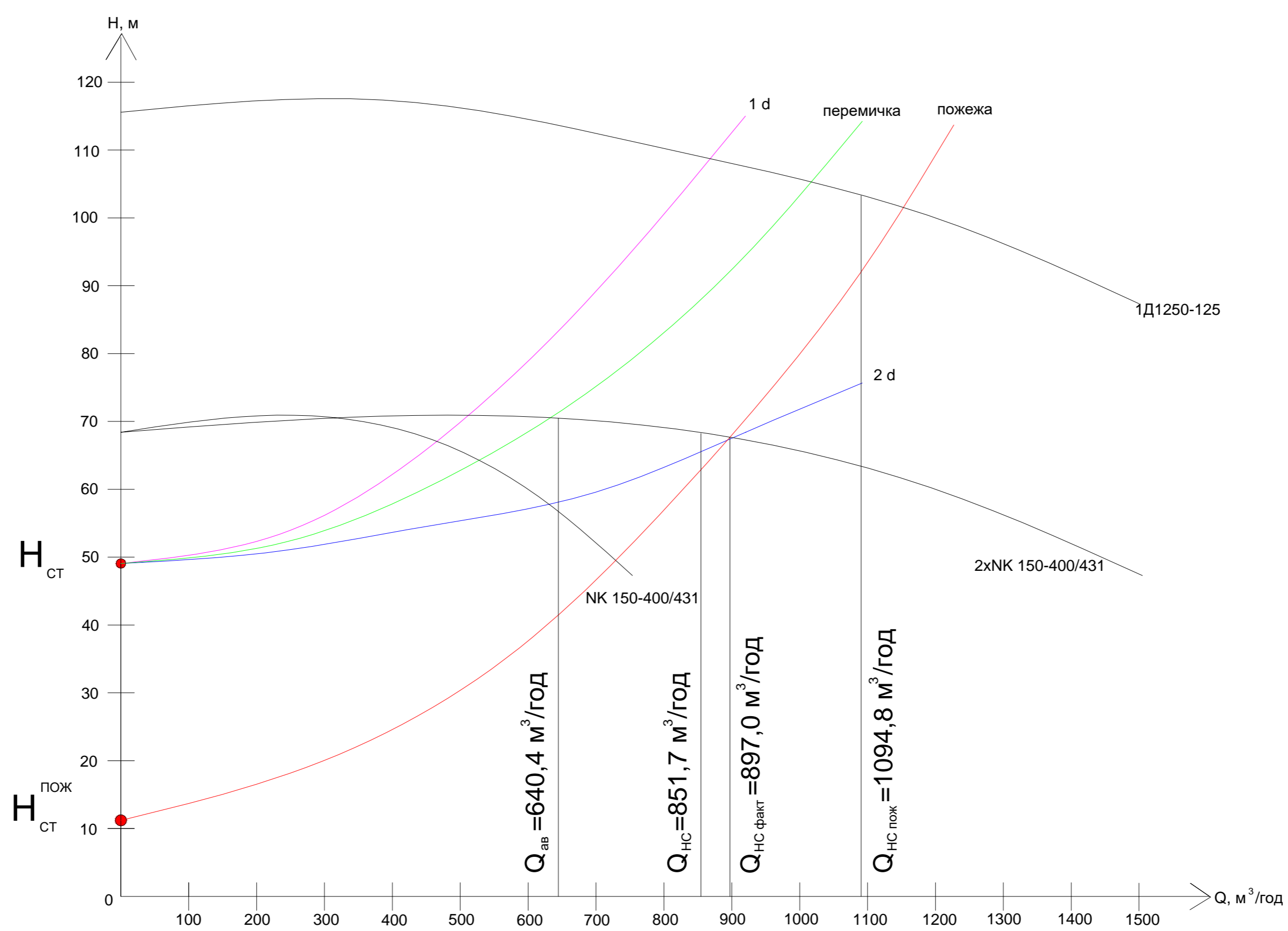
№	Найменування	Примітки
1	Трубчасті колодязі суміщені з насосною станцією I підйому	
2	Водоводи	
3	Камера переключення	
4	Очисна станція	
5	Резервуар чистої води (РЧВ)	
6	Всмоктувальні водоводи	
7	Насосна станція II підйому	
8	Напірні водоводи	
9	Магістральна водопровідна мережа	
10	Водонапірна башта	

Атестаційна робота бакалавра			
Кафедра водопостачання та водовідведення			
Зм. Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Зав. каф.	Хоружий В.П.		
Керівник	Балло В.П.		
Консульт.	Балло В.П.		
Виконав	Конограй А.М.		
Водопостачання міста з використанням води з підземного напірного водосносного горизонту			Стадія
			Аркуш
			Аркушів
			1 5
Схема магістральної водопровідної мережі, ситуаційний план, експлікація споруд, роза вітрів			КНУБА, ФІСЕ гр. ВВ-41, Київ 2022 р.

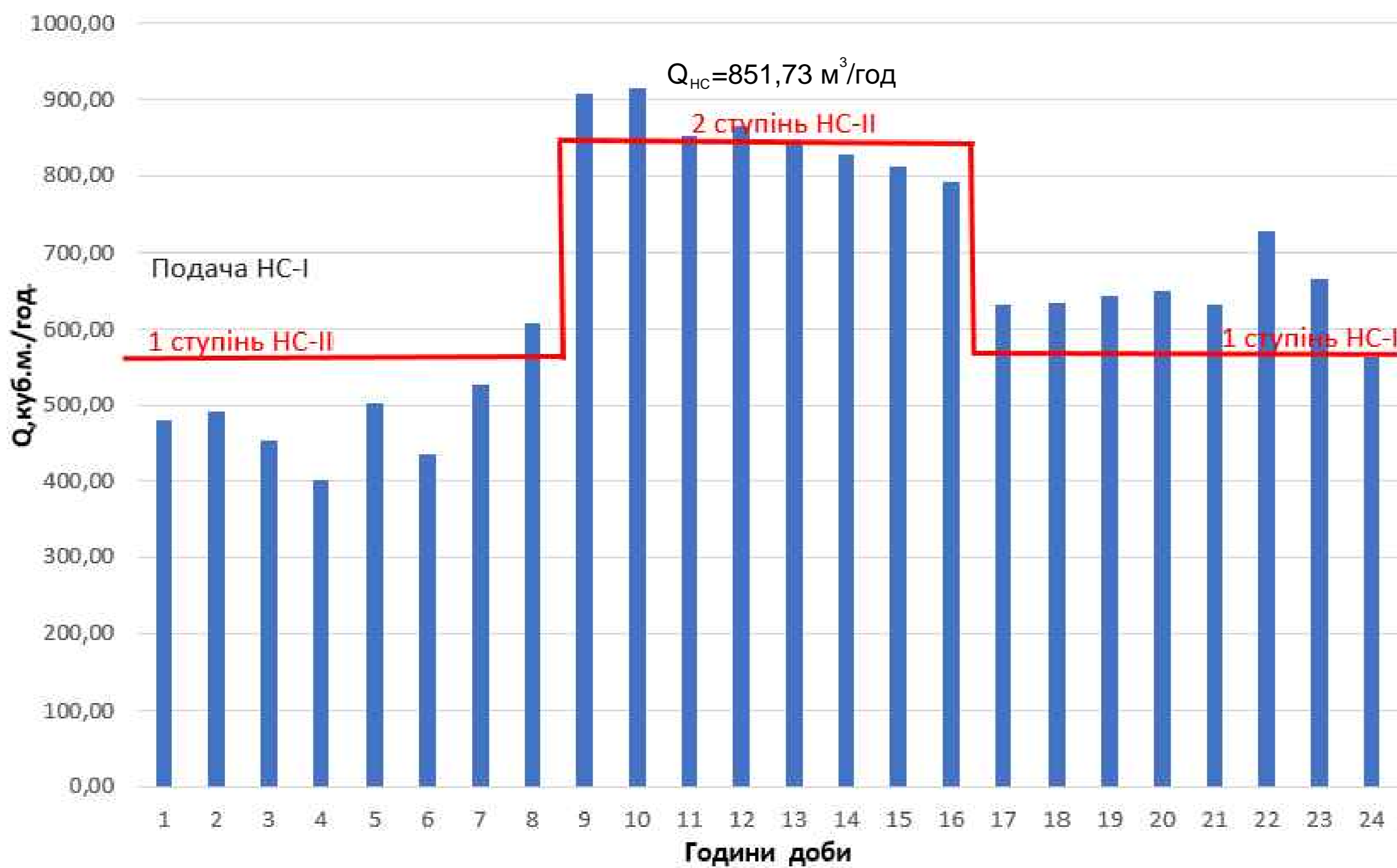
Графік п'єзометричних напорів



Графік сумісної роботи насосів і водоводів



Графік погодинного водоспоживання



Атестаційна робота бакалавра				
Кафедра водопостачання та водовідведення				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Зав. каф.	Хоружий В.П.			
Керівник	Балло В.П.			
Консульт.	Балло В.П.			
Виконав	Конограй А.М.			
Графік п'єзометричних напорів, графік сумісної роботи насосів і водоводів, графік погодинного водоспоживання			Стадія	Аркуш
			2	5
			КНУБА, ФІСЕ гр. ВВ-41, Київ 2022 р.	

План типового поверху
М 1:100



АксонOMETрична схема холодного водопроводу В1

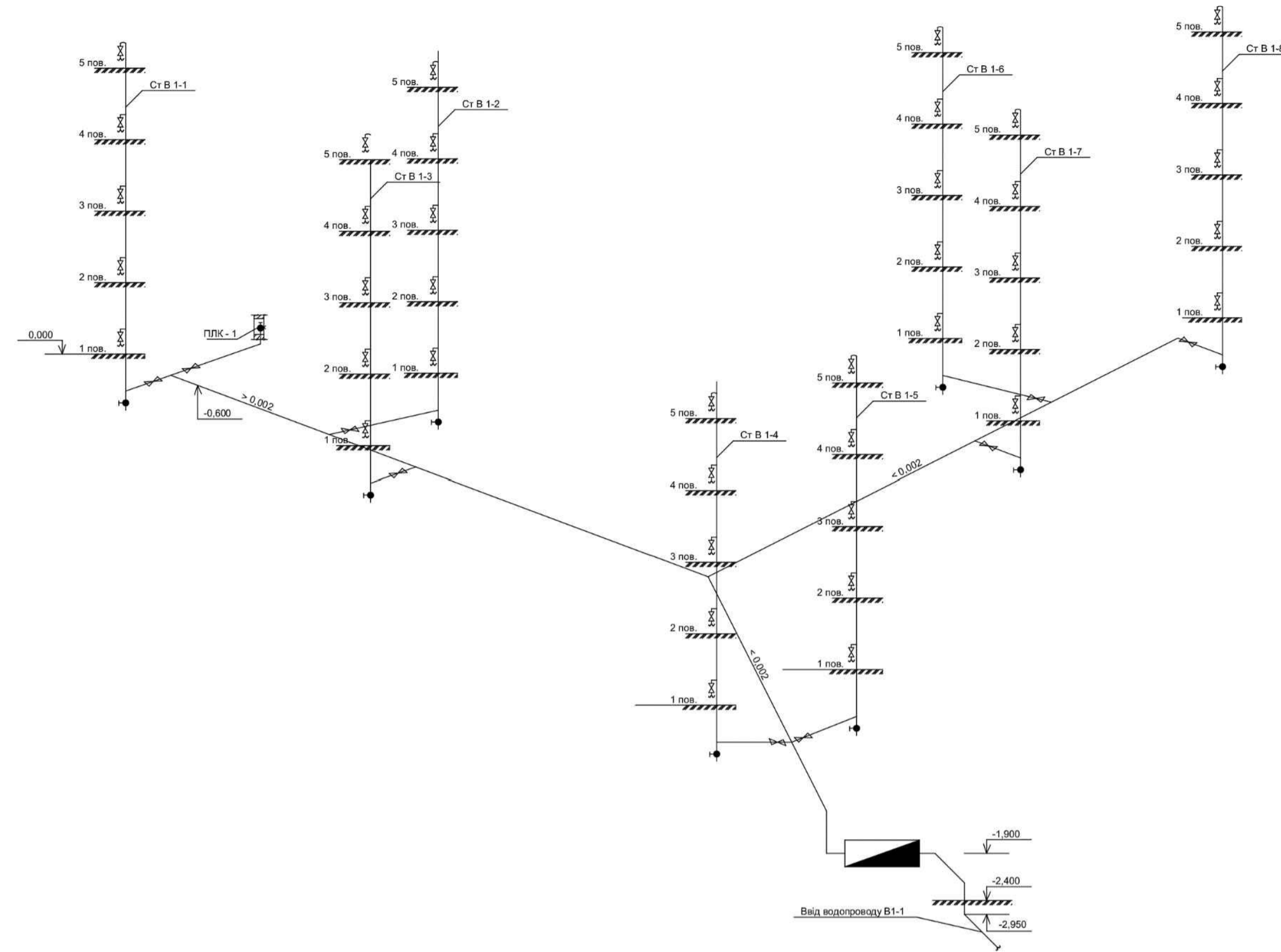


Схема квартирного лічильника

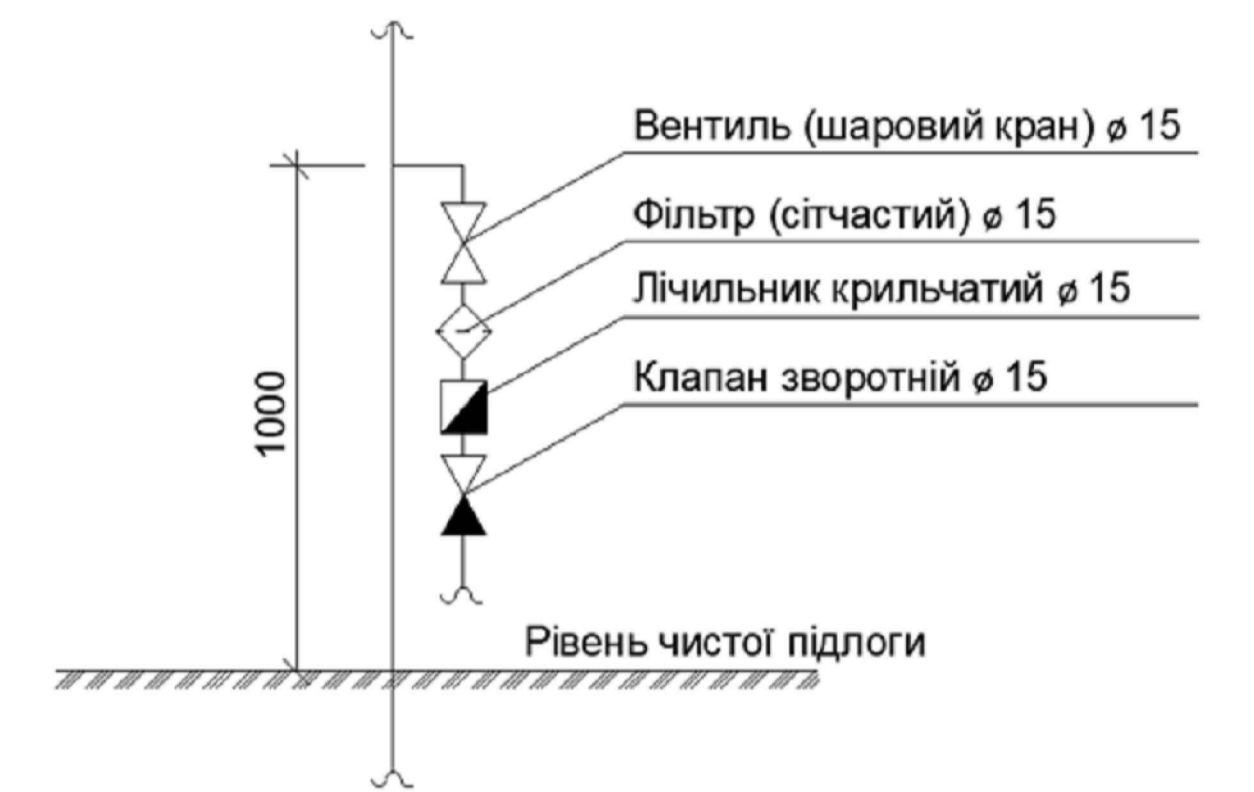
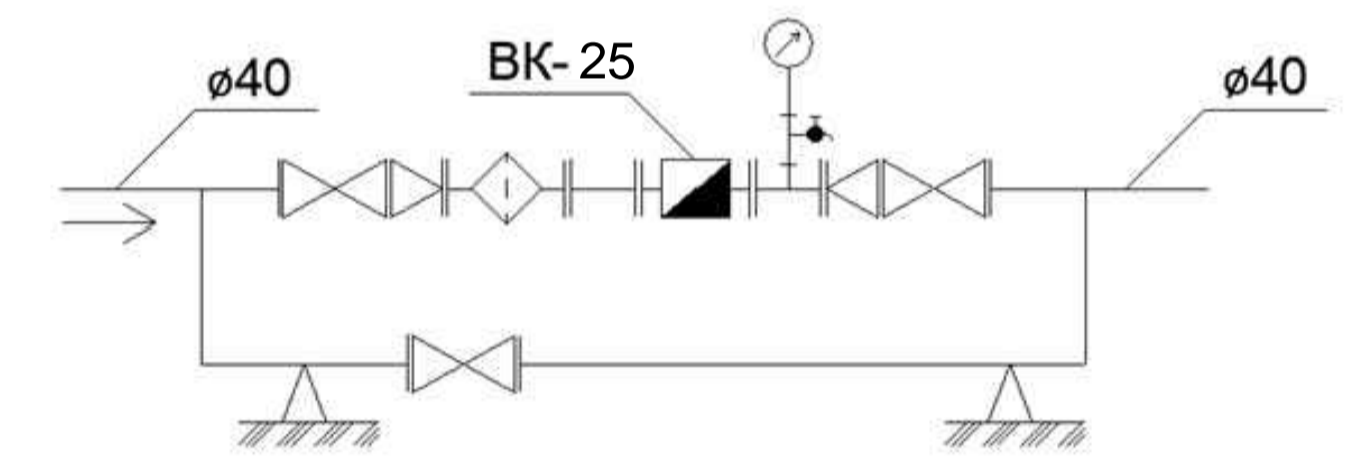
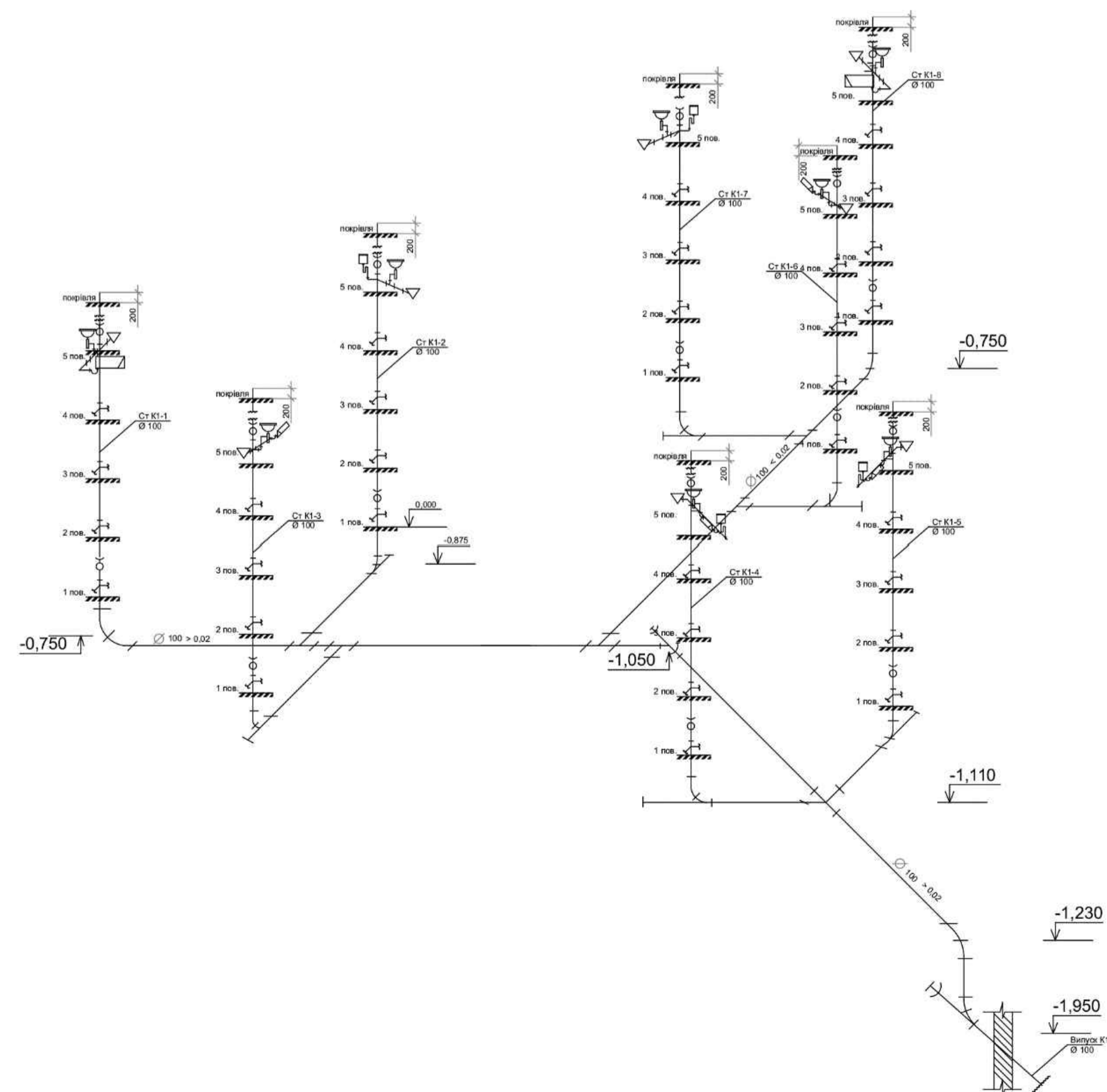


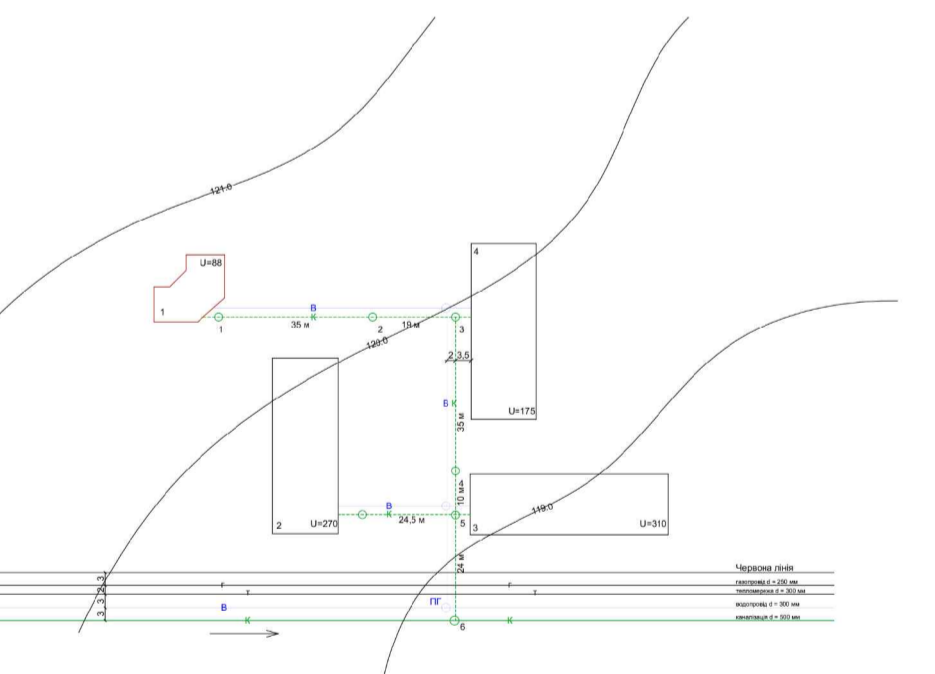
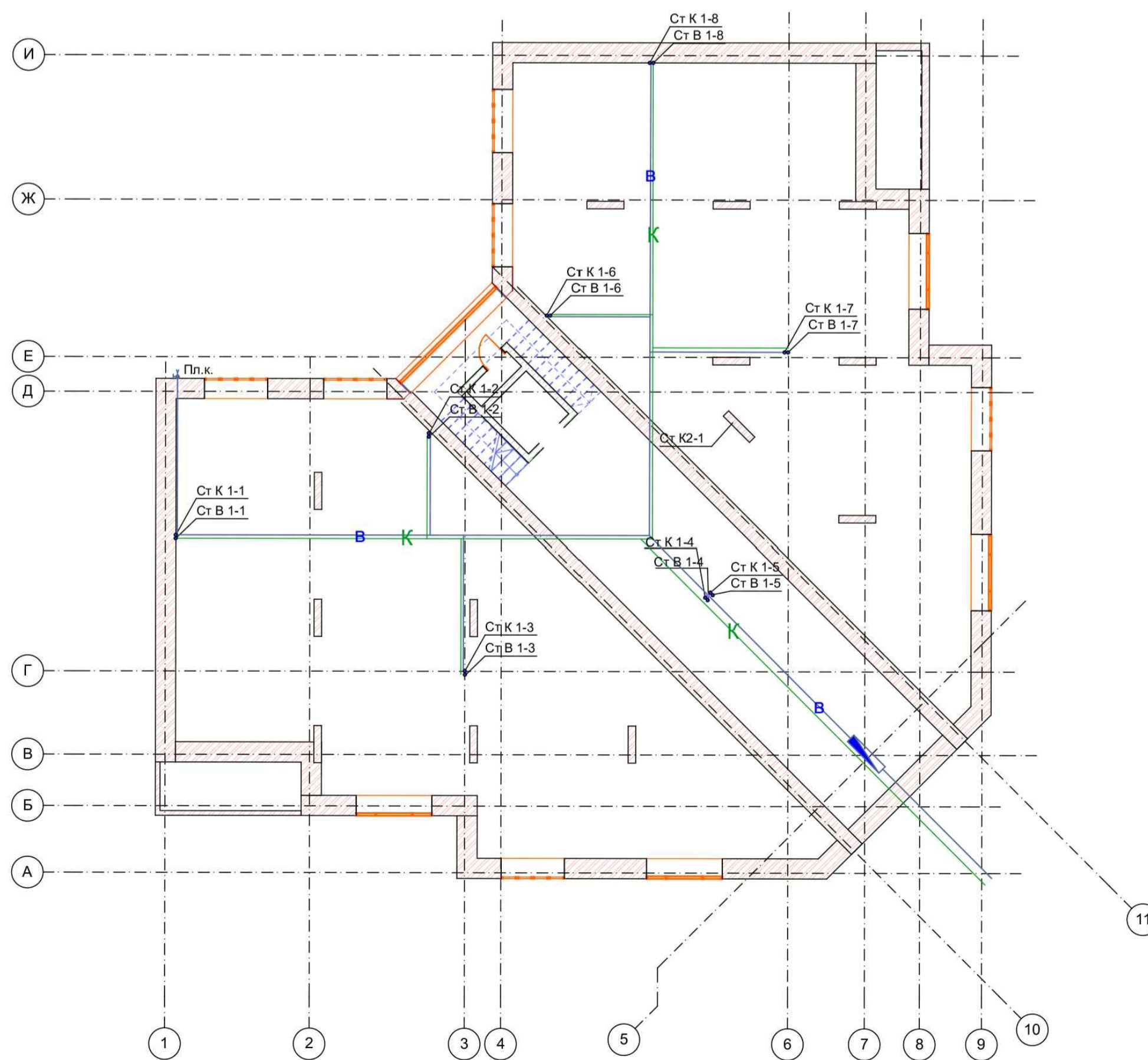
Схема водомірного вузла будинку



АксонOMETрична схема побутової каналізації



План підвалу
М 1:100



План кварталу з мережами водопостачання та водовідведення
М 1:1000

Атестаційна робота бакалавра			
Кафедра водопостачання та водовідведення			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис Дата
Зав. каф.	Хоружий В.П.		
Керівник	Балло В.П.		
Консульт.	Балло В.П.		
Виконав	Конограй А.М.		
Водопостачання міста з використанням води з підземного напірного водозносного горизонту		Стадія	Аркуш
План типового поверху, план підвалу, аксонOMETрична схема холодного водопроводу В1 та побутової каналізації, план кварталу, схеми водомірних вузлів		4	5
КНУБА, ФІСЕ гр. ВВ-41, Київ 2022 р.			

