

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

*Факультет інженерних систем та екології
Кафедра водопостачання та водовідведення*

“ Допустити до захисту в ДЕК”
Завідувач кафедри

_____ В. П. Хоружий
« _____ » _____ 2022 р.

Пояснювальна записка

до дипломного проекту
бакалавра

на тему Водопостачання міста з розробкою елементів станції
водопідготовки

Виконав: студент 4 курсу, групи ВВ-41
Галузь знань: 19 – Архітектура та будівництво
Спеціальність: 192 – Будівництво та цивільна
інженерія
Освітня програма: «Водопостачання та
водовідведення»

Філоненко Максим В'ячеславович
(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

Керівник доц. Аргатенко Т. В.
(прізвище та ініціали)

Рецензент проф. Хомутецька Т.П.
(прізвище та ініціали)

**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
освітня програма «Водопостачання та водовідведення»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри

_____ В. П. Хоружий

“ ____ ” _____ 20__ року

**З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ СТУДЕНТУ**

_____ Філоненко Максим В'ячеславович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту _____ Водопостачання міста з розробкою елементів станції
водопідготовки _____

керівник проекту

_____ кандидат технічних наук, доцент, Аргатенко Тетяна Вікторівна

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

затверджені наказом від “26” квітня 2022 року № 284

2. Термін подання студентом проекту _____ 15.02.22 _____

3. Вихідні дані до проекту

кількість населення _____ 62000 _____ осіб _____

кількість поверхів забудови _____ I район – 7 II район – 6 _____

ступінь благоустрою _____ з ваннами та місцевими водонагрівачами _____

кліматичні умови _____ I Лісостеп _____

пром підприємства _____ Хлібозавод, Завод чавунного лиття, Содовий завод _____

характеристика джерела водопостачання / водного об'єкту _____

Товщина льоду – 0.55 м Шуга – 2 бал. Середній діаметр зависі $d \cdot 10^{-4} – 1.4$ м.

– параметри для розрахунку очисних споруд _____

Калаутність води у джерелі – 90 мг/л _____

Кольоровість води – 56 град _____

Смак – 1 бал Запах – 1 бал. _____

Лужність – 1.1 мг-екв./л _____

Фтор – 0.31 мг/л

– дані для проектування санітарно-технічного обладнання будинку _____

Готування гарячої води: швидкісний водонагрівач – так

Гарантований напір в міському трубопроводі – 44 м

Наявність підвалу – так

Наявність внутрішньоквартальної дощової мережі – так

– дані для розробки технології будівництва об'єкту водопостачання / водовідведення _____

Кількість резервуарів – 2

Відстань між блоками – 10000 мм

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (*перелік питань, які потрібно розробити*) 1) Визначення водоспоживання населеного пункту;

2) Водопровідна мережа; 3) Водозабірні споруди; 4) Водопровідні очисні споруди; 5) Насосна станція II підйому; 6) СТО житлової будівлі;

7) Технологія будівельного виробництва.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1) План водопровідної мережі міста; 2) Ситуаційний план; 3) Ситуаційний план водозабірної споруди; 4) Графік п'єзометричних напорів; 5) Схема водозабірних споруд; 6) Висотна схема; 7) Графік сумісної роботи насосів та системи водопостачання міста; 8) План контактних освітлювачів; 9) Плани і аксонометричні схеми внутрішніх мереж ВВ; 10) Технологічні схеми будівництва об'єкта.

1. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____

Студент _____

(підпис)

Філоненко М.В. _____

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту _____

(підпис)

Аргатенко Т.В. _____

(прізвище та ініціали)

Зміст

Розділ 1. Визначення водоспоживання населеного пункту...	6
Розділ 2. Водопровідна мережа.....	13
Розділ 3. Водозабірні споруди.....	42
Розділ 4. Водопровідні очисні споруди.....	53
Розділ 5. Насосна станція II підйому.....	67
Розділ 6. СТО житлової будівлі.....	70
Розділ 7. Технологія будівельного виробництва.....	75
Література	

Розділ 1. Визначення водоспоживання населеного пункту

1.1. Вихідні дані для проектування

1. Кількість населення:

I район - 39000 осіб

II район - 23000 осіб

2. Кількість поверхів забудови міста:

I район - 7

II район - 6

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

I район - з централізованим гарячим водопостачанням

II район - з ваннами та місцевими водонагрівачами

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

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 максимум змін у		за добу	за максимум змін у		
1	Хлібозавод	1	т	150	150	2,1	90	90	70	80
2	Чавунного лиття	2	т	85	45	21	2100	1100	80	90
3	Содовий	3	т	45	18	25	120	50	60	70

6. Довжина напірних водоводів - 1,7 км

7. Відмітка поверхні землі біля насосної станції II підйому - 345,0 м

8. Генплан міста (М 1:20000)



Рис.1

1.2. Визначення розрахункових добових витрат води

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

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

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

Водоспоживання населення міста

Таблица 1

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	Qдоб.мін,м ³ /добу
39000	250	9750	1,22	11895	0,83	8092,5
23000	180	4140	1,24	5133,6	0,85	3519
62000	-	13890	-	17028,6	-	11611,5

Водоспоживання на виробничі потреби підприємств

Таблиця 2

Назва підприємства	№ зміни	Одиниця продукції	q в , м ³ /од	N прод , од./зміну	Q в , м ³ /зміну
Хлібозавод	1	т	2,1	150	315
	2				0
	3				0
	Всього			150	315
Чавунного лиття	1	т	21	45	945
	2	т	21	40	840
	3				
	Всього			85	1785
Содовий	1	т	25	18	450
	2	т	25	13,5	337,5
	3	т	25	13,5	337,5
	Всього			45	1125
Разом					3225

Водоспоживання на господарсько-питні потреби підприємств та прийняття душу

Таблиця 3

№ підприємства	№ зміни	К-сть працюючих, ос.	Гарячі цехи			Холодні цехи			Q _{г-п} , м ³	Прийняття душу			
			N _г , ос.	q _г , л/ос.	Q _г , м ³	N _х , ос.	q _х , л/ос.	Q _х , м ³		N _д , ос.	q _д , л/ос.	Q _д , м ³	
1	1	90	63	45	2,835	27	25	0,675	3,51	72	25	1,8	
	2				0			0	0			0	
	3				0			0	0			0	
	Σ	90	63		-	2,835		27	-			0,675	3,51
2	1	1100	880	45	39,6	220	25	5,5	45,1	990	125	123,75	
	2	1000	800		36	200		5	41			900	112,5
	3				-			-	-				-
	Σ	2100	1680		-	75,6		420	-			10,5	86,1
3	1	50	30	45	1,35	20	25	0,5	1,85	35	75	2,625	
	2	35	21		0,945	14		0,35	1,295			24	1,8
	3	35	21		0,945	14		0,35	1,295			24	1,8
	Σ	120	72		-	3,24		48	-			1,2	4,44
Разом	-	2310	1815	-	81,675	495	-	12,375	94,05	2045	-	244,275	

Витрати води на полив вулиць та зелених насаджень

Таблиця 4

Райони міста	Кількість населення, осіб	Питомі витрати води на 1 особу, л/добу	Витрата води, м ³ /добу
I	39000	50	1950
II	23000	50	1150
Разом	50000	-	3100

Баланс добового водоспоживання міста

Таблиця 5

№	Споживачі	Витрата води, м ³ /добу		
		середньо-добова	доба максимального водоспоживання	доба мінімального водоспоживання
1	Населення I району	9750	11895	8092,5
	Невраховані витрати	975	1189,5	809,25
	Разом	10725	13084,5	8901,75
2	Населення II району	4140	5133,6	3519
	Невраховані витрати	414	513,36	351,9
	Разом	4554	5646,96	3870,9
3	Підприємство 1			
	Виробничі потреби	315	315	315
	Господарсько-питні	3,51	3,51	5,51
	Душові	1,8	1,8	1,8
	Разом	320,31	320,31	320,31
4	Підприємство 2			
	Виробничі потреби	1785	1785	1785
	Господарсько-питні	86,1	86,1	86,1
	Душові	236,25	236,25	236,25
	Разом	2107,35	2107,35	2107,35
5	Підприємство 3			
	Виробничі потреби	1125	1125	1125
	Господарсько-питні	4,44	4,44	4,44
	Душові	6,225	6,225	6,225
	Разом	1135,665	1135,665	1135,665
6	Полив вулиць і зелених насаджень			
	I район	975	1950	0
	II район	575	1150	0
	Разом	1550	3100	0
Всього по місту		20392,325	25394,785	16335,975

1.3 Визначення погодинних витрат води

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

Визначення погодинних витрат у місті

Таблиця 6

Годи-ни доби	населення I району		населення II району		Разом	Підприємство 1				Підприємство 2				Підприємство 3				ΣQ, м ³ /год	Полив		Q _{міста} , м ³ /год
	% від Q _{доб.лик}	витрата, м ³ /год	% від Q _{доб.лик}	витрата, м ³ /год		ви-роб-ничі	госп-питні	ду-шові	разом	ви-роб-ничі	госп-питні	ду-шові	разом	ви-роб-ничі	госп-питні	ду-шові	разом		I ра-йон	II ра-йон	
1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00	12,00	13,00	14,00	15,00	16,00	17,00	18,00	19,00	20,00	21,00	22,00
0-1	1,50	196,27	1,50	84,70	280,97				0,00	0,00	0,00	112,50	112,50	42,19	0,16	1,80	44,15	437,61	0,00	0,00	437,61
1-2	1,50	196,27	1,50	84,70	280,97				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	42,19	0,16		42,35	323,31	0,00	0,00	323,31
2-3	1,50	196,27	1,50	84,70	280,97				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	42,19	0,16		42,35	323,31	0,00	0,00	323,31
3-4	1,50	196,27	1,50	84,70	280,97				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	42,19	0,16		42,35	323,31	0,00	0,00	323,31
4-5	2,50	327,11	2,50	141,16	468,28				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	42,19	0,16		42,35	510,62	243,75	143,75	898,12
5-6	3,50	457,96	3,50	197,63	655,59				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	42,19	0,16		42,35	697,93	243,75	143,75	1085,43
6-7	4,50	588,80	4,50	254,09	842,90				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	42,19	0,16		42,35	885,24	243,75	0,00	1128,99
7-8	5,50	719,65	5,50	310,56	1030,21				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	42,19	0,16		42,35	1072,55	243,75	0,00	1316,30
8-9	6,25	817,78	6,25	352,91	1170,69	39,38	0,44		39,81	118,13	5,64	0,00	123,76	56,25	0,23	1,80	58,28	1392,55	0,00	0,00	1392,55
9-10	6,25	817,78	6,25	352,91	1170,69	39,38	0,44		39,81	118,13	5,64	0,00	123,76	56,25	0,23		56,48	1390,75	0,00	0,00	1390,75
10-11	6,25	817,78	6,25	352,91	1170,69	39,38	0,44		39,81	118,13	5,64	0,00	123,76	56,25	0,23		56,48	1390,75	0,00	0,00	1390,75
11-12	6,25	817,78	6,25	352,91	1170,69	39,38	0,44		39,81	118,13	5,64	0,00	123,76	56,25	0,23		56,48	1390,75	0,00	0,00	1390,75
12-13	5,00	654,23	5,00	282,33	936,55	39,38	0,44		39,81	118,13	5,64	0,00	123,76	56,25	0,23		56,48	1156,61	0,00	0,00	1156,61
13-14	5,00	654,23	5,00	282,33	936,55	39,38	0,44		39,81	118,13	5,64	0,00	123,76	56,25	0,23		56,48	1156,61	0,00	0,00	1156,61
14-15	5,50	719,65	5,50	310,56	1030,21	39,38	0,44		39,81	118,13	5,64	0,00	123,76	56,25	0,23		56,48	1250,26	0,00	0,00	1250,26
15-16	6,00	785,07	6,00	338,79	1123,86	39,38	0,44		39,81	118,13	5,64	0,00	123,76	56,25	0,23		56,48	1343,92	0,00	0,00	1343,92
16-17	6,00	785,07	6,00	338,79	1123,86			1,80	1,80	105,00	5,13	123,75	233,88	42,19	0,16	2,63	44,97	1404,51	0,00	0,00	1404,51
17-18	5,50	719,65	5,50	310,56	1030,21				0,00	105,00	5,13	0,00	110,13	42,19	0,16		42,35	1182,68	0,00	0,00	1182,68
18-19	5,00	654,23	5,00	282,33	936,55				0,00	105,00	5,13	0,00	110,13	42,19	0,16		42,35	1089,02	0,00	143,75	1232,77
19-20	4,50	588,80	4,50	254,09	842,90				0,00	105,00	5,13	0,00	110,13	42,19	0,16		42,35	995,37	0,00	143,75	1139,12
20-21	4,00	523,38	4,00	225,86	749,24				0,00	105,00	5,13	0,00	110,13	42,19	0,16		42,35	901,71	243,75	143,75	1289,21
21-22	3,00	392,54	3,00	169,40	561,93				0,00	105,00	5,13	0,00	110,13	42,19	0,16		42,35	714,40	243,75	143,75	1101,90
22-23	2,00	261,69	2,00	112,93	374,62				0,00	105,00	5,13	0,00	110,13	42,19	0,16		42,35	527,09	243,75	143,75	914,59
23-24	1,50	196,27	1,50	84,70	280,97				0,00	105,00	5,13	0,00	110,13	42,19	0,16		42,35	433,44	243,75	143,75	820,94
Всього	100,00	13084,50	100,00	5646,50	18731,00	315,00	3,51	1,80	320,31	1785,00	86,10	236,25	2107,35	800,00	1,24	2,63	1135,67	22294,33	1950,00	1150,00	25394,33

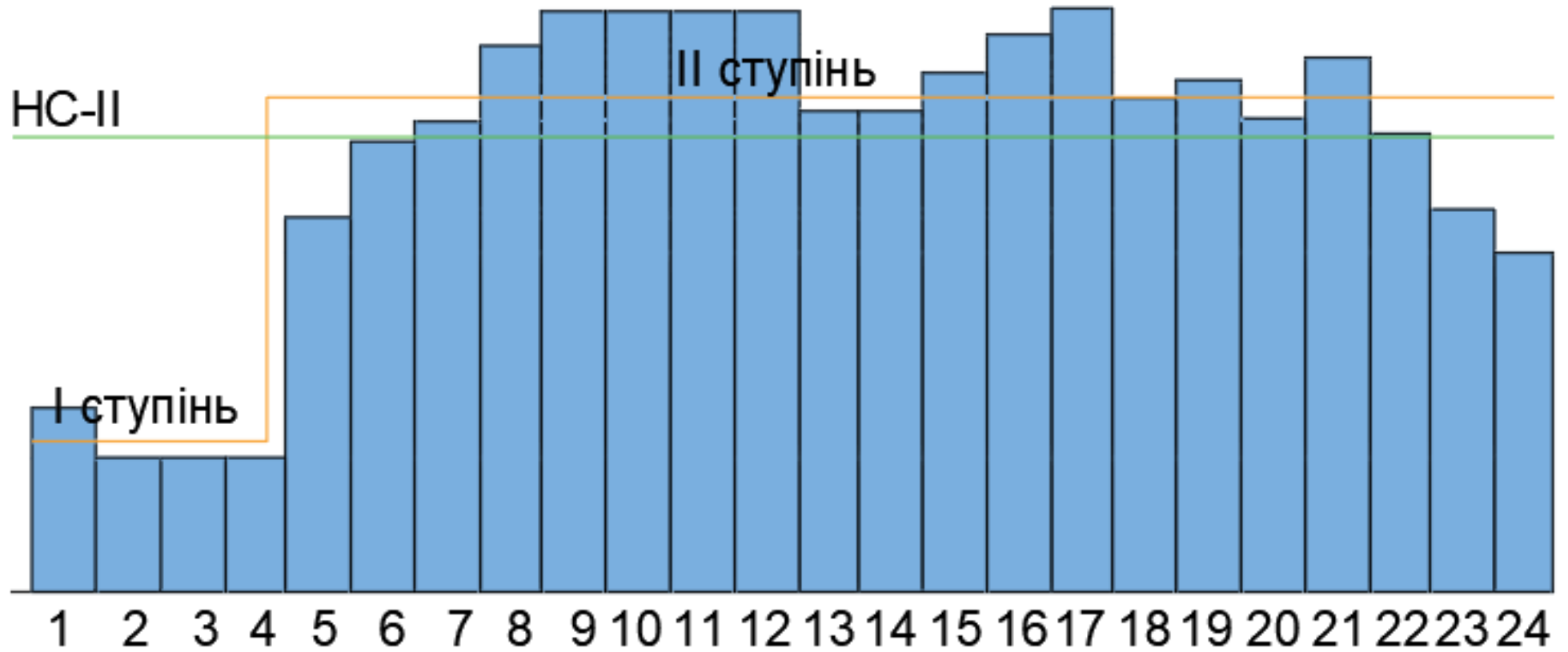


Рис.2. Добові графіки водоспоживання міста і подачі води насосними станціями

Визначення подачі насосів на насосних станціях

Таблиця 7

	Тривалість роботи насосів, год.	Витрата, м ³ /год	Подача, м ³ /добу
1 ступінь	4	351,89	1407,56
2 ступінь	20	1199,34	23986,77
3 ступінь	0	0	0,00
НС - II	24	1058,1	25394,33

Розділ 2 Водопровідна мережа

2.1 Трасування водопровідної мережі

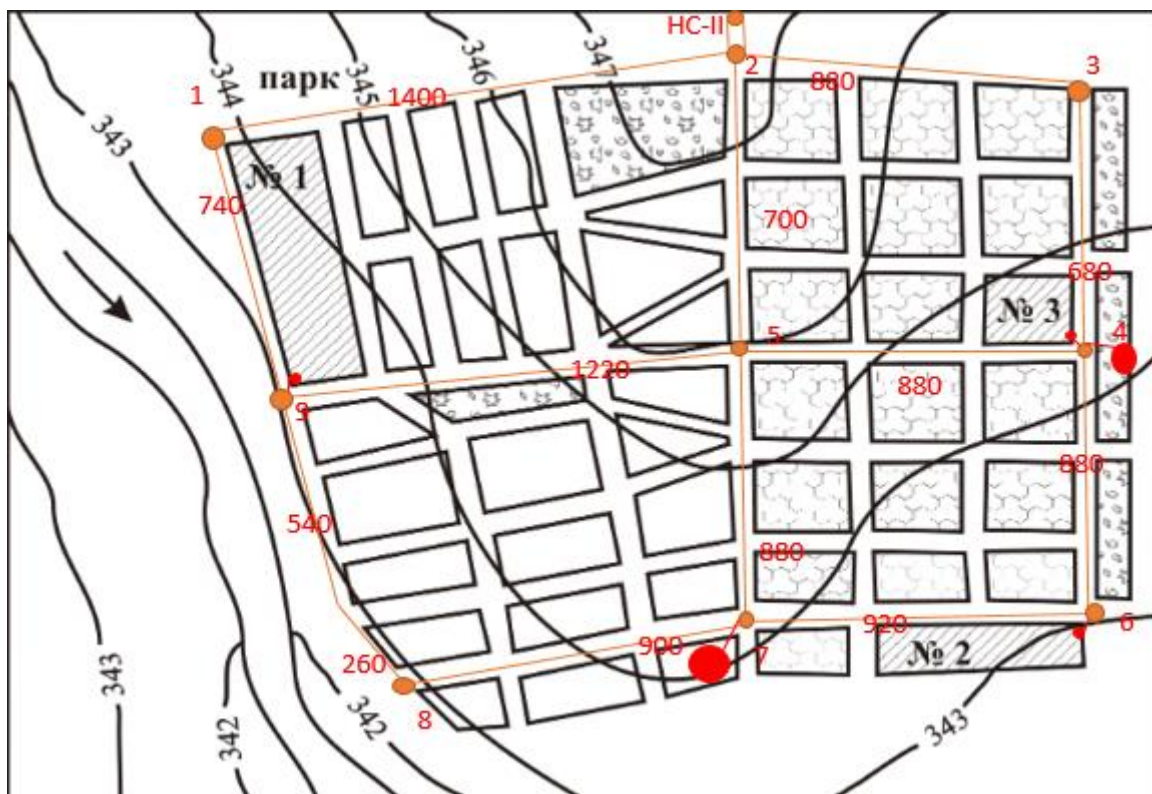


Рис.3

1.5 Визначення місткості регулюючих споруд

Визначення регулюючого об'єму бака водонапірної башти

Таблица 8

Години доби	$Q_{\text{міста}}, \text{ м}^3/\text{год}$	$Q_{\text{в.с.п.}}, \text{ м}^3/\text{год}$	$q \text{ у бак}, \text{ м}^3/\text{год}$	$q \text{ із бака}, \text{ м}^3/\text{год}$	$W \text{ у баку}, \text{ м}^3$
1	2	3	4	5	6
0-1	437,614	351,889	0,000	85,725	-85,725
1-2	323,314	351,889	28,575	0,000	-57,150
2-3	323,314	351,889	28,575	0,000	-28,575
3-4	323,314	351,889	28,575	0,000	-0,000
4-5	898,124	1199,338	301,214	0,000	301,214
5-6	1085,434	1199,338	113,904	0,000	415,118
6-7	1128,994	1199,338	70,344	0,000	485,462
7-8	1316,304	1199,338	0,000	116,966	368,496
8-9	1392,545	1199,338	0,000	193,207	175,289
9-10	1390,745	1199,338	0,000	191,407	-16,117
10-11	1390,745	1199,338	0,000	191,407	-207,524
11-12	1390,745	1199,338	0,000	191,407	-398,931
12-13	1156,608	1199,338	42,731	0,000	-356,200
13-14	1156,608	1199,338	42,731	0,000	-313,469
14-15	1250,263	1199,338	0,000	50,924	-364,393
15-16	1343,918	1199,338	0,000	144,579	-508,972
16-17	1404,509	1199,338	0,000	205,171	-714,143
17-18	1182,679	1199,338	16,659	0,000	-697,484
18-19	1232,774	1199,338	0,000	33,436	-730,920
19-20	1139,119	1199,338	60,219	0,000	-670,701
20-21	1289,214	1199,338	0,000	89,876	-760,577
21-22	1101,904	1199,338	97,434	0,000	-663,143
22-23	914,594	1199,338	284,744	0,000	-378,399
23-24	820,939	1199,338	378,399	0,000	0,000
Всього	25394,33	25394,33	1494,10	1494,10	

Регулюючий об'єм бака башти дорівнює арифметичній сумі найбільшого додатного і від'ємного значень залишку води в баку.

$$W_{\text{рег.б}} = 747,623$$

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

$$W_{\text{б}} = W_{\text{рег.б}} + W_{\text{пож.б}}$$

$$W_{\text{пож б}} = 58,19516667 \text{ м}^3$$

$$W_{\text{б}} = 805,819$$

Оскільки об'єм баку дуже великий то система буде безбаштова

Визначення регулюючого об'єму РЧВ

Таблица 9

Години доби	Qнс-п, м ³ /год	Qнс-п, м ³ /год	q до РЧВ, м ³ /год	q із РЧВ, м ³ /год	W у РЧВ, м ³
1	2	3	4	5	6
0-1	1058,097	437,614375	620,483	0,000	620,483
1-2	1058,097	323,314375	734,783	0,000	1355,265
2-3	1058,097	323,314375	734,783	0,000	2090,048
3-4	1058,097	323,314375	734,783	0,000	2824,830
4-5	1058,097	898,124375	159,973	0,000	2984,803
5-6	1058,097	1085,434375	0,000	27,337	2957,465
6-7	1058,097	1128,994375	0,000	70,897	2886,568
7-8	1058,097	1316,304375	0,000	258,208	2628,360
8-9	1058,097	1392,545	0,000	334,448	2293,912
9-10	1058,097	1390,745	0,000	332,648	1961,264
10-11	1058,097	1390,745	0,000	332,648	1628,616
11-12	1058,097	1390,745	0,000	332,648	1295,968
12-13	1058,097	1156,6075	0,000	98,511	1197,457
13-14	1058,097	1156,6075	0,000	98,511	1098,946
14-15	1058,097	1250,2625	0,000	192,166	906,781
15-16	1058,097	1343,9175	0,000	285,821	620,960
16-17	1058,097	1404,509375	0,000	346,413	274,548
17-18	1058,097	1182,679375	0,000	124,583	149,965
18-19	1058,097	1232,774375	0,000	174,678	-24,712
19-20	1058,097	1139,119375	0,000	81,022	-105,735
20-21	1058,097	1289,214375	0,000	231,118	-336,852
21-22	1058,097	1101,904375	0,000	43,807	-380,660
22-23	1058,097	914,594375	143,503	0,000	-237,157
23-24	1058,097	820,939375	237,158	0,000	0,000
Всього	25394,33	25394,33	3365,463	3365,463	

Таблиця 10

Wрег	3365,463
WВП	1523,660
Wпож р	541,161
Wрчв	5430,284
Wрчв1	2715,142
Wрчв2	2715,142
hрег	2,597
hпож	0,418
hВП	1,176
Zmax	346
Zд	341,16
Zmin	342,228

2.2 Визначення розрахункових режимів роботи водопровідних мереж та секундних витрат води

Визначення розрахункових секундних витрат води

Таблиця 11

Розмірність	Q _{нас.І.}	Q _{нас.ІІ.}	Q _{підр.І.}	Q _{підр.ІІ.}	Q _{підр.ІІІ.}	Q _{пол.І.}	Q _{пол.ІІ.}	Всього
година максимального водоспоживання								
м ³ /год	785,070	338,790	1,8	233,875	44,974	0	0	1404,509
л/с	218,075	94,108	0,5	64,965	12,493	0	0	390,141
година мінімального водоспоживання								
м ³ /год	196,2675	84,6975	0	0	42,349	0	0	323,314
л/с	54,519	23,527	0	0	11,764	0	0	89,810

Визначення секундних витрат живлення мережі

Таблиця 12

Одиниця	Режим	Водоспоживання	Подача насосів
м ³ /год	max	1404,509	1404,509
л/с		390,141	390,141
м ³ /год	min	323,314	323,314
л/с		89,810	89,810
м ³ /год	max+пож	1656,509	1656,509
л/с		460,141	460,141

2.2 Визначення дорожніх витрат та вузлових відборів

Для кожного з районів визначаємо питому витрату води

Таблиця 13

при максимальному водоспоживанні	
qпит1	0,050
qпит2	0,021
при мінімальному водоспоживанні	
qпит1	0,012
qпит2	0,005

Визначення дорожніх витрат води

Таблиця 14

Ділянка	Фактична довжина, м	Розрахункова довжина, м	Q _{д.мах} , л/с	Q _{д.транз} , л/с
Район I				
1-2	1400,00	700,00	34,85	8,71
2-5	700,00	350,00	17,43	4,36
5-7	880,00	440,00	21,91	5,48
5-9	1220,00	1220,00	60,74	15,19
7-8	900,00	900,00	44,81	11,20
8-9	800,00	400,00	19,92	4,98
9-1	740,00	370,00	18,42	4,61
Разом	6640,00	4380,00	218,08	54,52
Район II				
2-3	880,00	440,00	9,02	2,26
3-4	680,00	680,00	13,94	3,49
4-6	880,00	880,00	18,04	4,51
6-7	920,00	920,00	18,86	4,72
7-5	880,00	440,00	9,02	2,26
5-4	880,00	880,00	18,04	4,51
5-2	700,00	350,00	7,18	1,79
Разом	5820,00	4590,00	94,11	23,53
Всього	12460,00	8970,00	312,18	78,05

№ вузла	max			max+пож		транзит		
	Q _{вузл} , л/с	Q _{зос} , л/с	Q _{вузл} , л/с	Q _{пож} , л/с	Q _{вузл} , л/с	Q _{вузл} , л/с	Q _{зос} , л/с	Q _{вузл} , л/с
1	26,637		26,637		26,637	6,659		6,659
2	34,238		34,238		34,238	8,559		8,559
3	11,482		11,482		11,482	2,870		2,870
4	25,014	12,493	37,506	35,000	72,506	6,253	11,764	18,017
5	67,158		67,158		67,158	16,789		16,789
6	18,453	64,965	83,418		83,418	4,613		4,613
7	47,300		47,300	35,000	82,300	11,825		11,825
8	32,363		32,363		32,363	8,091		8,091
9	49,540	0,500	50,040		50,040	12,385		12,385
Разом	312,183		390,141	70,000	460,141	78,046	11,764	89,810

2.3 Попередній розподіл витрат води по ділянкам мережі

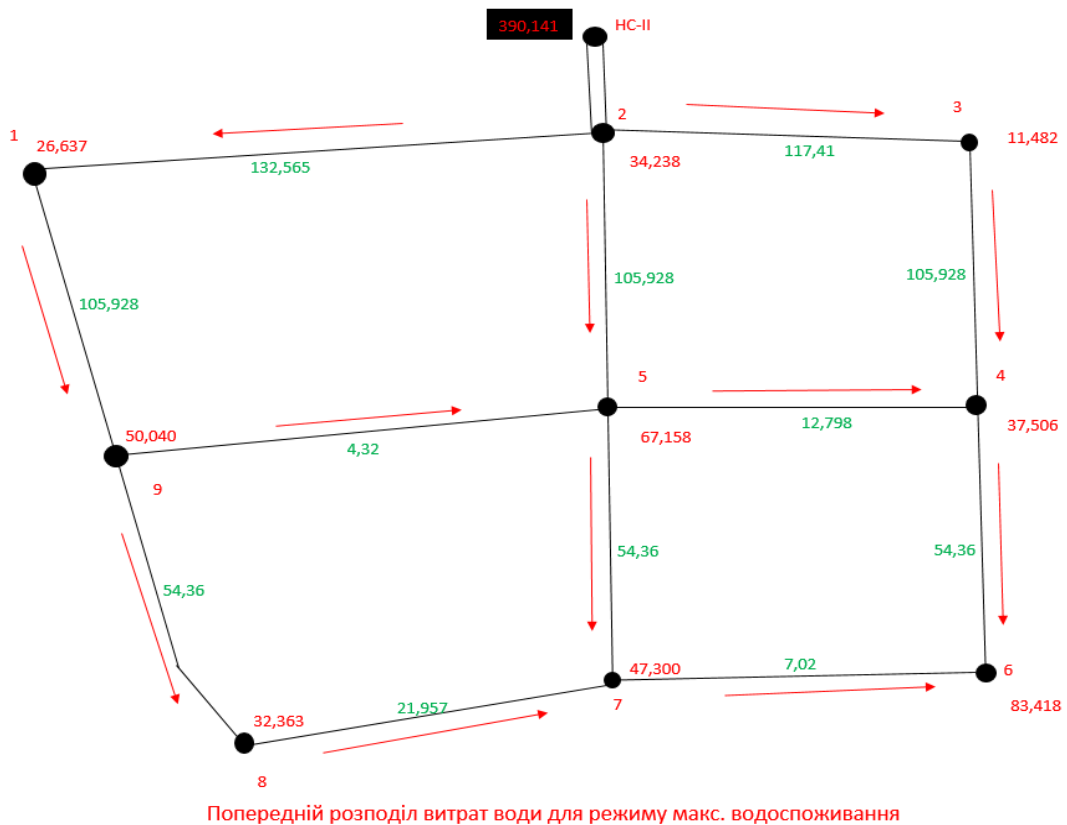


Рис.4

2.4 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

2.5 Визначення втрат напору в трубах та ув'язка кілець

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

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

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

Гідралічний розрахунок мережі для режиму максимального водоспоживання

Таблиця 16

№ кільця	№ ділянки	L, м	D, мм	попередній потік розподіл									перше наближення										
				q, л/с	V, м/с	A	K ₁	A _п	S	знак	h = S*q ²	h/q	Δq кільця	Δq сум. кільця	Δq	q, л/с	V, м/с	K ₁	S	знак	h = S*q ²	h/q	
1	1-9	740	350	105,928	1,10	0,4342	1,015	0,441	326,13	-1	-3,66	0,03	-35,28		-35,28	70,64	0,73	1,073	344,76	-1	-1,72	0,02	
	1-2	1400	350	132,57	1,38	0,4342	1	0,434	607,88	-1	-10,68	0,08	-35,28		-35,28	97,28	1,01	1,029	625,20	-1	-5,92	0,06	
	2-5	700	350	105,928	1,10	0,4342	1,015	0,441	308,50	1	3,46	0,03	35,28	20,12	55,41	161,34	1,68	1,000	303,94	1	7,91	0,05	
	5-9	1220	300	4,32	0,06	0,914	1,41	1,289	1572,26	-1	-0,03	0,01	-35,28	3,72	-31,56	-27,24	-0,39	1,112	1239,97	1	0,92	0,03	
											Δh кільця =	-10,91	0,15								Δh кільця =	1,19	0,17
										Δq кільця =	35,28										Δq кільця =	3,55	
2	2-3	880	350	117,41	1,22	0,4342	1	0,434	382,10	1	5,27	0,04	-20,12		-20,12	97,29	1,01	1,029	392,99	1	3,72	0,04	
	3-4	680	350	105,928	1,10	0,4342	1,015	0,441	299,68	1	3,36	0,03	-20,12		-20,12	85,80	0,89	1,042	307,66	1	2,27	0,03	
	4-5	880	300	12,798	0,18	0,914	1,41	1,289	1134,09	-1	-0,19	0,01	20,12	0,42	20,54	33,34	0,47	1,165	937,03	-1	-1,04	0,03	
	2-5	700	350	105,928	1,10	0,4342	1,015	0,441	308,50	-1	-3,46	0,03	20,12	35,28	55,41	161,34	1,68	1,000	303,94	-1	-7,91	0,05	
											Δh кільця =	4,98	0,12								Δh кільця =	-2,97	0,14
										Δq кільця =	20,12										Δq кільця =	10,24	
3	4-5	880	300	12,798	0,18	0,914	1,41	1,289	1134,09	1	0,19	0,01	0,42	20,12	20,54	33,34	0,47	1,165	937,03	1	1,04	0,03	
	4-6	880	250	54,36	1,11	2,227	1,0135	2,257	1986,22	1	5,87	0,11	0,42		0,42	54,78	1,12	1,012	1983,28	1	5,95	0,11	
	6-7	920	200	7,02	0,22	6,898	1,378	9,505	8745,01	-1	-0,43	0,06	-0,42		-0,42	6,60	0,21	1,394	8846,55	-1	-0,39	0,06	
	5-7	880	250	54,36	1,11	2,227	1,0135	2,257	1986,22	-1	-5,87	0,11	-0,42	3,72	3,30	57,66	1,18	1,003	1965,64	-1	-6,54	0,11	
											Δh кільця =	-0,25	0,29								Δh кільця =	0,07	0,31
										Δq кільця =	0,42										Δq кільця =	0,12	
4	5-7	880	250	54,36	1,11	2,227	1,0135	2,257	1986,22	1	5,87	0,11	3,72	-0,42	3,30	57,66	1,18	1,003	1965,64	1	6,54	0,11	
	7-8	900	200	21,96	0,70	6,898	1,085	7,484	6735,90	-1	-3,25	0,15	-3,72		-3,72	18,24	0,58	1,121	6959,39	-1	-2,31	0,13	
	5-9	1220	300	4,32	0,06	0,914	1,41	1,289	1572,26	1	0,03	0,01	3,72	-35,28	-31,56	-27,24	-0,39	1,112	1239,97	-1	-0,92	0,03	
	8-9	800	250	54,36	1,11	2,227	1,0135	2,257	1805,65	-1	-5,34	0,10	-3,72		-3,72	50,64	1,03	1,026	1827,03	-1	-4,69	0,09	
											Δh кільця =	-2,68	0,36								Δh кільця =	-1,39	0,37
										Δq кільця =	3,72										Δq кільця =	1,89	
										Δh контура =	-8,86										Δh контура =	-3,09	

Продовження таблиці 16

друге наближення										третє наближення									
Δq кільця	Δq сум. кільця	Δq	q , л/с	V , м/с	K_1	S	знак	$h = S^2 q^2$	h/q	Δq кільця	Δq сум. кільця	Δq	q , л/с	V , м/с	K_1	S	знак	$h = S^2 q^2$	h/q
3,55		3,55	74,20	0,77	1,058	339,94	-1	-1,87	0,03	-2,90		-2,90	71,30	0,74	1,064	341,87	-1	-1,74	0,02
3,55		3,55	100,84	1,05	1,018	618,82	-1	-6,29	0,06	-2,90		-2,90	97,93	1,02	1,021	620,65	-1	-5,95	0,06
-3,55	-10,24	-13,80	147,54	1,53	1,000	303,94	1	6,62	0,04	2,90	0,46	3,36	150,90	1,57	1	303,94	1	6,92	0,05
-3,55	-1,89	-5,44	21,80	0,31	1,160	1293,49	1	0,61	0,03	2,90	0,44	3,34	25,14	0,36	1,138	1268,96	1	0,80	0,03
							Δh кільця =	-0,93	0,16								Δh кільця =	0,03	0,16
							Δq кільця =	2,90									Δq кільця =	0,10	
10,24		10,24	107,53	1,12	1,012	386,68	1	4,47	0,04	-0,46		-0,46	107,07	1,11	1,015	387,83	1	4,45	0,04
10,24		10,24	96,05	1,00	1,030	304,11	1	2,81	0,03	-0,46		-0,46	95,59	0,99	1,032	304,70	1	2,78	0,03
-10,24	-0,12	-10,36	22,98	0,33	1,256	1010,23	-1	-0,53	0,02	0,46	1,58	2,04	25,02	0,35	1,24	997,36	-1	-0,62	0,02
-10,24	-3,55	-13,80	147,54	1,53	1,000	303,94	-1	-6,62	0,04	0,46	2,90	3,36	150,90	1,57	1	303,94	-1	-6,92	0,05
							Δh кільця =	0,13	0,14								Δh кільця =	-0,31	0,14
							Δq кільця =	0,46									Δq кільця =	1,11	
-0,12	-10,24	-10,36	22,98	0,33	1,256	1010,23	1	0,53	0,02	1,58	0,46	2,04	25,02	0,35	1,24	997,36	1	0,62	0,02
-0,12		-0,12	54,66	1,11	1,014	1986,22	1	5,93	0,11	1,58		1,58	56,25	1,15	1,0135	1986,22	1	6,28	0,11
0,12		0,12	6,72	0,21	1,394	8846,55	-1	-0,40	0,06	-1,58		-1,58	5,13	0,16	1,394	8846,55	-1	-0,23	0,05
0,12	1,89	2,01	59,67	1,22	1,011	1980,34	-1	-7,05	0,12	-1,58	-0,44	-2,03	57,64	1,17	1,009	1977,40	-1	-6,57	0,11
							Δh кільця =	-0,98	0,31								Δh кільця =	0,11	0,30
							Δq кільця =	1,58									Δq кільця =	0,18	
1,89	0,12	2,01	59,67	1,22	1,011	1980,34	1	7,05	0,12	-0,44	-1,58	-2,03	57,64	1,17	1,009	1977,40	1	6,57	0,11
-1,89		-1,89	16,35	0,52	1,097	6810,40	-1	-1,82	0,11	0,44		0,44	16,79	0,53	1,103	6847,64	-1	-1,93	0,11
-1,89	-3,55	-5,44	21,80	0,31	1,160	1293,49	-1	-0,61	0,03	0,44	2,90	3,34	25,14	0,36	1,138	1268,96	-1	-0,80	0,03
-1,89		-1,89	48,75	0,99	1,018	1813,67	-1	-4,31	0,09	0,44		0,44	49,19	1,00	1,0195	1816,34	-1	-4,40	0,09
							Δh кільця =	0,30	0,35								Δh кільця =	-0,56	0,35
							Δq кільця =	0,44									Δq кільця =	0,80	
							Δh контура =	-1,48									Δh контура =	-0,73	

четверте наближення										
Δq кільця	Δq сум. кільця	Δq	q , л/с	V , м/с	K_1	S	знак	$h = S \cdot q^2$	h/q	
0,10		0,10	71,40	0,74	1,064	341,87	-1	-1,74	0,02	1-9
0,10		0,10	98,03	1,02	1,021	620,65	-1	-5,96	0,06	1-2
-0,10	-1,11	-1,21	149,68	1,56	1	303,94	1	6,81	0,05	2-5
-0,10	-0,80	-0,90	24,25	0,34	1,142	1273,42	1	0,75	0,03	5-9
							Δh кільця =	-0,15	0,16	
							Δq кільця =	0,46		
1,11		1,11	108,19	1,13	1,0135	387,25	1	4,53	0,04	2-3
1,11		1,11	96,70	1,01	1,031	304,41	1	2,85	0,03	3-4
-1,11	-0,18	-1,29	23,73	0,34	1,248	1003,79	-1	-0,57	0,02	4-5
-1,11	-0,10	-1,21	149,68	1,56	1	303,94	-1	-6,81	0,05	2-5
							Δh кільця =	0,00	0,14	
							Δq кільця =	0,01		
-0,18	-1,11	-1,29	23,73	0,34	1,248	1003,79	1	0,57	0,02	4-5
-0,18		-0,18	56,07	1,14	1,012	1983,28	1	6,23	0,11	4-6
0,18		0,18	5,31	0,17	1,394	8846,55	-1	-0,25	0,05	6-7
0,18	0,80	0,97	58,62	1,19	1,0105	1980,34	-1	-6,80	0,12	5-7
							Δh кільця =	-0,25	0,30	
							Δq кільця =	0,42		
0,80	0,18	0,97	58,62	1,19	1,0105	1980,34	1	6,80	0,12	5-7
-0,80		-0,80	15,99	0,51	1,1	6829,02	-1	-1,75	0,11	7-8
-0,80	-0,10	-0,90	24,25	0,34	1,142	1273,42	-1	-0,75	0,03	5-9
-0,80		-0,80	48,40	0,99	1,0195	1816,34	-1	-4,25	0,09	8-9
							Δh кільця =	0,05	0,34	
							Δq кільця =	0,08		
							Δh контура =	-0,34		

Гідравлічний розрахунок мережі для режиму максимального водоспоживання + пожежі

Таблиця 17

№ кільця	№ ділянки	L, м	D, мм	попередній потікорозподіл									перше наближення										
				q, л/с	V, м/с	A	K ₁	A _n	S	знак	h = S*q ²	h/q	Δqкільця	Δqсум.кі льця	Δq	q, л/с	V, м/с	K ₁	S	знак	h = S*q ²	h/q	
1	1-9	740	350	129,261	1,34	0,4342	1	0,434	321,31	-1	-5,37	0,04	-38,66		-38,66	90,60	0,94	1,036	332,88	-1	-2,73	0,03	
	1-2	1400	350	155,898	1,62	0,4342	1	0,434	607,88	-1	-14,77	0,09	-38,66		-38,66	117,24	1,22	1	607,88	-1	-8,36	0,07	
	2-5	700	350	129,261	1,34	0,4342	1	0,434	303,94	1	5,08	0,04	38,66	-8,99	29,67	158,93	1,65	1	303,94	1	7,68	0,05	
	5-9	1220	300	15,986	0,23	0,914	1,362	1,245	1518,74	-1	-0,39	0,02	-38,66	6,20	-32,46	-16,47	-0,23	1,362	1518,74	1	0,41	0,03	
													Δh кільця = -15,45									Δh кільця = -3,00	0,17
												Δq кільця = 38,66										Δq кільця = 8,58	
2	2-3	880	350	140,743	1,46	0,4342	1	0,434	382,10	1	7,57	0,05	8,99		8,99	149,73	1,56	1	382,10	1	8,57	0,06	
	3-4	680	350	129,261	1,34	0,4342	1	0,434	295,26	-1	-4,93	0,04	-8,99		-8,99	120,28	1,25	1	295,26	-1	-4,27	0,04	
	4-5	880	300	6,48	0,09	0,914	1,41	1,289	1134,09	-1	-0,05	0,01	-8,99	2,44	-6,55	-0,07	0,00	1,41	1134,09	1	0,00	0,00	
	2-5	700	350	129,261	1,34	0,4342	1	0,434	303,94	-1	-5,08	0,04	-8,99	38,66	29,67	158,93	1,65	1	303,94	-1	-7,68	0,05	
													Δh кільця = -2,49									Δh кільця = -3,38	0,14
												Δq кільця = 8,99										Δq кільця = 11,99	
3	4-5	880	300	6,48	0,09	0,914	1,41	1,289	1134,09	1	0,05	0,01	2,44	-8,99	-6,55	-0,07	0,00	1,41	1134,09	-1	0,00	0,00	
	4-6	880	250	66,026	1,35	2,227	1	2,227	1959,76	1	8,54	0,13	2,44		2,44	68,46	1,40	1	1959,76	1	9,19	0,13	
	6-7	920	200	16,274	0,52	6,898	1,142	7,878	7247,31	-1	-1,92	0,12	-2,44		-2,44	13,84	0,44	1,18	7488,47	-1	-1,43	0,10	
	5-7	880	250	66,026	1,35	2,227	1	2,227	1959,76	-1	-8,54	0,13	-2,44	6,20	3,76	69,79	1,42	1	1959,76	-1	-9,55	0,14	
													Δh кільця = -1,87									Δh кільця = -1,79	0,37
												Δq кільця = 2,44										Δq кільця = 2,39	
4	5-7	880	250	66,026	1,35	2,227	1	2,227	1959,76	1	8,54	0,13	6,20	-2,44	3,76	69,79	1,42	1	1959,76	1	9,55	0,14	
	7-8	900	200	33,663	1,07	6,898	1,0195	7,033	6329,26	-1	-7,17	0,21	-6,20		-6,20	27,46	0,87	1,046	6493,78	-1	-4,90	0,18	
	5-9	1220	300	15,986	0,23	0,914	1,362	1,245	1518,74	1	0,39	0,02	6,20	-38,66	-32,46	-16,47	-0,23	1,362	1518,74	-1	-0,41	0,03	
	8-9	800	250	66,026	1,35	2,227	1	2,227	1781,60	-1	-7,77	0,12	-6,20		-6,20	59,82	1,22	1	1781,60	-1	-6,38	0,11	
													Δh кільця = -6,01									Δh кільця = -2,14	0,45
												Δq кільця = 6,20										Δq кільця = 2,40	
												Δh контура = -25,82										Δh контура = -10,32	

Продовження таблиці 17

друге наближення										третє наближення										
Δq кільця	Δq сум. кі льця	Δq	q , п/с	V , м/с	K_1	S	знак	$h = S \cdot q^2$	h/q	Δq кільця	Δq сум. кі льця	Δq	q , п/с	V , м/с	K_1	S	знак	$h = S \cdot q^2$	h/q	
-8,58		-8,58	82,02	0,85	1,05	337,37	-1	-2,27	0,03	-4,17		-4,17	77,86	0,81	1,058	339,94	-1	-2,06	0,03	
-8,58		-8,58	108,66	1,13	1,0105	614,26	-1	-7,25	0,07	-4,17		-4,17	104,49	1,09	1,0165	617,91	-1	-6,75	0,06	
8,58	-11,99	-3,40	155,53	1,62	1	303,94	1	7,35	0,05	4,17	-2,47	1,70	157,23	1,63	1	303,94	1	7,51	0,05	
8,58	-2,40	6,19	22,65	0,32	1,264	1409,46	1	0,72	0,03	4,17	-1,39	2,78	25,43	0,36	1,232	1373,78	1	0,89	0,03	
								Δh кільця =	-1,45	0,17								Δh кільця =	-0,41	0,17
								Δq кільця =	4,17									Δq кільця =	1,17	
11,99		11,99	161,71	1,68	1	382,10	1	9,99	0,06	2,47		2,47	164,18	1,71	1	382,10	1	10,30	0,06	
-11,99		-11,99	108,29	1,13	1,0105	298,36	-1	-3,50	0,03	-2,47		-2,47	105,82	1,10	1,015	299,68	-1	-3,36	0,03	
11,99	-2,39	9,59	9,66	0,14	1,41	1134,09	1	0,11	0,01	2,47	-1,11	1,36	11,02	0,16	1,41	1134,09	1	0,14	0,01	
-11,99	8,58	-3,40	155,53	1,62	1	303,94	-1	-7,35	0,05	-2,47	4,17	1,70	157,23	1,63	1	303,94	-1	-7,51	0,05	
								Δh кільця =	-0,75	0,15								Δh кільця =	-0,43	0,15
								Δq кільця =	2,47									Δq кільця =	1,39	
-2,39	11,99	9,59	9,66	0,14	1,41	1134,09	-1	-0,11	0,01	-1,11	2,47	1,36	11,02	0,16	1,41	1134,09	-1	-0,14	0,01	
2,39		2,39	70,86	1,44	1	1959,76	1	9,84	0,14	1,11		1,11	71,97	1,47	1	1959,76	1	10,15	0,14	
-2,39		-2,39	11,44	0,36	1,232	7818,47	-1	-1,02	0,09	-1,11		-1,11	10,33	0,33	1,256	7970,78	-1	-0,85	0,08	
-2,39	2,40	0,00	69,79	1,42	1	1959,76	-1	-9,55	0,14	-1,11	1,39	0,28	70,07	1,43	1	1959,76	-1	-9,62	0,14	
								Δh кільця =	-0,84	0,38								Δh кільця =	-0,46	0,37
								Δq кільця =	1,11									Δq кільця =	0,62	
2,40	-2,39	0,00	69,79	1,42	1	1959,76	1	9,55	0,14	1,39	-1,11	0,28	70,07	1,43	1	1959,76	1	9,62	0,14	
-2,40		-2,40	25,07	0,80	1,06	6580,69	-1	-4,13	0,16	-1,39		-1,39	23,67	0,75	1,07	6642,77	-1	-3,72	0,16	
-2,40	8,58	6,19	22,65	0,32	1,264	1409,46	-1	-0,72	0,03	-1,39	4,17	2,78	25,43	0,36	1,232	1373,78	-1	-0,89	0,03	
-2,40		-2,40	57,43	1,17	1,0045	1789,62	-1	-5,90	0,10	-1,39		-1,39	56,04	1,14	1,009	1797,63	-1	-5,64	0,10	
								Δh кільця =	-1,21	0,44								Δh кільця =	-0,63	0,43
								Δq кільця =	1,39									Δq кільця =	0,74	
								Δh контура =	-4,25									Δh контура =	-1,93	

четверте наближення

Δq кільця	Δq сум. кільця	Δq	q , л/с	V , м/с	K_1	S	знак	$h = S \cdot q^2$	h/q	
-1,17		-1,17	76,69	0,80	1,06	340,59	-1	-2,00	0,03	1-9
-1,17		-1,17	103,33	1,07	1,0195	619,73	-1	-6,62	0,06	1-2
1,17	-1,39	-0,23	157,00	1,63	1	303,94	1	7,49	0,05	2-5
1,17	-0,74	0,43	25,86	0,37	1,224	1364,86	1	0,91	0,04	5-9
							Δh кільця =	-0,22	0,17	
							Δq кільця =	0,62		
1,39		1,39	165,58	1,72	1	382,10	1	10,48	0,06	2-3
-1,39		-1,39	104,43	1,09	1,0165	300,13	-1	-3,27	0,03	3-4
1,39	-0,62	0,78	11,80	0,17	1,41	1134,09	1	0,16	0,01	4-5
-1,39	1,17	-0,23	157,00	1,63	1	303,94	-1	-7,49	0,05	2-5
							Δh кільця =	-0,13	0,16	
							Δq кільця =	0,42		
-0,62	1,39	0,78	11,80	0,17	1,41	1134,09	-1	-0,16	0,01	4-5
0,62		0,62	72,59	1,48	1	1959,76	1	10,33	0,14	4-6
-0,62		-0,62	9,71	0,31	1,272	8072,32	-1	-0,76	0,08	6-7
-0,62	0,74	0,12	70,19	1,43	1	1959,76	-1	-9,66	0,14	5-7
							Δh кільця =	-0,25	0,37	
							Δq кільця =	0,34		
0,74	-0,62	0,12	70,19	1,43	1	1959,76	1	9,66	0,14	5-7
-0,74		-0,74	22,94	0,73	1,076	6680,02	-1	-3,51	0,15	7-8
-0,74	1,17	0,43	25,86	0,37	1,224	1364,86	-1	-0,91	0,04	5-9
-0,74		-0,74	55,30	1,13	1,0105	1800,31	-1	-5,51	0,10	8-9
							Δh кільця =	-0,28	0,43	
							Δq кільця =	0,33		
							Δh контура =	-0,87		

Продовження таблиці 18

друге наближення										третє наближення										
Δq кільця	Δq сум. кі льця	Δq	q , л/с	V , м/с	K_1	S	знак	$h = S \cdot q^2$	h/q	Δq кільця	Δq сум. кі льця	Δq	q , л/с	V , м/с	K_1	S	знак	$h = S \cdot q^2$	h/q	
-0,88		-0,88	15,43	0,16	1,41	453,04	-1	-0,11	0,01	-0,41		-0,41	15,02	0,16	1,41	453,04	-1	-0,10	0,01	
-0,88		-0,88	22,09	0,23	1,362	827,93	-1	-0,40	0,02	-0,41		-0,41	21,68	0,23	1,362	827,93	-1	-0,39	0,02	
0,88	-1,30	-0,42	34,23	0,36	1,232	374,45	1	0,44	0,01	0,41	-0,17	0,24	34,47	0,36	1,232	374,45	1	0,44	0,01	
0,88	0,05	0,93	4,76	0,07	1,41	1572,26	1	0,04	0,01	0,41	0,17	0,58	5,34	0,08	1,41	1572,26	1	0,04	0,01	
								Δh кільця =	-0,04	0,05								Δh кільця =	0,00	0,05
								Δq кільця =	0,41									Δq кільця =	0,02	
1,30		1,30	24,93	0,26	1,32	504,37	1	0,31	0,01	0,17		0,17	25,10	0,26	1,32	504,37	1	0,32	0,01	
1,30		1,30	22,06	0,23	1,362	402,14	1	0,20	0,01	0,17		0,17	22,23	0,23	1,362	402,14	1	0,20	0,01	
-1,30	-0,64	-1,95	8,68	0,12	1,41	1134,09	-1	-0,09	0,01	-0,17	0,15	-0,02	8,66	0,12	1,41	1134,09	-1	-0,09	0,01	
-1,30	0,88	-0,42	34,23	0,36	1,232	374,45	-1	-0,44	0,01	-0,17	0,41	0,24	34,47	0,36	1,232	374,45	-1	-0,44	0,01	
								Δh кільця =	-0,01	0,04								Δh кільця =	-0,01	0,04
								Δq кільця =	0,17									Δq кільця =	0,15	
-0,64	-1,30	-1,95	8,68	0,12	1,41	1134,09	1	0,09	0,01	0,15	-0,17	-0,02	8,66	0,12	1,41	1134,09	1	0,09	0,01	
-0,64		-0,64	6,40	0,13	1,41	2763,26	1	0,11	0,02	0,15		0,15	6,55	0,13	1,41	2763,26	1	0,12	0,02	
-0,64		-0,64	1,78	0,06	1,41	8948,09	1	0,03	0,02	0,15		0,15	1,93	0,06	1,41	8948,09	1	0,03	0,02	
0,64	-0,05	0,59	9,47	0,19	1,41	2763,26	-1	-0,25	0,03	-0,15	-0,17	-0,32	9,15	0,19	1,41	2763,26	-1	-0,23	0,03	
								Δh кільця =	-0,02	0,07								Δh кільця =	0,01	0,07
								Δq кільця =	0,15									Δq кільця =	0,04	
-0,05	0,64	0,59	9,47	0,19	1,41	2763,26	1	0,25	0,03	-0,17	-0,15	-0,32	9,15	0,19	1,41	2763,26	1	0,23	0,03	
0,05		0,05	0,58	0,02	1,41	8753,56	-1	0,00	0,01	0,17		0,17	0,75	0,02	1,41	8753,56	-1	0,00	0,01	
0,05	0,88	0,93	4,76	0,07	1,41	1572,26	-1	-0,04	0,01	0,17	0,41	0,58	5,34	0,08	1,41	1572,26	-1	-0,04	0,01	
0,05		0,05	8,67	0,18	1,41	2512,06	-1	-0,19	0,02	0,17		0,17	8,84	0,18	1,41	2512,06	-1	-0,20	0,02	
								Δh кільця =	0,02	0,06								Δh кільця =	-0,01	0,06
								Δq кільця =	0,17									Δq кільця =	0,12	
								Δh контура =	-0,05									Δh контура =	-0,02	

четверте наближення										
Δq кільця	Δq сум. кі льця	Δq	q , л/с	V , м/с	K_1	S	знак	$h = S \cdot q^2$	h/q	
-0,02		-0,02	15,00	0,16	1,41	453,04	-1	-0,10	0,01	1-9
-0,02		-0,02	21,66	0,23	1,362	827,93	-1	-0,39	0,02	1-2
0,02	-0,15	-0,14	34,34	0,36	1,232	374,45	1	0,44	0,01	2-5
0,02	-0,12	-0,10	5,24	0,07	1,41	1572,26	1	0,04	0,01	5-9
							Δh кільця =	-0,01	0,05	
							Δq кільця =	0,06		
0,15		0,15	25,25	0,26	1,32	504,37	1	0,32	0,01	2-3
0,15		0,15	22,38	0,23	1,362	402,14	1	0,20	0,01	3-4
-0,15	-0,04	-0,19	8,47	0,12	1,41	1134,09	-1	-0,08	0,01	4-5
-0,15	0,02	-0,14	34,34	0,36	1,232	374,45	-1	-0,44	0,01	2-5
							Δh кільця =	0,00	0,04	
							Δq кільця =	0,00		
-0,04	-0,15	-0,19	8,47	0,12	1,41	1134,09	1	0,08	0,01	4-5
-0,04		-0,04	6,51	0,13	1,41	2763,26	1	0,12	0,02	4-6
-0,04		-0,04	1,89	0,06	1,41	8948,09	1	0,03	0,02	6-7
0,04	0,12	0,16	9,30	0,19	1,41	2763,26	-1	-0,24	0,03	5-7
							Δh кільця =	-0,01	0,07	
							Δq кільця =	0,06		
0,12	0,04	0,16	9,30	0,19	1,41	2763,26	1	0,24	0,03	5-7
-0,12		-0,12	0,63	0,02	1,41	8753,56	-1	0,00	0,01	7-8
-0,12	0,02	-0,10	5,24	0,07	1,41	1572,26	-1	-0,04	0,01	5-9
-0,12		-0,12	8,72	0,18	1,41	2512,06	-1	-0,19	0,02	8-9
							Δh кільця =	0,00	0,06	
							Δq кільця =	0,01		
							Δh контура =	-0,01		

Гідравлічний розрахунок підключаючих трубопроводів і водоводів

Таблиця 19

Ділянка	Довжина l , км	Діаметр D , мм	Витрата q ,	Швидкість,	1000 <i>i</i> ,	$h = 1000i^*$
			л/с	V , м/с	м/км	l , м
9 - № 1	0,04	40	0,25	0,2	3,91	0,1564
6 - № 2	0,04	150	32,483	1,72	35,8	1,432
4 - № 3	0,04	100	6,246	0,74	12	0,48
НС-II – 2 (max)	1,7	450	195,071	1,14	3,81	6,477
НС-II – 2 (max+пож)	1,7	450	230,071	1,35	5,25	8,925
НС-II – 2 (min)	1,7	450	44,905	0,26	0,26	0,442

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

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

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

Значення фактичних вільних напорів у вузлах визначаємо за формулою

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

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

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

$$Z_{max.б} = Z_{min.б} + h_{рег.б}$$

$$H_б = Z_{min.б} - h_{пож.б} - Z_{з.б}$$

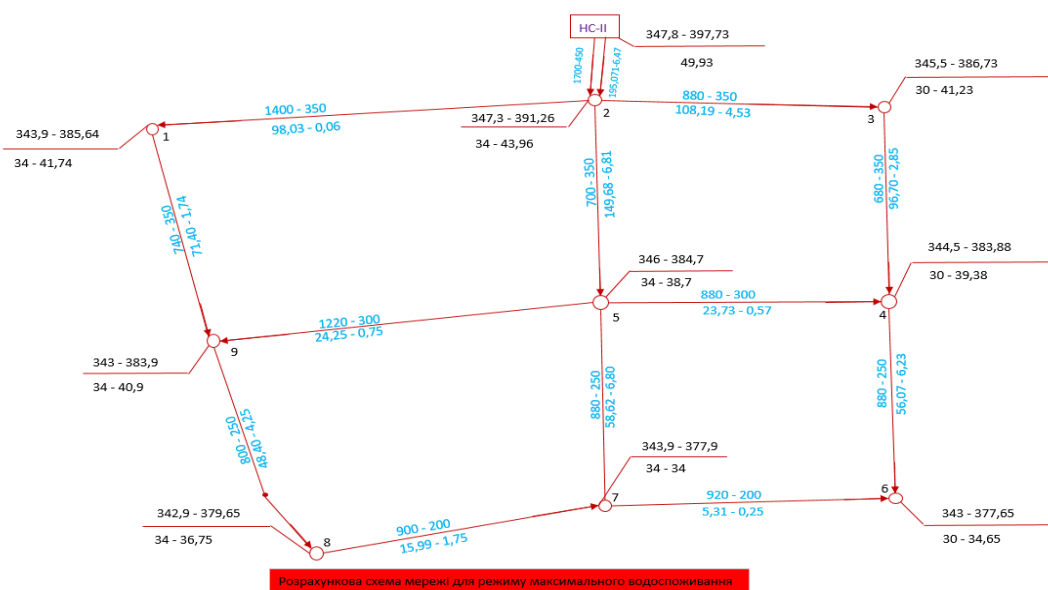


Рис.7

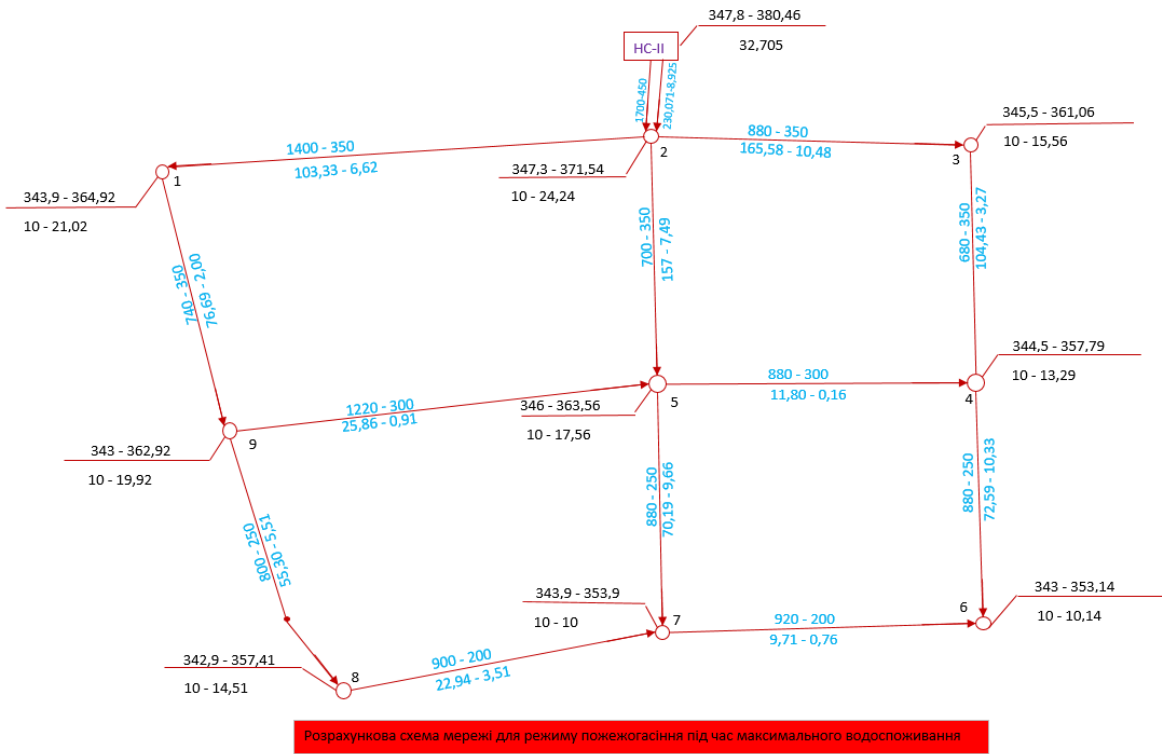


Рис.8

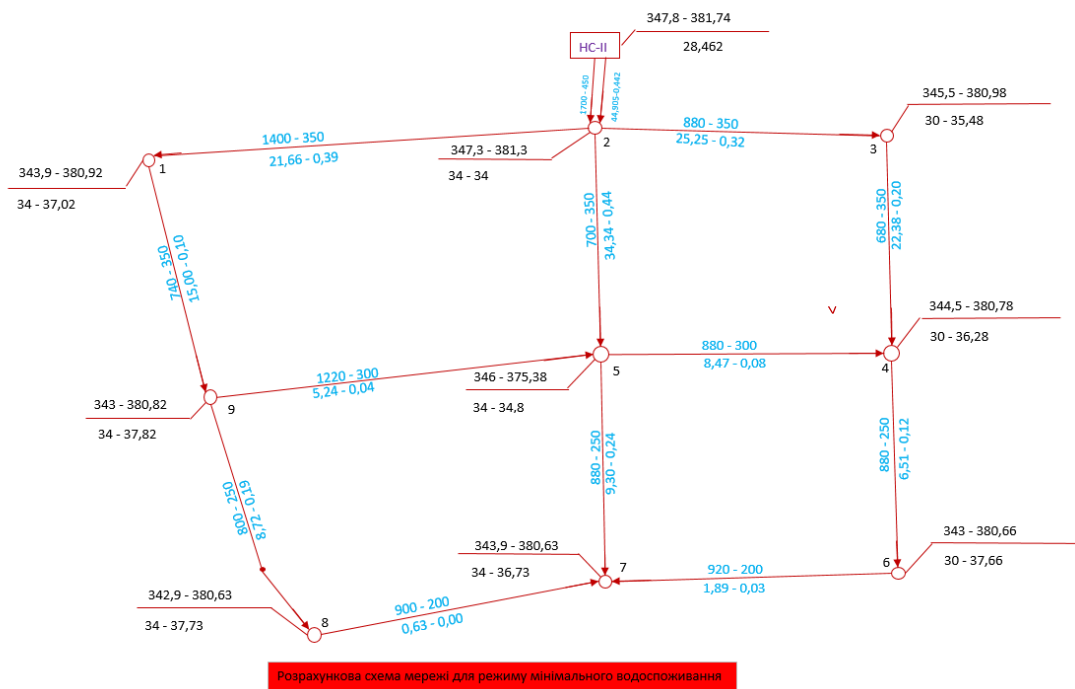
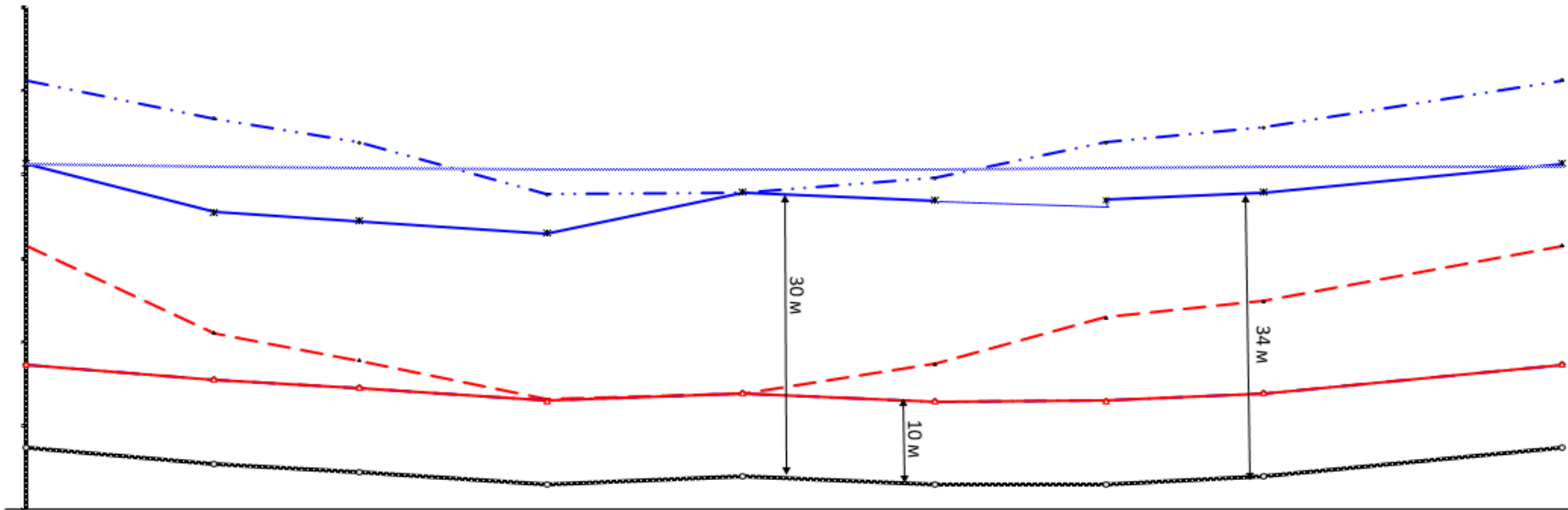


Рис.9



№ вузла	2	3	4	6	7	8	9	1	2
$L, \text{ м}$	880	680	880	920	900	800	740	1400	
$Z_{\text{землі}}, \text{ м}$	347,3	346,5	344,5	343,0	343,9	342,9	343,0	343,9	347,3
$\Pi_{\text{ліній}}, \text{ м}$	391,3	386,7	383,9	377,7	377,9	379,7	383,9	385,6	391,3
$\Pi_{\text{ліній}}, \text{ м}$	372	361	357,8	353,1	353,9	357,4	362,9	364,9	371,5
$\Pi_{\text{ліній}}, \text{ м}$	381	381	380,8	380,7	380,6	380,6	380,8	380,9	381,0
$\Pi_{\text{прямий}}, \text{ м}$	381,3	375,5	374,5	373,0	377,9	376,9	377,0	377,9	381,3
$\Pi_{\text{прямий}}, \text{ м}$	357,3	355,5	354,5	353,0	353,9	352,9	353,0	353,9	357,3

Рис.10. Графік потрібних та фактичних п'езометричних напорів

Розділ 3. Водозабірні споруди

3.1 Вихідні дані для проектування

Максимальне добове водоспоживання, $\Sigma Q_{\text{макс}}$, тис. м ³	25,4
П'єзометрична позначка подачі води, Н, м	25
Номер ділянки під водозабір ***	1
Берег (лівий/правий), Л, П ****	Л
Найвища каламутність, ρ , кг/м ³	0,6
Товщина льоду, $h_{\text{л}}$, м	0,55
Шуга, бал	2
Середній діаметр зависі, $d \cdot 10^{-4}$, м	1,4

* Чисельність жителів населеного пункту прийняти за КП «Мережі водопостачання»

** Категорію системи водопостачання визначити відповідно до ДБН В.2.5-74:2013

3.2 Визначення категорії надійності

Так як населення більше 50 тис. то категорія надійності – I

Визначення розрахункової витрати (продуктивності) водозабору проводиться на підставі даних про сумарне водоспоживання об'єкта Q:

- розрахункова продуктивність водозабору з урахуванням збільшення водоспоживання за рахунок інших споживачів, що враховуються коефіцієнтами, $k_1 = 1,1-1,2$;
- витрати на власні потреби станції, $k_2 = 1,05-1,0$, що враховують промивку водоводів (мережі), решіток, сіток, фільтрів і ін. та добову нерівномірність водоспоживання $k_3 = 1,1-1,3$.

Таким чином необхідна продуктивність водозабору на розрахунковий період визначається за залежністю:

$$Q_{\text{роз}} = Q \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

$$Q_{\text{роз}} = 25400 \cdot 1,1 \cdot 1,1 = 30734$$

Збільшення водопостачання об'єкта в перспективі враховується коефіцієнтом персп $k = 1,2-1,3$, тобто:

$$Q_{\text{перс}} = Q_{\text{роз}} \cdot K_4$$

$$Q_{\text{перс}} = 30734 \cdot 1,2 = 36881$$

Таблиця 20

Водоспоживання	Розрахункове		Перспективне	
	м3/д	м3/с	м3/д	м3/с
Q	30734	0,365	36881	0,426

3.3 Вибір джерела водопостачання

Завданням на проектування визначене джерело – річка. Після відбору водозабором розрахункової кількості води $Q_{роз}$ по руслу повинно протікати не менше $1/3$ витрати річки Q_p .

В якості мінімальних витрат річки приймаємо найменші із середньомісячних витрат за багатолітній період спостережень (95%) із коефіцієнтом: $K_{сан} = 0,35$ (при витратах від 10 до 50 м³/с).

Забезпеченість розрахункових витрат і рівнів води приймаємо відповідно до I категорії систем водопостачання та вимог [1, пп. 7.8, 9.2.3].

Таблиця 21

Категорія	Забезпеченість		
	minQ	рівень	
		min	max
I	95%	97%	1%

Таблиця 22

Діл	97	95	1	50	10
1	25/17	35/20	260	60/50	160

Значення мінімальної санітарної витрати $санQ_{роз}$ та $санQ_{персп}$, м³/с, повинні задовольняти вимогам:

$$Q_{роз}^{сан} = Q_p - Q_{роз} \geq Q_{95(90\%)} \cdot K_{сан} ;$$

$$Q_{персп}^{сан} = Q_p - Q_{персп} \geq Q_{95(90\%)} \cdot K_{сан} .$$

$K_{сан} = 0,35$

$Q_{сан.роз} = 20 - 0,365 = 19,645 \text{ м}^3/\text{с} > 20 \cdot 0,35 = 7 \text{ м}^3/\text{с}$

$Q_{сан.пер} = 20 - 0,426 = 19,574 \text{ м}^3/\text{с} > 20 \cdot 0,35 = 7 \text{ м}^3/\text{с}$

Таблиця 23

№ п/п	Розрахункові витрати	Значення витрат, м ³ /с
1	Qроз водозабору	0,365
2	Qперсп водозабору	0,426
3	Q95%	35/20
4	Q97%	25/17
5	сан Qроз річки	19,645
6	сан Qперсп річки	19,574

Джерело задовольняє вимогам до влаштування водозабірних споруд.

3.4 Вибір місця розташування водозабору

Для вибору місця розташування водозабору виходять із умов

[1, пп. 7.11-7.12, 9.2.8-9.2.14; 2-6]: водозабір повинен розташовуватись, за можливості, найближче до водоспоживача; кількість і якість води у джерелі повинні відповідати вимогам водоспоживача або відповідати цим вимогам після очищення (за можливості найбільш простого); топографічні, гідрологічні, геологічні і гідрогеологічні умови повинні бути сприятливими для будівництва й експлуатації водозабірних споруд; технічне рішення водозабірного вузла і всієї системи водопостачання у цілому повинно бути найбільш економічним, споруди простими і доступними для експлуатації; зони санітарної охорони надійними і недорогими.

3.5 Тип та схема водозабору

Тип і схему водозабору обираємо відповідно до накресленого поперечного профілю русла ріки у прийнятому створі, на якому нанесені рівні води розрахункової забезпеченості.

				Зимові	Літні	Весняні
1	I	97	25/17	337/2,8	338/3,3	-
2	I	95	35/20	337.6/3	339.7/3,7	-
5	I,II	50	60/50	340.9/4,3	341.4/4,5	-
6	I	1	260	-	-	344/7,5
8	I,II	10	160	-	-	342/6,3

Амплітуду коливань води у річці, м, визначають за різницею позначок рівнів у весняний Z_{\max} і літній (зимовий) Z_{\min} періоди:

$$A = Z_{\max} - Z_{\min} = 344 - 337 = 7 \text{ м}$$

3.6 Складність умов

За [1] визначаємо умови водозабору: умови водозабору середні; затоплені водоприймачі усіх типів, які віддалені від берега, практично недоступні в окремі пори року.

3.7 Тип оголовка

Приймаємо залізо-бетонний розтрубний захищений оголовок з бічним прийманням води.

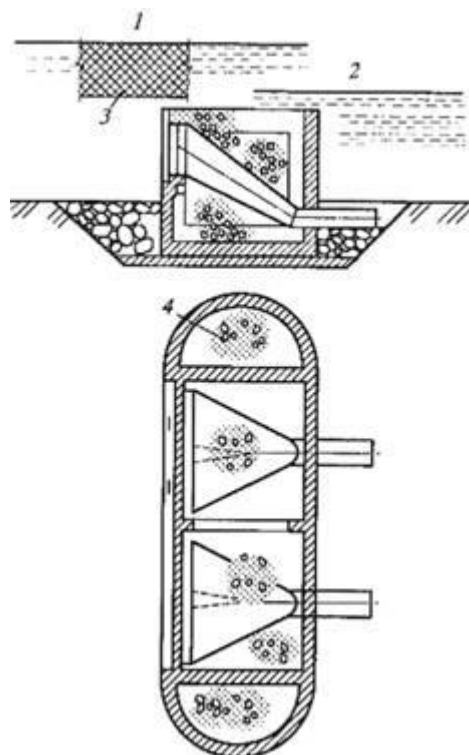


Рис.12

3.8 Розрахунок решіток

Гідравлічні розрахунки

За [1] п.9.2.8 приймаємо кількість секцій водоприймачів, виходячи з того, що категорія надійності I, то секцій буде 2.

Витрата секцій розраховується за формулою

$$q_r = \frac{Q}{n} = \frac{0.426}{2} = 0.213 \text{ м}^3/\text{с}$$

Площа водоприймальних вікон

$$\omega = 1.25 \frac{q_r \cdot K_{\text{ст}}}{V_{\text{вг}}}$$

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

$$\omega = 1.25 \frac{0,213 \cdot 1,2}{0,2} = 1,5975 \text{ м}^2$$

Можлива висота отвору водозабору

$$H = \frac{H_{\text{min}}^{\text{зим}} - 0,9h_{\text{л}} - 0,2 - 0,5}{H_{\text{min}}^{\text{літ}} - 0,3 - 0,5} = \frac{2,8 - 0,9 \cdot 0,55 - 0,2 - 0,5}{3,3 - 0,3 - 0,5} = 1,605 \text{ м} \quad (\text{min } 1,605)$$

Нотв=1.605м

Підбираємо розміри решіток за таблицею 25

Таблиця 25

Основні технічні характеристики сміттєзатримувальних решіток									
Розміри водоприймального вікна, мм	Площа вікна, м ²	Основні розміри, мм							Маса, кг
		H	H1	H2	h	h1	L	L1	
400x600	0,24	840	700	600	50	40	500	400	20
600x800	0,48	1040	900	800	50	40	700	600	33
800x1000	0,8	1255	1130	1000	65	50	930	800	52
1000x1250	1,08	1680	1380	1250	80	50	1120	1000	94
1250x1500	1,62	1830	1580	1500	80	60	1370	1250	135
1500x2000	2,58	2334	2104	2000	120	60	1620	1500	205
1750x2500	3,2	2854	2604	2500	120	60	1870	1750	420
2000x2500	4,16	2866	2616	2500	140	80	2120	2000	582
2500x3000	6,24	3366	3116	3000	140	80	2620	2500	693

На 1 секцію 2 решітки.

Приймаємо:

800x1000

H=1255

H1=1380

H2=1000

h=65

h1=50

L=930

L1=800

m=52кг

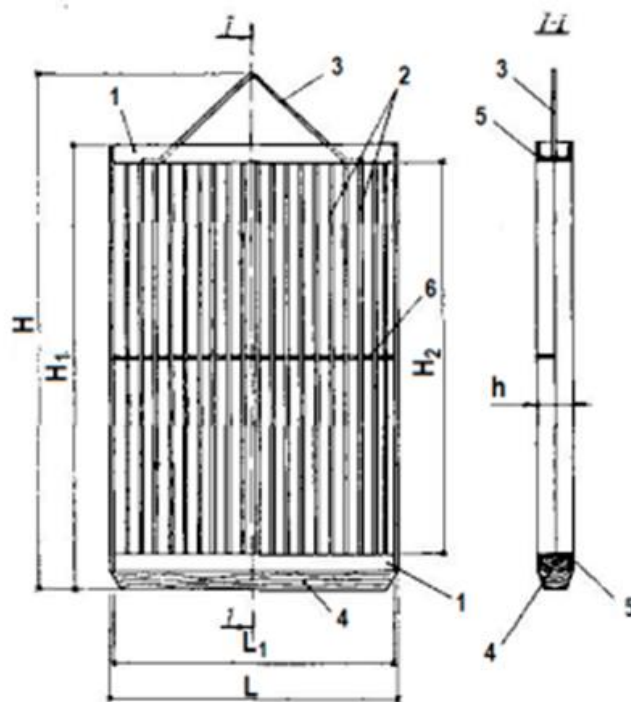


Рис. 12. Смітгезатримувальні решітки:
1 – металева рама; 2 – стержні решітки; 3 – скоба для монтажу;
4 – дерев'яний брус; 5 – швелер; 6 – стальна поперечина

3.9 Розрахунок сіток

Вибираємо тип сіток.

Так як витрата <1 за ДБН.9.2.27 приймаємо плоскі

$$\text{Секцій } 2 q_r = \frac{Q_{\text{перс}}}{2} = \frac{0.426}{2} = 0.213 \text{ м}^3/\text{с}$$

Площа сіток однієї секції

$$\omega_{\text{сіт}} = \frac{q_p + K_{\text{ст}}}{V_{\text{сіт}}}$$

$$K_{\text{ст}} = \left(\frac{a_{\text{ст}} + c_{\text{ст}}}{a_{\text{ст}}} \right)^2 = \left(\frac{50 + 10}{50} \right)^2 = 1.44$$

$$\omega_{\text{сіт}} = \frac{0.213 + 1.44}{0.3} = 1.28 \text{ м}^2$$

Розміри решітки

$$L=1000; H=1250$$

3.10 Підбір діаметра самопливних водоводів

Q самопливних водоводів $Q_{\text{перс}}/2=0.213\text{м}^3/\text{с}$

Максимальна швидкість води в річці при 1% забезпеченості 1.3м/с.

Приймаємо швидкість руху в самопливному водоводі 1.4

В паводок всю витрату пропускаємо по одній лінії

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_p}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.213 \cdot 2}{3.14 \cdot 1.4}} = 0.62\text{м}$$

Труби приймаємо сталеві діаметром 600мм

$V=1,432$

$1000i=4.108$

При роботі обох ліній $Q=0.213$

$V=0.714$

$1000i=1.11$

Позначка розміщення БСК

$Z_{\text{max}}1\%+0,5+0,3=344+0,5+0,3=344,8$

Довжина водоводів

$L=9+1.5+2+2.5+2.5+6=29\text{м}$

$\Sigma\zeta=2,35+\zeta_{\text{вх}}=2,35+0,15=2,5$

Втрати напору по 1 самопливній лінії

По довжині

$h_{1L}=1000i \cdot L=4.11 \cdot 0.029=0.12\text{м}$

Решітки

$h_{\text{реш}}=0,1\text{м}$

Місцеві

$\Sigma h_M = \Sigma \zeta \cdot V^2 / 2g = 2.5 \cdot 1.43^2 / 2 \cdot 9.81 = 0.26\text{м}$

Загальні витрати по 1 самопливній лінії

$\Sigma h = h_{1L} + h_{\text{реш}} + \Sigma h_M = 0.12 + 0.1 + 0.26 = 0.48\text{м}$

Втрати напору по2 самопливним лініям

$$h_L = 1.11 \cdot 0.029 = 0.032 \text{ м}$$

$$h_{\text{реш}} = 0.1 \text{ м}$$

$$\Sigma h_M = 2.5 \cdot 0.714^2 / 2 \cdot 9.81 = 0.064 \text{ м}$$

$$\Sigma h = 0.032 + 0.1 + 0.064 = 0.196 = 0.2 \text{ м}$$

Вибір насосів для I категорії – 2 робочих та 2 резервних

$$Q_{\text{нас}} = 0.213 \text{ м}^3/\text{с} = 766.8 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$N_{\text{нас}} = N_{\text{гео}} + \Sigma h$$

$$N_{\text{гео}} = 25 - 12.800 = 12.200$$

$$\Sigma h = h_{\text{всм}} + h_{\text{н}} + h_{\text{вдв}} + h_{\text{н}} + h_{\text{вилив}} = 0.5 + 2 + 1.5 + 5 + 0.5 = 9.5 \text{ м}$$

$$N_{\text{нас}} = 12.200 + 9.500 = 22 \text{ м}$$

Приймаємо насос 1Д800-56 так як він більше всього задовольняє за своїми характеристиками.

Частота обертів 16,3 (n=980 об/хв)

Діаметр всмоктувальних водоводів 500 мм

$$V = 1.01 \cdot 1000 i = 2.67$$

Діаметр розтруба приймаємо 700-750 мм

$$D_{\text{роз}} = 700 \text{ мм}$$

3.11 Спливання

Будівельний період

Для будівельного періоду водоприймальний колодезь перевіряють на спливання, оскільки після занурення конструкцій колодезя до проектної позначки, влаштування бетонної основи та припинення водопониження під дією гідростатичного тиску води на дно колодезя може спливати. Стійкість колодезя буде забезпечена за таких умов:

$$K_B \leq \frac{K_1 g (M_{\text{ст}} + M_{\text{п}}) + 0.5 K_2 T_{\text{ст}}}{K_3 \rho_w H_{\text{тримк}} F_k g},$$

де K_1, K_2, K_3 - коефіцієнти перенавантаження (див. табл. 6); g – прискорення вільного падіння, м/с²; M_{CT} – маса стакана опускного колодязя, т:

$$M_{CT} = \frac{\pi}{4} (D_3^2 - D_{BH}^2) H_{CT} \rho_6;$$

$$M_{II} = \frac{\pi D_3^2}{4} \delta \rho_6,$$

δ – товщина плити дна колодязя, м; T_{CT} - сила тертя, кН

$$T_{CT} = f_0 D_3 (H_K - 1,5),$$

f – питома сила тертя ґрунту залежно від глибини занурення колодязя, що визначається за табл.7, кН/м²; H_K $T_n = + \delta + H h$ – глибина занурення колодязя від рівня землі до позначки ножа, м; h - висота ножа, 0,6-1,5м; ρ_6 – щільність води, т/м³; НГВ10% – висота ґрунтових вод під час будівництва від подошви колодязя до РГВ

Експлуатаційний період

Для експлуатаційного періоду при перевірці водоприймального колодязя на спливання, окрім маси стінок, дна і сили спливання, враховують масу перекриття та інших будівельних конструкцій, включаючи підземну частину

Стійкість колодязя буде забезпечена за таких умов:

$$K_B \leq \frac{K_1 g (M_{CT} + M_{II} + M_{ПЕР} + M_{КО}) + 0,5 K_2 T_{CT}}{K_3 \rho_6 H_{ГВ1;3\%} F_K g},$$

тут $M_{пер}$ - маса перекриття, т, вона може дорівнювати 0,2 маси підземної частини; $M_{КО}$ – маса інших будівельних конструкцій, т, може бути взята такою, що дорівнює 0,5 маси підземної частини; НГВ1;3% – максимальне перевищення рівня ґрунтових вод над дном, м, може дорівнюватиме максимальному розрахунковому рівню води у водоймі

3.12 Промивний трубопровід

$V=1.8$ м/с потрібна швидкість для промивки в самотічних трубопроводах.

$Q=376$ л/с. При рекомендованій швидкості в промивному трубопроводі 2-3 м/с приймаємо діаметр 400мм $V=2.82$ м/с.

Розділ 4. Водопровідні очисні споруди

4.1 Очисні споруди

Каламутність вихідної води після додавання у воду реагентів зростає тому для подальших розрахунків вихідну каламутність треба помножити на коефіцієнт 1,03

$$90 \cdot 1,03 = 92,7 \text{ мг/л}$$

Добова потужність водозабірних споруд $Q_{\text{доб}}$, м³/доб:

$$Q_{\text{доб}} = Q_{\text{вп}} + Q_{\text{пож}} + Q_{\text{ос}},$$

$k_{\text{вп}}$ – коефіцієнт, враховує витрату води на власні потреби очисної станції, $k_{\text{вп}} = 1,03$ з повторним використанням промивних вод ([1], п. 6.6).

$$Q_{\text{доб}} = 762 + 2160 + 23234 = 26155,82 \text{ м}^3/\text{доб}$$

4.2 Креслення висотної схеми очисних споруд

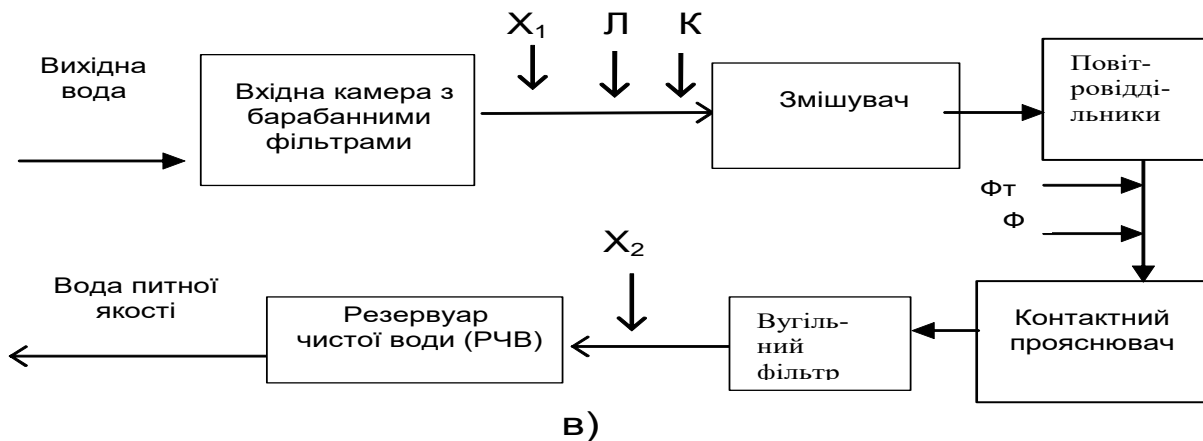


Рис. 13

Місця вводу реагентів (розчинів): X_1, X_2 - хлору, К- коагулянту, Ф-флокулянту, ФТ-фтору

4.3 Реагентне господарство

Розрахунки потрібної кількості реагентів

Добова кількість хлору на первинне та вторинне хлорування обчислюється за формулою, кг

$$Q_{\text{ХЛ1}}^{\text{ДОБ}} = k_{\text{ПЕР}}^{g \rightarrow \text{кг}} d_{\text{ХЛ1}} Q_{\text{ДОБ}},$$

$$Q_{\text{ХЛ2}}^{\text{ДОБ}} = k_{\text{ПЕР}}^{g \rightarrow \text{кг}} d_{\text{ХЛ2}} Q_{\text{ДОБ}},$$

де $k_{\text{ПЕР}}^{g \rightarrow \text{кг}} = 10^{-3}$ - коефіцієнт перерахунку грамів у кілограми; $d_{\text{ХЛ1}}, d_{\text{ХЛ2}}$ - доза хлору, мг/л.

- Хлорвмісні реагенти. Приймаємо газоподібний хлор.

Попереднє хлорування – $D_{\text{ХЛ. I}} = 5 \text{ мг/л}$;

Остаточне хлорування – $D_{\text{ХЛ. II}} = 3 \text{ мг/л}$

$$Q_{\text{ХЛ1}}^{\text{ДОБ}} = (5 \cdot 26156) / 1000 = 130,78 \text{ кг}$$

$$Q_{X12}^{ДОБ} = (3 \cdot 26156) / 1000 = 78.47 \text{ кг}$$

Дозу коагулянту D_K (мг/л) для очищення вихідної води від:

– кольоровості знаходять за формулою

$$D_K^{KL} = 4 \cdot \sqrt{K_L},$$

де K_L - кольоровість вихідної води, град.;

$$D_K^{KL} = 4 \cdot \sqrt{56} = 29.33 \text{ мг/л}$$

– завислих речовин D_K^{3AB} знаходять за графіком. $D_K^{3AB} = 32 \text{ мг/л}$

Дозу отриману за графіком зменшуємо на 15% при застосуванні контактних прояснювачів: $D_K^{3AB} = 24 \text{ мг/л}$

Для подальших розрахунків приймаємо $D_K = 29.33 \text{ мг/л}$

Підлужування води здійснюють для поліпшення процесу коагулювання у випадку, коли не виконується умова

$$D_L = k_L (D_K / e_K - L_0 + 1) \leq 0,$$

де D_L - доза луку, мг/л; k_L - коефіцієнт лужності (для СаО – 28); e_K - еквівалентна маса коагулянту (безводного) в мг/мг-екв (сульфату заліза – 67); L_0 - мінімальна лужність води, мг/мг-екв.

$D_L = 28(29.33/67 - 1.1 + 1) = 9.46 \text{ мг/л} > 0$ умова не виконується тому штучне підлужнення необхідне.

Лужність води після коагулювання:

$$L_K = L_0 - D_K / e_K = 1.1 - 29.33/67 = 0.66 \text{ мг/мг-екв}$$

Флокулянт (розчин) подають у воду через 2-3 хвилини після коагулянту (тільки для висококаламутних вод флокулянт подають у воду водночас з коагулянтом, перед змішувачем).

Як флокулянт використовують поліакриламід (ПАА), його похідні (мають найбільше розповсюдження) та розчини активної кремнієвої кислоти (найменше).

Доза ПАА при дозуванні перед:

– контактними прояснювачами розраховується за формулою, мг/л

$$D_{ПАА} = 0,004M + 0,12;$$

де M - каламутність вихідної води, мг/л;

$$D_{ПАА} = 0.004 \cdot 92.7 + 0.12 = 0.37 \text{ мг/л};$$

Необхідність фторування води, що готується як питна, вирішується санітарно-епідеміологічними працівниками [2, с.13. Більш ефективнішим для захисту зубів від карієсу є регулярне користування зубними пастами, що вміщують фтор та вживання кухонної солі, насиченої фтором].

Зберігання коагулянту

На станції повинен зберігатись місячний запас реагентів, в тому числі і коагулянту.

$$Q_{\text{доб.к}} = \frac{Q_{\text{ос}} \cdot D_{\text{к}}}{10000 \cdot P_{\text{к}}}, \text{ де:}$$

$P_{\text{к}} = 55\%$ - вміст безводного коагулянту у товарному продукті вищого ґатунку;

$$Q_{\text{доб.к}} = \frac{26156 \cdot 29.33}{10000 \cdot 55} = 1.39 \text{ тт/до}, \text{ 30-ти денний запас } Q_{\text{к}}^{30} = 1.39 \cdot 30 = 41.7 \text{ т}$$

Приймаємо поставку вагонами по 100 т (разова поставка) один вагон – 100 т
Приймаємо сухе зберігання коагулянту.

$$\text{Площа закритих сховищ } F_{\text{к}} = \frac{Q_{\text{к}}^{\text{раз}}}{g_{\text{к}}^{\text{тов}} \cdot h_{\text{к}}}, \text{ де:}$$

$g_{\text{к}}^{\text{тов}} = 1,1 \text{ т/м}^3$ - щільність товарного продукту;

$h_{\text{к}} = 2 \text{ м}$ - висота навалу коагулянту.

$$F_{\text{к}} = \frac{100}{1,1 \cdot 2} = 45.45 \text{ м}^2$$

Розчин коагулянту готують у розчинних та витратних баках. Ємність розчинних баків:

$$W_{\text{к}}^{\text{розч}} = \frac{Q_{\text{год}} \cdot n \cdot D_{\text{к}}}{10000 \cdot v_{\text{к}}^{\text{розч}} \cdot g_{\text{к}}^{\text{розч}}}, \text{ де:}$$

$$Q_{\text{год}} = \frac{Q_{\text{ос}}}{24} = \frac{26156}{24} = 1089.83 \text{ м}^3/\text{год} - \text{ годинна витрата води.}$$

$n = 10 \text{ год}$ – тривалість повного циклу приготування розчину коагулянту;

$g_{\text{к}}^{\text{розч}} = 1,226 \text{ т/м}^3$ густина розчину коагулянту при концентрації $v_{\text{к}}^{\text{розч}} = 20\%$ для очищеного продукту.

$$W_{\text{к}}^{\text{розч}} = \frac{1089.83 \cdot 10 \cdot 29.33}{10000 \cdot 20 \cdot 1,226} = 1.3 \text{ м}^3$$

Приймаємо кількість розчинних баків $n = 9 + 1$ резервний.

$$\text{Ємність одного баку: } W_{1\text{к}}^{\text{розч}} = \frac{1.3}{9} = 0,14 \text{ м}^3$$

З урахуванням вимог ([1] п. 14.1) до габаритних розмірів баків, приймаємо бак $0,5 \times 0,5 \text{ м}$, висотою $h = 0,6 \text{ м}$.

$$W_{1\text{к}}^{\text{розч}} = 0,5 \cdot 0,5 \cdot 0,6 = 0,15 \text{ м}^3$$

Витрата води на приготування 20%-го розчину коагулянту:

$$q_{\text{в,к}}^{\text{розч}} = \frac{Q_{\text{доб.к}} \cdot P_{\text{к}} \cdot (100 - v_{\text{к}}^{\text{розч}})}{100 \cdot v_{\text{к}}^{\text{розч}} \cdot \rho_{\text{в}}} = \frac{1390 \cdot 55 \cdot (100 - 20)}{100 \cdot 20 \cdot 1000} = 3.58 \text{ м}^3/\text{доб},$$

де $\rho_{\text{в}} = 1000 \text{ кг/м}^3$ – густина води.

Для розчинення коагулянту баки обладнано системою повітряного барботажу з розрахунковою подачею повітря інтенсивністю $8 \text{ л/с} \cdot \text{м}^2$, а також системою гідрозмиву осаду.

Із відстійної частини розчинних баків коагулянт забирається за допомогою поплавків і насосами подається у витратні баки.

$$\text{Ємність витратних баків: } W_{\text{к}}^{\text{ВИТР}} = \frac{Q_{\text{год}} \cdot n \cdot D_{\text{к}}}{10000 \cdot V_{\text{к}}^{\text{ВИТР}} \cdot g_{\text{к}}^{\text{ВИТР}}}, \text{ де:}$$

$$V_{\text{к}}^{\text{ВИТР}} = 10\%, \quad g_{\text{к}}^{\text{ВИТР}} = 1,105 \text{ т/м}^3$$

$$W_{\text{к}}^{\text{ВИТР}} = \frac{1089.83 \cdot 10 \cdot 29.33}{10000 \cdot 10 \cdot 1,105} = 2.89 \text{ м}^3$$

Приймаємо баки 1,0 х 1,0 м, висотою 0,6 м.

$$\text{Ємність одного витратного баку: } W_{\text{к}}^{\text{ВИТР}} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,6 = 0,6 \text{ м}^3$$

Приймаємо п'ять робочих та один резервний витратні баки.

$$W_{\text{1к}}^{\text{ВИТР}} = \frac{2.89}{5} = 0,57 \text{ м}^3 \leq 0,6 \text{ м}^3$$

Витрата води на приготування 10%-го розчину коагулянту:

$$q_{\text{в,к}}^{\text{ВИТР}} = \frac{Q_{\text{доб.к}} \cdot P_{\text{к}} \cdot (100 - \epsilon_{\text{к}}^{\text{ВИТР}})}{100 \cdot \epsilon_{\text{к}}^{\text{ВИТР}} \cdot \rho_{\text{в}}} - q_{\text{в,к}}^{\text{РОЗЧ}} = \frac{1089.83 \cdot 55 \cdot (100 - 10)}{100 \cdot 10 \cdot 1000} - 3.58 = 1.81 \text{ м}^3/\text{доб}$$

Зберігання флокулянту (ПАА)

Поліакриламід завозять на станцію у вигляді гелю або сухої маси. Термін приготування розчину з гелю 25–40 хвилин, з порошку - 2 години.

Схема приготування розчину ПАА наведена на рис. 14

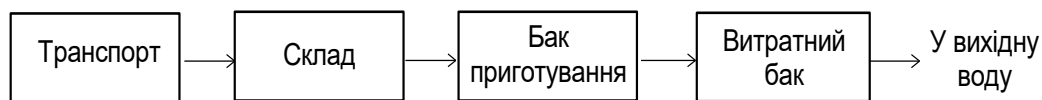


Рис. 14

Місячна потреба поліакриламід (ПАА), кг

$$P_{\text{ПАА}}^{\text{МІС}} = k_{\text{ПЕР}}^{\% \rightarrow \text{кг}} \cdot D_{\text{ПАА}} \cdot Q \cdot n_{30},$$

де $k_{\text{ПЕР}}^{\% \rightarrow \text{кг}} = 10^{-3}$ - коефіцієнт перерахунку грамів у кілограми; n_{30} - термін поставки поліакриламід на станції, діб.

$$P_{\text{ПАА}}^{\text{МІС}} = 10^{-3} \cdot 0,37 \cdot 26156 \cdot 2 = 19.35 \text{ кг}$$

Об'єм витратних баків, м³

$$W_{\text{ПАА}}^{\text{ВИТ}} = k_{\text{ПЕР}}^{\% \rightarrow} \cdot K_{3П} \cdot P_{\text{ПАА}}^{\text{ДІБ}} \cdot T_{3Б} / C_{\text{ПАА}} \cdot \rho_{\text{ПАА}},$$

де $k_{\text{ПЕР}}^{\% \rightarrow} = 100$ - коефіцієнт переводу відсотків до безрозмірної форми; $P_{\text{ПАА}}^{\text{ДІБ}}$ - добова потреба у флокулянті, кг/доб.; $T_{3Б}$ - термін зберігання розчину в баках, діб; $C_{\text{ПАА}}$ - концентрація розчину ПАА, %; $\rho_{\text{ПАА}}$ - щільність розчину ПАА, кг/м³, незалежно від концентрації прийняти 1000.

$$W_{\text{ПАА}}^{\text{ВИТ}} = (100 \cdot 1,1 \cdot 0,65 \cdot 2) / (0,2 \cdot 1000) = 0.71 \text{ м}^3$$

За мінімальної кількості баків два, об'єм одного становить:

$$W_{\text{ПАА}}^{\text{БАК}} = W_{\text{ПАА}}^{\text{ВИТ}} / 2 = 0.72 / 2 = 0.36 \text{ м}^3$$

Зберігання хлору

Витратний склад для хлору (ємність до 100 т) повинен бути розташований в найнижчому місті площадки очисних споруд. Приміщення повинне мати два виходи з різних сторін будівлі.

Схема приготування хлорної води наведена на рис. 15

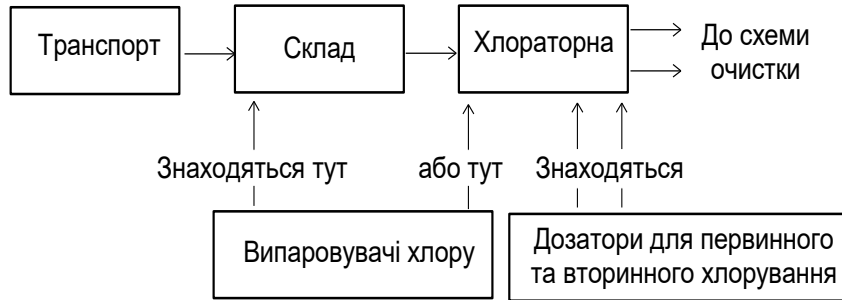


Рис. 15 Схема приготування хлорної води

Місячна потреба в хлорі, т

$$P_{\text{ХЛОР}}^{\text{МІС}} = k_{\text{ПЕР}}^{\text{кг} \rightarrow \text{т}} \cdot Q_{\text{ХЛОР}}^{\text{ДОБ}} \cdot n_{30},$$

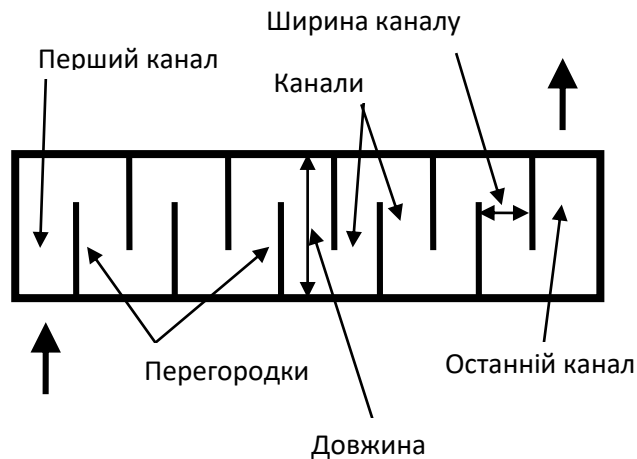
$$\text{де } Q_{\text{ХЛОР}}^{\text{ДОБ}} = Q_{\text{ХЛ1}}^{\text{ДОБ}} + Q_{\text{ХЛ2}}^{\text{ДОБ}}$$

$$Q_{\text{ХЛОР}}^{\text{ДОБ}} = 130.78 + 78.47 = 209.25$$

$$P_{\text{ХЛОР}}^{\text{МІС}} = 10^{-3} \cdot 209.25 \cdot 30 = 6.28 \text{ т}$$

4.4 Розрахунки окремих апаратів і споруд Перегородковий змішувач

Перегородковий змішувач прямокутний в плані має канали (взято 10) з перегородками, які забезпечують горизонтальний або вертикальний рух води з поворотами на кут 180° .



Втрата напору h на

Рис. 16 Перегородковий змішувач

змішувача:

$$h = \xi (v^2/2g),$$

де ξ — коефіцієнт гідравлічного опору, який дорівнює 2,9; v — швидкість води у змішувачі, зменшується від 0,7 до 0,5 м/с; g — прискорення вільного падіння, дорівнює 9,8 м/с².

$$h = 2,9 (0,6^2/2*9,81)=0,053 \text{ м},$$

При розрахунках змішувача приймаємо рівень води в останньому каналі — 0,6 м. Тоді в першому каналі рівень води

$$H_1 = H_{(10)} + N_K \times \xi (v^2/2g),$$

де $H_{(10)}$ — рівень води в останньому (десятому) каналі, м; N_K — кількість каналів, шт.

$$H_1 = 0,6 + 10 \times 0,053 = 1,13 \text{ м},$$

Втрати напору в змішувачі, м

$$\Delta H = N \times \xi (v^2/2g),$$

$$\Delta H = 10 \times 0,053 = 0,53 \text{ м}$$

Довжина каналу не може бути меншою за його ширину. При умові, що час знаходження води у змішувачі не обмежується приймаємо довжину каналу рівній його ширині.

Ширину каналу змішувача знайдемо з рівняння

$$Q_{3M} = V_{CP} \times \omega = V_{CP} \times B_K \times H_{CP},$$

$$B_K = Q_{3M} / (V_{CP} \times H_{CP}),$$

де Q_{3M} – витрата води через змішувач, м³/с;

$$Q_{3M} = Q_{PO3} / N_{3M},$$

$$Q_{3M} = 0.302 / 4 = 0.075 \text{ м}^3/\text{с},$$

N_{3M} – кількість змішувачів на станції, шт., $N_{3M} = 4$ шт;

V_{CP} - середня швидкість руху води в змішувачі дорівнює 0,6 м/с; H_{CP} - середня висота змішувача, м.

$$H_{CP} = (H_1 + H_{(10)}) / 2 + 0,5$$

$$H_{CP} = (1,13 + 0,6) / 2 + 0,5 = 0,692 \text{ м}$$

$$B_K = 0,075 / (0,6 \times 0,692) = 0,18 \text{ м}$$

Ширина змішувача, м

$$B_{3M} = 3 \times B_K,$$

$$B_{3M} = 3 \times 0,18 = 0,54 \text{ м}$$

Приймаємо:

$$B_{3M} = 6 \times B_K = 6 \times 0,18 = 1,08 \text{ м}$$

Довжина змішувача, м

$$L_{3M} = N_K \times B_K.$$

$$L_{3M} = 10 \times 0,18 = 1,8 \text{ м}$$

Час перебування води в змішувачі

$$t = \frac{W_{3M}}{Q_{3M} \cdot 60} = \frac{1,8 \cdot 1,08 \cdot 0,692}{0,075 \cdot 60} = 0,3 \text{ хв}$$

Повітровіддільники

При застосуванні контактних прояснювачів та перегородчатих змішувачів, які не забезпечують виділення з води пухирців повітря, необхідно передбачити повітровіддільники.

Площу повітровіддільника приймаємо з розрахунку швидкості руху спадного потоку 0,05 м/с і часу перебування води в ньому 1 хв.

Загальна площа повітровіддільників

$$S_{\text{пв}} = \frac{Q_{\text{доб}}}{86400 \cdot V_{\text{пв}}} = \frac{26156}{86400 \cdot 0,05} = 6,05 \text{ м}^2$$

Вхідна камера. Контактні прояснювачі. Барабанні фільтри.

Вхідну камеру розташовують перед прояснювачами та обладнують барабанними фільтрами. Барабанні фільтри резервують. При кількості робочих фільтрів 1-5 приймають один резервний. Швидкість фільтрації на фільтрах приймається 10-25 л/с через 1 м² поверхні [5]. Час перебування води - не менше 5 хв.

Площа поверхні всіх барабанних фільтрів

$$S_{\text{пов}} = \frac{Q_{\text{доб}}}{86400 \cdot V_{\text{ф}}} = \frac{26156}{86400 \cdot 0,02} = 15,13 \text{ м}^2$$

Об'єм камери становить

$$W_K = Q_{\text{доб}} / (24 \cdot 12) = 26156 / (24 \cdot 12) = 90,81 \text{ м}^3$$

Приймаємо 4 камери. Приймаємо 3 відділення. Об'єм 1 відділення = 90,81/3 = 30,27 м³. Контактний прояснювач завантажують кварцовим піском з еквівалентним діаметром зерен 1-1,3 мм.



Рис. 17. Схема контактного прояснювача

Загальна площа з урахуванням скидання першої порції фільтру ([1] п.6.131).

$$F_{ко} = \frac{Q_{ос}}{T_{см} \cdot V_n - n_{пр} \left(q_{пр} + \tau_{пр} \cdot V_n + \frac{\tau_{см} \cdot V_n}{60} \right)} = \frac{26156}{24 \cdot 5,2 - 2 \left(7,2 + 0,33 \cdot 5,2 + \frac{10 \cdot 5,2}{60} \right)} = 248,5 \text{ м}^2,$$

де: $T_{см} = 24$ год – тривалість роботи станції протягом доби;

$V_n = 5,2$ м/год – швидкість фільтрування у нормальному режимі ([1] п.6.130);

$n_{пр} = 2$ – кількість промивок за добу;

$q_{пр}$ – питома витрата води на одну промивку;

$$q_{пр} = q_{пр}^1 \cdot t \cdot 10^{-3} = 15 \cdot 480 \cdot 10^{-3} = 7,2 \text{ м}^3/\text{м}^2$$

де: $q_{пр}^1 = 15$ л/с · м² – інтенсивність промивки ([1] п.6.133),

$t = 8$ хв. = 480 с – тривалість промивки.

$\tau_{пр} = 0,33$ год – тривалість простою освітлювача

$\tau_{см} = 10$ хв. – тривалість скидання фільтрату.

Кількість освітлювачів:

$$N_{ко} = \frac{1}{2} \sqrt{F_{ко}} = \frac{1}{2} \sqrt{248,5} = 7,88 \approx 8 \text{ шт}$$

Швидкість фільтрування у форсованому режимі:

$$V_{\phi} = \frac{5,2 \cdot 8}{8-1} = 5,94 \text{ м/год}, \text{ що менше } 6 \text{ м}^3/\text{год}, \text{ отже приймаємо } N_{ко} = 8 \text{ шт.}$$

Завантаження згідно ([1] п.25) приймаємо з підтримуючим шаром з водопровідною промивкою:

– пісок – 1,7 м

Приймаємо стандартну комірку з одностороннім підводом води 6 х 6 м, площею 6 х 6 = 36 м². Загальна площа 36 · 8 = 288 м².

Приймаємо трубчасту систему подачі води.

Витрата води на промивку однієї комірки:

$$Q_{пр} = F_{ко}^0 \cdot q_{пр}^1 \cdot 10^{-3} = 20,25 \cdot 15 \cdot 10^{-3} = 0,304 \text{ м}^3/\text{с}, \text{ де: } F_{ко}^0 = 20,25 \text{ м}^2.$$

Витрата води на промивку за добу:

$$q_{пр}^{доб} = q_{пр} \cdot F_{ко}^0 \cdot n_{пр} \cdot N_{ко} = 7,2 \cdot 30 \cdot 2 \cdot 8 = 3456 \text{ м}^3/\text{доб}$$

Перевіряємо загальну площу з урахуванням витрати води на промивку фільтрів

$$F_{ко} = \frac{Q + Q_{пр}}{T_{см} \cdot V_n - n_{пр} \left(q_{пр} + \tau_{пр} \cdot V_n + \frac{\tau_{см} \cdot V_n}{60} \right)} = \frac{26156 + 2332,8}{24 \cdot 5,2 - 2 \left(7,2 + 0,33 \cdot 5,2 + \frac{10 \cdot 5,2}{60} \right)} = 270,71 \text{ м}^2$$

4.5 Зона санітарної охорони

Границя зони санітарної охорони (ЗСО) першого поясу повинна співпадати з огорожею площадки очисних споруд, яку встановлюють на відстані не менше за 30 м від стін резервуарів фільтрованої води, фільтрів, або не менше 15 м від всіх інших споруд. Висота глухої огорожі 2,5 м.

Приєднання до огорожі будівель, окрім прохідних або адміністративно-побутових споруд не дозволяється.

У випадку, коли очисні споруди розташовані за межею ЗСО другого поясу джерела водопостачання (більше 500 м від межі води при літньо-осінній межені, на рівнині), вони повинні мати уздовж першого пояса ЗСО санітарно-захисну смугу шириною не менше за 100 м.

4.6 Вугільниця фільтр

Гранульоване активоване вугілля потрібно застосовувати [2] як завантаження сорбційних фільтрів, розташованих після прояснювальних фільтрів або інших споруджень, що забезпечують очищення води від завислих речовин до концентрації, менше 1,5 мг/л.

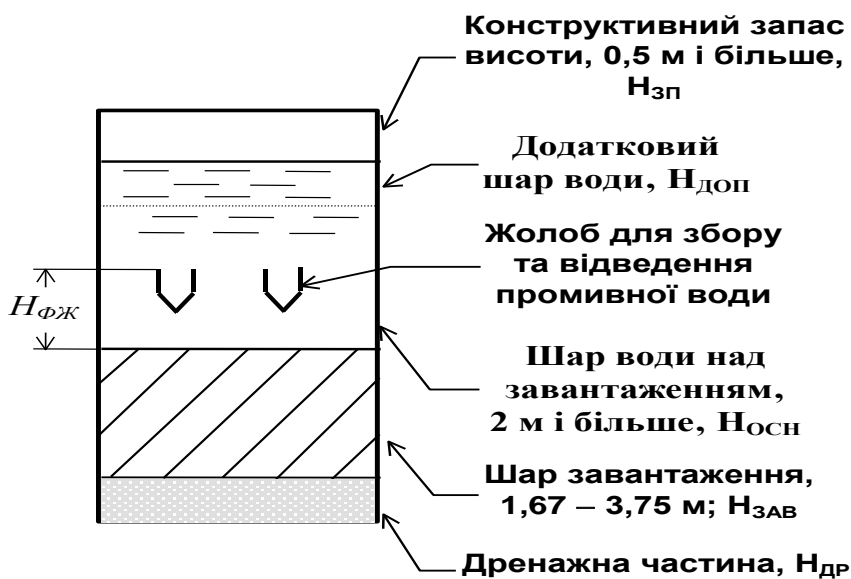


Рис. 18. Схема сорбційного фільтру

Висота фільтра (рис. 3) складається з:

- висоти дренажної частини $H_{др}$,
- висоти вугільного завантаження $H_{зав}$,
- шару води над завантаженням $H_{осн}$,
- додаткового шару води $H_{доп}$,
- конструктивного запасу висоти $H_{зп}$

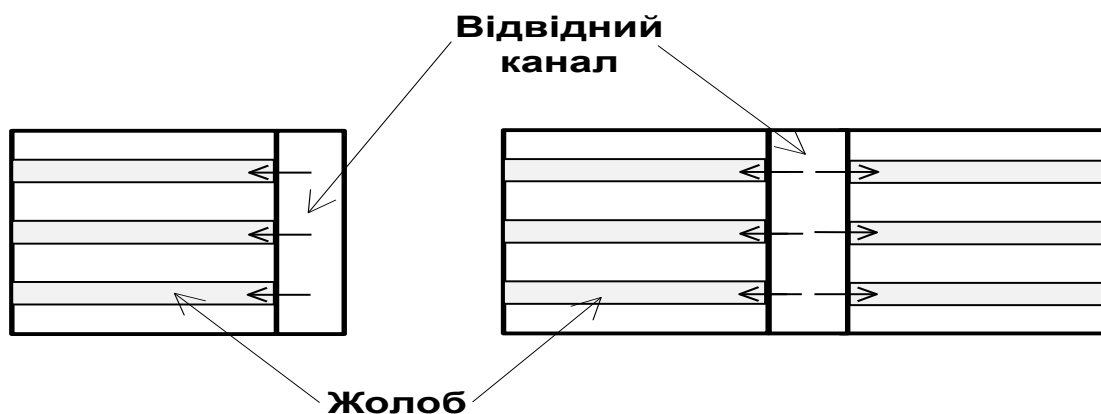


Рис. 19. Сорбційні фільтри в плані з односторонньою (а) та двосторонньою (б) подачею води

- Висота дренажної частини залежить від типу дренажу: високого опору (трубчастий), ковпачковий, полімербетонний.

Прийнято полімербетонний з висотою дренажної частини – 0,5 м.

- Висоту вугільного завантаження $H_{ЗАВ}$, м, знайти як [2]

$$\bullet \quad H_{ЗАВ} = V_{ФІЛ} \times T_{КОН}, = 12 * 0.167 = 2 \text{ м} \quad (1)$$

де $V_{ФІЛ}$ – швидкість фільтрування, 10 – 15, м/год.; $T_{КОН}$ – час контакту води з шаром завантаженого вугілля, 0,167 – 0,25 год. (10 – 15 хв.).

Для завантаження сорбційних фільтрів застосовую гранульоване активоване вугілля марки АГ-М.

Відстань від поверхні завантаження сорбційного фільтру (м) до крайок жолобів визначаю за формулою

$$H = H_{ЗАВ} \times A / 100 + 0,3 = 2 * 35 / 100 = 0.7 \text{ м.}; \quad (2)$$

де $H_{ЗАВ}$ – висота завантаження сорбційного шару, м, з формули (1); A – відносне розширення вугільного завантаження фільтру у відсотках.

Фільтруюча площа всіх фільтрів станції, м^2 ,

$$F_{\Phi} = Q_{ДОБ} / (T_{СТ} \vartheta_H - n_{ПР} q_{ПР} - n_{ПР} t_{ПР} \vartheta_H), = \quad (14)$$

$$= 26156 / (24 * 12 - 2 * 5,85 - 2 * 0,33 * 12) = 97.45 \text{ м}^2$$

де $T_{СТ}$ – добовий час роботи станції, год; ϑ_H – розрахункова швидкість фільтрування в нормальному режимі, м/год.; $n_{ПР}$ – кількість промивок фільтра за добу при нормальному режимі експлуатації, шт (2 або 3); $q_{ПР}$ – питома витрата води на промивку одного фільтру, $\text{м}^3/\text{м}^2$, $(0,6 \cdot I_{ПР} \cdot t_M)$; $t_{ПР}$ – час простою фільтра в зв'язку з його промивкою, приймають 0,5 год - промивка водогазовою сумішшю (використовують тільки для піщаного завантаження фільтру з метою поліпшення ефективності регенерації фільтруючого шару), 0,33 год - промивка водою.

$$q_{ПР} = 0.06 * 15 * 6.5 = 5,85 \text{ м}^3/\text{м}^2$$

Кількість фільтрів на станції з добовою витратою води менше за 8 тис. м³ - чотири, коли більше - знаходиться за формулою

$$N_{\phi} = \sqrt{F_{\phi}} / 2.$$

$$N_{\phi} = \sqrt{97.45} / 2 = 4.93 \text{ приймаємо } 5 \text{ фільтрів}$$

$$F_{\phi\phi} = (N_{\phi} \cdot 2)^2 = (5 \cdot 2)^2 = 100 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{філ}} = F_{\phi\phi} / N_{\phi} = 100 / 5 = 20 \text{ м}^2$$

Фактична площа фільтрації ($F_{\phi\phi}$), площа фільтрації одного фільтру ($F_{\text{ФІЛ}}$), яка не повинна перевищувати 120 м². Приймаємо 5 фільтрів розміром 3м×9м (одностороння подача). Перерахуємо кількість фільтрів $N_{\phi} = 100 / 27 = 3.7$ приймаємо 4 фільтри.

Розрахункова швидкість фільтрування в форсованому режимі

$$g_{\phi} = g_H N_{\phi} / (N_{\phi} - N_{PM}),$$

де N_{PM} - кількість фільтрів у ремонті, шт, дорівнює 2, якщо кількість фільтрів на станції 20 і більше, $g_{\phi} = 12 \cdot 4 / (4 - 2) = 24$ м/год

- Шар води над завантаженням складається з двох частин:

- висоти потрібної для фільтрування води з постійною швидкістю ($H_{\text{ОСН}}$), приймається без розрахунків не менше двох метрів;

- додаткової висоти ($H_{\text{ДОД}}$), необхідної для пропуску води з фільтру, що зараз перебуває в режимі регенерації завантаження.

Додаткова висота, м

$$H_{\text{ДОД}} = W_0 / \Sigma F_{\phi}, = 114.62 / 108 = 1.06 \text{ м}$$

де W_0 - об'єм води, що накопичується за час простою фільтру, на якому в даний момент відбувається регенерація, м³

$$W_0 = Q_{\text{РОЗ}} t_{\text{РЕГ}}, = 1089.83 \cdot 6.5 / 60 = 118.06 \text{ м}^3$$

де ΣF_{ϕ} - сумарна площа фільтрації, м², працюючих в даний момент фільтрів

$$\Sigma F_{\phi} = (N_{\phi} - N_{PM} - N_{\text{РЕГ}}) F_{\text{РОЗ}} = (4 - 2 - 1) \cdot 20 = 20 \text{ м}^2$$

Відстань між осями сусідніх жолобів не повинна перевищувати 2,2 м.

Мінімальна кількість жолобів у фільтрі, шт. (рис. 4.)

$$N_{\text{жл}} = \sqrt{F_{\phi\phi}} / 2.2 = \sqrt{4} / 2.2 = 0.9 = 2 = 1$$

Результат округлити до найбільшого цілого.

Ширину жолоба знаходять за формулою, м

$$B_{\text{ЖЛ}} = K_{\text{ЖЛ}} \left[Q_{\text{ЖЛ}}^2 / (1.57 + a_{\text{ЖЛ}})^3 \right]^{0.2},$$

$$= 2 \cdot (0.05^2 / (1.57 + 1.5)^3)^{0.2} = 0.31$$

де $Q_{\text{ЖЛ}}$ - витрата води по жолобу, м³/с; $a_{\text{ЖЛ}}$ - 1-1,5; $K_{\text{ЖЛ}}$ - коефіцієнт форми жолоба, дорівнює приблизно 2.

$$Q_{\text{жл}} = I_{\text{РЕГ}} F_{\text{РОЗ}} / (1000 N_{\text{ЖЛ}}) = 20 \cdot 5 / (1000 \cdot 2) = 0.05$$

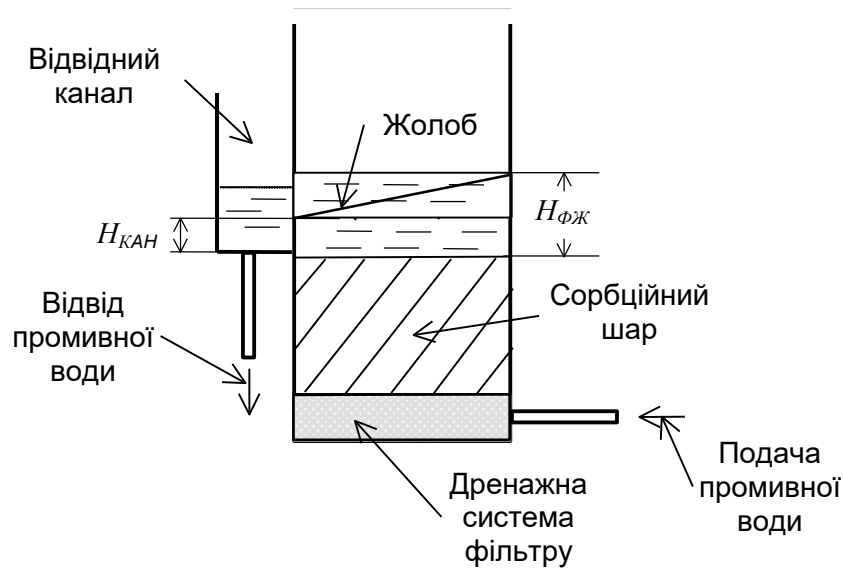


Рис. 20. Переріз сорбційного фільтру

Відстань від дна жолоба до дна відвідного каналу $H_{КАН}$, м

$$H_{КАН} = 1,73\sqrt[3]{q_{\Phi}^2 / gB_{КАН}^2} + 0,2,$$

$$1,73\sqrt[3]{0,074^2 / 9,81 \cdot 0,7^2} + 0,2 = 0,38$$

де q_{Φ} - витрата води через фільтр, м³/с ($Q_{ЖЛ} \cdot N_{ЖЛ}$); $B_{КАН}$ - ширина каналу, прийнято 0,7 м

$$q_{\Phi} = Q_{ЖЛ} \cdot N_{ЖЛ} = 0,037 \cdot 1 = 0,037 \text{ м}^3/\text{с}$$

4.7 Піскове господарство

На очисних спорудах передбачається спеціалізоване піскове господарство, щоб забезпечити їх фільтруючими матеріалами. Розрахунок ємностей для зберігання фільтруючих матеріалів та підбір обладнання виконуються з урахуванням 10-ти відсоткового щорічного поповнення запасів фільтруючого матеріалу та додаткової кількості піску для перевантаження двох прояснювачів.

На перевантаження одного прояснювача потрібно: $W_{пр} = 4,5 \cdot 4,5 \cdot 1,3 = 26,32 \text{ м}^3$

Тоді необхідна кількість піску: $W_{заг} = W_{пр} \cdot 2 = 26,32 \cdot 2 = 52,64 \text{ м}^3$

4.8 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 напрямку – 8°; з обертальною фермою, що має лопаті трикутного чи круглого перерізу; швидкість обертання якої 0,015...0,03 м/с.

Визначаємо об'єм згущувача:

$$W=1,3 \cdot E \cdot W_{oc} = 1,3 \cdot 1,2 \cdot 37,8 = 58,97 \text{ м}^3$$

де $K_{p.o}$ - коефіцієнт розбавлення осаду при випуску із споруд підготовки води,

$K_{p.o} = 1,2$;

$W_{oc.ч.}$ – об'єм осадової частини споруди підготовки води, $[\text{м}^3]$.

$$W_{oc.ч.} = T_p \frac{N_p \cdot \delta}{Q_{год} \cdot (C_s - M_{ocв})}$$

$$W_{ocч} = 24 \cdot 2 \cdot 20000 / 1089,83(56-32) = 36,7 \text{ м}^3$$

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

C_b – максимальна концентрація завислих речовин, які надходять в освітлювач

$M_{ocв}$ – каламутність води, яка виходить з освітлювача, $[\text{г}/\text{м}^3]$;

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

4.9 Бак промивної води

Вода на промивку завантаження контактних прояснювачів використовується очищена. [2, п. 6.132].

В залежності від числа прояснювачів на очисній станції та фільтроциклу обладнання розраховують на одночасну промивку одного або декількох прояснювачів. Якщо умова виконується $n_{пр} \cdot t_{пр} \cdot N_{\phi} < 24$ то одночасно промивають один прояснювач.

Так як умова не виконується ($2 \cdot 0,5 \cdot 25 = 25 > 24$), то одночасно промивається два прояснювачі.

Об'єм води в промивному баку, м^3

$$W_B = q_{пр} F_{\phi,л} (N_{пр} + 1),$$

де $N_{пр}$ - кількість прояснювачів, що одночасно промивають, шт.

$$W_6 = 7,2 \cdot 8 \cdot (2 + 1) = 172,8 \text{ м}^3$$

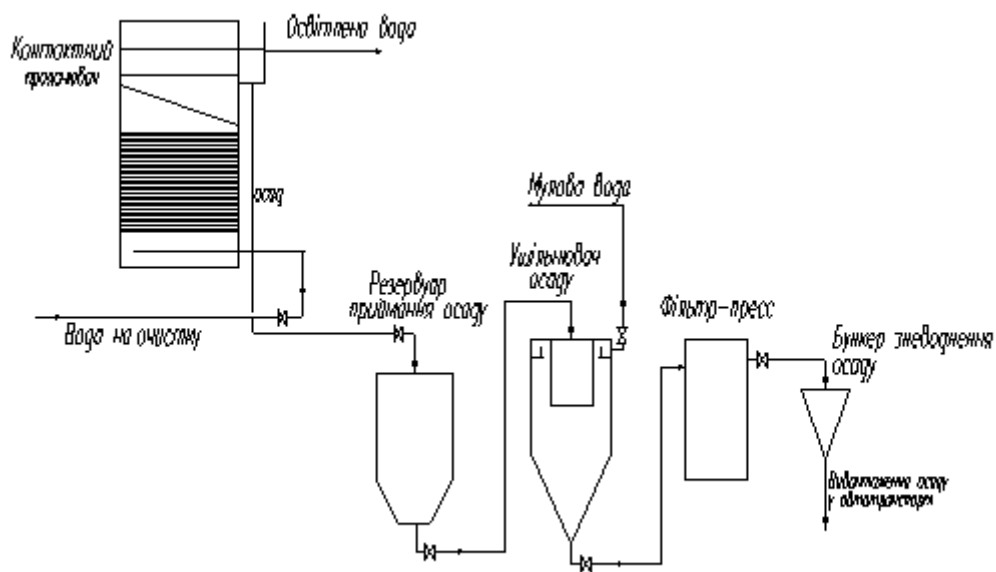


Рис.21. Схема обробки осаду

Розділ 5. Насосна станція II підйому

5.1 Визначення категорії надійності

Оскільки насосна станція подає воду на пожежогасіння, то нашу станцію відносять до I категорії.

5.2 Визначення розрахункових параметрів

За результатами попередніх розрахунків (р.1, табл.12) маємо:

$$Q_{\text{НС}} = 1404.509 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$Q_{\text{НС пож}} = 1656.509 \text{ м}^3/\text{год}$$

Визначаємо необхідний напір насосів НСП з урахування втрат напора на власні потреби насосної станції, усмоктування та водовимірювачі:

$$H_{\text{НС}} = H_{\text{СТ}} + h_{\text{ММ}} + h_{\text{НВ}} + h_{\text{НС}} + h_{\text{ВДВ}} + h_{\text{УВ}},$$

де $H_{\text{СТ}} = z_{\text{д.т.}} - z_{\text{НС}} + H_{\text{Гар}} = 343.9 - 347.8 + 34 = 30.1 \text{ м}$ – статичний напір;

$h_{\text{ММ}} = 0.06 + 1.74 + 4.25 + 1.75 = 7.8 \text{ м}$ – втрати напора у міській мережі від диктуючої точки до точки підключення напірних водоводів (р.1, т.14, рис.6);

$h_{\text{НВ}} = 6.47 \text{ м}$ – втрати напора у напірних водоводах (р.1, т.17);

$h_{\text{НС}} = 1,5 \text{ м}$ – втрати напора в середині насосної станції;

$h_{\text{ВДВ}} = 1,0 \text{ м}$ – втрати напора у водовимірювальному пристрої;

$h_{\text{УВ}} = 0,5 \text{ м}$ – втрати напора в усмоктувальних водоводах.

$$H_{\text{НС}} = 30.1 + 7.8 + 6.47 + 1 + 1,5 + 0,5 = \mathbf{47.37 \text{ м}},$$

Визначаємо необхідний напір насосів НСП при пожежогасінні:

$$H_{\text{СТ пож}} = 343.9 - 347.8 + 10 = 6.1 \text{ м}$$

$$h_{\text{ММ пож}} = 6.62 + 2 + 5.51 + 3.51 = 17.64 \text{ м}$$

$$h_{\text{НВ}} = 8.93 \text{ м}$$

$$h_{\text{НС}} = 2 \text{ м}$$

$$h_{\text{ВДВ}} = 1,5 \text{ м}$$

$$h_{\text{УВ}} = 1,0 \text{ м}$$

$$H_{\text{ПОЖ}} = 6.1 + 17.64 + 8.93 + 1,5 + 2 + 1 = \mathbf{37.17 \text{ м}}.$$

5.3 Вибір типу насосів

Година максимального водоспоживання:

при кількості насосів $n_{\text{Н}} = 3$, подача насосу становить $Q_{\text{Н}} = \frac{1404.509}{3} = 468.16 \text{ м}^3/\text{год}$

Пожежогасіння: $n_H = 3 \Rightarrow Q_H^{\text{пож}} = \frac{1656.509}{3} = 552.16 \text{ м}^3/\text{год}$

Вимогам відповідає насос з чотирьохполюсним електродвигуном NB, NK 150-400/394 (Grundfos):

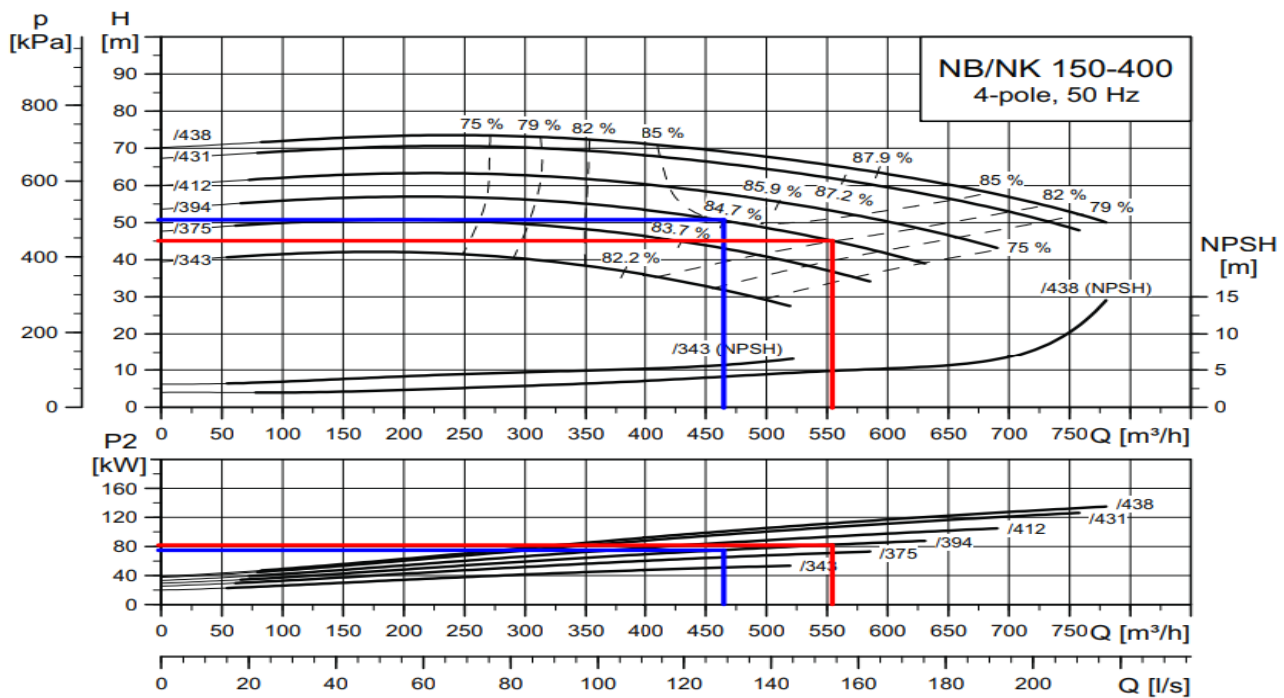


Рис.22

5.4 Графік сумісної роботи насосів і водоводів

Таблиця 26

2 водовода						
найменування опору	Q, м³/год	468,17	702,2545	983,1563	1404,51	1544,95
		0,33	0,5	0,7	1	1,1
H гео	30,1	30,1	30,1	30,1	30,1	30,1
h _{мм} +h _{нс} +h _{вдв} +h _{ув}	0	1,20	2,7	5,292	10,80	13,068
h _{нв}	0	0,72	1,6175	3,1703	6,47	7,8287
H _{нс}	30,1	32,02	34,42	38,5623	47,37	51,00
Аварія Один водовод						
найменування опору	Q, м³/год	468,1697	702,2545	983,1563	1404,509	1544,95
		0,333333	0,5	0,7	1	1,1
H гео	30,1	30,1	30,1	30,1	30,1	30,1
h _{мм} +h _{нс} +h _{вдв} +h _{ув}	0	1,2	2,7	5,292	10,8	13,068
h _{нв} *4	0	2,875556	6,47	12,6812	25,88	31,3148

H _{нс}	30,1	34,17556	39,27	48,0732	66,78	74,4828
Пожежегасіння						
найменування опору	Q, м ³ /год	552,1697	828,2545	1159,556	1656,509	1822,16
	0	0,333333	0,5	0,7	1	1,1
H _{гео}	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1
h _{мм} +h _{нс} +h _{вдв} +h _{ув}	0	2,46	5,535	10,8486	22,14	26,7894
h _{нв}	0	0,991667	2,23125	4,37325	8,925	10,79925
H _{нс}	6,1	9,551667	13,86625	21,32185	37,165	43,68865

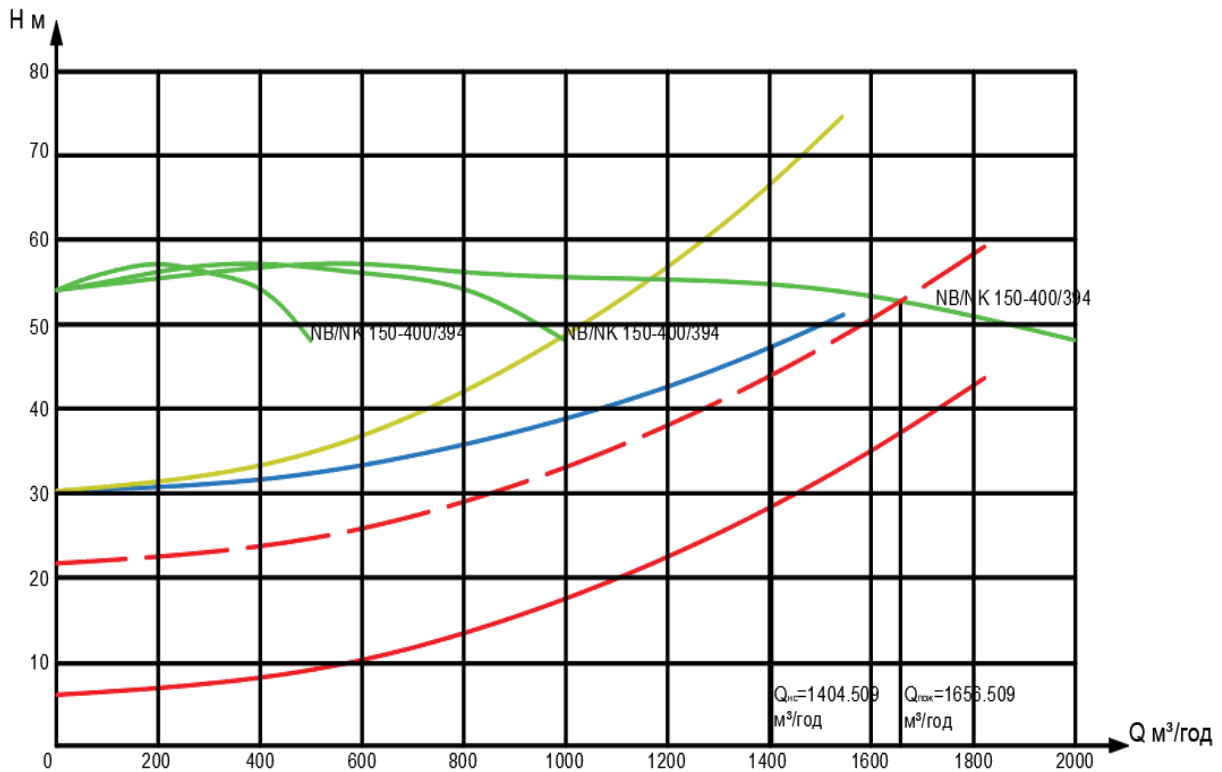


Рис.23

При аварії на одному водоводі насосна станція повинна забезпечувати подачу споживачу $Q_{ав} = 0,7 Q_{нс} = 983.156 \text{ м}^3/\text{год}$. За графіком видно, що аварійна витрата забезпечується трьома насосами – перемички не потрібні.

Т.ч. в машинній залі насосної станції встановлено 3 робочих та 2 резервних насоси NB, NK 125-200/219.

Розділ 6. СТО житлової будівлі

6.1 Технічна характеристика об'єкта

В даній курсовій роботі, проектується багатопверховий житловий будинок, що розташований у місті Сімферополь. Будинок має 14 поверхів, з двома секціями. У розрахунковому будинку передбачений підвал висотою 3.2 м. Висота житлового поверху – 2.8 м. Будинок обладнаний системами господарсько-питного водопроводу (В1), протипожежного водопроводу (В2), централізованим гарячим водопостачанням (Т3-Т4), побутовою (К1) та дощовою каналізацією (К2). В квартирах на кухнях встановлені мийки зі змішувачами, в санвузлах – унітази зі зливними бачками, умивальники і ванни довжиною 1700 мм. Запроектований житловий будинок постачається холодною водою від міської водопровідної мережі. Побутові стічні води відводяться в каналізаційну мережу.

6.2 Базові розрахунки

Розміри будинку в плані. $47.2 \text{ м} \times 35.4 \text{ м}$.

Периметр будинку – 82.6 м . Проектуємо 4 поливальних крани в цокольній частині будинку.

Витрата води на полив прилеглої території $(47.2+5) \times 5 \times 4 + (35.4+5) \times 5 \times 4 = 1852 \text{ м}^2$, а питому витрату на полив шириною 5 м навколо зелених насаджень та тротуарів у відповідності до [1, табл. А.2] $4,5+0,5=5 \text{ л/с}$. Добова витрата на полив – $1852 \times 5 = 9.26 \text{ м}^3$.

Висота будинку: $1,5$ (цоколь) + 14×2.8 (висота житлової частини) + $2,5$ (горище) + $1,6$ (висота огороження на покрівлі) = 44.8 м .

Об'єм будинку – 44.86 тис. м^3

Кількість квартир на поверсі – 4.

Кількість приладів холодної води в квартирі – 8, гарячої – 6.

Розрахункова кількість приладів (N) холодної води в чотирнадцяти поверховому будинку – $14 \times 4 \times 8 = 448 \text{ шт.}$, гарячої – $14 \times 4 \times 6 = 336 \text{ шт}$

6.3 Гідравлічний розрахунок систем холодного водопостачання

Знаходять диктувальний прилад і його витрату. Диктувальним називають санітарний прилад, який має найбільшу витрату води і розміщений якнайдалі по горизонталі і вертикалі від вводу водопроводу в будівлю. Санітарних приладів, аналогічних диктувальному, в системі повинно бути не менш як 10% їхньої загальної кількості. Для житлових будинків диктувальним приладом вважають змішувач ванни, для якого відповідно з чинними нормами і правилами [8 або додаток 8], витрата становить $q_0 = 0,2$ л/с.

Ймовірність дії санітарно-технічних приладів, яку визначають окремо для кожної групи споживачів за формулою

$$P = \frac{q_{hr,U} U}{3600 q_0 N} = \frac{20 \times 300}{3600 \times 0.2 \times 448} = \frac{6000}{322560} = 0.01$$

$$NP = 488 \times 0.01 = 4.88$$

$$q = 5 \times q_0 \times \alpha = 5 \times 0.2 \times 2.4 = 2.4$$

$$\alpha = 2.4$$

Визначають максимальну годинну витрату води (м³/год) в системі за залежністю $q_{hr} = 0.005 \times q_0 \times \alpha_{hr} = 0.005 \times 300 \times 4.126 = 6.18$

де q_0 – годинна витрата води диктувальним приладом, л/год;

α – коефіцієнт, який також визначають за таблицями [8 або додаток 9] залежно від кількості санітарно-технічних приладів в системі і годинній ймовірності їхнього використання hrP , яку розраховують за формулою

$$P_{hr} = (3600 \times P \times q_0) / q_{0hr} = (3600 \times 0.01 \times 0.2) / 300 = 0.024$$

$$NP_{hr} = 488 \times 0.024 = 11.7$$

$$\alpha_{hr} = 4.126$$

6.4 Системи протипожежного водопроводу

Розрізняють прості і автоматичні (спринклерні і дренчерні) протипожежні системи. Простими вважають системи, обладнані тільки ручними пожежними кранами і пожежними рукавами зі сприсками. Автоматичні системи укомплектовані спеціальним обладнанням, яке дає змогу вмикатися

в роботу і здійснювати пожежогасіння в автоматичному режимі. У вітчизняній будівельній практиці найчастіше застосовують прості системи пожежогасіння.

Обов'язкове улаштування протипожежних водопроводів у будівлях різного призначення зумовлене чинними будівельними нормами і правилами.

Так, наприклад, у житлових будинках протипожежні водопроводи влаштовують за висоти будівель 12 і більше поверхів.

Звичайно у житлових, адміністративних, громадських і виробничих будівлях улаштовують об'єднані системи господарсько-питного і протипожежного водопроводу.

6.5 Поливальні водопроводи

Для поливу зелених насаджень, а також територій, прилеглих до будівель, улаштовують поливальні водопроводи. Звичайно полив територій біля будинку і полив приміщень у самих будинках здійснюють від внутрішньої системи господарсько-питного водопроводу, при цьому використовують воду питної якості. Для поливу приміщень застосовують поливні крани діаметром 20 мм, які встановлюють відкрито на висоті 1,25 м від підлоги. До поливних кранів підводять холодну і гарячу воду. Поливають територію біля будинків від поливних кранів діаметром 25 мм, встановлених у нішах зовнішніх стін по периметру будівлі на

92 відстані, не більшій, ніж 60–70 м один від одного (рис. 5.15, а). Поливні крани комплектують шлангом такого ж діаметру довжиною 30 м.

6.6 Розрахунок систем гарячого водопостачання

Розрахункову витрату гарячої води в ділянці мережі для першого режиму знаходять за формулою

$$q^{h, \text{в}} = q^h (1 + K_{\text{в}})$$

$$q^{hcir}=1.75 \times (1+0)=1.75$$

K_{cir} – коефіцієнт, який для водонагрівачів і початкових ділянок системи до першого водорозбірного стояка залежить від співвідношення максимальної секундної і циркуляційної витратами гарячої води на

99розрахунковій ділянці і визначається за ДБН [8]. Для інших ділянок мережі $K_{cir} = 0$.

$$P = \frac{q_{hr,U}U}{3600q_0N} = \frac{10.9 \times 200}{3600 \times 0.2 \times 448} = \frac{2180}{322560} = 0.006$$

$$NP = 488 \times 0.006 = 2.93$$

$$q = 5 \times q_0 \times \alpha = 5 \times 0.2 \times 1.75 = 1.75$$

$$\alpha = 1.75$$

Розрахункова швидкість руху води у трубопроводах системи гарячого водопостачання становить (0,9-1,2) м/с.

Мережі внутрішнього гарячого водопостачання (як і холодного) прокладають із сталевих водогазопровідних оцинкованих і напірних поліетиленових труб.

Водонагрівачі. Приготування гарячої води здійснюється у теплообмінних апаратах. Основними вимогами до них є максимальне енергозбереження, мінімальна металомісткість, невеликі розміри, надійність і зручність у користуванні. Поверхня теплообміну пластинчастих апаратів являє собою набір тонких штампованих теплопередавальних пластин з гофрованою поверхнею і колекторними отворами для проходу робочих середовищ.

Дворові мережі каналізації за завданням: дощова (мінімальний діаметр 200 мм), побутова (мінімальний діаметр труб 150 мм).

Колодязі на каналізаційній мережі передбачаються у місцях повороту трубопроводів, у місцях зміни ухилів або діаметрів, у місцях приєднання відгалужень, а також на довгих прямолінійних ділянках трубопроводів.

Початкова глибина залягання мережі – 0,7м до верху труби. Відстань між оглядовими колодзями при діаметрі труб 150 мм, не перевищує 35 м, а при 200 мм – 50 м.

З'єднання ділянок труб в оглядових колодзях – шелига в шелигу. Мінімальна швидкість води в трубі – 0,7 м/с. Мінімальний ухил для труб 150 мм – 0,008. Максимальне наповнення – 0,6 . Матеріал труб – пластик.

Розділ 7. Технологія будівельного виробництва

7.1 Характеристика споруди. Побудова плану споруди.

Резервуари прямокутні у плані з розмірами в осях 30 м × 24 м. Заглиблення резервуара в ґрунт прийнято 4,8 м. Ґрунт супісок.

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

План і розрізи 1-1 і 2-2 резервуару чистої води місткістю 3200 м³ з маркуванням збірних конструкцій каркаса наведені на рис.23, 24.

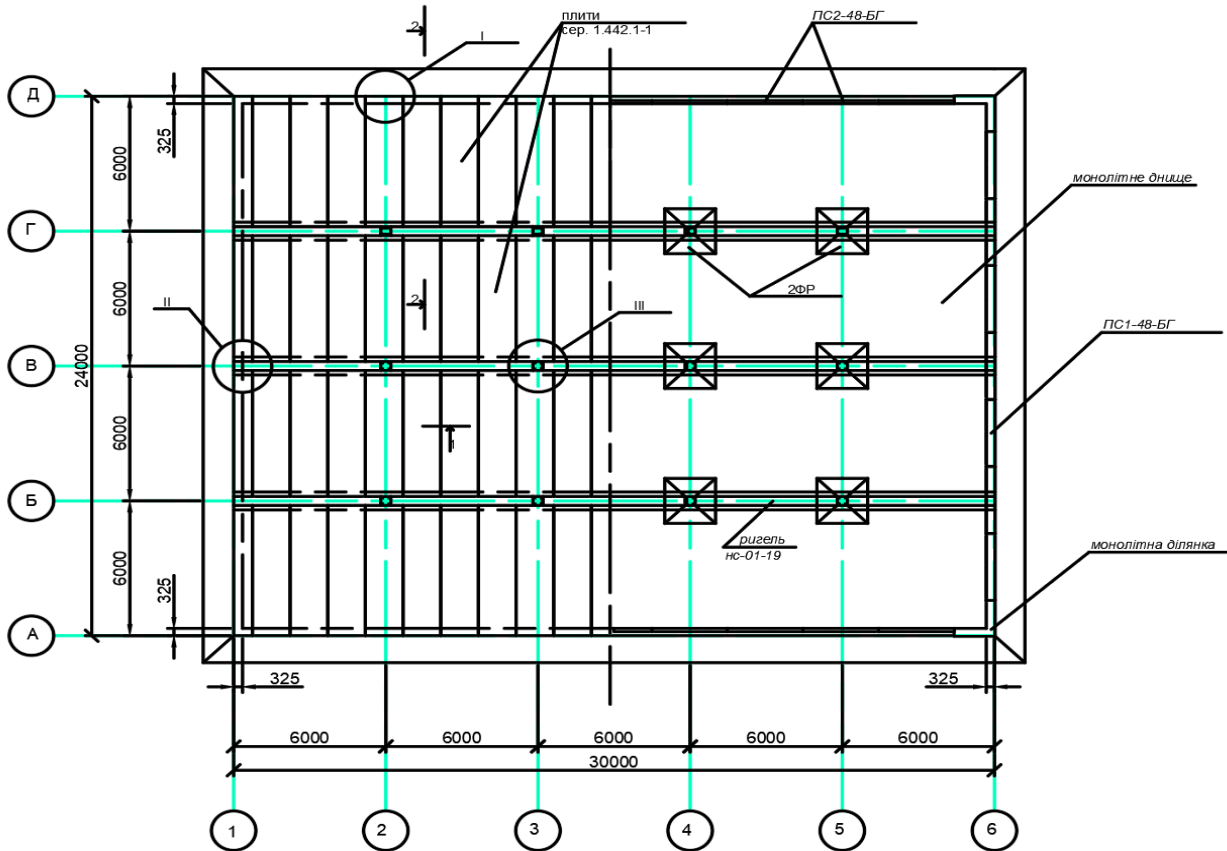


Рис. 23. Схематичний план резервуару чистої води місткістю 3200 м³ з маркуванням конструкцій каркаса

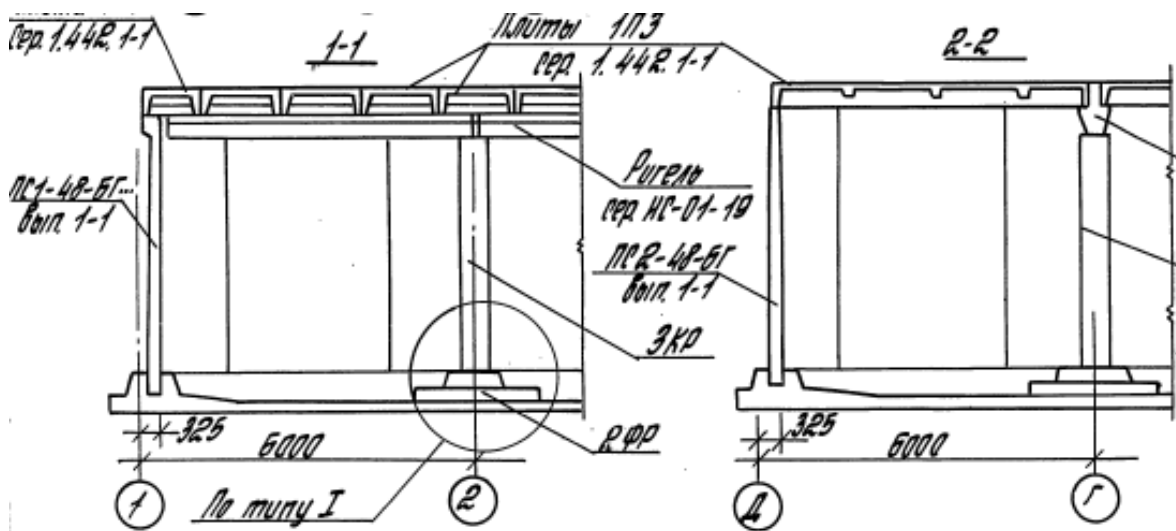


Рис. 24. Схематичні розрізи резервуару чистої води місткістю 3200 м³ з маркуванням конструкцій каркаса

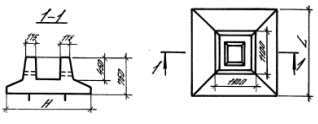
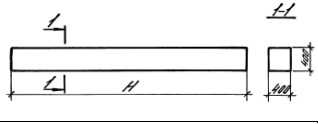
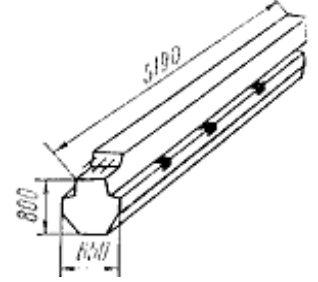
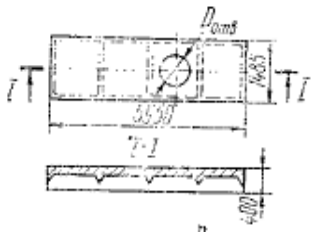
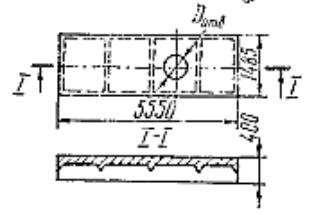
7.2 Характеристики монтажних елементів

Характеристики наведено у таблиці 27, де вказано їх маркування, ескізи, розміри, маса в тонах та об'єм залізобетону.

Характеристика монтажних елементів

Таблиця 27

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

№ п/п	Монтажні елементи	Марка	Ескіз	Маса елемента, т	Об'єм елемента, м ³
1	2	3	4	5	6
3	Фундамент під колону	2ФР2		4,18	1,67
4	Колона	ЗКР48		1,7	0,63
5	Ригель	Р-1		4,2	2,35
6	Плита покриття	1П7		1,2	1,05
7	Плита покриття	1П3		2,3	1,9

7.3 Визначення об'ємів монтажних робіт

Визначення об'ємів зручно виконувати у табличній формі (табл. 28).

Таблиця 28

Об'єм монтажних робіт

№ пор.	Найменування елементів	Марка елемента	Кількість елементів, шт.		Об'єм елемента, м ³	Об'єм елементів, м ³	
			на ділянках				
			1	2			
1	Стінова панель масою 6,7 т	ПС2-48-БГ1	18	18	36	2,69	96,84
	Стінова панель масою 7,1 т	ПС1-48-БГ1	14	14	28	2,85	79,80
2	Фундамент під колону масою 4,18 т	2ФР2	12	12	24	1,67	40,08
3	Колона масою 1,7 т	3КР48	12	12	24	0,63	15,12
4	Ригель масою 4,2 т	Р-1	15	15	30	2,35	70,5
5	Плита покриття масою 1,2 т	1П7	8	8	16	1,05	16,8
	Плита покриття масою 2,3 т	1П3	76	76	152	1,9	288,8
	Всього:						607,94

7.4 Визначення об'ємів бетонних робіт

В прямокутних спорудах водопостачання та водовідведення приймається жорстке кутове з'єднання зовнішніх стін у вигляді монолітних блоків бетонування, марки яких вибирають в залежності від марок стінових панелей.

Об'єми опалубних робіт дорівнюють площі опалубки, що покриває бічні поверхні монолітних ділянок. Розрахунки виконують у табличній формі (табл. 29-31). Об'єми робіт з бетонування та армування монолітної ділянки приймають з джерел [13-14, 6].

Таблиця 29

Об'єм опалубних робіт

Марка моноліт-ної ділянки	Тип поверхні, яка покривається опалубним щитом	Розміри поверхні, мхм	Кількість поверхонь кожного типу, шт.	Площа одної поверхні, м ²	Площа опалубки за типом поверхні та загальна площа опалубки, м ²
УМ48-БГ1	1	1,59x4,28	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 30

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 31

Об'єм арматурних робіт

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

Об'єм робіт з розбирання опалубки дорівнює обсягу робіт з улаштування опалубки.

7.5 Визначення об'ємів робіт із закладання стиків

Для визначення об'ємів робіт по зварюванню стиків довжина шва приймається в залежності від типу споруди і виду з'єднань конструктивних елементів. Для визначення довжини швів для зварювання залізобетонних конструкцій в курсовій роботі можна використати дані, приведені в додатку 4 [5]. Об'єми робіт із закладання стиків наводять у таблиці 32.

Таблиця 32

Об'єм робіт із закладання стиків

№ пор.	Назва процесу	Одиниця вимірювання	Об'єм робіт на ділянках			Об'єм робіт на споруду
			одиниці вимірювання	1	2	
1	Зварювання випусків арматури панелей стін	10 м шва	0,432	32 x 0,432 = 13,83	32 x 0,432 = 13,83	27,66

Продовження таблиці 32

2	Закладання швів дна паза днища бетоном з ущільненням	1 м ³	0,03	0,03x2,98 x32=2,75	0,03x2,98 x32=2,75	5,5
3	Заливання швів панелей стін бетоном механізовано	100 м	0,048	32 x 0,048 = 1,54	32 x 0,048 = 1,54	3,08
4	Замонолічування колон у стаканах фундаментів	1 стик	1	12	12	24
5	Електрозварювання ригеля з колоною	10 м шва	0,062	0,062x12= 0,744	0,062x12= 0,744	1,488
6	Електрозварювання ригеля із стіною панеллю	10 м шва	0,025	0,025x6=0 ,15	0,025x6=0 ,15	0,3
7	Електрозварювання плити з ригелем	10 м шва	0,024	0,024x76= 1,824	0,024x76= 1,824	3,65
8	Електрозварювання плити покриття із стіною панеллю при обпиранні довшою стороною	10 м шва	0,008	0,008x8=0 ,064	0,008x8=0 ,064	0,125
9	Заливка швів плит покриття розчином механізовано	100 м	7,06	7,06	7,06	14,12

7.6 Вибір засобів для захоплення конструкцій і їх тимчасового закріплення

Засоби для захоплення конструкцій використовують для надійного тимчасового з'єднання вантажів з гаком підйомного крану, під час їх переміщення. Їх приймають з каталогів і довідкової літератури [15, 16, 17], в залежності від типу вантажу, його розмірів та маси.

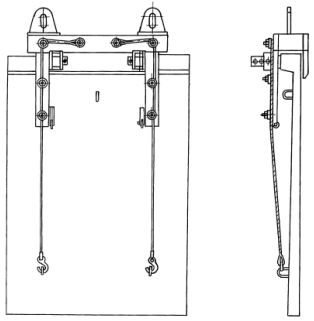
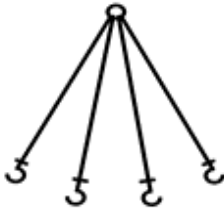
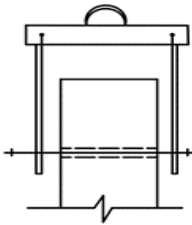


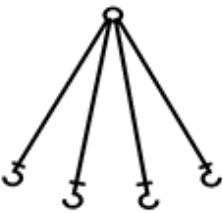
Засоби для захоплення конструкцій наведено у табл. 33.

Таблиця 33

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

Продовження таблиці 33

1	Балансуюча траверса для захоплення стінових панелей с. 6 [17]		8	0,15	0,5
2	Строн 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	Строн двогілковий для захоплення ригелів с. 68 [16]		5	0,05	4,3
5	Строн двогілковий для захоплення траверси с. 68 [16]		8	0,05	2,5
6	Строн чотирьох гілковий для захоплення плит покриття с. 68 [16]		5	0,048	5

Засоби для тимчасового закріплення конструкцій призначені забезпечувати стійкість їх у проектному положенні на період вивіряння та виконання постійного закріплення і технологічного вистоювання бетону у стиках. Без тимчасового закріплення можна встановлювати тільки статично стійкі конструкції, які не змінюють свого положення під дією тимчасових навантажень.

7.7 Визначення монтажних характеристик конструкцій

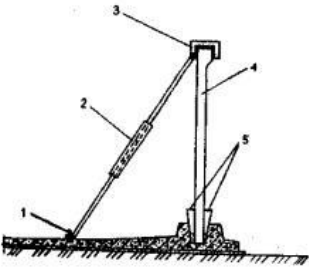
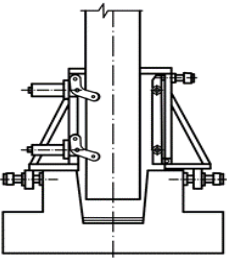
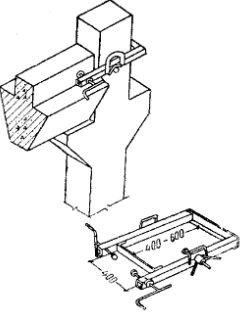
Монтажні характеристики конструкцій – це монтажна маса, монтажна висота та монтажний виліт. Їх визначають для найбільш невідповідних (найважчої, найвищої, найбільш віддаленої або важкодоступної) для монтажу конструкцій кожного елементарного потоку.

Розрізняють три схеми монтажу споруд водопостачання та водовідведення [3-6]:

Схема I – монтажний кран і інші машини, які працюють з ним у комплекті, переміщуються по брівці котловану, не заїжджаючи на його днище (додаток 1).

Таблиця 34

Засоби для тимчасового закріплення і вивірювання конструкцій

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

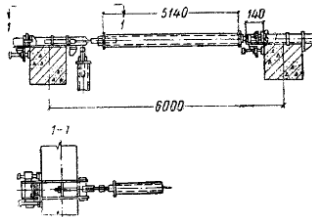
4	Розчалка для тимчасового закріплення ригелів с. 77 [16]		-	0,078
---	--	---	---	-------

Схема II – монтажний кран і транспортні засоби рухаються днищем котловану за межами споруди і на брівці.

Схема III – монтажний кран і транспортні засоби рухаються бетонним днищем споруди, тобто заїжджаючи в споруду (додаток 2).

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

Вибір схеми виконання монтажних робіт впливає на визначення монтажних характеристик конструкцій. Тому спочатку потрібно вибрати схему виконання робіт.

Монтажну масу Q_m визначають як масу конструктивного елемента і засобів для захоплення, які піднімаються разом з ним, т;

$$Q_m = Q + \sum q, \quad (1)$$

де Q - маса конструктивного елемента, т; $\sum q$ - маса засобів для захоплення, т.

H_m – монтажна висота, визначається як сума висот :

$$H_m = h_1 + h_2 + h_3 + h_4, \quad (2)$$

де h_1 – висота від рівня стоянки крану до опори, на яку встановлюють елемент, м; h_2 – висота підйому елемента над опорою, приймають 0,5 або/чи 1,0 м; h_3 – висота (товщина) встановлюваного елемента, м; h_4 – висота засобу для захоплення над елементом, м;

7.8 Технічний вибір монтажних кранів

Провіряють можливість монтажу стінової панелі. Для цього визначають технічні характеристики крана на монтажному вильоті, які повинні бути рівні або більші (на 10 % у навчальному проекті) від монтажних характеристик стінової панелі $Q_{кр} \geq Q_m$ і $H_{кр} \geq H_m$. Якщо параметри крану не задовольняють вказаних умов, підбирають кран з іншими характеристиками.

Виконання монтажних робіт прийнято за схемою II (ширина резервуара чистої води 24 м). Схему руху кранів дном котловану і на брівці, наведено на рис. 25.

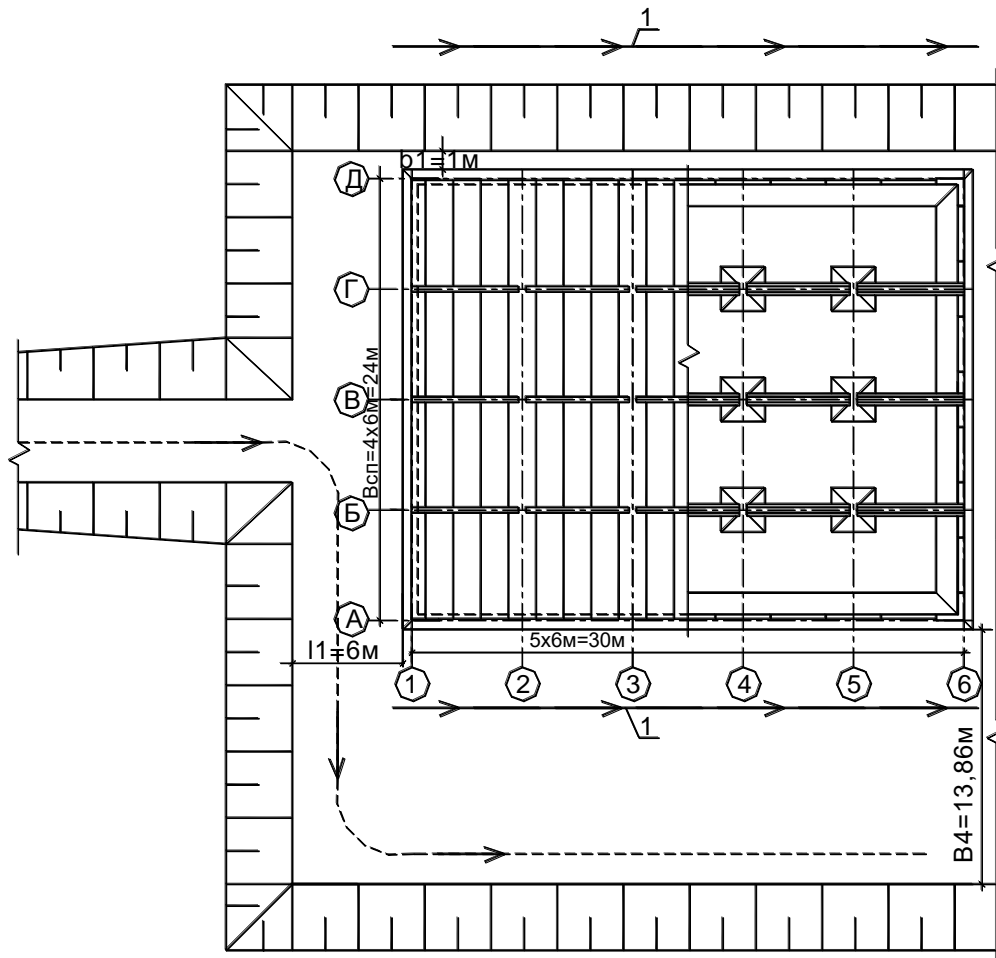


Рис. 25. Схема проходок монтажних кранів

На рис. 25 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], прийнято 1,0 м.

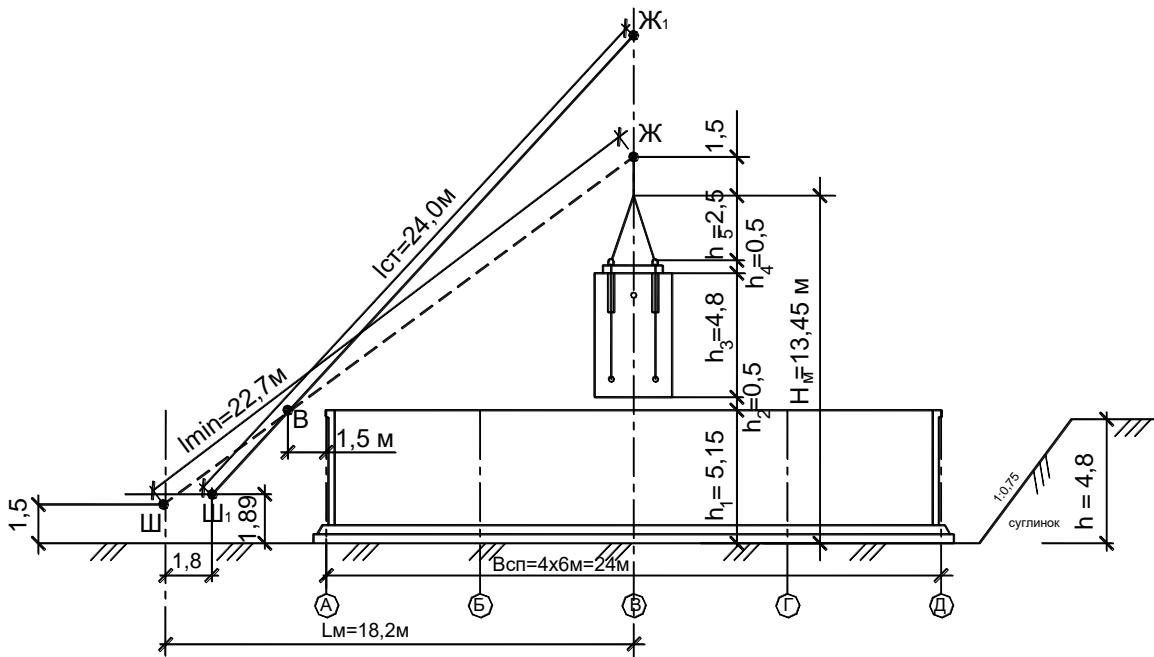


Рис. 26. Визначення монтажних характеристик стінових панелей:

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

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

$$L_M^{\phi} = 18,2 \text{ м}.$$

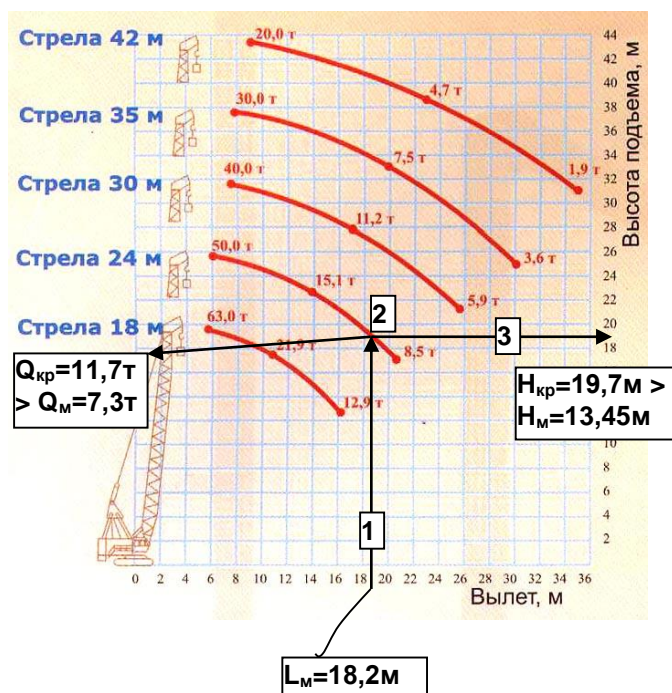
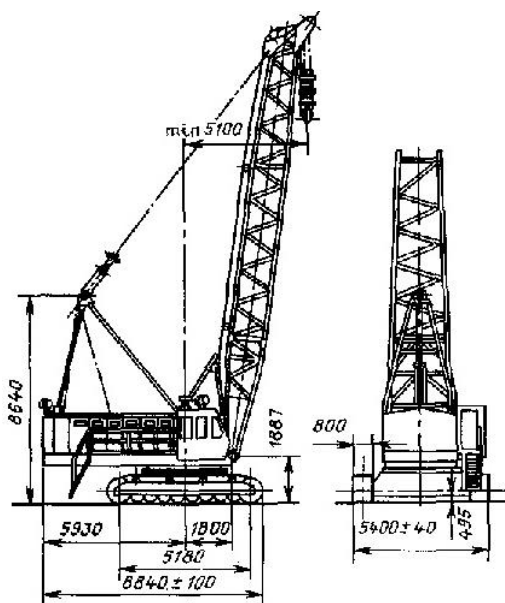


Рис. 27. Загальний вид та вантажовисотні характеристики гусеничного крана ДЕК-631А з стрілами 18 м, 24 м, 30 м, 35 м, 42 м: 1-3 – послідовність визначення технічних характеристик крана за монтажного вильоту 18,2 м і довжини стріли 24 м й придатність його для монтажу стінових панелей.

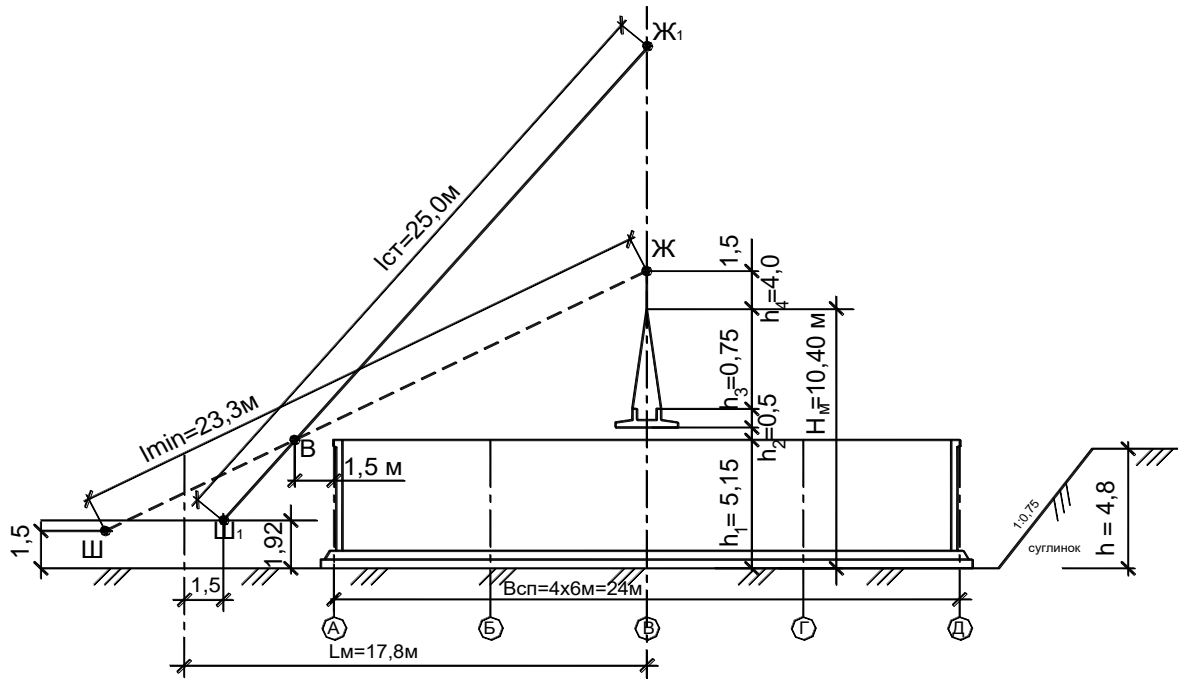


Рис. 28. Визначення монтажних характеристик фундаментів:

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

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

$$L_{\text{м}}^{\phi} = 17,8 \text{ м}.$$

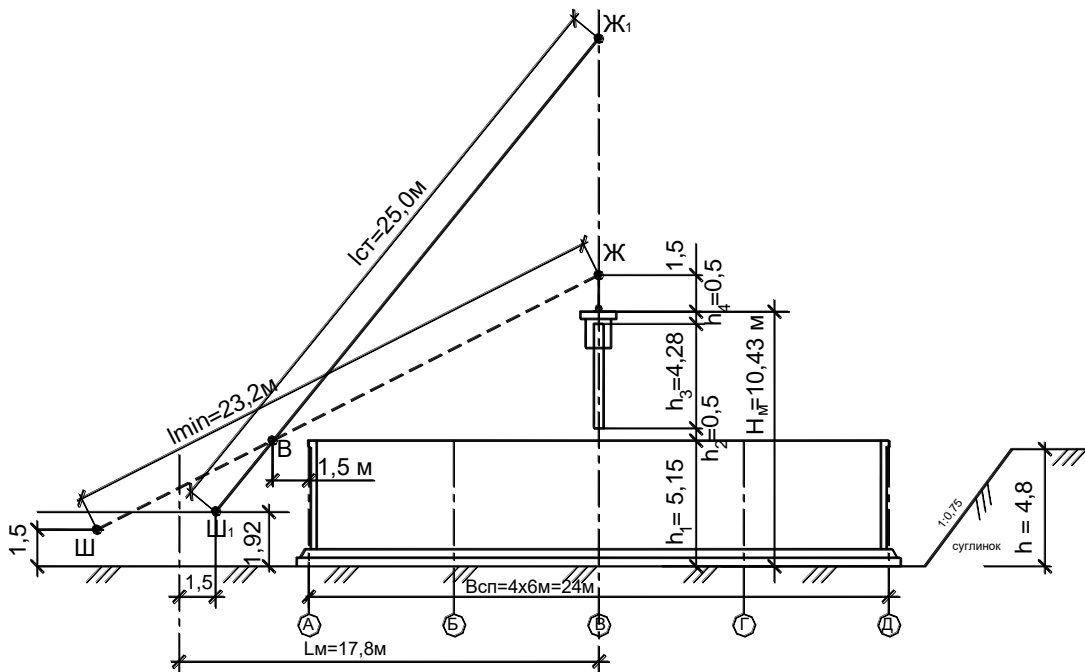


Рис. 29. Визначення монтажних характеристик колон:

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

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

$$L_{\text{м}}^{\kappa} = 17,8 \text{ м}.$$

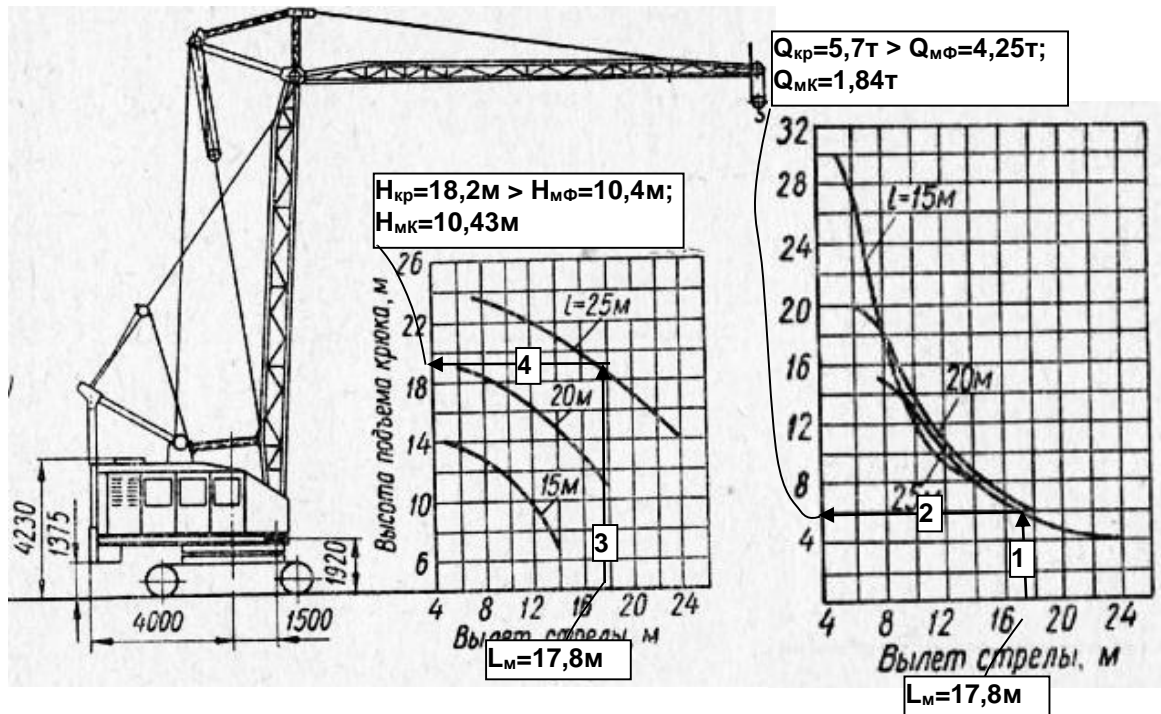


Рис. 30. Загальний вид та вантажовисотні характеристики гусеничного крана СКГ-30/10 з стрілою 25 м й придатність його для монтажу фундаментів і колон за монтажного вильоту 17,8 м.

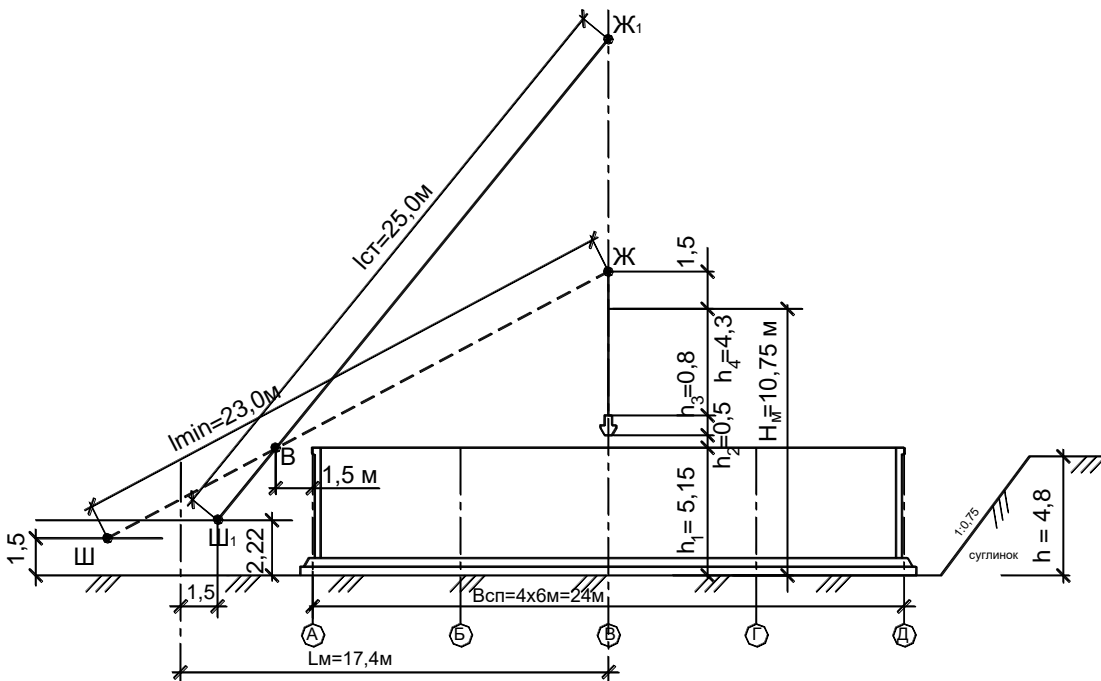


Рис. 31. Визначення монтажних характеристик ригелів:

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

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

$$L_m^p = 17,4 \text{ м}.$$

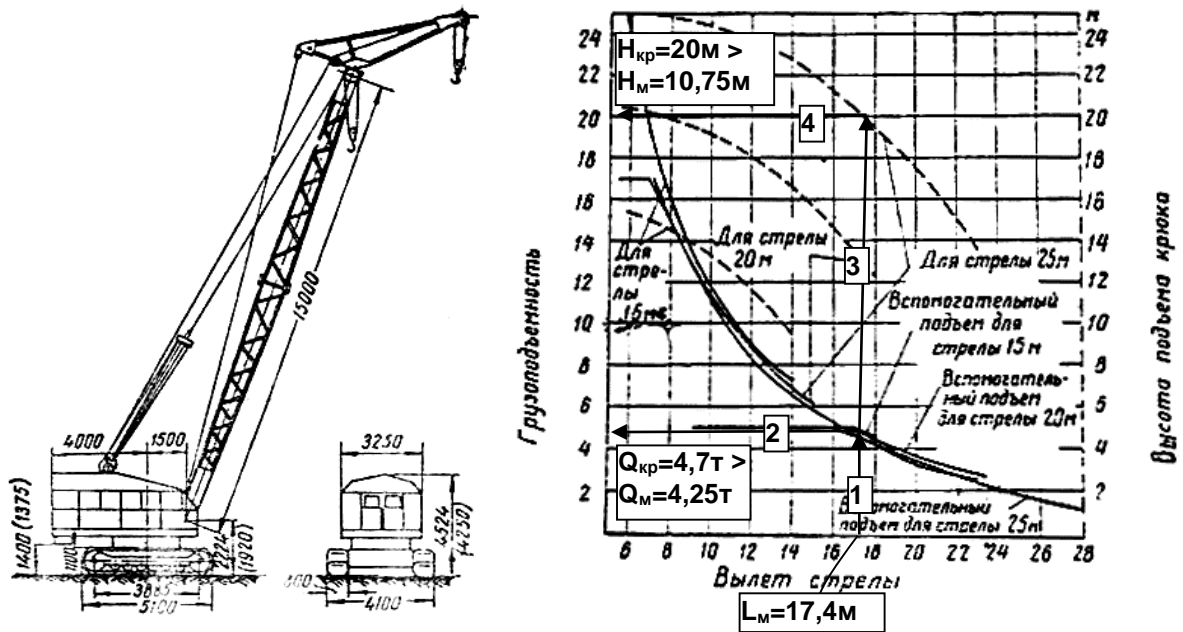


Рис. 32. Загальний вид та вантажовисотні характеристики гусеничного крана СКГ-25 з стрілою 25 м й придатність його для монтажу ригелів за монтажного вильоту 17,4 м.

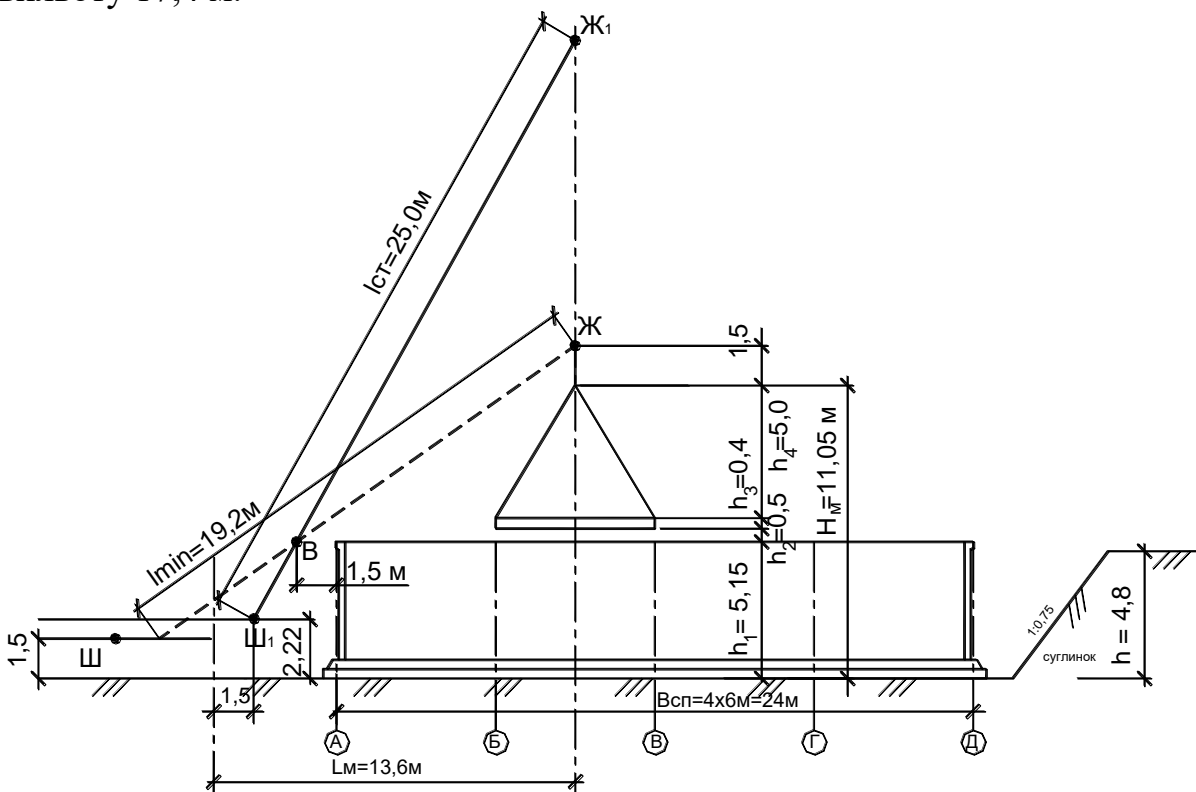


Рис. 33. Визначення монтажних характеристик плит покриття:

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

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

$$L_{м\text{пн}} = 13,6\text{ м.}$$

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 $L_{м} = 13,6\text{ м}$; $H_{кр} = 23\text{ м} > H_{м} = 10,05\text{ м}$ за вильоту $L_{м} = 13,6\text{ м}$.

Таблиця 35

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	18,2	Гусеничний кран ДЕК-631А, стріла 24 м механічний привід
2	Фундаментні блоки	4,32	10,4	17,8	Гусеничний кран СКГ-30/10, стріла 25 м механічний привід
3	Колони	1,84	10,43	17,8	
4	Ригелі	4,25	10,75	17,4	Гусеничний кран СКГ-25, стріла 25 м механічний привід
5	Плити покриття	2,35	11,05	13,6	

7.9 Складання калькуляції трудових витрат

Аналіз вихідних даних

Калькуляцію (вирахування) трудових витрат виконують у табличній формі (табл. 10). В якості виробничих норми часу беруть зі збірників 4, 22 Единых норм и расценок (ЕНиР) „Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций” та „Сварочные работы”.

У графі 1, 2 вносять номер та назву процесів у технологічній послідовності за формулюванням згідно з ЕНиР. У графі 3 виписується одиниця вимірювання, на яку у нормах наведено норму часу. У графі 4 наводять об'єм робіт у одиницях вимірювання.

Визначення норми часу простого процесу

У графі 5 вказують параграф, номер таблиці і підрозділу за ЕНиР. У графі 6 наводять норми часу на виконання одиниці вимірювання робіт та коефіцієнти до норм часу відповідно для монтажників і машиністів.

Визначення трудомісткості за нормою

У графі 7 вносять нормативні витрати праці на об'єми робіт, які дорівнюють добутку норми часу на об'єм робіт та відповідні коефіцієнти до норм часу. Дані граф 8 і 9 беруть із ЕНиР. В кінці калькуляції у графі 7 проставляють підсумок.

Калькуляція трудових витрат розроблено на одну ділянку і наведено в табл. 10.

Таблиця 36

Калькуляція трудових витрат (на ділянку)

№ 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	32	Е §4-1-8, табл. 2, п. 10а, б	<u>1,50</u> 0,37	<u>1,5x32</u> 0,37x32 = <u>48,00</u> 11,84	Монтажник 5р., 4 р., 3 р., 2 р. Машиніст 6 р.	1 1 1 1 1
2	Зварювання випусків арматури панелей стін $32 \times 4,32 = 138,3 \text{ м}$	10 м	13,83	Е §22-1-4, п. 4а	<u>7,10</u> -	<u>98,19</u> -	Зварювальник 5 р.	1
3	Закладання швів dna паза днища бетонною сумішшю уцільненням $(0,08+0,095)/2 \times 0,33 \times 2,98 \times 32 = 2,75 \text{ м}^3$	1 м ³	2,75	Е §4-1-51, п. 1	<u>5,80</u> -	<u>15,95</u> -	Монтажник 4р., 3 р.	1 1
4	Заливання швів панелей стін бетонною сумішшю механізованим способом	100 м	$4,8 \times 32 / 100 = 1,54$	Е §4-1-26, п. 2а	<u>28,00</u> -	<u>43,12</u> -	Монтажник 4р., 3 р.	1 1
5	Установка і в'язання арматури окремими стержнями монолітних ділянок стін резервуарів	1 т	1,458	Е §4-1-46, табл. 2, п. 12г	<u>24,00</u> -	<u>34,99</u> -	Арматурник бр., 2 р.	1 1

Продовження табл. 36

№ пор.	Найменування процесів	Об'єм робіт		Обґрун- туван-ня за ГН, ЕНиР	Норма часу <u>люд.-год.</u> <u>маш.-год.</u>	Трудо- міст- кість <u>люд.-год.</u> <u>маш.-год.</u>	Склад ланки	
		Оди- ниця ви- міру	Кіль- кість оди- ниць				Професія /розряд/	К-ть
1	2	3	4	5	6	7	8	9
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	12	Е §4-1-1, табл. 2, п. 8а, б	<u>2,00</u> 0,67	<u>24,00</u> 8,04	Монта- жник 4р., 3 р., 2 р., Машиніст 6 р.	1 1 1 1
10	Установка колон масою до 2т у стакани фундаментів за допомогою кондукторів	1 шт	12	Е §4-1-4, табл. 2, п. 2а, б	<u>2,40</u> 0,24	<u>28,80</u> 2,88	Монта- жник 5р., 4 р., 3 р., 2 р. Машиніст 6 р.	1 1 2 1 1
11	Замонолічування колон у стаканах фундаментів	1 стик	12	Е §4-1-25, табл. 1, п. 1	<u>0,81</u> -	<u>9,72</u> -	Монта- жник 4р., 3 р.	1 1
12	Установка ригелів масою до 5т	1 шт	16	Е §4-1-6, табл. 2, п. 4а, б	<u>2,40</u> 0,48	<u>38,40</u> 7,68	Монта- жник 5р., 4 р., 3 р., 2 р. Машиніст 6 р.	1 1 2 1 1
13	Електрозварювання ригеля з колоною 0,62x12=7,44 м	10 м	0,744	Е §22-1-3, п. 1г	<u>6,80</u> -	<u>5,06</u> -	Зварювальн ик 5 р.	1

№ пор.	Найменування процесів	Об'єм робіт		Обґрунтування за ГН, ЕНиР	Норма часу <i>люд.-год.</i> <i>маш.-год.</i>	Трудо-міст-кість <i>люд.-год.</i> <i>маш.-год.</i>	Склад ланки	
		Оди-ниця ви-міру	Кіль-кість оди-ниць				Професія /розряд/	К-ть
1	2	3	4	5	6	7	8	9
14	Електрозварювання ригеля із стіноюю панеллю $0,25 \times 6 = 1,5$ м	10 м	0,15	Е §22-1-3, п. 1г	<u>6,80</u> -	<u>1,02</u> -	Зварювальн ик 5 р.	1
15	Установка плит покриття площею до 10 м^2 $1,5 \times 6 = 9 \text{ м}^2$	1 шт	84	Е §4-1-7, п. 9а, б	<u>0,84</u> 0,21	<u>70,56</u> 17,64	Монта-жник 4р., 3 р., 2 р., Машиніст 6 р.	1 2 1 1
16	Електрозварювання плити з ригелем $0,24 \times 76 = 18,24$ м	10 м	1,824	Е §22-1-3, п. 1г	<u>6,80</u> -	<u>12,40</u> -	Зварювальн ик 5 р.	1
17	Електрозварювання плити покриття із стіноюю панеллю при обтиранні довшою стороною $0,08 \times 8 = 0,64$ м	10 м	0,064	Е §22-1-3, п. 1г	<u>6,80</u> -	<u>0,44</u> -	Зварювальн ик 5 р.	1
18	Заливка швів плит покриття розчином механізованим способом	100 м	7,06	Е §4-1-26, п. 3а	<u>4,00</u> -	<u>28,24</u> -	Монта-жник 4р., 3 р.	1 1

7.10 Складання таблиці технологічних розрахунків і побудова графіка виконання робіт

Аналіз вихідних даних

За калькуляцією трудових витрат складають таблицю технологічних розрахунків (табл. 11). У графі “Найменування процесів” об’єднують, посилаючись на пункти калькуляції, в один процес прості процеси, які можуть виконати робітники основної спеціальності зі спеціалізацією суміжних процесів. У графу 5 вписують нормативну трудомісткість з калькуляції в людино-змінах і машино-змінах (для чого дані калькуляції ділять на 8 (тривалість зміни у годинах)). Графи 7 і 8 склад ланки формують згідно ЕНиР. Кваліфікаційний склад робітників визначають згідно з рекомендаціями ЕНиР з врахуванням того, що робітник вищого розряду може виконувати роботу робітника нижчого розряду. Визначення тривалості процесу. Визначення прийнятої трудомісткості

Щоб одержати тривалість робіт (графа 9), нормативну трудомісткість у людино-змінах (графа 5, чисельник) ділять на число робітників (графа 8). Одержану частку зводять до цілого числа, яке множать на число робітників і одержують прийнятну трудомісткість (графа 6, чисельник), значення якої має бути менше за нормативну трудомісткість.

Побудова графіка виконання робіт

Графік виконання робіт будують за результатами технологічних розрахунків в лінійній формі.

Графік виконання робіт вказує на обсяги робіт, затрати праці, потреби робітників та машин, послідовність виконання процесів, загальну тривалість процесів.

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

Технологічні розрахунки монтажу РЧВ (на ділянцю)

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

Визначення техніко-економічних показників

Вихідними даними для визначення техніко-економічних показників є таблиця технологічних розрахунків і графік виконання робіт.

Загальний об'єм монтажних робіт беруть за підсумком табл. 30.

Тривалість виконання робіт беруть за графіком виконання робіт.

Нормативну і прийняту трудомісткість, а також нормативну і прийняту машиномісткість, беруть за сумою таблиці технологічних розрахунків табл. 11.

Виробіток у м³ на 1 маш.-зм. та виробіток у м³ на 1 люд.-зм. слід вирахувати поділом загального обсягу монтажу залізобетонних конструкцій на трудомісткість роботи монтажних кранів та на затрати праці робітників.

Техніко-економічні показники визначено наступним чином:

- обсяг монтажу залізобетонних конструкцій (табл.2) 448,2 м³;
- тривалість будівництва (табл. 12) 15 змін;
- трудомісткість роботи монтажних кранів (табл. 11) 6,0х2=12 маш.-змін;
- затрати праці робітників (табл. 11) 78,0х2=156 люд.-змін;
- виробіток у м³ на 1 маш.-зм. $607,94/6,0 = 101,32$ м³/маш.-зм.;

виробіток у м³ на 1 люд.-зм. $607,94/97,5 = 6,23$ м³/люд.-зм.'

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

Потреби в будівельних конструкціях, деталях, напівфабрикатах, матеріалах розраховують за додатками 1-4 [5]. Потребу в машинах, устаткуванні, інструменті, інвентарі і пристроях перераховують на комплексну бригаду за ДБН Г.1-5-96 Нормативна база оснащення будівельних організацій (бригад) засобами механізації, інструментом і інвентарем. Дані розміщують у вигляді таблиць (табл. 39, 40).

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.	36
2	Стінова панель	ПС1-48-БГ1	шт.	28
3	Фундамент під колони	2ФР2	шт.	24
4	Колона	ЗКР48	шт.	24
5	Ригель	Р-1	шт.	30
6	Плита покриття	ІП7	шт.	16
7	Плита покриття	ІП3	шт.	152
8	Бетон	С 10/15	м ³	30,5+0,7+ 3,9=35,1
9	Розчинна суміш	М 100	м ³	4,2+0,8 =5
10	Вироби монтажні	-	т	0,3
11	Пісок	-	м ³	15,9
12	Бруски 75 мм	IV сорт	м ³	0,7+1,6= 2,3
13	Дошки 25 – 32 мм	IV сорт	м ³	0,7+0,4 +14,2=15,3
14	Дошки 40 мм	IV сорт	м ³	0,5+0,2+ 4,2=4,9
15	Гвіздки 100 мм	-	кг	19,4
16	Електроди	Е-42	кг	27,0+18,8 =45,8
17	Дріт 4 мм	Вр-І	кг	4,8
18	Бетон для монолітних ділянок	С 15/20	м ³	27,2
19	Арматура діаметром 6 мм	А240С	кг	24,0
20	Арматура діаметром 8 мм	А400С	кг	370,4
21	Арматура діаметром 14 мм	А400С	кг	208,8
22	Арматура діаметром 16 мм	А400С	кг	2312,8
23	Гвіздки 120 мм	-	кг	40,3
24	Тісто вапняне	-	кг	159,9

Потреба в машинах, устаткуванні, інструменті, інвентарі і пристроях

№ пор.	Машина, устаткування, інструмент, інвентар і пристрої	Марка	Одиниця вимірювання	Кількість
<i>I. Машина та пристрої</i>				
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 струбиною	-	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

№ пор.	Машини, устаткування, інструмент, інвентар і пристрої	Марка	Одиниця вимірювання	Кількість
<i>II. Ручний будівельний інструмент</i>				
19	Вібратор глибинний	ІВ-113	шт.	2
20	Лопата для розчину	ЛР	шт.	10
21	Зубило слюсарне 20x60°	ЗС	шт.	1
22	Скребок	-	шт.	2
23	Розшивка стальна	РВ-1	шт.	1
		РВ-2	шт.	1
24	Лом монтажний	ЛМ-20	шт.	2
		ЛМ-24	шт.	3
25	Киянка кругла	КК	шт.	1
26	Сокира будівельна	А-2	шт.	1
27	Маяк причальний	-	шт.	3
28	Каска пластмасова	-	шт.	10
29	Пояс запобіжний	-	шт.	9
30	Відро	-	шт.	4
<i>III. Засоби вимірювання і контролю</i>				
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
<i>IV. Інвентар</i>				
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 трубиною	-	шт.	10
43	Щити опалубки PERI	PERI		
	1200x3300 мм		шт.	8
	600x3300 мм		шт.	4
	300x3300 мм		шт.	6
	1200x1200 мм		шт.	8
	600x1200 мм		шт.	4
300x1200 мм	шт.	6		

7.12 Операційний контроль якості робіт

План операційного контролю якості розробляють згідно з положеннями ДБН А.3.1-5-2016 «Організація будівельного виробництва» у вигляді таблиці, в якій поділяють підконтрольні операції між майстром і виконавцем, наводять склад операцій, способи контролю, терміни і, за необхідності, залучені служби.

Таблиця 41

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. Відхилення відміток вирівнюючого шару під блоки і опорні поверхні дна стаканів від проектних. Щільність примикання подошви фундаменту до поверхні основи.	Візуально, рулеткою	В процесі монтажу	Геодезична служба

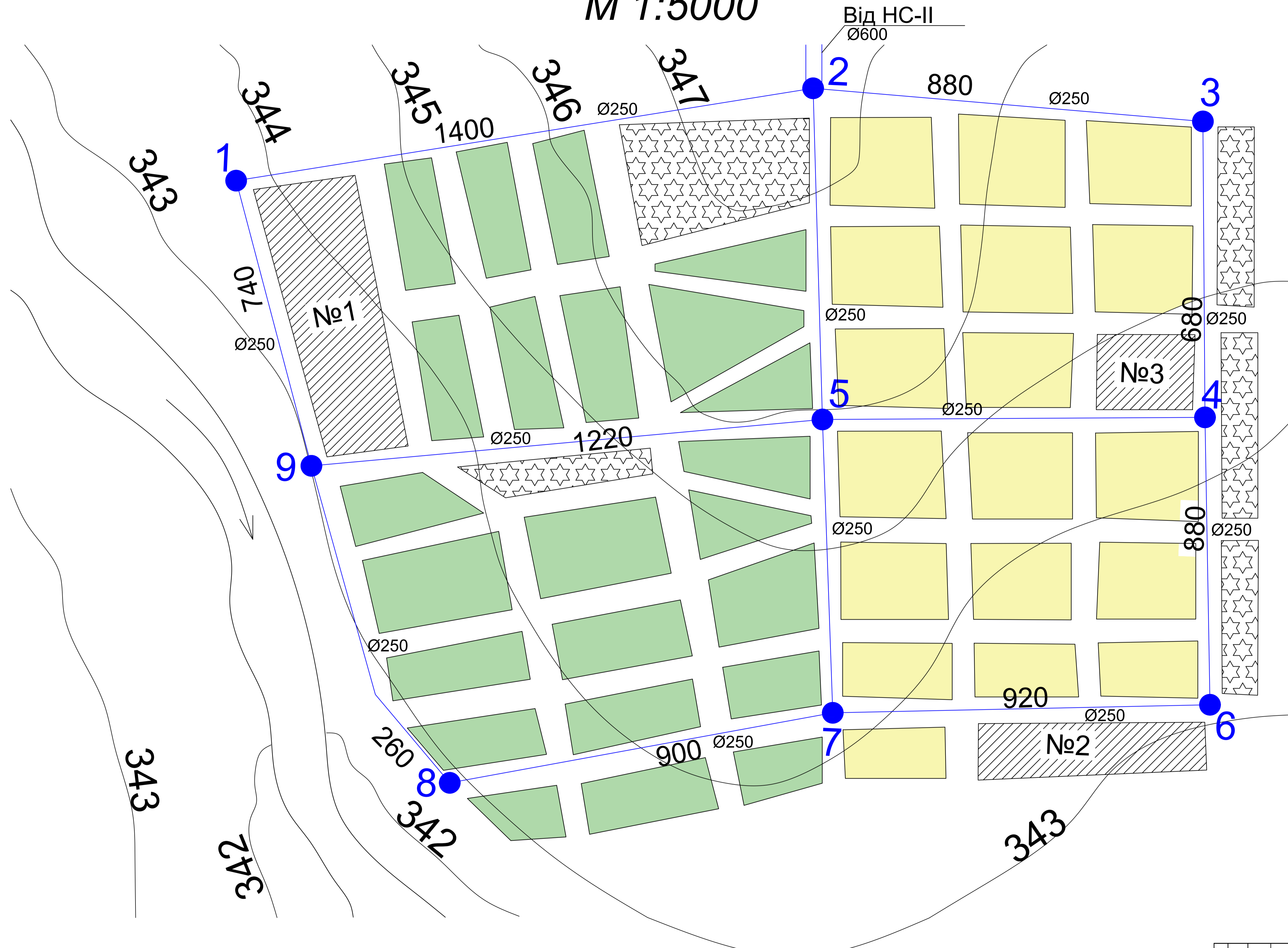
Операції, які підлягають контролю		Контроль якості виконання операцій			
виконавцем	майстром	склад	спосіб	строки	залучені служби
1	2	3	4	5	6
Монтаж фундаментів	-	Відхилення відміток опорних поверхонь дна стаканів від проектних. Відповідність положення змонтованих фундаментів в плані.	Візуально, рулеткою	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. Розміри швів, якість зачистки	Візуально	В процесі зварювання	Лабораторія
Зварювання і антикорозійний захист	-	Якість зварювання, наявність і правильність ведення журналу зварювальних робіт. Якість антикорозійного покриття.	Візуально	В процесі зварювання	Лабораторія
-	Закладення стиків	Дотримання технологічної послідовності операції. Якість закладення стиків. Температурно-вологий режим твердіння розчину. Фактичну міцність бетону і розчину і терміни розбирання опалубки	Візуально	В процесі закладення стиків	Лабораторія
Закладення стиків	-	Якість герметизації зовнішніх стін. Фактичну міцність бетону і розчину. Зовнішній вигляд закладених стиків	Візуально	В процесі закінчення роботи	Лабораторія

Література

1. ДБН В.2.5-74:2013 Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. Київ: Мінрегіонбуд України, 2013.
2. ДСТУ-Н Б.В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія. Київ: Мінрегіонбуд України, 2011.
3. ДБН В.2.5-64:2012 Внутрішній водопровід та каналізація. Київ: Мінрегіонбуд України, 2013.
4. Абрамов Н.Н. Водоснабжение.-М.: Стройиздат, 1982.
5. Технологія будівельного виробництва: підручник / [В. К. Черненко, М.Г. Ярмоленко, Г. М. Батура та ін.; за ред. В. К. Черненка, М.Г. Ярмоленка]. – К.: Вища шк., 2002. – 430 с.: іл.
6. Возведение емкостных сооружений. Методические указания к комплексному курсовому проекту «Проектирование строительства сооружений водоснабжения и канализации» для студентов всех форм обучения специальности «Водоснабжение и канализация». / Сост. А.М. Звенигородский, Е.В. Богуславский. – Киев: КИСИ, 1985. – 52 с.
7. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Сборник Е 4. Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций. Вып. 1. Здания и промышленные сооружения. – М.: Стройиздат, 1987. – 64 с.
8. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Сборник Е 22. Сварочные работы. – М.: Стройиздат, 1987. – 36 с.

ПЛАН ВОДОПРОВІДНОЇ МЕРЕЖІ МІСТА

М 1:5000

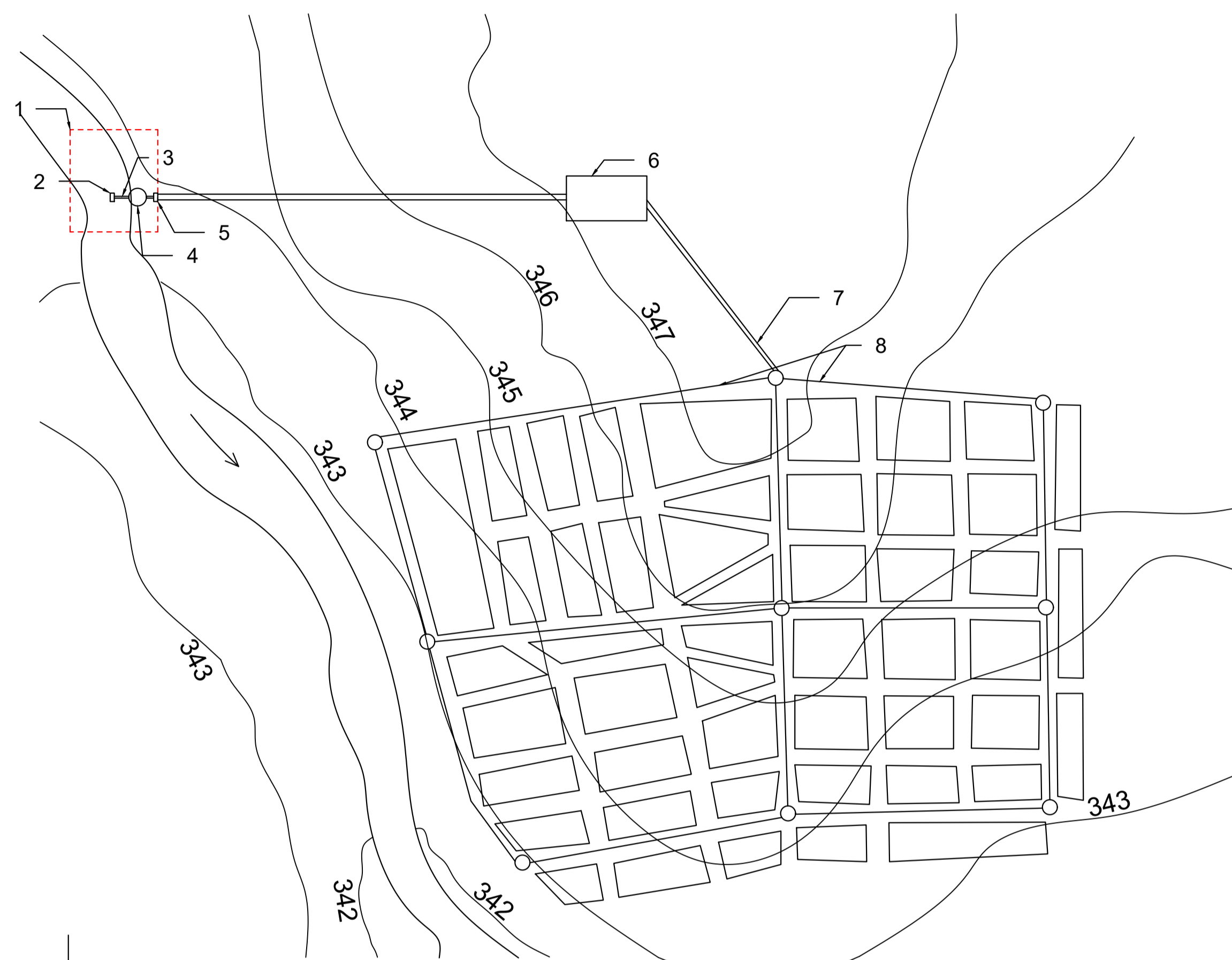


УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

-  Забудова I - Район
-  Забудова II - Район
-  Парки, зелені насадження
-  №-1 Хлібзавод
-  №-2 Завод чавунного лиття
-  №-3 Содовий завод

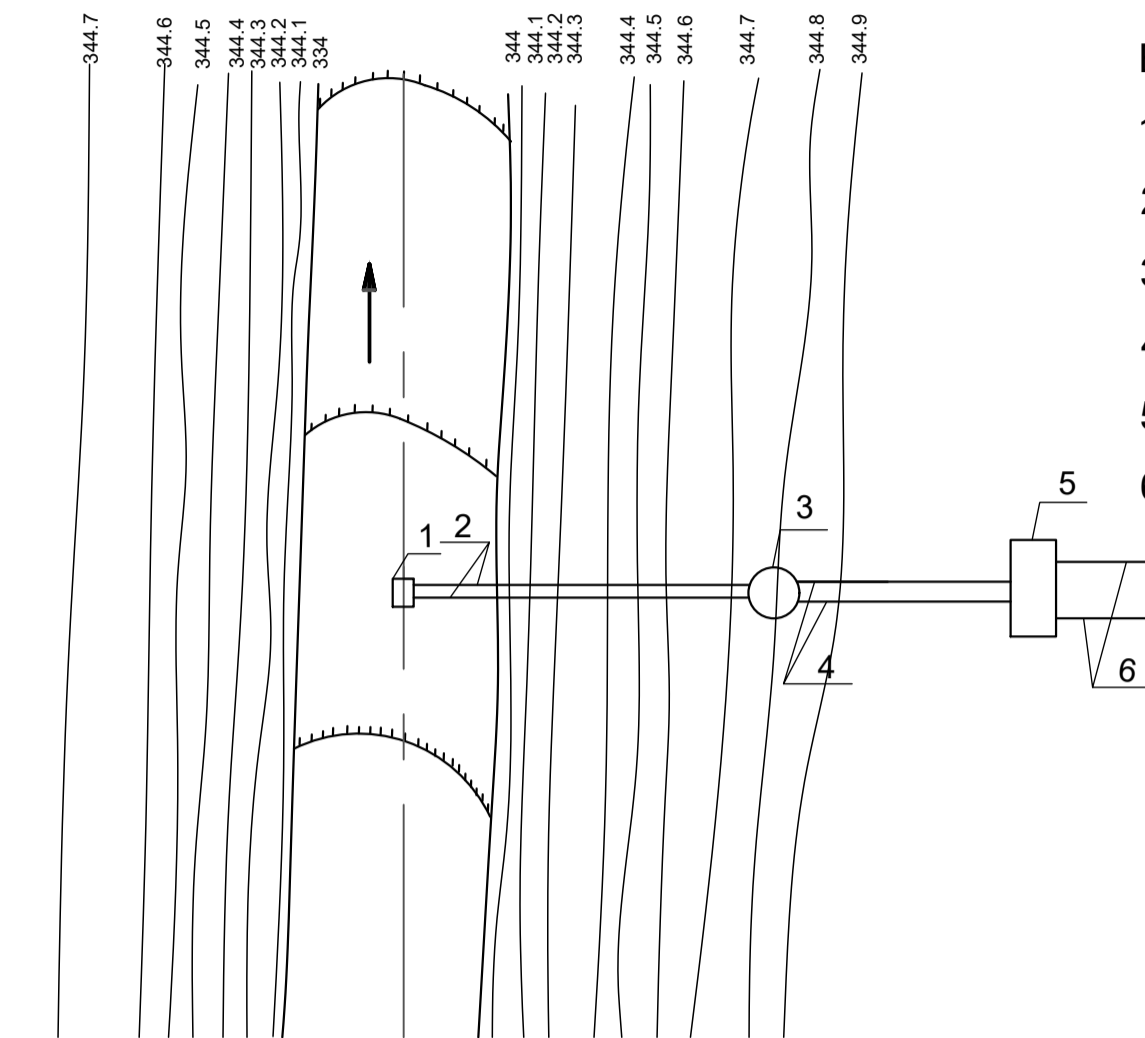
АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА					
Зм.	Кп.	Арк.	№док.	Підпис	Дата
Розробив	Філоненко М.В.				
Керувач	Арапетян Т.В.				
Зав. Каф.	Хоружий В.П.				
Водопостачання міста з розробкою елементів станції водопідготовки				Стадія	Лист
				АР	1
ПЛАН ВОДОПРОВІДНОЇ МЕРЕЖІ МІСТА М 1:5000				КНУБА ВВ-41	

СИТУАЦІЙНИЙ ПЛАН
М 1:20000



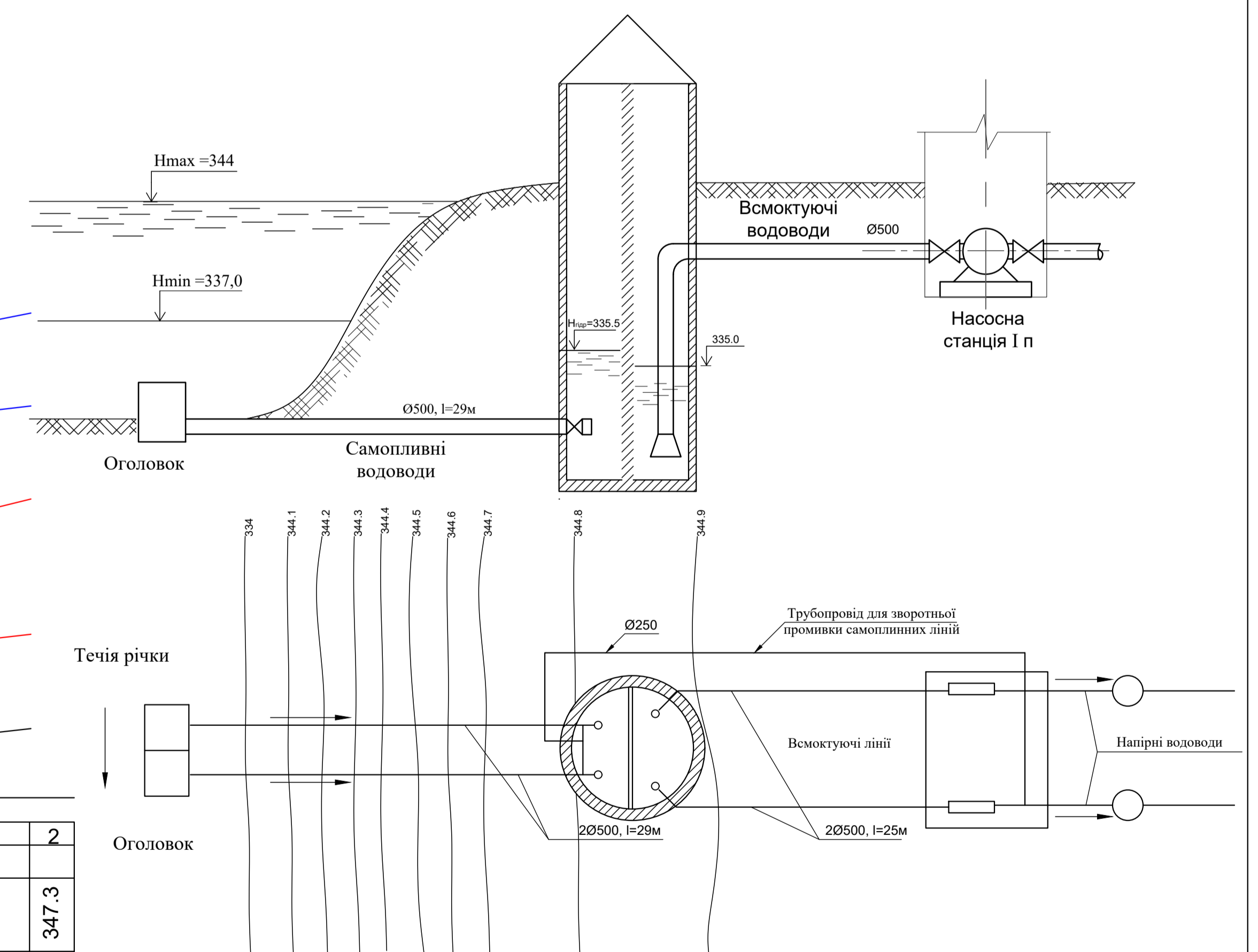
- Експлікація:
- 1 - зона санітарної охорони
 - 2 - водоприймальний оголовок
 - 3 - самопливні водоводи
 - 4 - береговий колодезь
 - 5 - НС-І
 - 6 - водопровідна очисна станція
 - 7 - напірні водоводи
 - 8 - водопровідна мережа міста

СИТУАЦІЙНИЙ ПЛАН ВОДОЗАБІРНОГО ВУЗЛА
М 1:1000

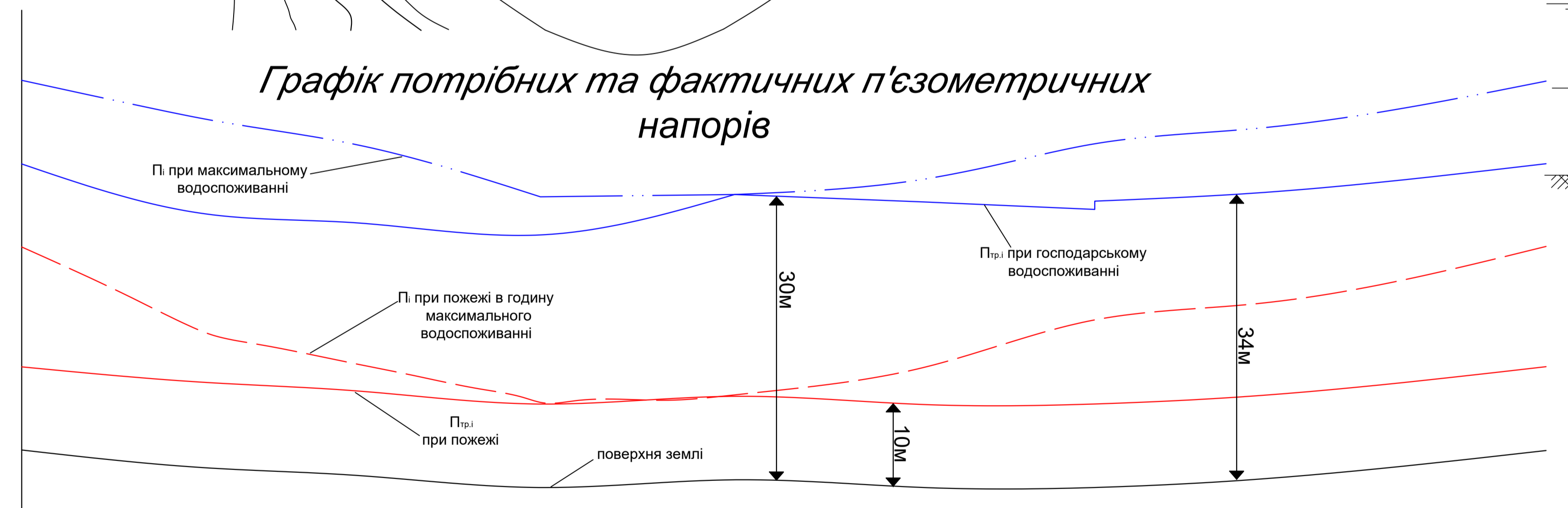


- Експлікація:
- 1 - оголовок
 - 2 - самопливні водоводи
 - 3 - водоприймальний колодезь
 - 4 - всмоктуючі лінії
 - 5 - насосна станція
 - 6 - напірні водоводи

СХЕМА ВОДОЗАБІРНИХ СПОРУД
М 1:500



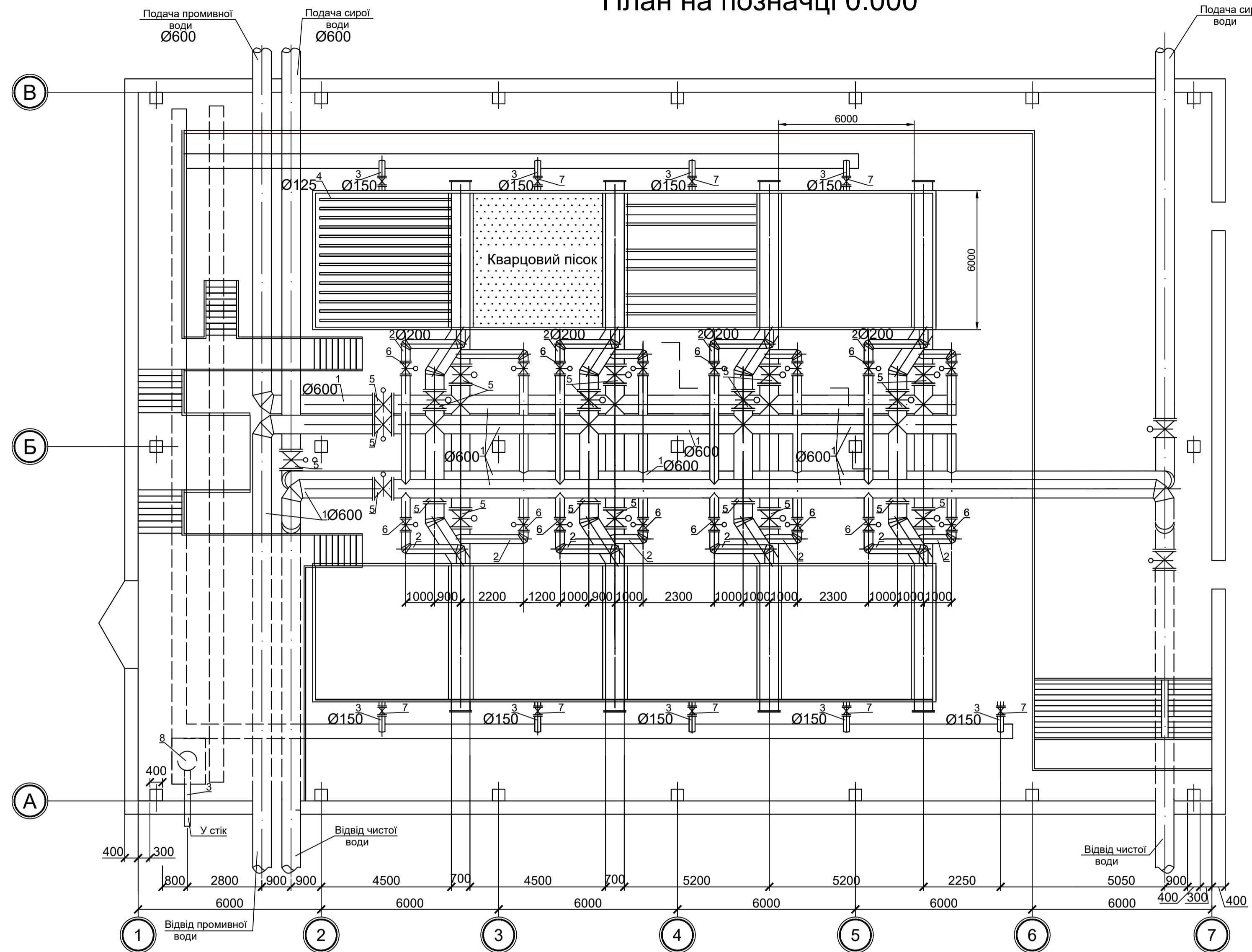
Графік потрібних та фактичних п'єзометричних напорів



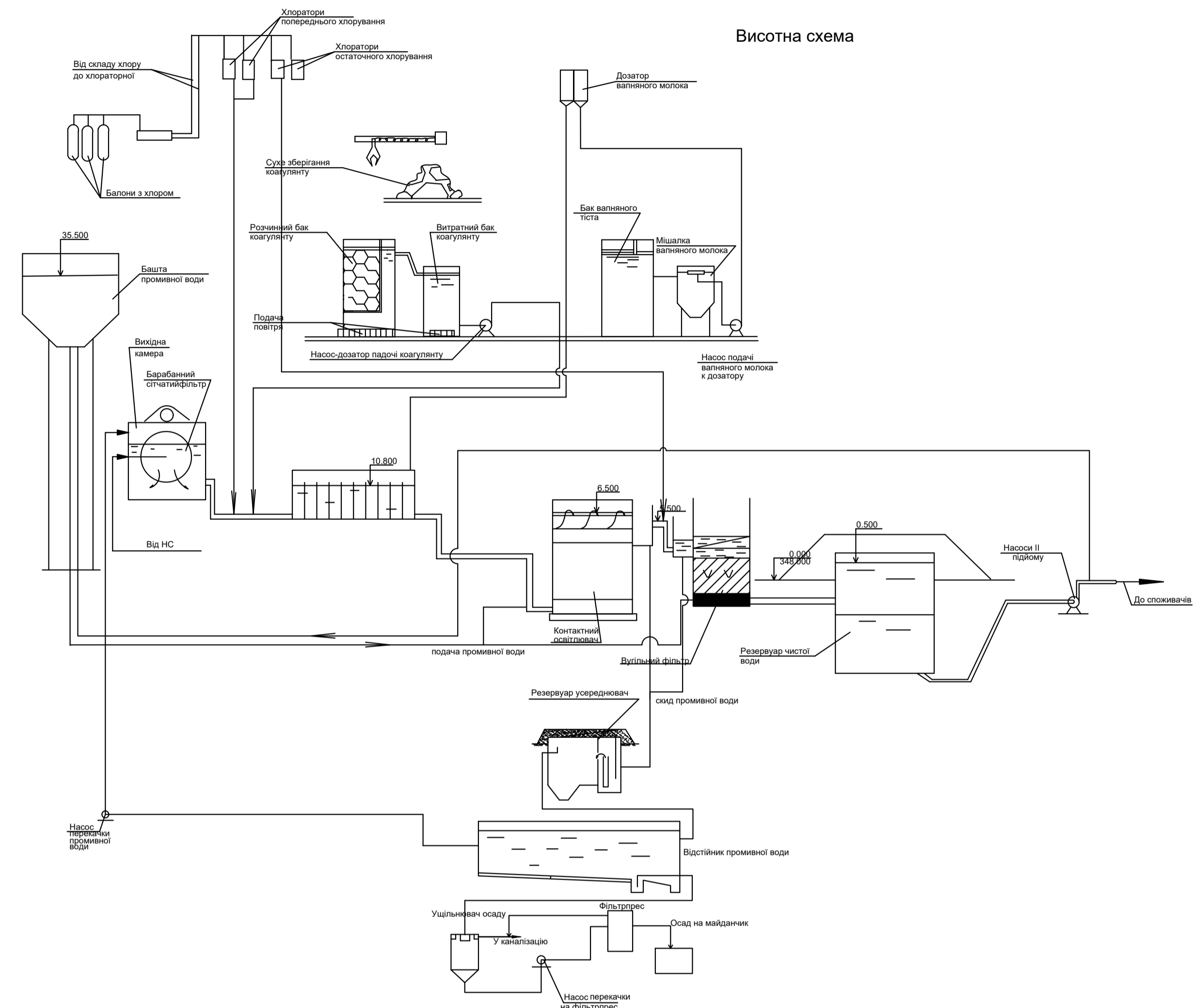
№ вузла	2	3	4	6	7	8	9	1	2
l, м	880	680	880	920	900	800	740	1400	
Zземлі	347.3	345.5	344.5	343	343.9	342.9	343	343.9	347.3
Піmax	391.3	386.7	383.9	377.7	377.9	379.7	383.9	385.6	391.3
Піпож	372	361	357.8	353.1	353.9	357.4	362.9	364.9	371.5
Піmin	381	381	380.8	380.7	380.6	380.6	380.8	380.9	381.3
Птр.госп	381.3	375.5	347.5	373	377.9	376.9	377	377.9	381.3
Птр.пож	357.3	355.5	354.5	353	353.9	352.9	353	353.9	357.3

АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА					
Зм.	Кп.	Арк.	№док.	Підпис.	Дата
Розробник	Філоненко М.В.				
Керівник	Араващенко Т.В.				
Зав.Каф.	Хоружий В.П.				
Кафедра водопостачання та водовідведення					
Водопостачання міста з розробкою елементів станції водопідготовки				Стандія	Лист
				АР	2
				Листів 5	
Ситуаційний план, Ситуаційний план водозабірної вузла, Графік п'єзометричних напорів, Схема водозабірних споруд					
КНУБА ВВ-41					

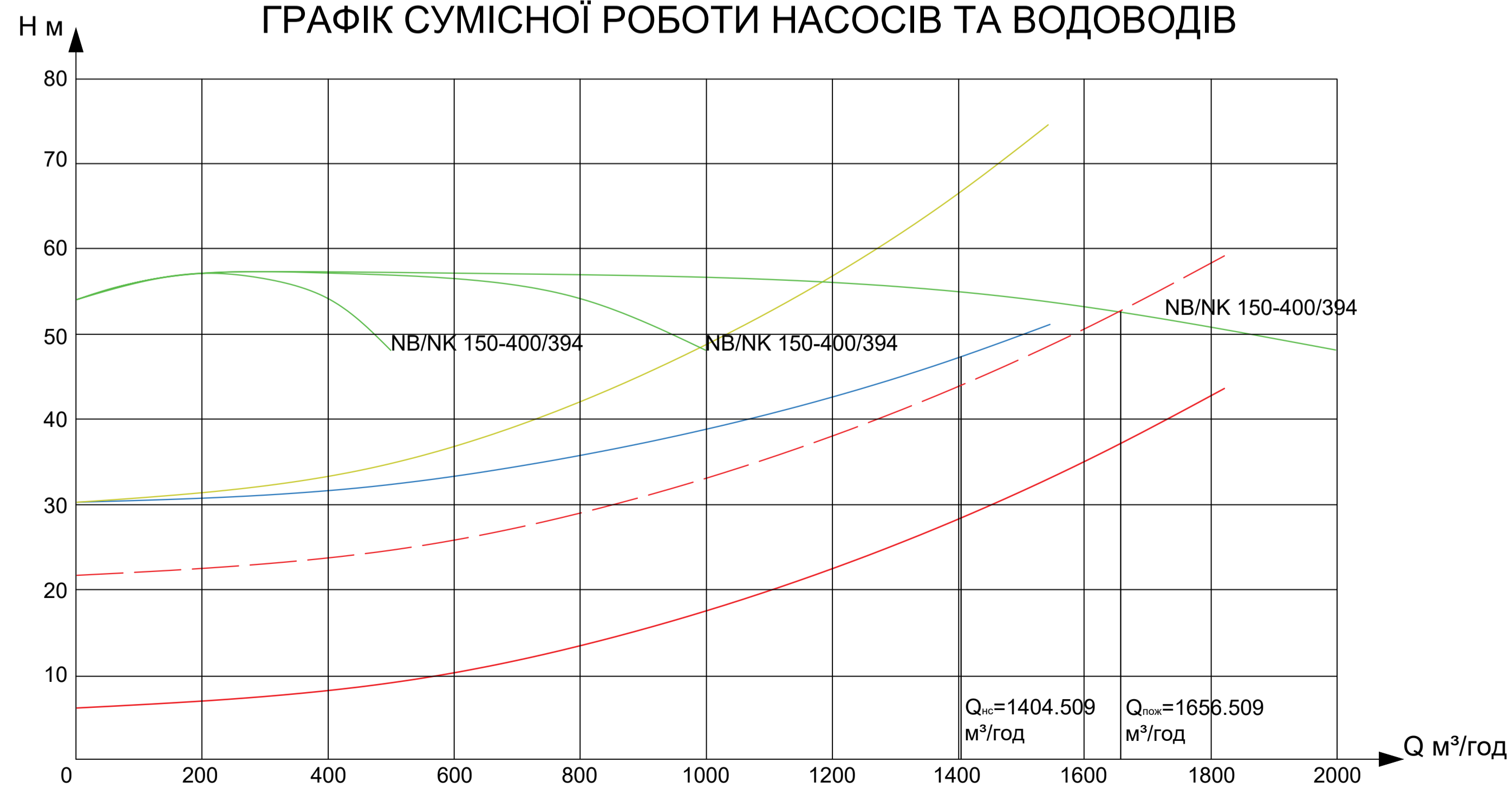
План на позначці 0.000



Висотна схема

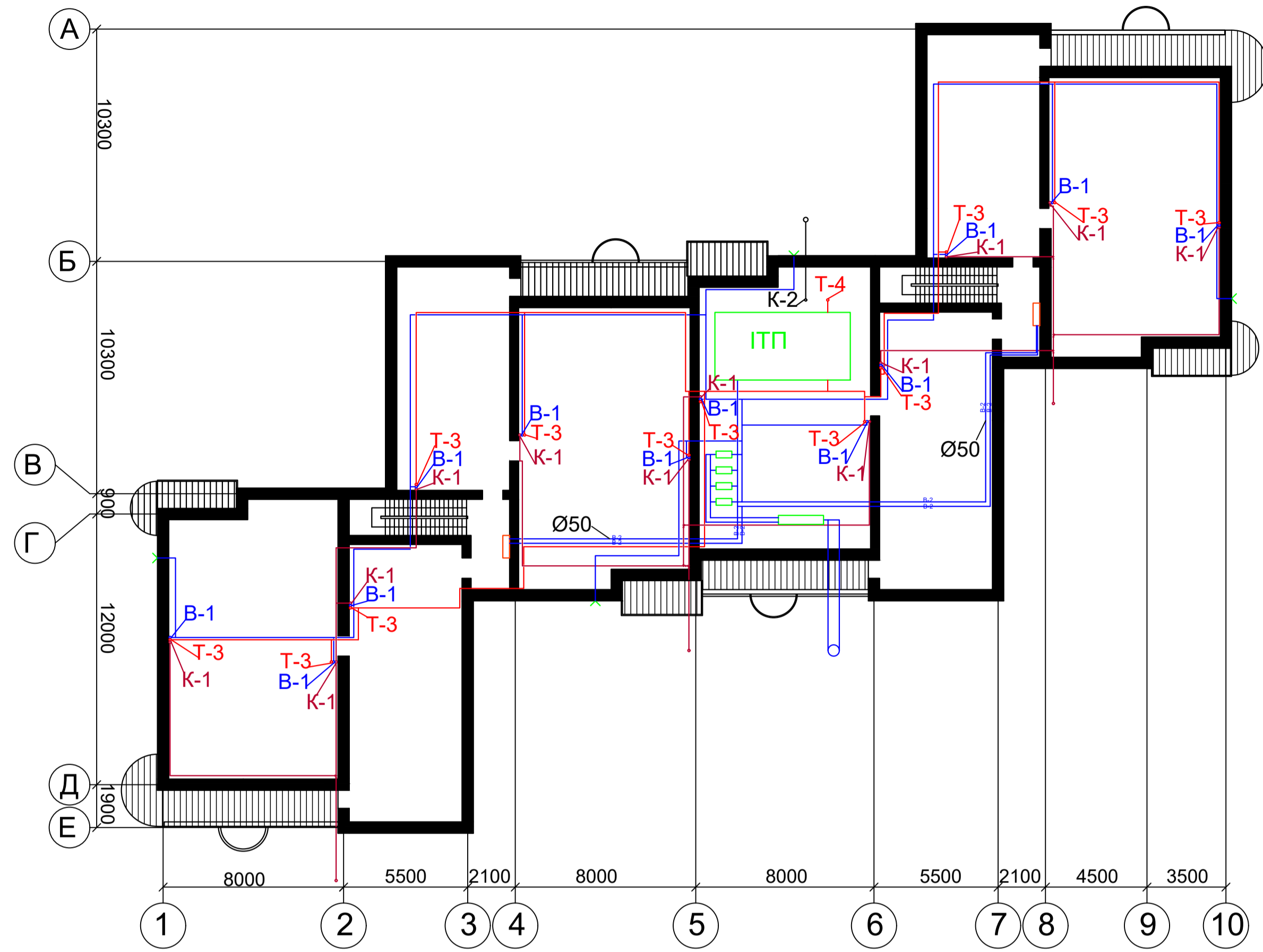


ГРАФІК СУМІСНОЇ РОБОТИ НАСОСІВ ТА ВОДОВОДІВ

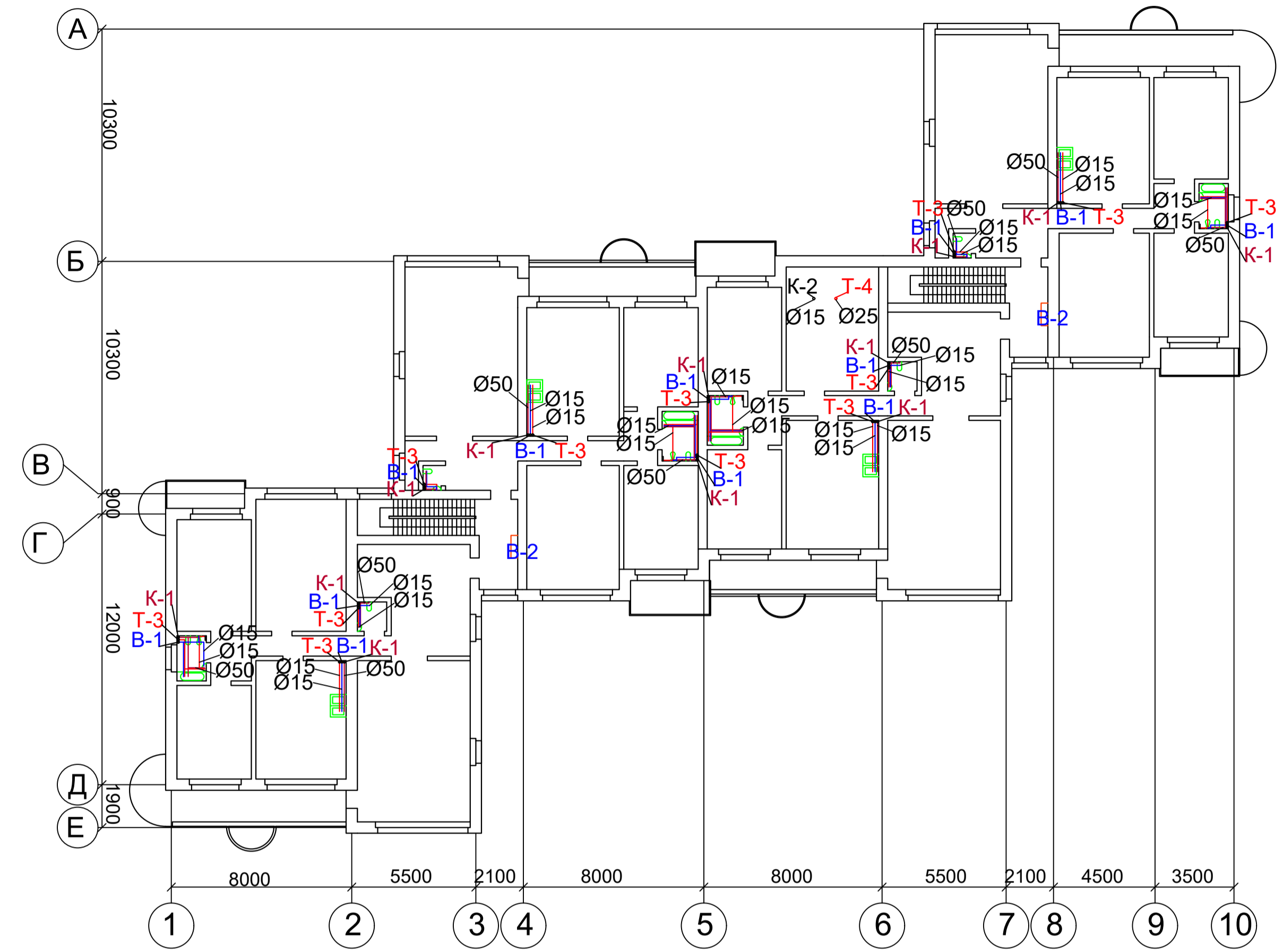


АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА					
Зм.	Кп.	Арх.	Нвдк.	Підпис.	Дата.
Розробив	Філоненко М.В.				
Керує	Арапетян Т.В.				
Зав. Каф.	Хоружий В.П.				
Кафедра водопостачання та водовідведення					
Водопостачання міста з розробкою елементів станції водопідготовки				Стадія	Лист
				АР	3
				Листів	5
Висотна схема. Графік сумісної роботи насосів та систем водопостачання міста. План контактних освітлювачів.					
КНУБА ВВ-41					

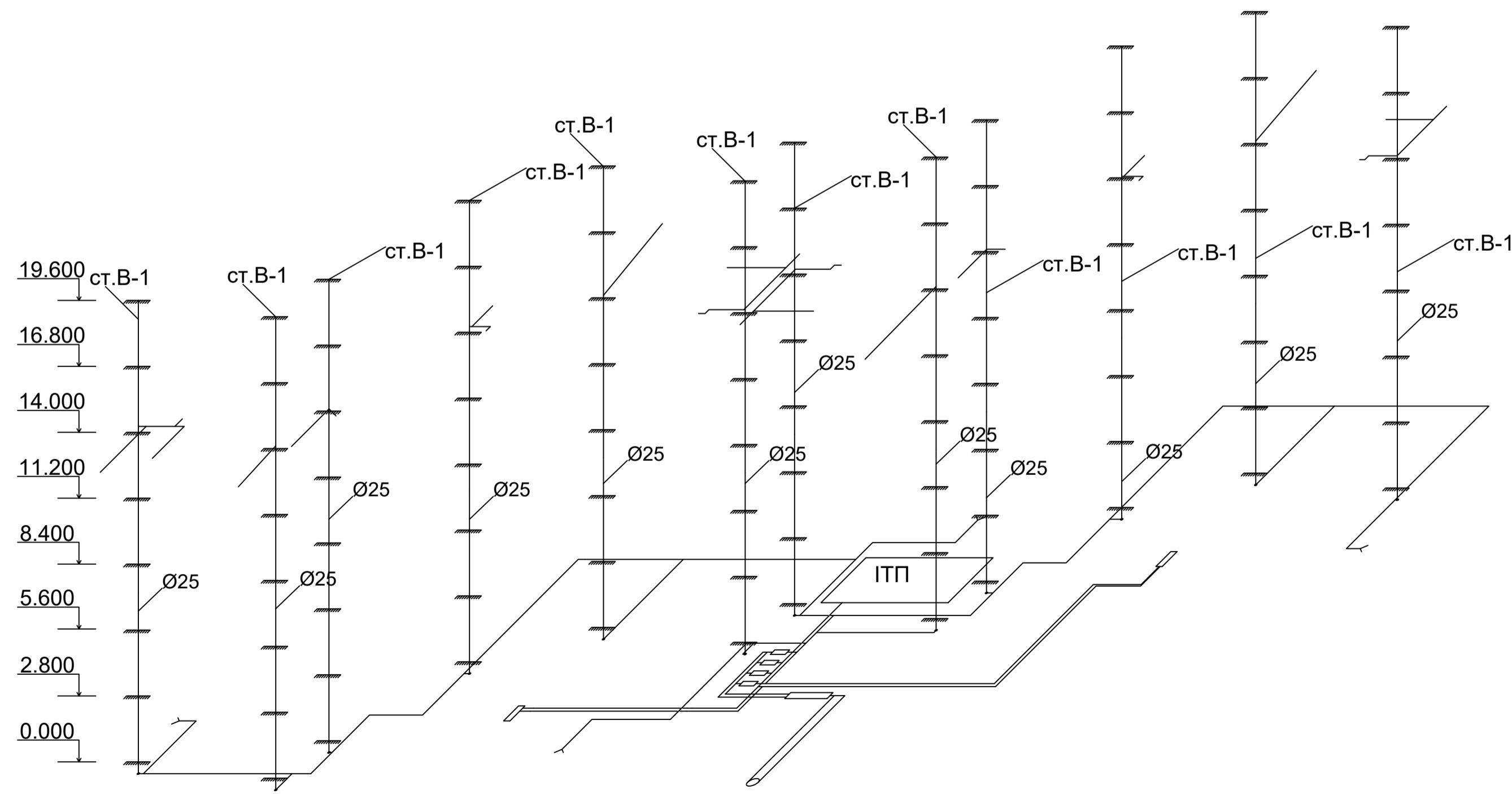
ПЛАН ТИПОВОГО ПОВЕРХУ М 1:100



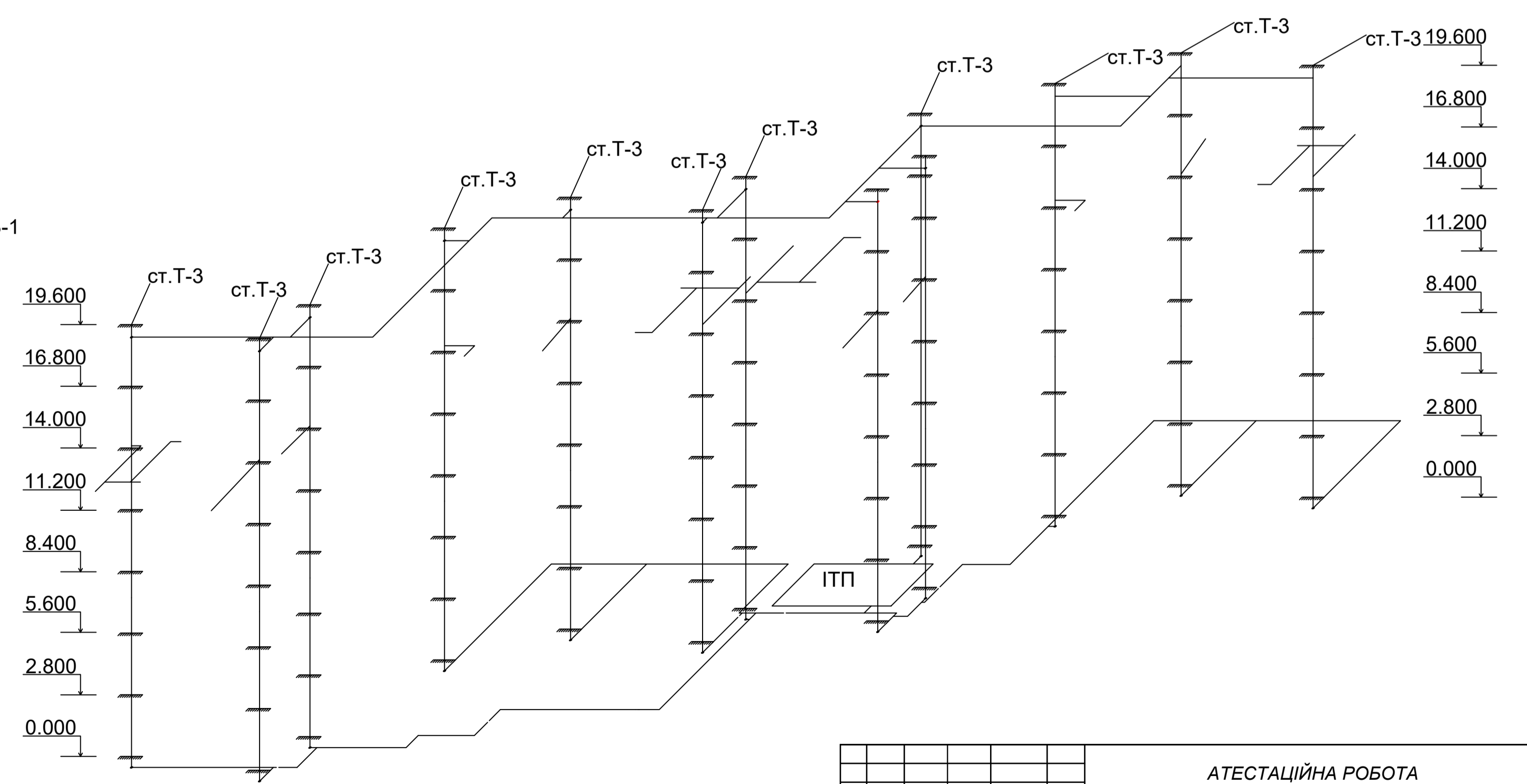
ПЛАН ПІДВАЛУ М 1:100



АКСОНОМЕТРИЧНА СХЕМА В1



АКСОМЕТРИЧНА СХЕМА Т3



АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА					
Зм.	Кп.	Арк.	Модок.	Підпис.	Дата.
Розробив	Філоненко М.В.				
Керувач	Арапетян Т.В.				
Зав. Каф.	Хоружий В.П.				
Кафедра водопостачання та водовідведення				Стадія	Лист
Водопостачання міста з розробкою елементів станції водопідготовки				АР	4
План типового поверху; План підвалу; Аксонометрична схема В1; Аксонометрична схема Т3.				КНУБА ВВ-41	

