

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

**Факультет інженерних систем та екології
Кафедра водопостачання та водовідведення**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
водопостачання та водовідведення
Віктор ХОРУЖИЙ
«___» _____ 2025 року

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»

**Водопостачання житлової забудови міста та підприємств харчової
промисловості**

Галузь знань:

19 «Архітектура та будівництво»

Спеціальність:

192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Освітньо-професійна програма:

«Водопостачання та водовідведення»

IV курс, група ВВ-21

Здобувач:

Гордієнко Н.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник

Хомутецька Т.П.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(прізвище та ініціали)

(підпис)

(підпис)

(підпис)

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: інженерних систем та екології

Кафедра: водопостачання та водовідведення

Ступінь вищої освіти: бакалавр

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Спеціальність: 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Освітня програма: «Водопостачання та водовідведення»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Віктор ХОРУЖИЙ, д.т.н., проф.

“ ” _____ 2025 року

**З А В Д А Н Н Я
НА ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»**

Здобувач _____ Гордієнко Нікіта Олександрович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи Водопостачання житлової забудови міста та підприємств харчової промисловості

Керівник роботи _____ Хомутецька Тетяна Петрівна, д.т.н., професор
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

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

2. Термін подання здобувачем роботи 14.12.2025 р.

3. Вихідні данні:

Кількість населення:

І район - 42000 осіб

ІІ район - 26000 осіб

Кількість поверхів забудови міста:

І район - 7

ІІ район - 4

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

І район - з централізованим гарячим водопостачанням

ІІ район – без ванн

Кліматичний район населеного пункту (ДСТУ-Н Б.В.1.1-27) – ША Карпатський

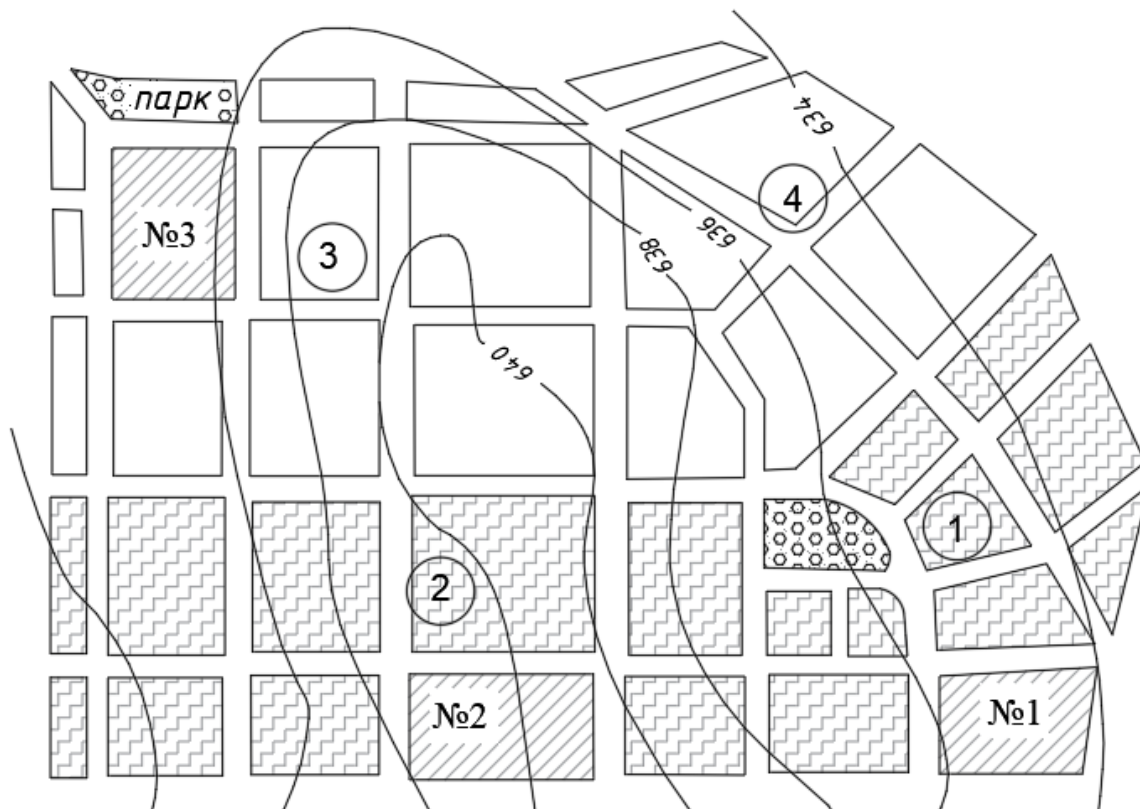
Промислові підприємства:

№	Назва	К-сть змін роботи	Одиниця виміру продукції	Кількість продукції, що випускається		Норма витрати води на одиницю продукції м ³	Кількість працівників		% працівників у гарячих цехах	% працівників, що приймають душ
				за добу	за макс. зміну		за добу	за макс. зміну		
1	М'ясокомбінат	1	т	60	60	16	100	100	10	30
2	Фруктових соків	2	т	50	30	25	60	30	30	40
3	Сироварний	3	т	200	70	4,3	1550	550	50	80

Довжина напірних водоводів – 2,3 км

Відмітка поверхні землі біля насосної станції II підйому - 632,0 м

Генплан міста (М 1:20000)



4. Перелік розділів основної частини кваліфікаційної роботи:

- P.1. Водопостачання населеного пункту
- P.2. Внутрішнє санітарно-технічне обладнання будівлі
- P.3. Технологія будівельного виробництва
- P.4. Визначення собівартості 1 м³ води
- P.5. Охорона навколишнього середовища

5. Графічний матеріал за розділами

- P.1. План населеного пункту з мережею водопостачання, графіки водоспоживання і подачі води насосними станціями, розрахункові схеми водопровідної мережі, схема водозабору, висотна схема водопровідних очисних споруд, графіки п'єзометричних напорів по контуру мережі при різних режимах роботи насосної станції II підйому.
- P.2. Санітарно-технічне обладнання житлового будинку.
- P.3. Технологічна карта з графіком організації виконання одного з

ведучих видів робіт, календарний графік будівництва.

7. Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1	
Розділ 2	
Розділ 3	
Розділ 4	
Розділ 5	
Остаточне оформлення роботи	
Направлення роботи для перевірки на плагіат	
Попередній захист роботи на кафедрі	
Направлення роботи на рецензування	

8. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

Розділ	ПІБ та посада консультанта	Перевірив	
		дата	підпис
Розділ 1			
Розділ 2			
Розділ 3			
Розділ 4			
Розділ 5			

9. Дата видачі завдання

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

Здобувач _____ Нікіта Гордієнко
(підпис) (власне ім'я та прізвище)

РЕЗЮМЕ (SUMMARY) до атестаційної випускної роботи здобувача:	Гордієнко Нікіта Олександрович Gordienko Nikita		
ЗВО	Київський національний університет будівництва і архітектури		
Тема (українською та англійською)	Водопостачання житлової забудови міста та підприємств харчової промисловості Water supply to residential buildings in the city and food industry enterprises		
Освітній ступінь	бакалавр		
Факультет	інженерних систем та екології		
Випускова кафедра	водопостачання та водовідведення		
Спеціальність	192 – Будівництво та цивільна інженерія		
Освітня програма	Водопостачання та водовідведення		
Керівник	Хомутецька Тетяна Петрівна		
Обсяг роботи:	пояснювальна записка, стор.	розділів	креслень формату А1
	117	5	6
Розділ 1. Проектування системи водопостачання	У цьому дослідженні розроблено систему водопостачання з поверхневого джерела води до міста з населенням 68 тис. Запроектовано розподільчу водопровідну мережу, проведено гідравлічні розрахунки, створено п'єзометричні графіки напорів, визначено місткості регульовальних споруд. Виконано проектування водозабірних споруд руслового типу та станції водопідготовки та підібрано насоси II підйому.		
Розділ 2. Внутрішнє санітарно-технічне обладнання будівлі	Розроблено системи холодного водопостачання 15-ти поверхового житлового будинку		
Розділ 3. Визначення собівартості подачі води	Один з найважливіших розділів планово-фінансової діяльності експлуатаційних підприємств є розрахунок собівартості води і послуг водовідведення (розрахунки кількості персоналу, фонду заробітної плати, електроенергії, реагентів, амортизації та інших витрат).		

Розділ 4. Технологія будівельного виробництва	Технологічна карта з графіком організації виконання одного з ведучих видів робіт, календарний графік будівництва.
Розділ 5. Охорона навколишнього середовища	Розглянуто питання облаштування зон санітарної охорони водопровідних споруд та умови їх експлуатації. Висвітлені питання щодо
Висновки по роботі:	Розроблено систему водопостачання міста з населенням 68 тисяч осіб, використовуючи воду з поверхневого джерела. Виконано гідравлічний розрахунок розподільчої водопровідної мережі, визначено місткості регулювальних споруд та висоту водонапірної башти. Спроектовано водозабірні споруди руслового типу та станцію водопідготовки, підібрано насоси II підйому. Заплановано облаштування зон санітарної охорони водопровідних споруд та умови їх експлуатації. Виконано розрахунок собівартості води. Зроблено технологічну карту з графіком організації виконання одного з ведучих видів робіт, календарний графік будівництва
Ключові слова: Keywords:	Система водопостачання міста; водорозподільча мережа; водозабірні споруди; водоочисні споруди; City water supply system; water distribution network; water intake facilities; water treatment facilities;

Здобувач _____

Гордієнко Н.О

Керівник _____

Хомутецька Т.П.

“14” грудня 2025 р.

Зміст

ВСТУП.....	8
Розділ 1. Водопостачання населеного пункту.....	9
Розділ 1.2 Водозабірні споруди.....	28
Розділ 1.3. Водопровідні очисні споруди.....	41
Розділ 1.4. Насосна станція II підйому.....	59
Розділ 2. Внутрішнє санітарно-технічне обладнання будівлі.....	64
Розділ 3. Технологія будівельного виробництва.....	78
Розділ 4. Визначення собівартості подачі води.....	102
Розділ 5 Охорона водних ресурсів.....	114
Список використаних джерел.....	116

ВСТУП

Забезпечення мешканців якісною питною водою становить один із ключових аспектів міської інфраструктури, адже від цього безпосередньо залежить здоров'я та добробут жителів. У сучасних умовах активної урбанізації та зростання чисельності міського населення виникла необхідність забезпечення надійного та ефективного водопостачання. Для вирішення цього питання важливо впроваджувати сучасні технології та застосовувати передові методи у будівництві і модернізації систем водопостачання.

У даному проєкті передбачено створення централізованої системи водопостачання першої категорії надійності для міста в Закарпатському регіоні. Місто включає в себе два райони з різною поверховістю забудови, а також три промислові підприємства. Воно розташоване на лівому березі річки, яка визначена основним джерелом водопостачання. На цій річці було запроєктований русловий водозабірний колодязь, поруч із яким розміщуватиметься насосна станція першого підйому. Після забору вода надходитиме на очисні споруди, до складу яких входять вихровий змішувач, камера утворення пластівців, горизонтальні відстійники та швидкі фільтри. Очищена вода збиратиметься в двох резервуарах чистої води розмірами $36 \times 18 \times 3,6$ м, кожний із яких має об'єм 2300 м^3 . Далі вода із резервуарів за допомогою насосної станції другого підйому транспортуватиметься двома водогонами до міської кільцевої мережі, забезпечуючи господарсько-питні та промислові потреби населення міста.

Розділ 1. Водопостачання населеного пункту

Визначення розрахункових добових витрат води

Нозрахункову (середня за рік) добова витрата води на господарсько-питні потреби населення міста:

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

де N – кількість населення, яка мешкає в районі, осіб; $q_{\text{ж}}$ – питома господарсько-питне водоспоживання населення, л/ос·добу.

Розрахункові витрати води на господарсько-питні потреби під час доби найбільшого та найменшого водоспоживання:

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

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

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

Таблиця 1

Водоспоживання населення міста

Райони міста	N, осіб	$q_{\text{ж}}$, л/ос.добу	$Q_{\text{доб.ср}}$, м ³ /добу	$K_{\text{доб.мах}}$	$Q_{\text{доб.мах}}$, м ³ /добу	$K_{\text{доб.мін}}$	$Q_{\text{доб.мін}}$, м ³ /добу
I	42000	230	9660	1,1	10626	0,7	6762
II	26000	150	3900	1,1	4290	0,7	2730
Разом	68000	-	13560	-	14916	-	9492

Таблиця 2

Водоспоживання на виробничі потреби підприємств

Назва підприємства	№ зміни	Одиниця продукції	$q_{\text{в}}$, м ³ /од	$N_{\text{прод}}$, од./зміну	$Q_{\text{в}}$, м ³ /зміну
Маслозавод	1	т	16	60	960
	2	-	-	-	-
	3	-	-	-	-
	Всього			60	960
Сироварний	1	т	25	30	750
	2	т	25	20	500
	3	-	-	-	-
	Всього			50	1250
Кормових фосфатів	1	т	4,3	70	301
	2	т	4,3	65	279,5

	3	т	4,3	65	279,5
	Всього			200	860
Разом					3070

Знаходимо обсяги водоспоживання для виробничих потреб кожного підприємства, враховуючи кількість продукції, що виготовляється за одну зміну, та питомі витрати води на технологічні процеси. Найвищі витрати фіксуються під час першої зміни.

Розраховуємо господарсько-питні потреби води для забезпечення працівників підприємств за одну зміну. Витрати розподіляються так:

- для працівників гарячих цехів q_g – 45 л/особу;
- для працівників холодних цехів q_x – 25 л/особу.

Обсяг води на одну особу, що користується душем ($q_{душ}$), визначається з урахуванням специфіки виробничих процесів. Для переходу від літрів до m^3 під час розрахунків добового споживання (Q) отриманий добуток ($N \cdot q$) необхідно поділити на 1000.

Таблиця 3

Водоспоживання на господарсько-питні потреби підприємств та прийняття
душу

№ під-приємства	№ зміни	К-сть працюючих, ос.	Гарячі цехи			Холодні цехи			$Q_{г.п.}, m^3/зм.$	Прийняття душу			
			$N_g,$ осіб	$q_g,$ л/ос.	$Q_g,$ $m^3/зм.$	$N_x,$ осіб	$q_x,$ л/ос.	$Q_x,$ $m^3/зм.$		$N_{душ},$ осіб	$q_{душ},$ л/ос. зм.	$Q_{душ},$ $m^3/зм.$	
1	1	100	10	45	0,45	90	25	2,25	2,7	30	53,5	1,59	
	2	-	-		-	-		-	-	-		-	-
	3	-	-		-	-		-	-	-		-	-
	Σ	100	10	-	0,45	90	-	2,25	2,7	30	-	1,59	
2	1	30	9	45	0,41	21	25	0,53	0,94	12	53,5	0,64	
	2	30	9		0,41	21		0,53	0,94	12		0,64	
	3	-	-		-	-		-	-	-		-	-
	Σ	60	18	-	0,82	42	-	1,06	1,88	24	-	1,28	
3	1	550	275	45	12,38	275	25	6,88	19,26	440	75	33	
	2	500	250		11,25	250		6,25	17,5	400		30	
	3	500	250		11,25	250		6,25	17,5	400		30	

	Σ	1550	775	-	34,88	775	-	19,38	54,26	1240	-	93
Разом	-	1710	803	-	36,15	907	-	22,69	58,84	1294	-	95,87

В залежності від кліматичного району та населення визначаємо об'єм максимального добового водоспоживання на полив (табл. 4).

Таблиця 4

Витрати води на полив вулиць та зелених насаджень

Райони міста	Кількість населення, осіб	Питомі витрати води, л/ос.добу	Витрата води, м ³ /добу
I	42000	40	1680
II	26000	40	1040
Разом	68000	-	2720

Таблиця балансів у добу середнього, максимального та мінімального водоспоживання міста.

Таблиця 5

Баланс добового водоспоживання міста

№	Споживачі	Витрата води, м ³ /добу		
		середньодобове водоспоживання	доба максимального водоспоживання	доба мінімального водоспоживання
1	Населення I району	9660	10626	6762
	Невраховані витрати	966	106,26	676,20
	Разом	10626	10732,26	7438,2
2	Населення II району	3900	4290	2730
	Невраховані витрати	390	429	273
	Разом	4290	4719	3003
3	Підприємство 1			
	Виробничі потреби	960	960	960
	Господарсько-питні	2,7	2,7	2,7
	Душові	1,59	1,59	1,59
	Разом	964,29	964,29	964,29
4	Підприємство 2			
	Виробничі потреби	1250	1250	1250
	Господарсько-питні	1,88	1,88	1,88
	Душові	1,28	1,28	1,28
	Разом	1253,16	1253,16	1253,16
5	Підприємство 3			
	Виробничі потреби	860	860	860
	Господарсько-питні	54,26	54,26	54,26
	Душові	93	93	93

	Разом	1007,26	1007,26	1007,26
6	Полив			
	I район	840	1680	0
	II район	520	1040	0
	Разом	1360	2720	0
Всього по місту		19500,71	21395,97	13665,91

Для господарсько-питних потреб населеного пункту приймається 10% від загального обсягу води, необхідного для потреб місцевої промисловості. На полив вулиць і зелених насаджень враховується 50% від середньодобового споживання води у день максимального водокористування. Полив не здійснюється у період мінімального водоспоживання.

Визначення погодинних витрат води здійснюється через обчислення максимального коефіцієнта погодинної нерівномірності водоспоживання для окремих районів населеного пункту.

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

де $\alpha_{маx}$ – коефіцієнт, що враховує рівень благоустрою будинків, режим роботи підприємств та інші локальні умови;

β – коефіцієнт, який враховує чисельність населення у місті.

I район:

$$K_{г.маx.I} = 1,2 \cdot 1,16 = 1,4;$$

II район:

$$K_{г.маx.II} = 1,3 \cdot 1,19 = 1,55.$$

Для доби з максимальним водоспоживанням здійснюється погодинний розподіл загальних витрат (таблиця 6). Приймаємо значення коефіцієнта для першого району міста $K_{г.маx} = 1,4$, а для другого — $K_{г.маx} = 1,5$.

Крім того, встановлюємо рівномірні витрати води на виробничі та господарсько-питні потреби підприємств протягом усієї зміни тривалістю 8 годин.

На основі загальних погодинних витрат створюємо графік споживання води протягом доби (рисунок 1), використовуючи дані зі стовпця 22 таблиці 23.

Таблиця 6

Визначення погодинних витрат у місті

Годи- ни доби	населення I району		населення II району		Разом	Підприємство 1				Підприємство 2				Підприємство 3				ΣQ, м³/год	Полив		Q _{міста} , м³/год
	% від Q _{доб.мах}	витрата, м³/год	% від Q _{доб.мах}	витрата, м³/год		ви-роб- ничі	госп- питні	ду- шові	разом	вироб- ничі	госп- питні	ду- шові	разом	ви-роб- ничі	госп- питні	ду- шові	разом		I ра- йон	II ра- йон	
1	2,5	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	2,5	268,31	1,5	70,79	339,1	0	0	0	0	0	0	0,64	0,64	37,625	2,41	30	70,035	409,775			409,775
2	2,65	284,41	1,5	70,79	355,2	0	0	0	0	0	0	0	0	37,625	2,41		40,035	395,235			395,235
3	2,2	236,11	1,5	70,79	306,9	0	0	0	0	0	0	0	0	37,625	2,41		40,035	346,935			346,935
4	2,25	241,47	1,5	70,79	312,26	0	0	0	0	0	0	0	0	37,625	2,41		40,035	352,295	240		592,295
5	3,2	343,43	2,5	117,98	461,41	0	0	0	0	0	0	0	0	37,625	2,41		40,035	501,445	240	104	845,445
6	3,9	418,55	3,5	165,17	583,72	0	0	0	0	0	0	0	0	37,625	2,41		40,035	623,755	240	104	967,755
7	4,5	482,94	4,5	212,36	695,3	0	0	0	0	0	0	0	0	37,625	2,41		40,035	735,335	240	104	1079,335
8	5,1	547,33	5,5	259,55	806,88	0	0	0	0	0	0	0	0	37,625	2,41		40,035	846,915	240		1086,915
9	5,35	574,16	6,25	294,94	869,1	120	0,34	0	120,34	93,75	0,1175	0	93,88	34,938	2,19	33	70,128	1153,448			1153,448
10	5,85	627,82	6,25	294,94	922,76	120	0,34		120,34	93,75	0,1175		93,88	34,938	2,19		37,128	1174,108			1174,108
11	5,35	574,16	6,25	294,94	869,1	120	0,34		120,34	93,75	0,1175		93,88	34,938	2,19		37,128	1120,448			1120,448
12	5,25	563,43	6,25	294,94	858,37	120	0,34		120,34	93,75	0,1175		93,88	34,938	2,19		37,128	1109,718			1109,718
13	4,6	493,67	5	235,95	729,62	120	0,34		120,34	93,75	0,1175		93,88	34,938	2,19		37,128	980,968			980,968
14	4,4	472,21	5	235,95	708,16	120	0,34		120,34	93,75	0,1175		93,88	34,938	2,19		37,128	959,508			959,508
15	4,6	493,67	5,5	259,55	753,22	120	0,34		120,34	93,75	0,1175		93,88	34,938	2,19		37,128	1004,568			1004,568
16	4,6	493,67	6	283,14	776,81	120	0,34		120,34	93,75	0,1175		93,88	34,938	2,19		37,128	1028,158			1028,158
17	4,9	525,87	6	283,14	809,01	0	0	1,59	1,59	62,5	0,1175	0,64	63,26	34,938	2,19	30	67,128	940,988			940,988
18	4,6	493,67	5,5	259,55	753,22	0	0	0	0	62,5	0,1175		62,62	34,938	2,19		37,128	852,968		104	956,968
19	4,7	504,4	5	235,95	740,35	0	0	0	0	62,5	0,1175		62,62	34,938	2,19		37,128	840,098		104	944,098
20	4,5	482,94	4,5	212,36	695,3	0	0	0	0	62,5	0,1175		62,62	34,938	2,19		37,128	795,048		104	899,048
21	4,4	472,21	4	188,76	660,97	0	0	0	0	62,5	0,1175		62,62	34,938	2,19		37,128	760,718		104	864,718
22	4,2	450,74	3	141,57	592,31	0	0	0	0	62,5	0,1175		62,62	34,938	2,19		37,128	692,058		104	796,058
23	3,7	397,08	2	94,38	491,46	0	0	0	0	62,5	0,1175		62,62	34,938	2,19		37,128	591,208	240	104	935,208
24	2,7	289,76	1,5	70,79	360,55	0	0	0	0	62,5	0,1175		62,62	34,938	2,19		37,128	460,298	240	104	804,298
Всьо- го	100	10732,01	100	4719,07	15451,08	960	2,7	1,59	964,31	1250	1,88	1,28	1253,28	860	54,26	93	1007,328	18675,998	1680	1040	21395,998

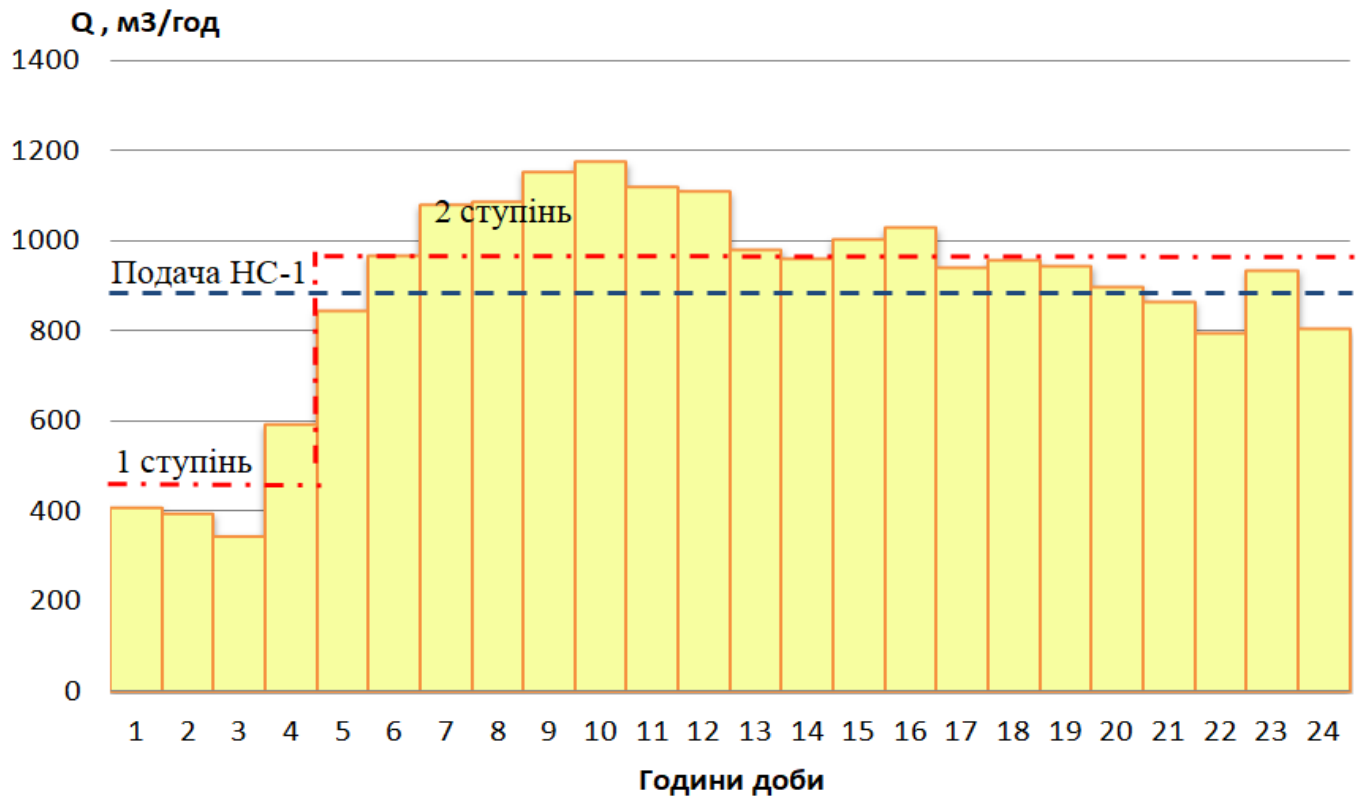


Рис.1. Добовий графік водоспоживання міста і подачі води насосними станціями

Призначаємо двоступінчастий графік роботи насосів. Знаходимо величину подачі води насосами першого підйому (НС-I)

Таблиця 7

Визначення подачі насосів на насосних станціях

	Тривалість роботи насосів, год.	Витрата, м ³ /год	Подача, м ³ /добу
1 ступінь	4	436,06	1744,24
2 ступінь	20	982,59	19651,8
НС - I	24	891,499	21395,998

Трасування водопровідної мережі

Здійснюється трасування магістральної водопровідної мережі, позначаючи на плані міста точки підведення водоводів від НС-II. Визначаються місця перетину магістралей, які позначаються як вузли та нумеруються, а також розраховуються відстані між ними. Водоводи проектуються у вигляді двох паралельних ниток від НС-II до магістральної мережі у вузлі 1.

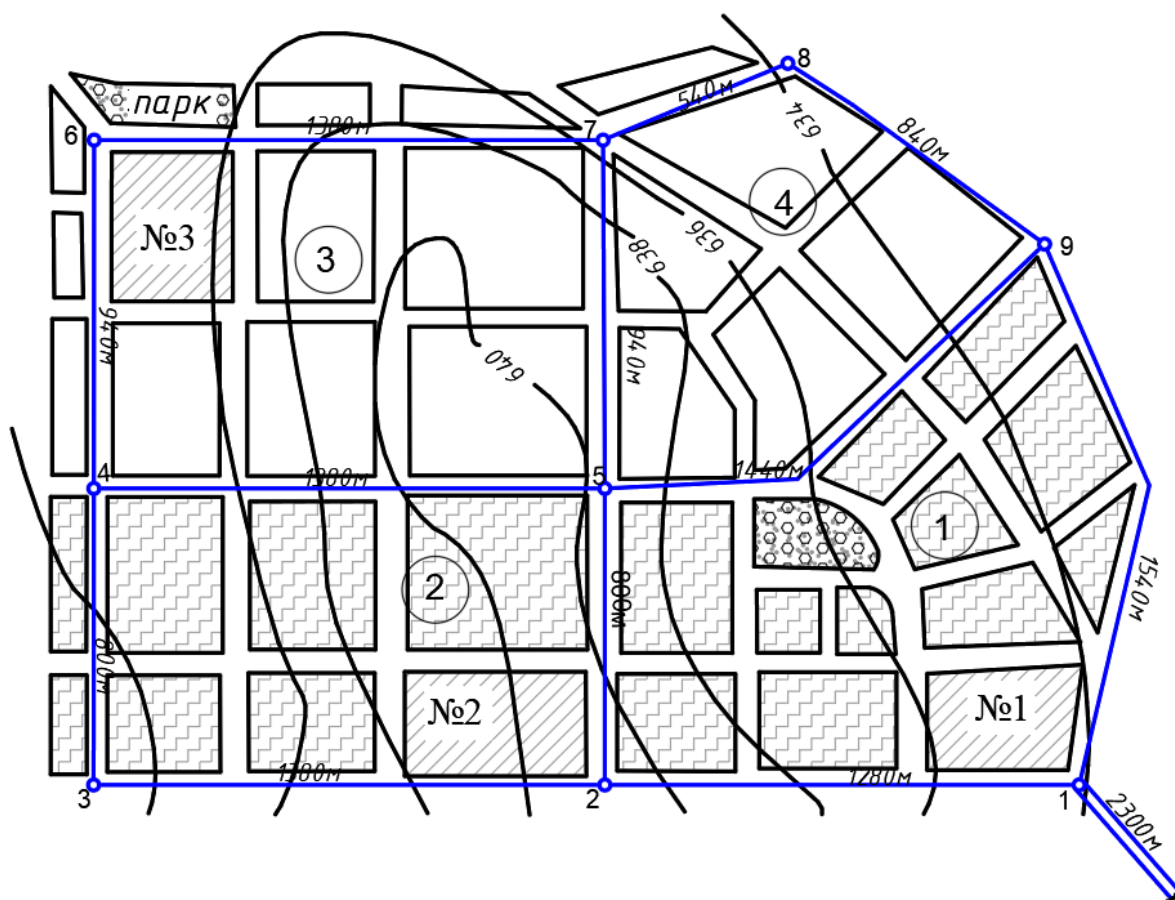


Рис.2. Траса магістральної водопровідної мережі і водоводів

Визначення регулюючого об'єму РЧВ

Години доби	Q _{НС-I} , м ³ /год	Q _{НС-II} , 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	891,499	409,775	481,724	0	481,724
1-2	891,499	395,235	496,264	0	977,988
2-3	891,499	346,935	544,564	0	1522,552
3-4	891,499	592,295	299,204	0	1821,756
4-5	891,499	845,445	46,054	0	1867,81
5-6	891,499	967,755	0	76,256	1791,554
6-7	891,499	1079,335	0	187,836	1603,718
7-8	891,499	1086,915	0	195,416	1408,302
8-9	891,499	1153,448	0	261,949	1146,353
9-10	891,499	1174,108	0	282,609	863,744
10-11	891,499	1120,448	0	228,949	634,795
11-12	891,499	1109,718	0	218,219	416,576
12-13	891,499	980,968	0	89,469	327,107
13-14	891,499	959,508	0	68,009	259,098
14-15	891,499	1004,568	0	113,069	146,029
15-16	891,499	1028,158	0	136,659	9,37
16-17	891,499	940,988	0	49,489	-40,119
17-18	891,499	956,968	0	65,469	-105,588
18-19	891,499	944,098	0	52,599	-158,187
19-20	891,499	899,048	0	7,549	-165,736
20-21	891,499	864,718	26,781	0	-138,955
21-22	891,499	796,058	95,441	0	-43,514
22-23	891,499	935,208	0	43,709	-87,223
23-24	891,499	804,298	87,201	0	0
Всього	21395,998	21395,998	2077,25	2077,25	

$$W_{\text{рег.р}} = 1867,81 + 165,736 = 2033,546 \text{ м}^3.$$

Повний об'єм РЧВ:

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

де $W_{\text{в.п}}$ – запас води на власні потреби очисної станції водопідготовки

$$(W_{\text{в.п}} = 0,06 \cdot Q_{\text{доб.мах}} = 0,06 \cdot 21395,998 = 1283,76 \text{ м}^3);$$

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

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

де $T_{\text{п}} = 3$ – час гасіння пожежі в системі водопостачання 1 категорії; $q_{\text{п}}$ – витрати води на гасіння прийнятої кількості пожеж в населеному пункті, ($q_{\text{п}} = 2 \cdot 35 = 70$ л/с); $Q_1 = 891,499$ м³/год – подача води НС-I в РЧВ; 3,6 – коефіцієнт переведення л/с у м³/год; $W_{\text{госп}} = 1174,108 + 1153,448 + 1120,448 = 3448$ м³ –

об'єм води, який споживається за три суміжні години найбільшого водоспоживання.

$$W_{\text{пож.р}} = 3 \cdot (3,6 \cdot 70 - 891,499) + 3448 = 1529,5 \text{ м}^3.$$

$$W_{\text{рчв}} = 2033,546 + 1529,5 + 1283,76 = 4846,81 \text{ м}^3.$$

Підбираємо два РЧВ об'ємом 2500 м^3 кожний з яких має розміри: довжина – 39 м; ширина – 18 м; глибина води – $h_p = 3,6 \text{ м}$.

Глибини об'ємів води:

$$- \text{регулюючий } h_{\text{рег.р}} = W_{\text{р.р}} / nF_{\text{рчв}} = 2033,546 / 2 \cdot 36 \cdot 18 = 1,57 \text{ м};$$

$$- \text{пожежний } h_{\text{пож.р}} = 1313,5 / 2 \cdot 36 \cdot 18 = 1,01 \text{ м};$$

$$- \text{власні потреби } h_{\text{в.п}} = 1283,76 / 2 \cdot 36 \cdot 18 = 0,99 \text{ м}.$$

Позначка максимального рівня води в резервуарі:

$$Z_{\text{max.р}} = Z_{\text{з.р}} + \Delta h_p = 636,0 + 0,5 = 636,5 \text{ м},$$

де $Z_{\text{з.р}}$ – відмітка поверхні землі в місці знаходження майданчика РЧВ і НС-П, м; Δh_p – перевищення максимального рівня води над поверхнею землі, м.

Відмітка дна РЧВ:

$$Z_{\text{д.р}} = Z_{\text{max.р}} - h_p = 636,5 - 3,6 = 632,9 \text{ м},$$

Відмітка самого мінімального рівня води в РЧВ:

$$Z_{\text{min.р}} = Z_{\text{max.р}} - h_{\text{рег.р}} - h_{\text{в.п}} = 636,5 - 1,57 - 0,99 = 633,94 \text{ м}.$$

Визначення розрахункових режимів роботи водопровідних мереж та секундних витрат води

Проектуємо безбаштову мережу, тому проводимо перевірку трьох розрахункових режимів у день максимальної витрати води: період максимального водозабору з мережі (з 9 до 10 години), час мінімального водоспоживання (з 2 до 3 години) та режим пожежогасіння за умов максимального водозабору.

Таблиця 9

Визначення розрахункових секундних витрат води

Розмірність	$q_{\text{нас.1}}$	$q_{\text{нас.2}}$	$q_{\text{відпр.1}}$	$q_{\text{відпр.2}}$	$q_{\text{відпр.3}}$	$q_{\text{пол.1}}$	$q_{\text{пол.2}}$	Всього
година максимального водоспоживання								
$\text{м}^3/\text{Год}$	627,82	294,94	120,34	93,88	37,128	0	0	1174,108

л/с	174,39	81,93	33,43	26,07	10,31	0	0	326,14
година мінімального водоспоживання								
м ³ /год	236,11	70,79	0	0	40,035	0	0	346,935
л/с	65,59	19,66	0	0	11,12	0	0	96,37

Визначаємо для трьох розрахункових режимів секундні витрати живлення мережі. Результати подано в таблиці 10.

Таблиця 10

Визначення секундних витрат живлення мережі

Одиниця	Режим	Водоспоживання	Подача насосів
м ³ /год	Max	1174,108	1174,108
л/с		326,14	326,14
м ³ /год	Min	346,935	346,94
л/с		96,37	96,37
м ³ /год	max+пож	1426,1	1426,1
л/с		326,14 + 70 = 396,14	396,14

Визначення дорожніх витрат та вузлових відборів

Визначаємо фактичну та розрахункову довжину ділянок магістральної мережі відповідно до плану міста. Аналогічно, для кожного району окремо обчислюємо фактичну і розрахункову довжину магістральної водопровідної мережі (ЛІ та ЛІІ), що визначається як сума довжин ділянок у межах району. Додатково для кожного району розраховуємо питому витрату води при

- максимальному водоспоживанні

$$Q_{\text{пит.І}} = \frac{Q_{\text{нас.І}} + Q_{\text{пол.І}}}{L_1} = \frac{174,39 + 0}{5110} = 0,034127 \text{ л/с} \times \text{м}$$

$$Q_{\text{пит.ІІ}} = \frac{Q_{\text{нас.ІІ}} + Q_{\text{пол.ІІ}}}{L_{\text{ІІ}}} = \frac{81,93 + 0}{5630} = 0,014552 \text{ л/с} \times \text{м};$$

- при мінімальному водоспоживанні:

$$Q_{\text{пит.І}} = \frac{65,59 + 0}{5110} = 0,012836 \text{ л/с} \times \text{м};$$

$$Q_{\text{пит.ІІ}} = \frac{19,66 + 0}{5630} = 0,003492 \text{ л/с} \times \text{м};$$

На ділянках знаходимо дорожні витрати q_d , як добуток питомої витрати води $q_{пит}$ при заданому режимі та розрахунковій довжині ділянки (табл. 11).

Таблиця 11

Визначення дорожніх витрат води

Ділянка	Фактична довжина, м	Розрахункова довжина, м	$q_{d,max}$, л/с	$q_{d,min}$, л/с
Район I				
1-2	1280	640	21,84	8,21
2-3	1380	690	23,55	8,86
3-4	800	800	27,30	10,27
4-5	1380	690	23,55	8,86
2-5	800	800	27,30	10,27
9-5	1440	720	24,57	9,24
1-9	1540	770	26,28	9,88
Разом	8620	$L_I = 5110$	174,39	65,59
Район II				
4-5	1380	690	10,04	2,41
9-5	1440	720	10,48	2,51
4-6	940	940	13,68	3,28
6-7	1380	1380	20,08	4,82
5-7	940	940	13,68	3,28
7-8	540	540	7,86	1,89
9-8	840	420	6,11	1,47
Разом	7460	$L_{II} = 5630$	81,93	19,66
Всього	16080	10740	256,32	85,25

Вузлові витрати для кожного із розрахункових режимів $q_{вузл}$, л/с:

$$q_{вузл} = \frac{\sum q_d}{2}$$

Таблиця 12

Визначення вузлових відборів

№ вузла	max			max+пож		min		
	$q_{вузл}$, 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	24,06	33,43	57,49		57,49	9,045	0	9,045
2	36,345	26,07	62,415		62,415	13,67	0	13,67
3	25,425		25,425		25,425	9,565		9,565
4	37,285		37,285	35	72,285	12,41		12,41
5	54,81		54,81		54,81	18,285		18,285
6	16,88	10,31	27,19	35	62,19	4,05	11,12	15,17
7	20,81		20,81		20,81	4,995		4,995
8	6,985		6,985		6,985	1,68		1,68
9	33,72		33,72		33,72	11,55		11,55
Разом	256,32	69,81	326,13	70	396,13	85,25	11,12	96,37

Попередній розподіл витрат води по ділянкам мережі

Для кожного розрахункового режиму необхідно створити схему мережі, на яку наносимо номери вузлів, витрати водоводів та позначаємо номери кілець. Визначаємо напрямок потоку води в мережі і виконуємо розрахунок витрат для окремих ліній.

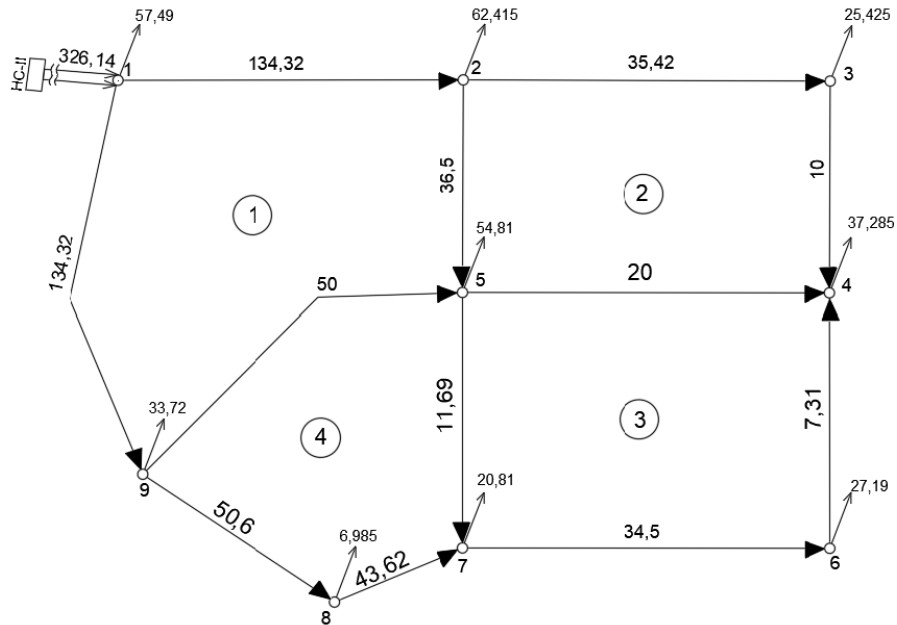


Рис. 3. Попередній розподіл витрат води для режиму макс. водоспоживання

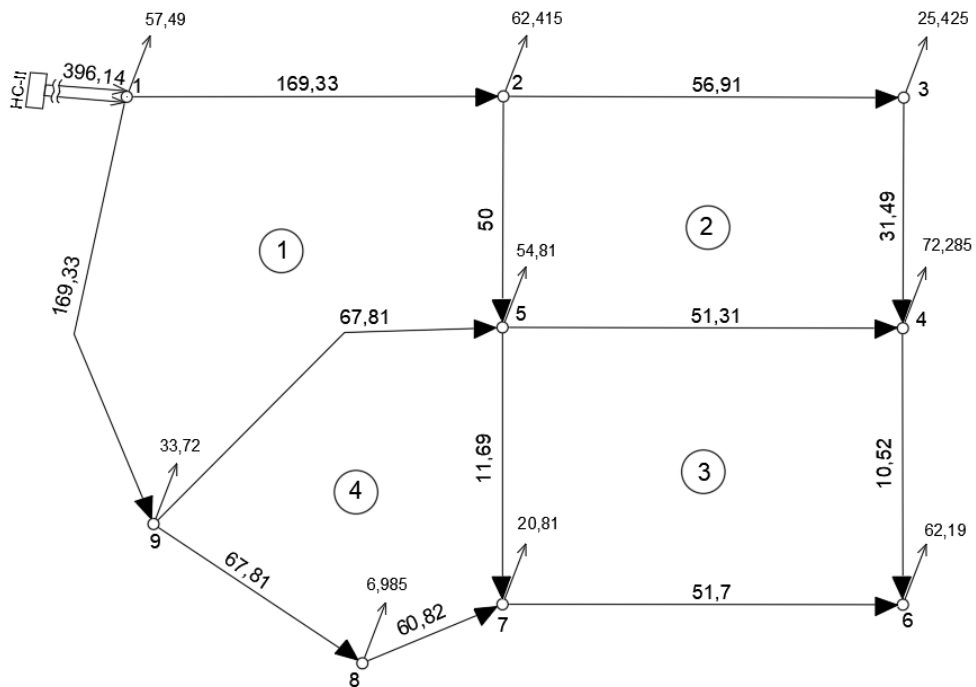


Рис. 4. Попередній розподіл витрат води для режиму пожежогасіння під час максимального водоспоживання

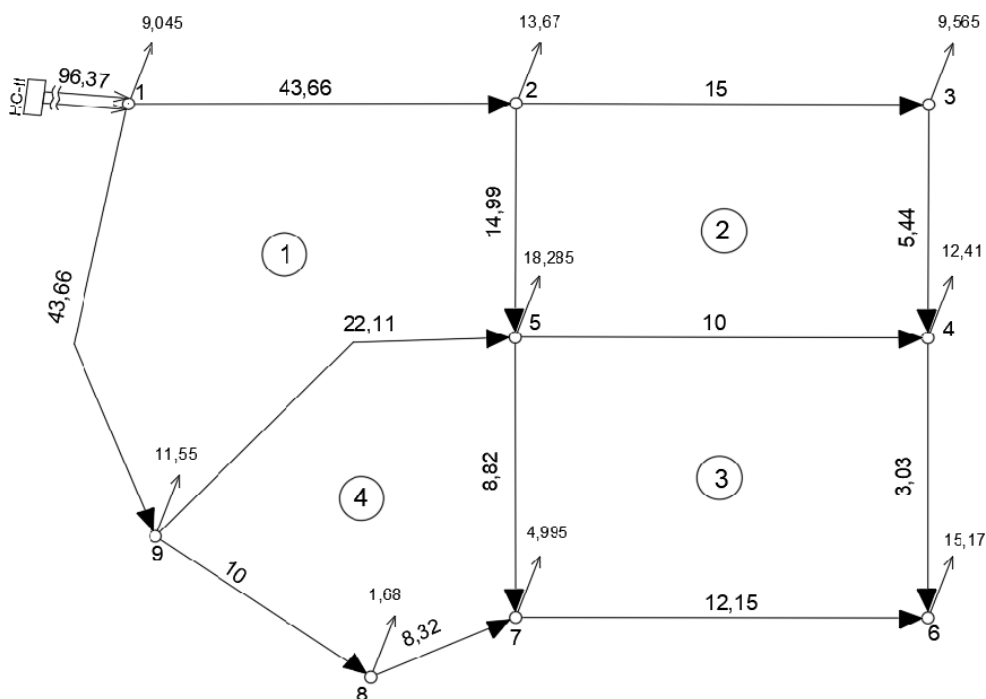


Рис. 5. Попередній розподіл витрат води для режиму мінімального водоспоживання

Вибір матеріалу і діаметрів труб ділянок мережі

Обираємо чавунні труби для водопровідної системи міста. За допомогою гідравлічних таблиць з розрахунку передбачаємо розподіл витрат на ділянках мережі, визначаючи найбільш економічно вигідні діаметри для основних магістралей. Додатково проводимо перевірку пропускну здатності труб у режимі пожежогасіння. У процесі проектування також передбачаємо перемички, вибираючи їх діаметри з сортаменту менші, ніж діаметри магістралей, до яких вони під'єднані. Результати розрахунків наведено в таблицях 13-14.

Визначення втрат напору в трубах та ув'язка кілець

Знаходимо втрати напору на ділянках мережі:

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

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

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

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

Визначаємо поправочну витрату кільця Δq_k :

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

де Δh – нев'язка кільця, м.

Розрахунок проводиться до тих пір коли досягнуто допустимі нев'язки в усіх кільцях:

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

Допустимо прийнятна нев'язка по контуру мережі:

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

Гідравлічний розрахунок мережі

Розрахунок виконано за допомогою програми SETI.

Таблиця 13

№ кільця		1				2				3				4			
Кількість ділянок в кільці		4				4				4				4			
Ділянка		1	9	12	8	2	3	10	9	10	4	5	11	12	11	6	7
Довжина, м		1280	800	1440	1540	1380	800	1380	800	1380	940	1380	940	1440	940	540	840
Витрата, л/с	max	134,32	36,5	50	134,32	35,42	10	20	36,5	20	7,31	34,5	11,69	50	11,69	43,62	50,6
	max+п ож.	169,33	50	67,81	169,33	56,99	31,4 9	51,31	50	51,31	10,52	51,7	11,69	67,81	11,69	60,82	67,81
	min	43,66	11,99	22,11	43,66	15	5,44	10	14,99	10	3,03	12,1 5	8,82	22,11	8,82	8,32	10
Напрямок руху	max	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1
	max+п ож.	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1
	min	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1
Діаметр труб, мм		350	200	250	350	200	150	200	200	200	150	200	150	250	150	250	250
Матеріал труб		чавунні (2)															

Таблиця 14

№ кільця		1				2				3				4			
	Нев'язка по кільцю	0				0				0				0			
max водоспоживання	№ ділянки по мережі	1	9	12	8	2	3	10	9	10	4	5	11	12	11	6	7
	Витрата, л/с	136,38	38,10	46,79	132,27	35,88	10,46	27,34	38,10	27,34	0,49	26,70	2,75	46,79	2,75	44,76	51,74
	Втрати напору, h , м	10,78	10,21	-8,79	-12,20	15,77	3,95	-9,51	-10,21	9,51	0,02	-9,11	-0,43	8,79	0,43	-3,04	-6,19
	Швидкість, v , м/с	1,42	1,21	0,95	1,38	1,14	0,59	0,87	1,21	0,87	0,03	0,85	0,16	0,95	0,16	0,91	1,05
	Діаметр, мм.	350	200	250	350	200	150	200	200	200	150	200	150	250	150	250	250
	Нев'язка по кільцю	0				0				0				0			
max+пож.	№ ділянки по мережі	1	9	12	8	2	3	10	9	10	4	5	11	12	11	6	7
	Витрата, л/с	167,53	53,24	63,77	177,13	51,95	26,45	54,02	53,24	54,02	8,19	54,03	8,17	63,77	8,17	66,66	73,65
	Втрати напору, h , м	16,27	19,94	-15,78	-20,43	32,75	22,61	-35,42	-19,94	35,42	2,98	-35,42	-2,97	15,78	2,97	-6,47	-12,28
	Швидкість, v , м/с	1,74	1,7	1,3	1,78	1,65	1,5	1,72	1,7	1,72	0,46	1,72	0,46	1,3	0,46	1,36	1,50
	Діаметр, мм.	350	200	250	350	200	150	200	200	200	150	200	150	250	150	250	250
	Нев'язка по кільцю	0				0				0				0			
min	№ ділянки по мережі	1	9	12	8	2	3	10	9	10	4	5	11	12	11	6	7
	Витрата, л/с	42,01	14,44	16,07	45,31	13,90	4,34	11,16	14,44	11,16	3,09	12,09	1,06	16,07	1,06	16,02	17,70
	Втрати напору, h , м	1,21	1,72	-1,26	-1,67	2,77	0,82	-1,87	-1,72	1,87	0,37	-2,15	-0,08	1,26	0,08	-0,47	-0,87
	Швидкість, v , м/с	0,44	0,46	0,33	0,47	0,44	0,25	0,36	0,46	0,36	0,2	0,39	0,06	0,33	0,06	0,33	0,36
	Діаметр, мм.	350	200	250	350	200	150	200	200	200	150	200	150	250	150	250	250

Гідравлічний розрахунок підключаючих трубопроводів і водоводів

Ділянка	Довжина l , км	Діаметр D , мм	Витрата q , л/с	Швидкість, V , м/с	$1000i$, м/км	$h = 1000i \cdot l$, м
1 - № 1	0,2	200	33,43	1,04	9,41	1,88
2 - № 2	0,25	200	26,07	0,81	5,88	1,47
6 - № 3	0,2	150	10,31	0,58	4,59	0,92
НС-II – 1 (max)	2,3	400	$326,14/2 = 163,07$	1,30	5,90	13,57
НС-II – 1 (max+пож)	2,3	400	$396,14/2 = 198,07$	1,57	8,59	19,76
НС-II – 1 (min)	2,3	400	$96,37/2 = 48,19$	0,38	0,61	1,40

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

Потрібний вільний напір $H_{тр}$, в залежності від кількості поверхів n :

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

Значення фактичних вільних напорів у вузлах:

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

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

Знаходимо значення Π_i у інших вузлах водопровідної мережі при обході всіх вузлових точок:

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

Вузол 4 розглядається як основна точка для режиму максимального водоспоживання, вузол 6 виступає диктуючим для режиму пожежогасіння, а для мінімального водоспоживання приймаємо вузол 5. У вузлах, де забезпечується режим пожежогасіння, необхідно підтримувати вільний напір не менше 10 м.

Після завершення гідравлічного розрахунку мережі створюється профіль водопровідної системи вздовж зовнішнього контуру..

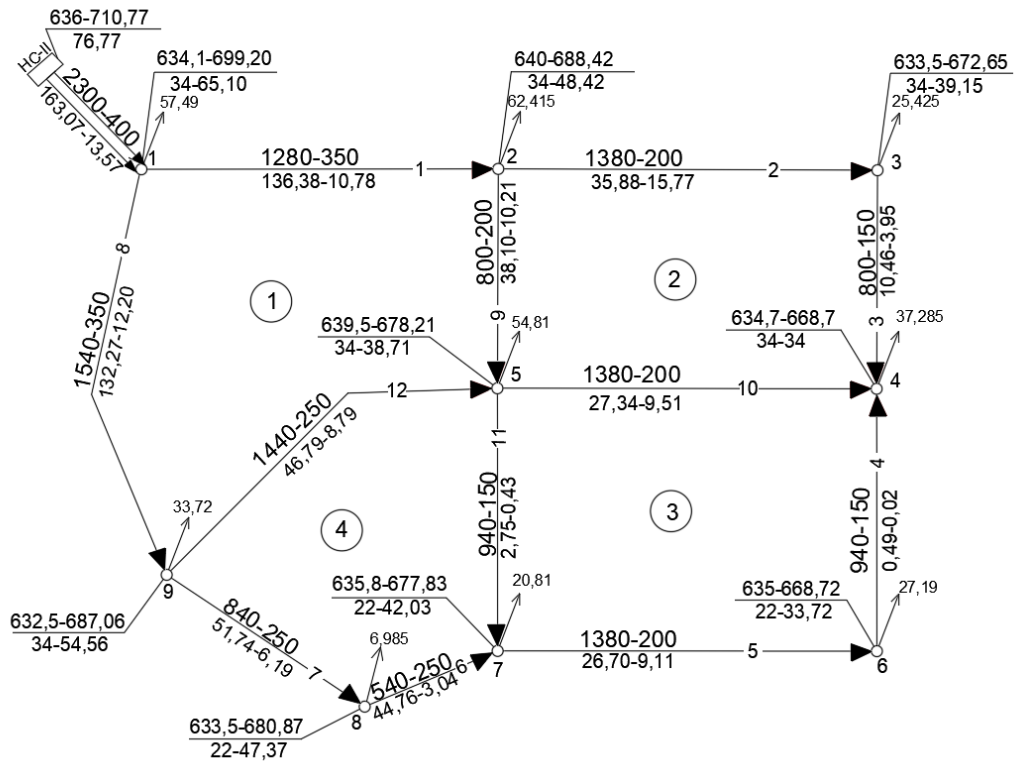


Рис. 6. Схема мережі для режиму максимального водоспоживання

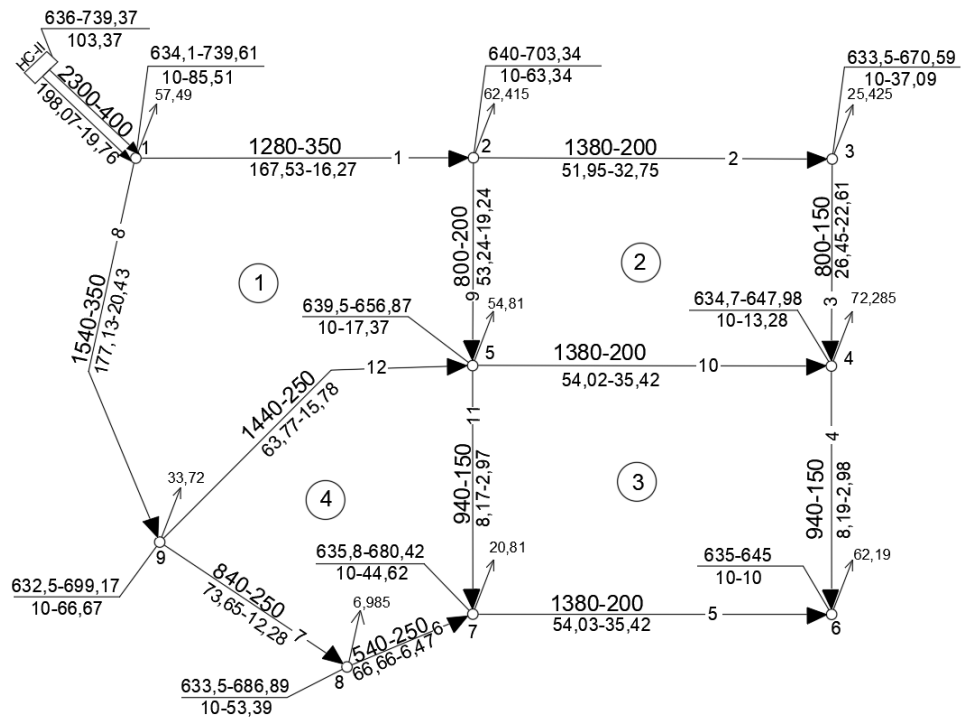


Рис. 7.Схема мережі для режиму пожежогасіння під час максимального водоспоживання

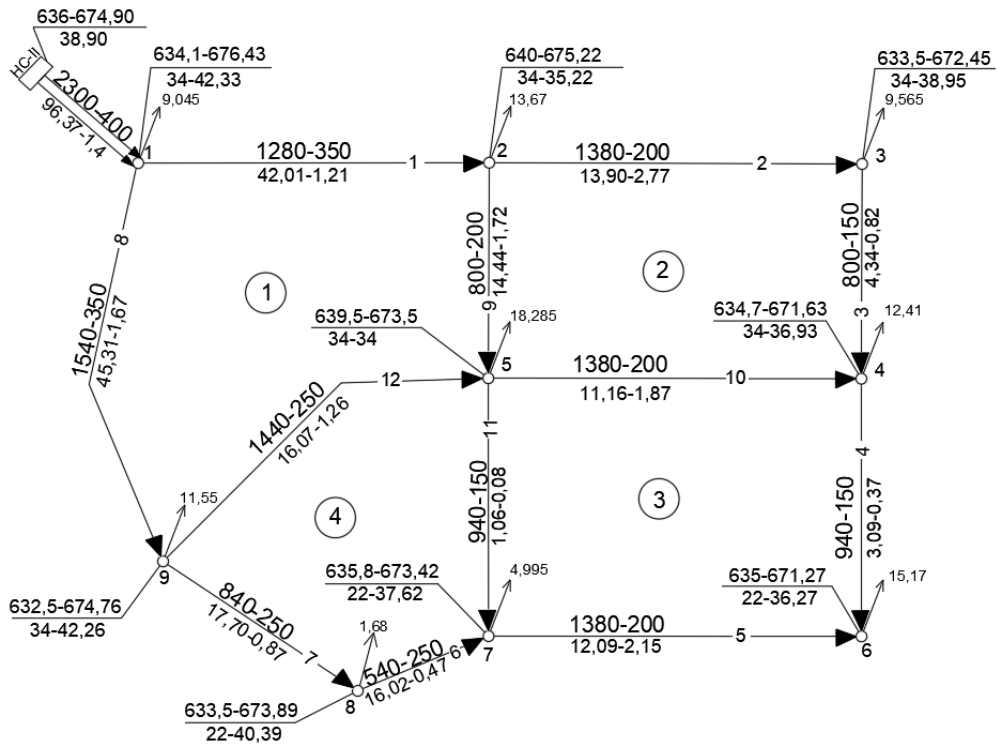
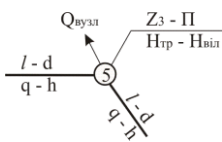


Рис. 8. Схема мережі для режиму мінімального водоспоживання



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

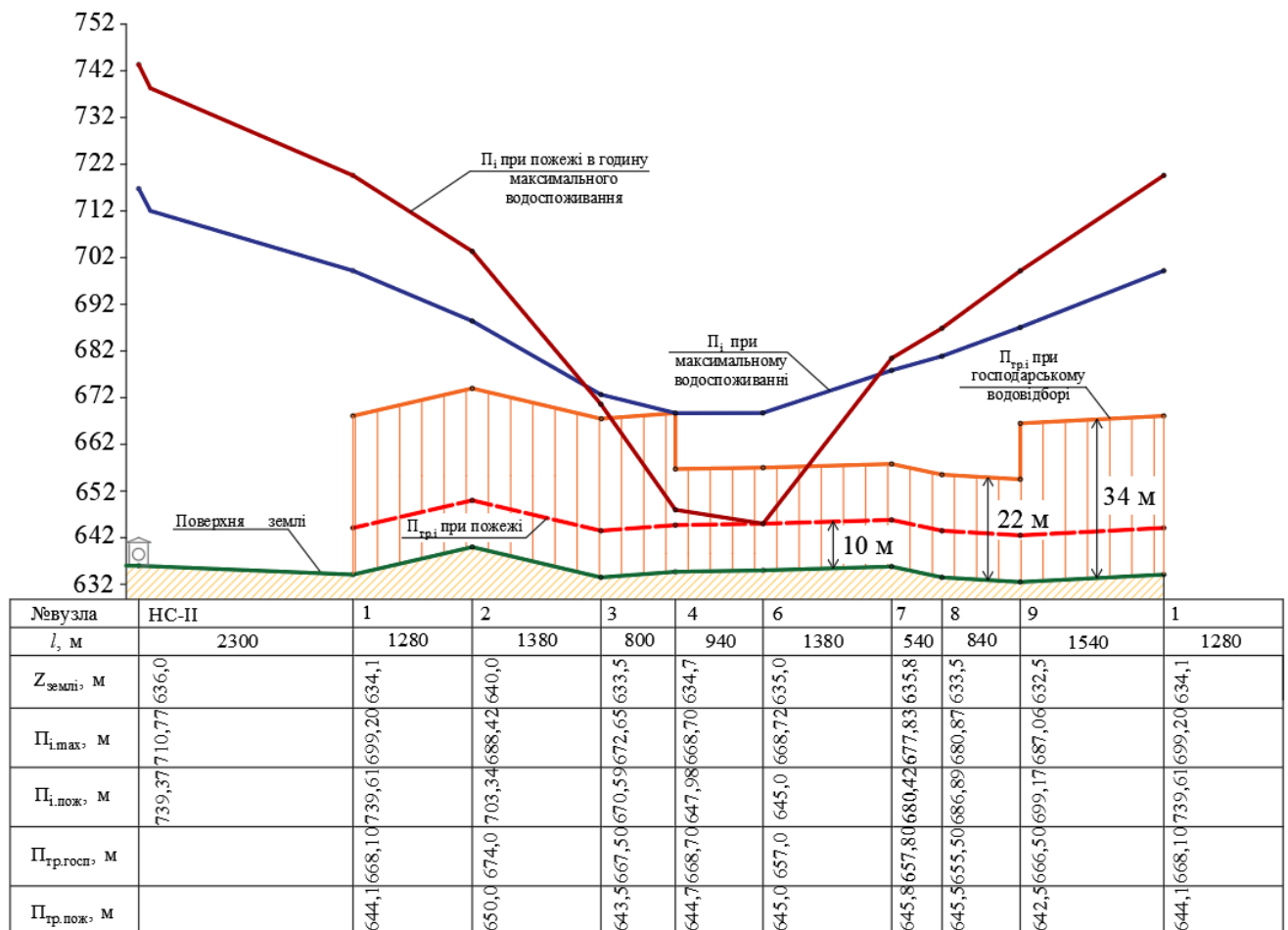


Рис. 9. Графік п'езометричних напорів

Розділ 1.2 Водозабірні споруди

Визначення категорії надійності

Оскільки в проектованому населеному пункті населення складає 68000 чоловік, а це більше ніж 50000, то згідно цього приймаємо для проектування першу категорію надійності водопостачання.

Визначення продуктивності водозабору.

Продуктивність водозабору:

$$Q_{роз} = Q_{max} \times K_1 \times K_2 \times K_3$$

$$Q_{max} = 21395,97 \text{ м}^3/\text{доб}; K_1=1,1; K_2=1,1; K_3=1$$

$$Q_{роз} = 21395,97 \times 1,1 \times 1,1 \times 1 = 25889,12 \text{ м}^3/\text{добу} = 0,2996 \text{ м}^3/\text{с}$$

Розрахунок на перспективу збільшення водопостачання $K_{персп} = 1,2-1,3$, тобто:

$$Q_{персп} = Q_{роз} \times K_{персп} = 25889,12 \times 1,2 = 31066,95 \text{ м}^3/\text{добу} = 0,359 \text{ м}^3/\text{с}$$

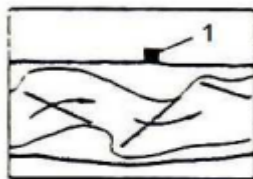
$$K_{персп}=1,2$$

Таблиця 16

№	Водоспоживання	Розрахунковий період		Перспектива	
		тис.м ³ /добу	м ³ /с	тис.м ³ /добу	м ³ /с
1	2	3	4	5	6
1	$Q_{заг}$	25,88912	0,299643	31,06695	0,359571

Вибір місця розташування водозабору

Оскільки місто розташоване на лівому березі річки, саме там передбачено облаштування водозабору. Беручи до уваги побічний тип руслових деформацій, визначено можливий варіант розміщення водозабірних споруд.



в

Рис. 10. Побічний тип руслових деформацій і можливе розміщення водозабірних споруд на ньому

Для зручності водозабір розташовується максимально близько до основного споживача води. Якість і кількість води у річці відповідають вимогам, що висуваються до водопостачання, а умови для будівництва та експлуатації є сприятливими. Конструкція водозабору характеризується простотою, економічністю та зручністю в обслуговуванні. Зони санітарної охорони забезпечують надійний захист і відзначаються невисокою вартістю..

Вибір типу та схеми водозабору

Таблиця 17

№	Категорія надійності	%	Витрати зимові/літні	Позначки рівнів води/глибини, м		
				Зимові	Літні	Весняні
1	I	97	20/12	632,3/4,8	632,1/4,6	
2		95	25/14	632,5/5	632,2/4,7	
3		50	55/45	633/5,5	632,9/5,4	
4		1	680			636,1/8,6
5		10	400			635/7,5

Відмітка дна 627,3 м.

Згідно різниці позначок рівнів у весняний Z_{\max} та літній (зимовий) Z_{\min} період знаходимо амплітуду коливань води в річці, м,:

$$A = Z_{\max} - Z_{\min} = 634,0 - 630,0 = 4 \text{ м.}$$

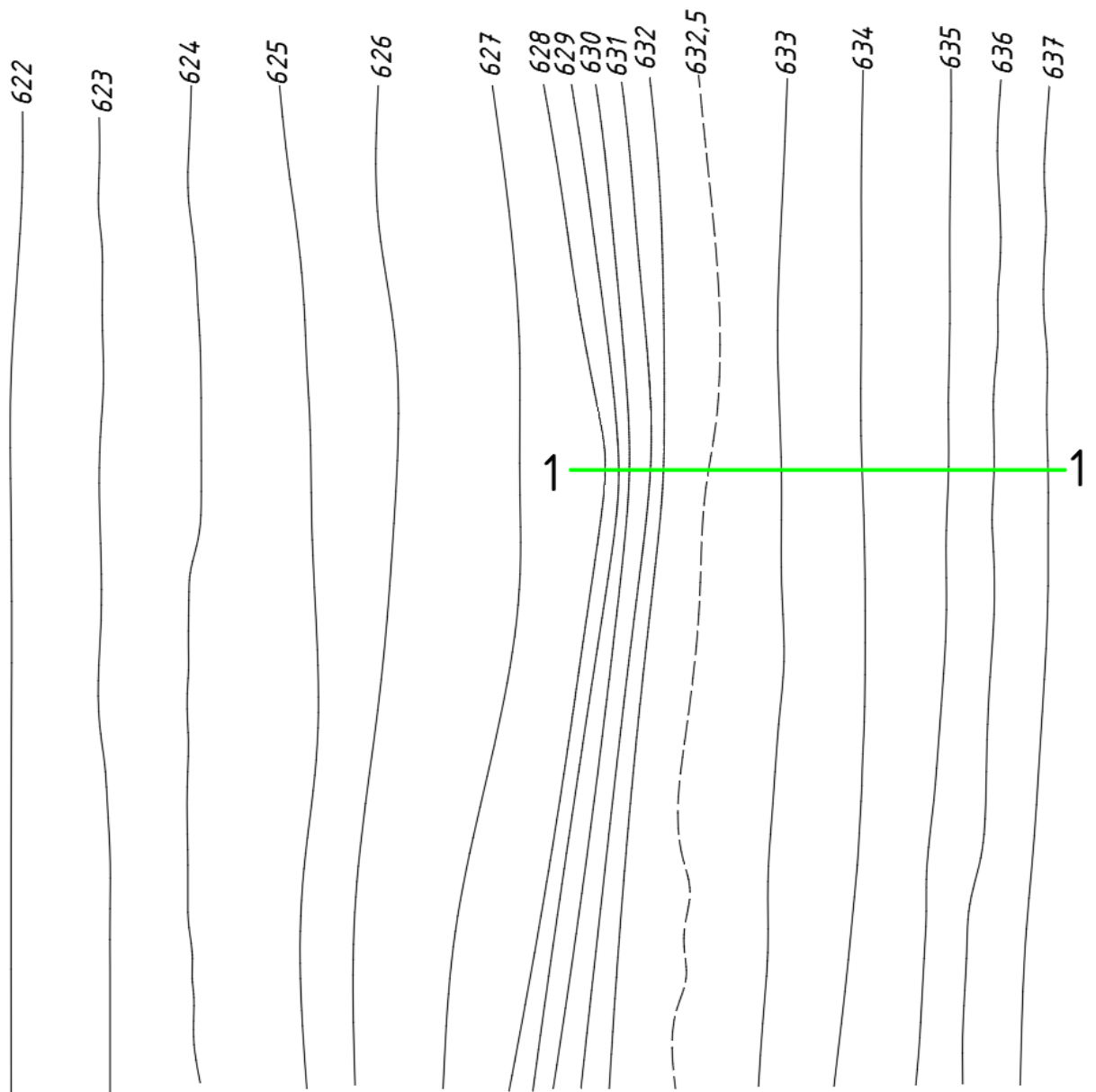


Рис. 11. Ділянка під водозабірні споруди

Підбір горизонтального масштабу:

$$627,4-627,6 = 5,2 \text{ м;}$$

$$627,6-628 = 28,4 \text{ м;}$$

$$628-629 = 4,2 \text{ м;}$$

$$629-630 = 4,3 \text{ м;}$$

$$630-631 = 5,4 \text{ м;}$$

$$631-632 = 5 \text{ м;}$$

$$632-633 = 38,4 \text{ м;}$$

$$633-634 = 26,8 \text{ м;}$$

$$634-635 = 28,4 \text{ м;}$$

$$635-636 = 15 \text{ м;}$$

$$636-637 = 17,9 \text{ м.}$$

Сумма відстаней між горизонталями складає:

$$5,2+28,4+4,2+4,3+5,4+5+38,4+26,8+28,4+15+17,9 = 179 \text{ м.}$$

Приймаємо масштаб – M_b 1 : 100; M_r 1 : 500.

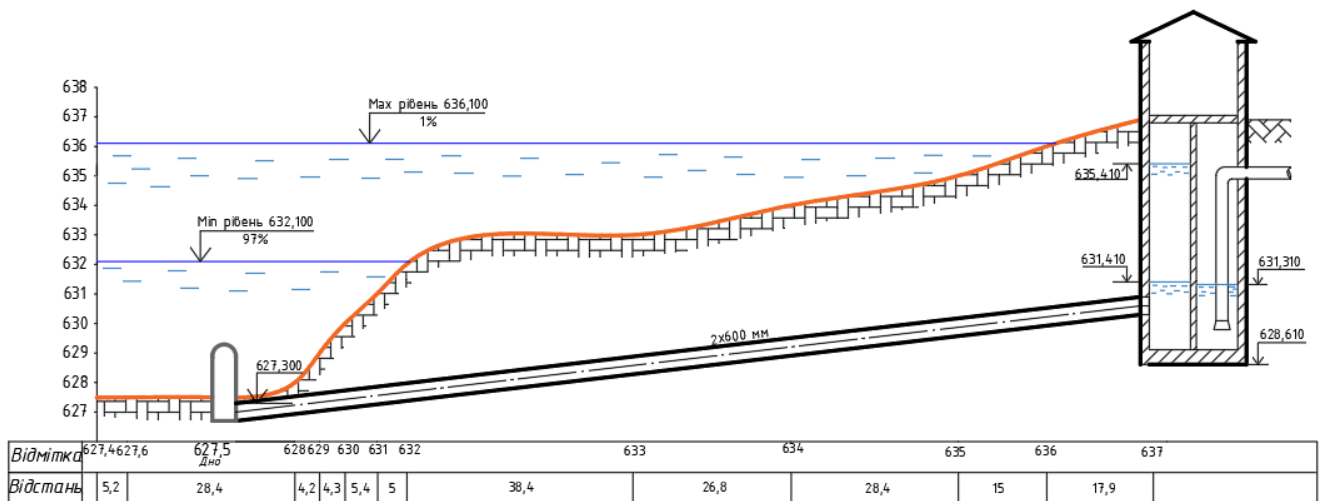


Рис. 12. Поперечний переріз русла річки в місці розташування водозабірною колодязя.

Виходячи з розрахункових витрат та топографічних, геологічних і гідрологічних умов приймаємо до проектування русловий тип водозабору.

Складність умов забору води

Визначаємо характеристику води в річці:

- каламутність $522 \leq 2586$ НОК ($900 \leq 1500 \text{ мг/дм}^3$).
- льодостав стійкий, потужність $0,3 < 1,2$ м, формується з ополонками.
- шуга 2 бали.

Наявне сміття, планктонні водорості, біологічне обростання двостулковими молюсками, становить перешкоду роботі водозабірних споруд.

Згідно ДБН В.2.5 – 74:2013 таб.13 ст.40 - середні умови забору води, затоплений водоприймач, віддалений від берега, недоступний в деякі періоди року.

Приймаємо встановлення одного водоприймача.

ОГОЛОВОК

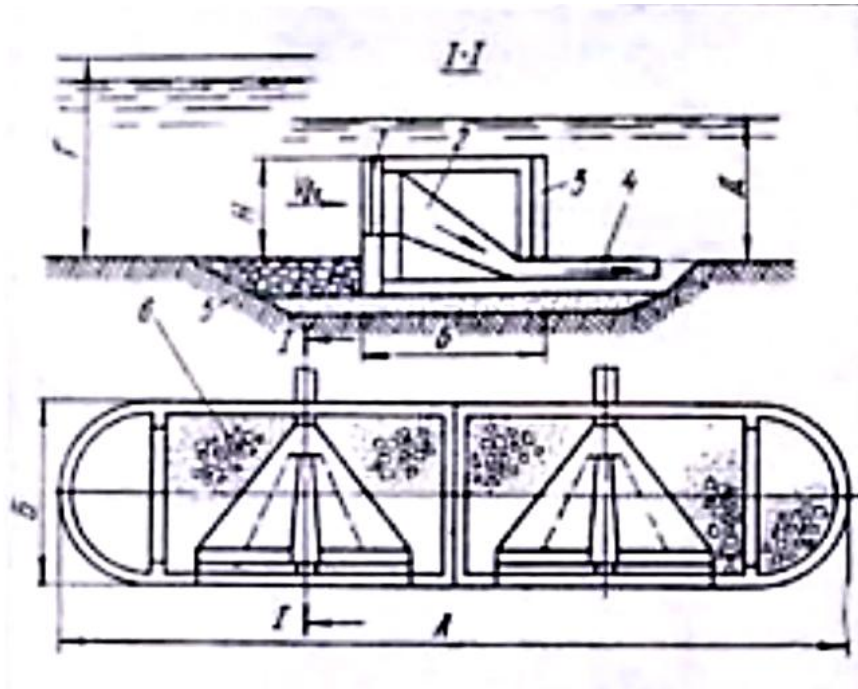


Рис.13.Залізобетонний розтрубний захищений оголовок з боковим прийомом води
Тип, основні значення:

- 1- решітки сміттєзатримуючі;
- 2- розтруб;
- 3- корпус оголовка залізобетонний;
- 4- самопливний водовід;
- 5- кріплення русла за допомогою каміння;
- 6- завантаження щебенем, галечником чи тощим бетоном.

(A = 5,5 – 15,8; B = 2,5 – 4; B = 2,6 – 3; Д = 1,7 – 2,1; H = 1,4 – 1,8)

Гідравлічні розрахунки

1. Визначаємо площу водоприймальних вікон і добіраємо сміттєзатримуючі решітки:

а) тип оголовка (див. Рис.13);

б) кількість секцій 2 (1, п.9.2.8 I,II категорії ≥ 2);

в) витрата секцій: $q_p = \frac{0,3596}{2} = 0,18 \text{ м}^3/\text{с}$;

г) площа водоприймальних вікон однієї секції (брутто):

$$\omega_{бр}^{реш} = 1,25 \cdot \frac{q_p \cdot k_{см}}{V_{см}} = 1,25 \cdot \frac{0,18 \cdot 1,16}{0,25} = 1,04 \text{ м}^2.$$

1,25 – коефіцієнт засмічення решітки;

$$k_{cm} = \frac{a_{cm} + c_{cm}}{a_{cm}} = \frac{50 + 8}{50} = 1,16 \text{ мм} - \text{коєфіцієнт стиснення};$$

V_{em} – (п.9.2.14) швидкість втікання, 0,25 м/с.

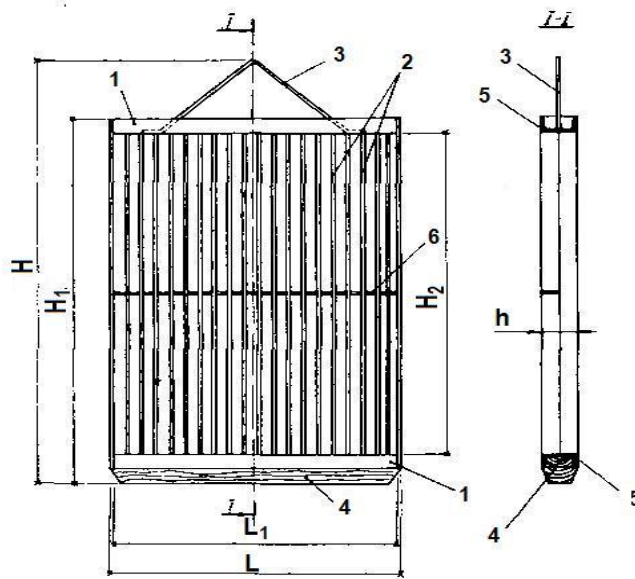


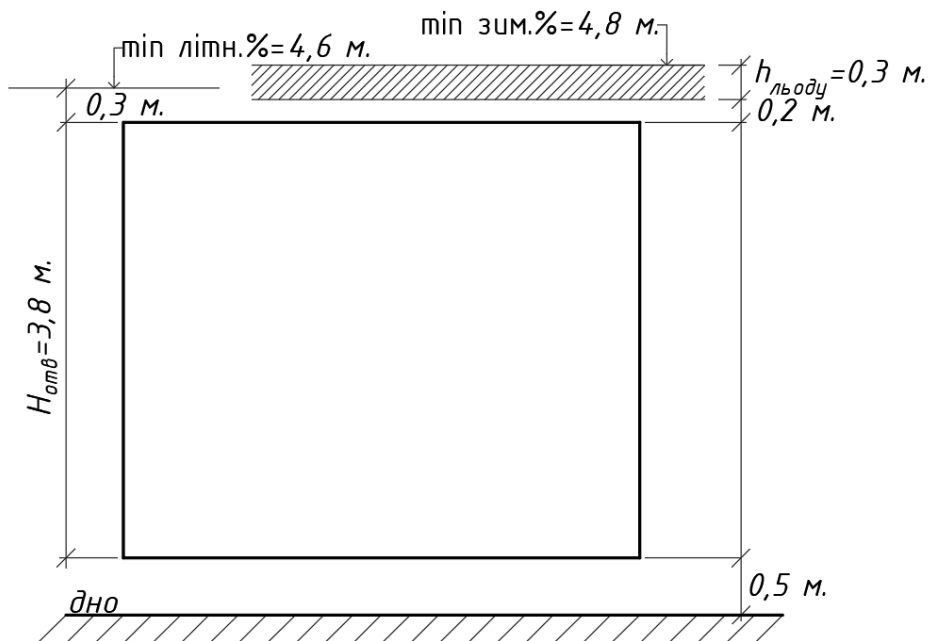
Рис. 14. Сміттєзатримувальні решітки:

1 –металева рама; 2 –стержні решітки; 3 –скоба для монтажу;

4 –дерев'яний брус; 5 –швелер; 6 –стальна поперечина

д) висота отвору водозабору:

$$H_{отв} = \begin{cases} H_{\min}^{\text{зум.}\%} - 0,9 \cdot h_l - 0,2 - 0,5 = 4,8 - 0,9 \cdot 0,3 - 0,2 - 0,5 = 3,83 \text{ м} \\ H_{\min}^{\text{літн.}\%} - 0,3 - 0,5 = 4,6 - 0,3 - 0,5 = 3,8 \text{ м} \end{cases}$$



е) розміри решіток згідно умов підбору

Основні технічні характеристики сміттєзатримувальних решіток

Таблиця 18

Розміри водоприй- мального вікна, мм	Площа вікна, м ²	Основні розміри, мм							Маса, кг
		H	H1	H2	h	h1	L	L1	
1000x1250	1,08	1680	1380	1250	80	50	1120	1000	94

з) визначення втрат напору в решітці:

$$h_{реш} = \zeta_{реш} \cdot \frac{V_{реш}^2}{2g} = 0,1 \text{ м} - \text{приймаємо.}$$

Розраховуємо площу і підбираємо сітки:

а) тип сіток:

$$a < 1 \text{ м}^3/\text{с} - \text{плоскі}$$

б) кількість секцій 2 (1, п.9.2.8 I,II категорії ≥ 2);

в) витрата однієї секції: $q_p = \frac{0,3596}{2} = 0,18 \text{ м}^3/\text{с};$

г) площа сіток однієї секції (брутто):

$$\omega_{бр}^{сш} = 1,25 \cdot \frac{q_p \cdot k_{см}}{V_{вт}^{сш}} = 1,25 \cdot \frac{0,18 \cdot 1,96}{0,6} = 0,74 \text{ м}^2.$$

1,25 – коефіцієнт засмічення решітки;

$$k_{см} = \left(\frac{a_{см} + c_{см}}{a_{см}} \right)^2 = \left(\frac{3 + 1,2}{3} \right)^2 = 1,96 \text{ мм} - \text{коефіцієнт стиснення;}$$

$V_{вт}^{сш}$ – (п.9.2.28) швидкість стікання, ($< 1 \text{ м}^3/\text{с}$).

д) підбираємо сітки:

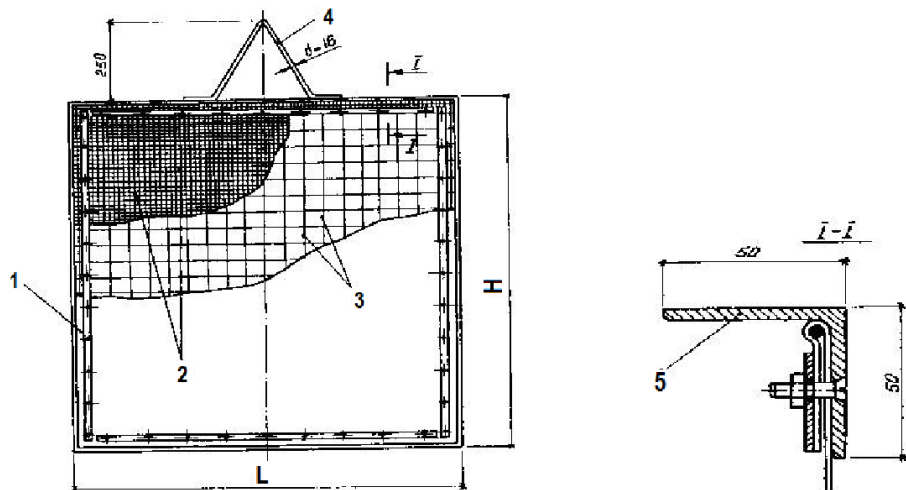


Рис. 15. Плоскі сітки:

1 –металева рама; 2 –робоче полотно сітки; 3 –підтримуюча сітка;

4 –скоба для монтажу; 5 –стальний куток

Розміри і маса змінних плоских сіток

Таблиця 19

Розміри отвору, мм		Загальна маса сіток із дроту, кг		
Ширина, L	Висота, H	d = 1,2 мм; вічко 2x2 мм	d = 1 мм; вічко 3,5x3,5 мм	d = 1 мм; вічко 4,5x4,5 мм
1000	1250	68,0	62,4	61,3

Розрахунок всмоктувальних водоводів

Потік води від оголовка до водозабірної колодязя здійснюється через дві самопливні лінії. Діаметр труб підбирається таким чином, щоб швидкість води в них була не меншою за швидкість течії у річці. Це необхідно для запобігання утворенню відкладень у трубах. У періоди паводку, коли вода стає більш мутною, весь обсяг води спрямовується через одну лінію зі швидкістю 1,2 м/с.

Діаметр самопливного трубопроводу:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,36}{3,14 \cdot 1,2}} = 0,62 \text{ м.}$$

Приймаємо дві сталеві труби діаметром 600 мм, для яких $v_1 = 1,21$ м/с.

Водоприймально-сітковий колодязь (ВСК) розташовують поза зоною можливого підтоплення, забезпечуючи його розміщення на 0,5 м вище максимального розрахункового рівня забезпеченості ($Z_{1\%} = 636,1$ м), враховуючи висоту хвилі.

$$Z_{\text{ВСК}} = 636,1 + 0,3 + 0,5 = 636,9 \text{ м.}$$

Довжина самопливних водоводів:

$$l = 15 + 28,4 + 26,8 + 38,4 + 5 + 5,4 + 4,3 + 4,2 + 10 = 137,5 \text{ м}$$

Розрахункова довжина самопливної лінії становить 137,5 м. Для сталевих труб діаметром 600 мм за таблицями Шевелева, залежно від пропускаючої витрати, визначається величина гідравлічного ухилу. При врахуванні місцевих опорів руху води з річки до водозабірної колодязя використовуються такі значення коефіцієнтів ζ : звужуючий перехід – 0,25; два зварні відводи під кутом 45° – 0,9; трійник у прямому

напрямку – 0,1; засувка – 0,1; вихід труби в резервуар – 1; вхід труби – 0,15. Сума коефіцієнтів ζ дорівнює 2,5. Втрати напору для однієї самопливної лінії визначаються наступним чином:

1) по довжині – $1000i$ за табл. Шевелева для витрат – $Q = 360$ л/с , вхід по сталевим трубам діаметром 600 мм, становить $1000i = 2,93$; $i = 0,00293$

$$h_{\text{дл}} = 0,00293 \cdot 137,5 = 0,4 \text{ м};$$

2) смітгезатримуюча решітка: $h = 0,1$ м;

3) місцеві втрати напору за швидкості:

$$v_1 = 1,21 \text{ м/с};$$

$$\Sigma\zeta = 2,5$$

$$\Sigma h_{\text{м}} = 2,5 \cdot \frac{1,21^2}{2 \cdot 9,81} + 0,1 = 0,29 \text{ м.}$$

Сума втрат напору за довжини по одній самопливній лінії:

$$h_{\omega} = h_{\text{дл}} + \Sigma h_{\text{м}} = 0,4 + 0,29 = 0,69 \text{ м}$$

Втрати напору при русі води по двох самопливних лініях:

1) по довжині – $1000i$ за табл. Шевелева для витрат – $Q = 180$ л/с , вхід по сталевим трубам діаметром 600 мм, становить $1000i = 0,82$; $i = 0,00082$

$$h_{\text{дл}} = 0,00082 \cdot 137,5 = 0,11 \text{ м};$$

2) смітгезатримуюча решітка: $h = 0,1$ м;

3) місцеві втрати напору при швидкості:

$$v_1 = 0,6 \text{ м/с};$$

$$\Sigma\zeta = 2,5$$

$$\Sigma h_{\text{м}} = 2,5 \cdot \frac{0,6^2}{2 \cdot 9,81} + 0,1 = 0,15 \text{ м.}$$

Сума втрат напору при довжині по одній самопливній лінії:

$$h_{\omega} = h_{\text{дл}} + \Sigma h_{\text{м}} = 0,11 + 0,15 = 0,26 \text{ м}$$

$z_1 = 636,1 - 0,69 = 635,41$ м – рівень води в водоприймальній камері берегового сіткового колодязя в паводок;

$z_2 = 632,1 - 0,26 = 631,84$ м – відмітка під час межені;

$z_3 = 632,1 - 0,69 = 631,41$ м – відмітка найнижчого рівня води в приймальній камері за час роботи однієї самопливної лінії;

Втрати напору в сітках призначаємо 0,1 м:

$z_4 = 635,41 - 0,1 = 635,31$ м – рівень води у всмоктувальній камері під час паводку;

$z_5 = 631,84 - 0,1 = 631,74$ м – рівень води в межень за роботи обох самопливних ліній;

$z_6 = 631,41 - 0,1 = 631,31$ м – ремонт чи промивка однієї із самопливної лінії.

Приймаємо до проектування залізобетонний колодязь круглого перерізу із внутрішнім діаметром 6,0 м.

За допомогою перегородки розділяємо колодязь на дві камери. Водоприймальні вікна у перегородці колодязя перекриватимуться сітками.

$z_7 = z_6 - 0,15 = 631,31 - 0,15 = 631,16$ м – верх сіток призначаємо на 0,15 м найнижчого рівня води водоприймальної камери;

$z_8 = z_7 - H_c = 631,16 - 1,25 = 629,91$ м – нижній край сітки;

$z_9 = z_8 - 0,5 = 629,91 - 0,5 = 629,41$ м – поріг перед сіткою, призначаємо 0,5 м.

Дно водозабірною колодязя в усмоктувальній камері.

Дно колодязя виконуємо із ухилом $i \geq 0,005$ до приямка, глибина його 0,2 м, відмітка дна – на 0,3 м. нижча за дно колодязя перед сітками.

$z_{10} = z_9 - 0,3 = 629,41 - 0,3 = 629,11$ м – дно колодязя перед сіткою;

$z_{11} = z_3 - 0,5 = 631,41 - 0,5 = 630,91$ м – верх самопливних труб, при вході їх до колодязя, призначаємо на 0,5 м нижче найнижчого рівня води у водоприймальній камері;

$z_{12} = z_{д.р.} - 0,2 = 627,5 - 0,2 = 627,3$ м – верх самопливних труб біля оголовка.

Самопливні трубопроводи укладаються із підйомом до водозабірною колодязя.

Відстань від дна приямка до низу самопливних трубопроводів:

$$h = z_{11} - d - z_{10} = 630,91 - 0,6 - 629,11 = 1,2 \text{ м}$$

$z_{13} = z_{п.з.} + 0,15 = 636,9 + 0,15 = 637,05$ м – позначка підлоги службового павільйону.

Глибина колодязя: $H = z_{13} - z_{10} = 637,05 - 629,11 = 7,94$ м.

Мінімально допустима глибина води всмоктувальною камері :

$$H_{min} = z_6 - z_9 = 631,31 - 629,41 = 1,9 \text{ м.}$$

Забір води з усмоктувальної камери відбувається всмоктувальними патрубками, насосів першого підйому, які розміщені в окремій споруді НС-І.

За Q , м³/год і напором H , м підбираємо насоси 1-го підйому:

$$Q_{роз} \text{ водозабору} = 0,2996 \text{ м}^3/\text{с} = 1078,56 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$Q_{персп} \text{ водозабору} = 0,3596 \text{ м}^3/\text{с} = 1294,56 \text{ м}^3/\text{год}$$

Напір насоса:

$$H_n = H_{гео} + \Sigma h$$

де: $H_{гео} = Z_{ОС} - Z_6$ - геодезична висота підйому води.

$Z_{ОС}$ - відмітка подачі на очисні споруди - 646,0 м

Z_6 - відмітка найнижчого рівня води в усмоктувальної камери - 631,31 м

$$H_{гео} = Z_{ОС} - Z_6 = 646 - 631,31 = 14,69 \text{ м}$$

Σh - сума втрат напору від усмоктувального патрубка насосу до очисних споруд із врахуванням запасів на вільний вилив, призначаємо 8 м.

Розрахунковий напір насоса складає:

$$H_n = H_{гео} + \Sigma h = 14,69 + 8 = 22,69 \text{ м}$$

Призначаємо два робочі насоси 1Д1250-63б, $n = 960$ об/хв, $D_k = 390$ мм. З врахуванням одного резервного, в НС-І будк встановлено три насоси.

Діаметр усмоктувальних труб визначаємо наступним чином:

$$d_{y.с} = \sqrt{\frac{4 \times Q_n}{\pi \times V_{y.с}}}$$

$$d_{y.с} = \sqrt{\frac{4 \times 0,18}{3,14 \times 1,35}} = 0,41 \text{ м}$$

де $Q_H = 0,359:2 = 0,18$ витрата одного насосу, м³/с

$V_{yв}$ – рекомендована швидкість руху води всмоктувального

трубопроводу, м/с; $V_{yв.} = 0,8 - 1,5$ м/с; приймаємо $V_{yв.} = 1,35$ м/с;

Обираємо $d_{y.в} = 400$ мм.

За табл. Шевелева знаходимо фактичну швидкість:

$$V_{yв} = 1,34 \text{ м/с і } 1000i_{yв} = 6,02$$

Довжина всмоктувальних трубопроводів $L_{yв.} - 40 \text{ м} = 0,040 \text{ км}$

Втрати напору всмоктувальних трубопроводів:

$$h_{yв.} = 1,1 \cdot 1000i_{yв.} \cdot L_{yв.} = 1,1 \cdot 6,02 \cdot 0,040 = 0,26 \text{ м}$$

Вісь насоса:

$$z_0 = z_H + H_{\text{вак}} - h_{yв} - \frac{v^2}{2g}$$

$$z_0 = 631,31 + 4 - 0,26 - \frac{1,34^2}{2 \times 9,81} = 634,96$$

Де: $Z_6 - 631,31$ м.

$H_{\text{вак}}$ – допустима вакууметрична висота всмоктування - 4 м;

$h_{y.в}$ – втрати напору;

v^2 – швидкість руху води , м/с.

У всмоктувальній камері встановлюємо конусні воронки на кінцях всмоктувальних трубопроводів висотою $H=500$ мм та діаметром розтруба $D_p = 555$ мм. Нижній край воронки занурюється під найнижчий рівень води з всмоктувальної камери на $H_1 = 2D_p = 1,11$ м.

$z_{14} = z_6 - H_1 = 631,31 - 1,11 = 630,20$ м - нижній край приймальної воронки всмоктувальних трубопроводів

$H_2 = z_{14} - z_9 = 630,20 - 629,41 = 0,79$ м - відстань до низу воронки від дна всмоктувальної камери, задовольняє цю умову $H_2 > 0,8D_p = 0,444$ м.

$H_{вс} = 4 \div 5$ м Відмітка верха всмоктувальної труби: $z_{15} = z_6 + 4,0 = 631,31 + 4,0 = 635,31$ м.

Промивка самопливних ліній здійснюється зворотнім током води, швидкість якої складає $v = 1,8$ м/с, на промивку однієї самопливної лінії витрата води складає $Q_{пр} = 0,537$ м³/с.

Розділ 1.3. Водопровідні очисні споруди

Визначення технологічної схеми очищення води

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

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

$k_{\text{вв}} = (1,1 - 1,14)$ - коефіцієнт, за яким визначається повторне використання води;

$Q_{\text{вих}} = 28000$ - вихідна витрата води м³/доб;

$$Q_{\text{доб}} = 1,13 \cdot 28000 = 31640 \text{ м}^3/\text{доб}$$

За каламутністю 150 та добовою витратою 31640 м³/доб, підбираємо схему очисних споруд за допомогою горизонтальних відстійників

Висотна схема очисних споруд



Рис. 16. Блочна схема очищення води на горизонтальних відстійниках
Місця вводу реагентів (розчинів): X_1, X_2 - хлору, K - коагулянту,
 Φ - флокулянту.

Реагентне господарство

Доза хлору – для первинного хлорування – 7,07 мг/л;

Визначається за графіком та за перманганатною окислюваністю.

Доза хлору – для вторинного хлорування – 2 мг/л;

Для первинного хлорування добова потреба хлору становить:

$$(7,07 \cdot 31640) / 1000 = 223,69 \text{ кг};$$

Для вторинного хлорування добова потреба хлору становить:

$$(2 \cdot 31640) / 1000 = 63,28 \text{ кг}.$$

Добова потреба хлору :

$$223,69 + 63,28 = 286,97 \text{ кг.}$$

Місячна потреба хлору:

$$286,97 \cdot 30 = 8,61 \text{ т.}$$



Рис. 17. Схема приготування хлорної води

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

– кольоровості знаходимо за формулою:

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

$K_L = 80$ град. - кольоровість вихідної води;

$$D_K^{KL} = 4 \cdot \sqrt{80} = 35,78 \text{ мг/л};$$

– концентрації завислих речовин $D_K^{ЗAB} = 35 \text{ мг/л}$.

В подальших розрахунках використовуємо більше значення $D_K = 35,78 \text{ мг/л}$.

Підлогування

Здійснюється у випадку, коли не виконується умова:

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

D_L - доза лугу, мг/л;

k_L - коефіцієнт лужності (для CaO – 28);

e_K - еквівалентна маса коагулянту (безводного) в мг/мг-екв (хлорид заліза – 54);

L_0 - мінімальна лужність води, мг/мг-екв; $L_0 = 1,3 \text{ мг/мг-екв}$.

$$D_L = 28 (35,78 / 54 - 1,3) + 1 = -16,85 \text{ мг/л} \leq 0$$

Умова виконується, отже підлогування роботи не потрібно.

Лужність води після коагулювання:

$$L_K = L_0 - \frac{D_K}{e_K} = 1,3 - \frac{35,78}{54} = 0,64 \text{ мг-екв/л.}$$

Доза ПАА в залежності від кольоровості води – 0,5 мг/л;

Доза ПАА (середня) в залежності від максимальної каламутності води – 0,35 мг/л;

Доза ПАА (середня) в залежності від мінімальної каламутності води – 0,35 мг/л.

Обираємо більше значення, а саме $D_{\text{ПАА}} = 0,5$ мг/л

Зберігання коагулянту

Тип зберігання коагулянту – мокре зберігання коагулянту (місячна потреба менше разової поставки)

Схема мокрого зберігання коагулянту, разова поставка більше місячної потреби

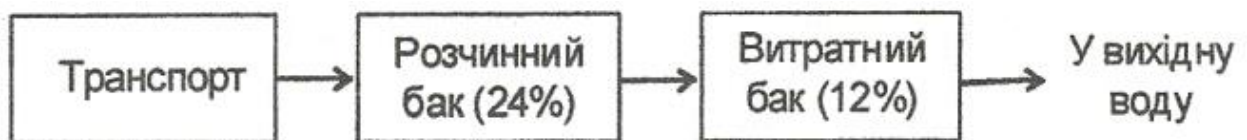


Рис. 18. Схема переміщення коагулянту

Місячна витрата коагулянту на станції, т:

$$P_K^{MIC} = 10^{-6} D_K Q_{\text{доб}} n_{30},$$

де n_{30} - 30 днів, термін запасу реагентів;

10^{-6} - коефіцієнт перерахунку грамів у тони;

$Q_{\text{доб}}$ - добова потужність водоочисної станції, м³/доб;

D_K - розрахункова доза коагулянту, мг/л.

$$P_K^{MIC} = 10^{-6} \cdot 35,78 \cdot 31640 \cdot 30 = 33,96 \text{ т.}$$

Об'єм поставок коагулянту на станцію – 37,36 т.

Розрахунок мокрого зберігання коагулянту за умови $P_{\text{ПОСТ}} > P_K^{MIC}$

Ємність розчинного баку, м³:

$$W_{\text{РОЗ}} = K_{3П} \frac{P_{\text{ПОСТ}} \cdot W_{\text{РОЗ}}}{N_{\text{РОЗ}}},$$

де $K_{3П} = 1,1$ – коеф. запасу, враховує перевищення борта конструкції над рівнем розчину;
 $P_{ПОСТ}$ - об'єм поставки, т; ($P_K^{MIC} \times \Delta_{ПОСТ} = 33,96 \times 1,1 = 37,36$);

$N_{РОЗ}$ - кількість розчинних баків, шт; $w_{РОЗ}$ - питома ємність розчинних баків, м³/т.

$$W_{РОЗ} = 1,1 \frac{37,36 \cdot 2}{3} = 27,4 \text{ м}^3$$

Приймаємо три баки розміром $3 \times 4,5 \times 2,4$ м;

Тоді, ємність розчинного баку буде $32,4$ м³;

Відстань від води до верху баку $0,37$ м.

Витрата повітря – $364,5$ л/с.

Ємність витратного баку, м³:

$$W_{РОЗ} = K_{3П} 10^{-6} D_K Q_{ДОБ} n_2 w_{ВИТ} / N_{ВИТ},$$

де 10^{-6} – коеф. перерахунку грамів у тони; n_2 – час зберігання розчину коагулянту у витратних баках (2 дні); $w_{ВИТ}$ - питома ємність витратних баків, м³/т; $N_{ВИТ}$ - кількість витратних баків, шт.

$$W_{РОЗ} = 1,1 \cdot 10^{-6} \cdot 35,78 \cdot 31640 \cdot 2 \cdot 4,1 / 2 = 5,1 \text{ м}^3$$

Приймаємо два баки розміром $1,5 \times 1,5 \times 2,4$ м.

Тоді, ємність витратного баку буде $5,4$ м³.

Відстань від води до верху баку $0,19$ м.

Витрата повітря – $22,5$ л/с.

Загальна витрата повітря при приготуванні розчину коагулянту – 387 л/с



Рис. 19. Схема приготування розчину ПАА

Місячна потреба в поліакріламіді (ПАА), кг

$$P_{ПАА}^{MIC} = 10^{-3} \cdot D_{ППА} \cdot Q_{ДОБ} \cdot n_{30},$$

де 10^{-3} – коеф. перерахунку грамів у кілограми;

$D_{ПАА}$ – розрахункова доза ПАА, мг/дм³

$$P_{ПАА}^{MIC} = 10^{-3} \cdot 0,5 \cdot 31640 \cdot 30 = 474,6 \text{ кг.}$$

За залежністю концентрації розчину ППА від терміну його зберігання концентрація розчину ПАА становить 0,3 %.

Об'єм поставок, кг:

$$W_{ПАА}^{ПОС} = 10^{-3} \cdot D_{ППА} \cdot Q_{ДОБ} \cdot T_{ПОС},$$

де $T_{ПОС}$ - термін поставок, діб.

$$W_{ПАА}^{ПОС} = 10^{-3} \cdot 0,5 \cdot 31640 \cdot 20 = 316,4 \text{ кг.}$$

Об'єм витратних баків, м³

$$W_{ПАА}^{ВИТ} = \frac{100 K_{ЗП} \cdot P_{ПАА}^{ДОБ} \cdot T_{ЗБ}}{C_{ПАА} \cdot \rho_{ПАА}},$$

де 100 – коефіцієнт переводу відсотків до безрозмірної форми;

$K_{ЗП} = 1,1$ коефіцієнт запасу;

$P_{ПАА}^{ДОБ}$ – добова потреба у флокулянті, кг/доб (474,6 / 30 = 15,82 кг/доб);

$T_{ЗБ}$ – термін зберігання розчину в баках, діб;

$C_{ПАА}$ – концентрація розчину ПАА, %;

$\rho_{ПАА}$ – щільність розчину ПАА, кг/м³ (1000 кг/м³).

$$W_{ПАА}^{ВИТ} = \frac{100 \cdot 1,1 \cdot 15,82 \cdot 2}{0,3 \cdot 1000} = 11,6 \text{ м}^3.$$

Об'єм витратного баку: $11,6 / 5 = 2,32 \text{ м}^3$.

Приймаємо два витратних баки розміром $1,5 \times 1,5 \times 1,2 \text{ м}$.

Тоді, ємність витратного баку буде $2,7 \text{ м}^3$.

Відстань від води до верху баку – $0,17 \text{ м}$.

Розрахунки окремих апаратів і споруд

Вихровий змішувач

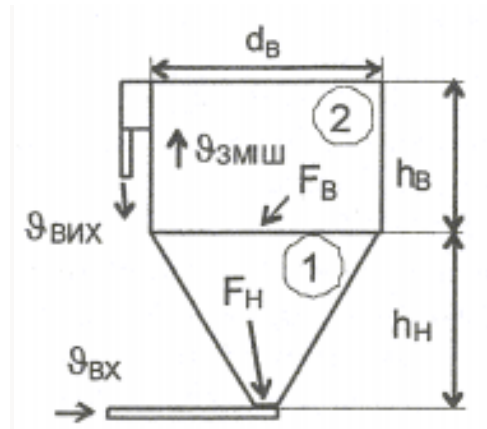


Рис. 20. Схема вихрового змішувача

Внутрішні діаметри труб на вході та виході зі змішувача:

$$d_{BX}, d_{ВИХ} = \sqrt{4 \cdot \frac{Q_{ДОБ}}{(86400 \cdot \pi \cdot n \cdot v_{ТР})}},$$

де 86400 - коефіцієнт перерахунку годин в секунди;

n - кількість змішувачів, шт; $n = 4$ шт; $v_{ТР}$ - швидкість води в трубах, м/с.

$v_{BX} = 1,5$ м/с.

$v_{ВИХ} = 0,5$ м/с.

$$d_{BX} = \sqrt{4 \cdot \frac{31640}{(86400 \cdot 3,14 \cdot 4 \cdot 1,5)}} = 0,28 \text{ м.}$$

$$d_{ВИХ} = \sqrt{4 \cdot \frac{31640}{(86400 \cdot 3,14 \cdot 4 \cdot 0,5)}} = 0,48 \text{ м.}$$

Площа верхньої частини, м²:

$$F_B = \frac{Q_{ДОБ}}{24 \cdot n \cdot v_{ЗМІШ}},$$

де $v_{ЗМІШ}$ - швидкість води у верхній частині змішувача, $v = 130$ м/год.

$$F_B = \frac{31640}{24 \cdot 4 \cdot 130} = 2,54 \text{ м}^2.$$

Площа нижньої частини пірамідальної форми, м²:

$$F_H = d_{BX}^2$$

$$F_H = 0,28^2 = 0,08 \text{ м}^2.$$

Об'єм верхньої частини, м³:

$$V_B = 1,5 F_B$$

$$V_B = 1,5 \cdot 2,54 = 3,81 \text{ м}^3.$$

Сторона верхньої частини, м:

$$a_B = \sqrt{F_B} = \sqrt{2,54} = 1,59 \text{ м.}$$

Приймаємо 1,5 м.

Повний об'єм змішувача, м³

$$V = Q_{\text{ДОБ}} t_{\text{ЗМІШ}} / 1440 n,$$

де $t_{\text{ЗМІШ}}$ - час перебування води у змішувачі, приймаємо 1,5 хвилини.

$$V = 31640 \cdot 1,5 / 1440 \cdot 4 = 8,24 \text{ м}^3.$$

Висота нижньої частини змішувача (зрізана піраміда), м:

$$h_H = \frac{3V_H}{F_B + \sqrt{F_B \times F_H} + F_H},$$

$$V_H = V - V_B = 8,24 - 3,81 = 4,43 \text{ м}^3$$

$$h_H = \frac{3 \cdot 4,43}{2,54 + \sqrt{2,54 \cdot 0,08} + 0,08} = 4,33 \text{ м.}$$

Перевіряємо виконання співвідношення висоти нижньої частини до сторони верхньої:

$$h_H / a = 1,2 \dots 1,87.$$

$h_H / a = 4,33 / 1,5 = 2,89$ – умова не виконується, тому зменшуємо висоту нижньої частини до $h_H = 2,5$ м, тоді $h_H / a = 2,5 / 1,5 = 1,6$

Знайдемо об'єм нижньої частини змішувача, м³:

$$V_H = \frac{h_H(F_B + \sqrt{F_B \times F_H} + F_H)}{3},$$

$$V_H = \frac{2,5(2,54 + \sqrt{2,54 \cdot 0,08} + 0,08)}{3} = 2,15 \text{ м}^3$$

Повний об'єм змішувача м³:

$$V = V_B + V_H = 3,81 + 2,15 = 5,96 \text{ м}^3.$$

Час перебування води у змішувачі, хв:

$$t = \frac{V \cdot n \cdot 1440}{Q_{\text{ДОБ}}} = \frac{5,96 \cdot 4 \cdot 1440}{31640} = 1,09 \text{ хв.}$$

Розрахунок горизонтального відстійника

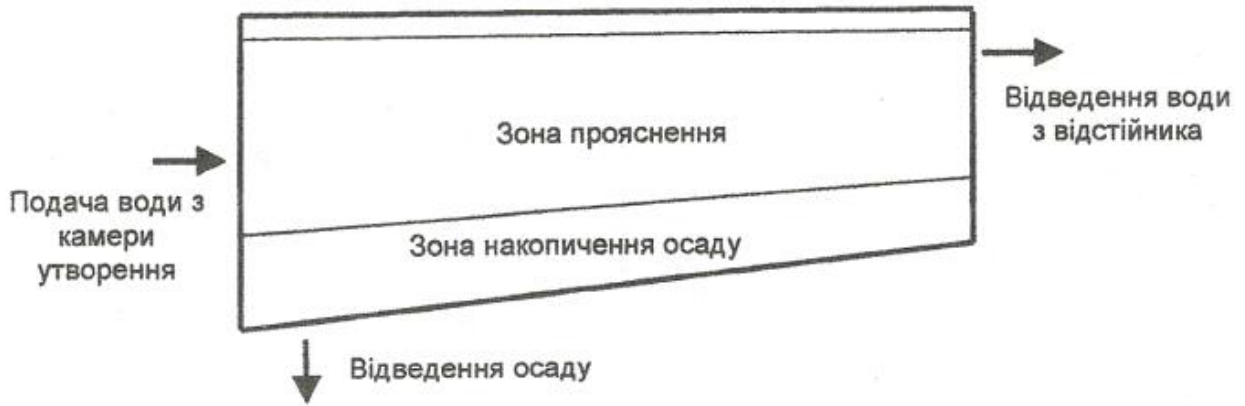


Рис. 21. Принципова схема горизонтального відстійника

Площа відстійника у плані, м²:

$$F_{ВІД} = \frac{\alpha_{ОБ} \cdot Q_{ДОБ}}{3,6 \cdot U_0 \cdot 24},$$

де $\alpha_{ОБ} = 1,3$ коефіцієнт об'ємного використання відстійників;

U_0 - швидкість падіння завислих речовин, мм/с (0,54 мм/с).

При мінімальній каламутності: $F_{ВІД} = \frac{1,3 \cdot 31640}{3,6 \cdot 0,54 \cdot 24} = 881,6 \text{ м}^2$

При максимальній каламутності: $F_{ВІД} = \frac{1,3 \cdot 31640}{3,6 \cdot 0,54 \cdot 24} = 881,6 \text{ м}^2$

Довжина відстійника розрахункова, м:

$$L = \frac{H_{СР} \cdot V_{СР}}{U_0},$$

де $H_{СР}$ - середня висота зони осадження, м (3 м);

$V_{СР}$ – швидкість розрахункова горизонтального руху води у початку відстійника, мм/с (8 мм/с).

$$L = \frac{3 \cdot 8}{0,54} = 44,4 \text{ м}$$

Призначаємо будівельну довжину відстійника 45 м.

Кількість робочих секцій відстійника (ширина секції 6м)

$$N_p = \frac{F_{ВІД}}{6L} = \frac{881,6}{6 \cdot 45} = 3,27 \text{ шт.}$$

Загальна прийнята кількість секцій відстійника $N_c = 5$ шт.

Будівельна площа одного відстійника, м²:

$$F_{БУД} = 6 \cdot L_{БУД} = 6 \cdot 45 = 270 \text{ м}^2$$

Об'єм зони накопичення та ущільнення осаду однієї секції відстійника при гідравлічному видаленні осаду, м³:

$$W = \frac{T_p \cdot Q_{ДОБ} (C_B - M_{\phi})}{24 \cdot N_p \cdot \delta},$$

де T_p - час між двома чистками, год (24 год);

C_B - концентрація завислих речовин на вході до відстійника, мг/дм³;

$$C_B = M + K_K D_K + 0,25 K_L + M_B,$$

де M – кі-сть завислих речовин у вихідній воді, мг/дм³;

K_K - коеф. забрудненості коагулянту (0,7);

D_K - доза коагулянту (35,78 мг/л);

K_L - кольоровість вихідної води (80 град);

M_B - кі-сть нерозчинених речовин, що потрапляє у вихідну воду з вапном (0)

$$C_{B \text{ МИН.}} = 110 + 0,7 \cdot 35,78 + 0,25 \cdot 80 = 155,05 \text{ мг/дм}^3;$$

$$C_{B \text{ МАКС.}} = 150 + 0,7 \cdot 35,78 + 0,25 \cdot 80 = 195,05 \text{ мг/дм}^3$$

M_{ϕ} – концентрація завислих речовинна виході з відстійника (12 мг/дм³);

N_p - кількість робочих секцій відстійника, 4 шт;

δ - середня по висоті осадової частини відстійника концентрація твердих речовин (46000 мг/л).

$$W_{МИН.} = \frac{24 \cdot 31640(155,05 - 12)}{24 \cdot 4 \cdot 46000} = 24,6 \text{ м}^3$$

$$W_{МАКС.} = \frac{24 \cdot 31640(195,05 - 12)}{24 \cdot 4 \cdot 46000} = 31,48 \text{ м}^3$$

Висота відстійника, м:

$$H_{ВІД} = H_{СР} + \frac{W}{L} + 0,3 ,$$

де H_{CP} – середня висота зони осадження, 3м;

$\frac{W}{L}$ - висота зони накопичення осаду, м ($\frac{7,9}{45} = 0,18$ м);

$$H_{ВД} = 3 + 0,18 + 0,3 = 3,48 \text{ м.}$$

Висоту відстійника приймаємо 3,6 м.

Кількість води, яка скидається з відстійника з осадом:

$$Q_{ВОД} = 1,5Q_{ОСАД}, \quad Q_{ОСАД} \approx W,$$

де $Q_{ОСАД}$ – об'єм осаду, що видаляється, м³.

При мінімальній каламутності: $Q_{ВОД} = 1,5 \cdot 24,6 = 36,9 \text{ м}^3$;

При максимальній каламутності: $Q_{ВОД} = 1,5 \cdot 31,48 = 47,22 \text{ м}^3$.

Камери утворення пластівців

Розрахунок перегородкової камери з вертикальним рухом води

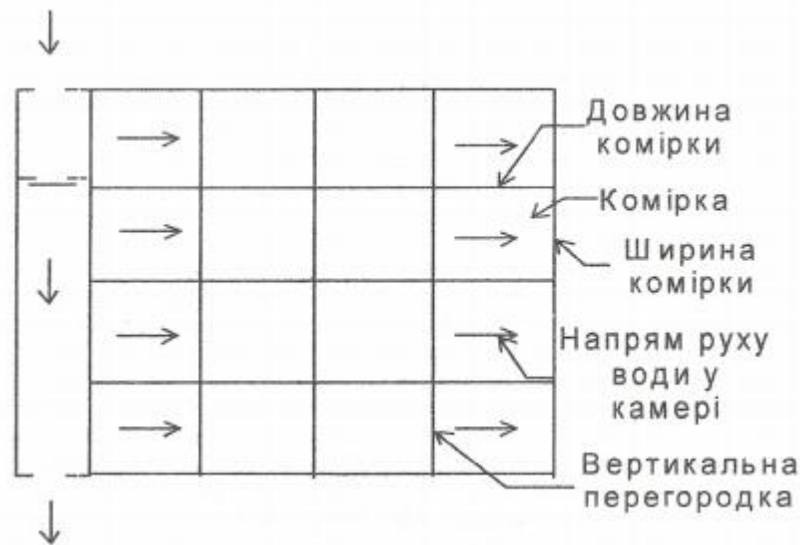


Рис. 22. Перегородкова камера з вертикальним рухом води

Приймаємо:

Середня висота води в камері - 2,5 м.

Кількість камер утворення пластівців – 4 шт.

Швидкість руху води на вході в камеру - 0,2 м/с.

Швидкість руху води на виході з камери - 0,1 м/с.

Кількість поворотів потоку в камері - 8шт.

Годинна витрата води однією камерою, м³:

$$Q_{КАМ} = Q_{ДОБ} / N_{КАМ} ,$$

де $N_{КАМ}$ – кількість камер, шт.

$$Q_{КАМ} = 1318,3/4 = 329,58 \text{ м}^3$$

Об'єм однієї камери м³:

$$W_K = Q_{КАМ} \times t_{ПК} / 60,$$

де $t_{ПК}$ – час перебування води у камері, хв (20 хв.)

$$W_K = 329,58 \times 20/60 = 109,86 \text{ м}^3.$$

Кількість комірок камери: $N_{КОМ} = 8 + 1 = 9$ шт.

Довжина камери, м:

$$L_K = W_K / (6 \times H_{ВОД}),$$

де $H_{ВОД}$ – висота води в камері, м (приймаємо 2,5 м)

$$L_K = 109,86 / (6 \cdot 2,5) = 7,32 \text{ м}.$$

Швидкість руху води в середніх (центральних) комірках камери, м/с:

$$V^{СЕР} = (V^{ВХ} + V^{ВИХ})/2,$$

де $V^{ВХ}$, $V^{ВИХ}$ – відповідно швидкість води в початкових та останніх комірках камери.

$$V^{СЕР} = (0,2 + 0,1)/2 = 0,15 \text{ м/с}.$$

Кількість вхідних комірок зі швидкістю руху води в них 0,2 м/с:

$$N_{ПОЧ} = (N_{КОМ} / 3) = 9/3 = 3 \text{ шт}.$$

Кількість вихідних комірок зі швидкістю руху води в них 0,1 м/с:

$$N_{КИН} = (N_{КОМ} / 3) = 9/3 = 3 \text{ шт}.$$

Кількість комірок з середньою швидкістю, шт:

$$N_{СЕР} = N_{КОМ} - N_{ПОЧ} - N_{КИН} = 9 - 3 - 3 = 3 \text{ шт}.$$

Об'єм однієї комірки в середині камери, м³:

$$W_{КОМ}^{СЕР} = W_K / N_{КОМ} = 109,86/9 = 12,21 \text{ м}^3.$$

Об'єм однієї комірки на виході з камери, м³:

$$W_{КОМ}^{ВІХ} = W_{КОМ}^{СЕР} \times (V^{ВІХ} / V^{СЕР}) = 12,21 \cdot (0,2 / 0,15) = 16,28 \text{ м}^3.$$

Об'єм однієї комірки на вході в камеру, м³:

$$W_{КОМ}^{ВХ} = W_{КОМ}^{СЕР} \times (V^{ВІХ} / V^{СЕР}) = 12,21 \cdot (0,1 / 0,15) = 8,14 \text{ м}^3.$$

Перевірка загального об'єму камери, м³:

$$W_K = W_{КОМ}^{СЕР} \times N_{СЕР} + W_{КОМ}^{ВІХ} \times N_{КІН} + W_{КОМ}^{ВХ} \times N_{ПОЧ}$$

$$W_K = 12,21 \cdot 3 + 16,28 \cdot 3 + 8,14 \cdot 3 = 109,86 \text{ м}^3.$$

Довжина однієї комірки на початку камери, м:

$$L_{К}^{ВХ} = W_{КОМ}^{ВХ} / (6 \times H_{СЕР}) = 8,14 / (6 \cdot 2,5) = 0,54 \text{ м}.$$

Довжина однієї комірки на виході з камери, м:

$$L_{К}^{ВІХ} = W_{КОМ}^{ВІХ} / (6 \times H_{СЕР}) = 16,28 / (6 \cdot 2,5) = 1,09 \text{ м}.$$

Довжина однієї комірки в центрі камери, м:

$$L_{К}^{СЕР} = W_{КОМ}^{СЕР} / (6 \times H_{СЕР}) = 12,21 / (6 \cdot 2,5) = 0,81 \text{ м}.$$

Перевірка загальної довжини камери, м:

$$L^{1 ПЕР} К = L_{К}^{СЕР} \times N_{СЕР} + L_{К}^{ВІХ} \times N_{КІН} + L_{К}^{ВХ} \times N_{ПОЧ}$$

$$L^{1 ПЕР} К = 0,81 \cdot 3 + 1,09 \cdot 3 + 0,54 \cdot 3 = 7,32 \text{ м}.$$

Будівельна довжина камери, м:

$$L_{К БУД} = (L^{1 ПЕР} К / 3) = 7,32 / 3 = 2,44 \approx 3 \text{ м}.$$

Призначаємо будівельну довжину камери – 6 м.

Будівельна висота камери, м:

$$H_{БУД} = 3 \text{ м}.$$

Уточнюємо довжину кожної комірки.

Довжина комірки на виході, м:

$$L_{БУД}^{ВИХ} = L_{БУД}^K / L^{1 ПЕР}_K \times L_{К}^{ВИХ} = 6 / 7,32 \cdot 1,09 = 0,89 \text{ м.}$$

Довжина комірки на вході, м:

$$L_{БУД}^{ВХ} = L_{БУД}^K / L^{1 ПЕР}_K \times L_{К}^{ВХ} = 6 / 7,32 \cdot 0,54 = 0,44 \text{ м.}$$

Довжина комірки в центрі камери, м:

$$L_{БУД}^{СЕР} = L_{БУД}^K / L^{1 ПЕР}_K \times L_{К}^{СЕР} = 6 / 7,32 \cdot 0,81 = 0,67 \text{ м.}$$

Перевірка довжини камери, м:

$$L_{БУД}^{КАМ} = L_{БУД}^{ВИХ} \times N_{КИН} + L_{БУД}^{ВХ} \times N_{ПОЧ} + L_{БУД}^{СЕР} \times N_{СЕР}$$
$$L_{БУД}^{КАМ} = 0,89 \cdot 3 + 0,44 \cdot 3 + 0,67 \cdot 3 = 6 \text{ м.}$$

Уточнюємо об'єми комірок.

Комірка на вході до камери, м³:

$$W_{БУД}^{ВХ} = L_{БУД}^{ВХ} \times 6 \times H_{СЕР} = 0,44 \cdot 6 \cdot 2,5 = 6,6 \text{ м}^3.$$

Комірка на виході з камери, м³:

$$W_{БУД}^{ВИХ} = L_{БУД}^{ВИХ} \times 6 \times H_{СЕР} = 0,89 \cdot 6 \cdot 2,5 = 13,35 \text{ м}^3.$$

Комірка в центрі камери, м³:

$$W_{БУД}^{СЕР} = L_{БУД}^{СЕР} \times 6 \times H_{СЕР} = 0,67 \cdot 6 \cdot 2,5 = 10,05 \text{ м}^3.$$

Будівельний об'єм камери, м³:

$$W_{БУД}^{КАМ} = (W_{БУД}^{СЕР} + W_{БУД}^{ВИХ} + W_{БУД}^{ВХ}) \cdot 3 = (10,05 + 13,35 + 6,6) \cdot 3 = 90 \text{ м}^3.$$

Фактичний час знаходження води в камері, хв:

$$T_{КАМ} = W_{БУД}^{КАМ} / (Q_{КАМ} / 60) = 90 / (329,58 / 60) = 16,38 \text{ хв.}$$

Час знаходження води в початкових комірках, хв:

$$T_{КОМ}^{ПОЧ} = (6,6 \cdot 3) / (329,58 / 60) = 3,6 \text{ хв.}$$

Час знаходження води в кінцевих комірках, хв:

$$T_{КОМ}^{КИН} = (13,35 \cdot 3) / (329,58 / 60) = 7,29 \text{ хв.}$$

Час знаходження води в середніх комірках, хв:

$$T_{КОМ}^{СЕР} = (10,05 \cdot 3) / (329,58 / 60) = 5,49 \text{ хв.}$$

Зміна часу перебування води в камері в порівнянні з нормативним, %:

$$\Delta T_{КАМ} = (T_{КАМ} - T_{НОР}) / T_{НОР} \times 100\% = (16,38 - 20) / 20 \cdot 100\% = -18,1\%$$

Розрахунок швидких фільтрів

Робота швидких фільтрів перевіряється за двома режимами роботи:

- нормальний – всі фільтри працюють за винятком тих, котрі на промивці;
- форсований – частина фільтрів які знаходиться на ремонті.

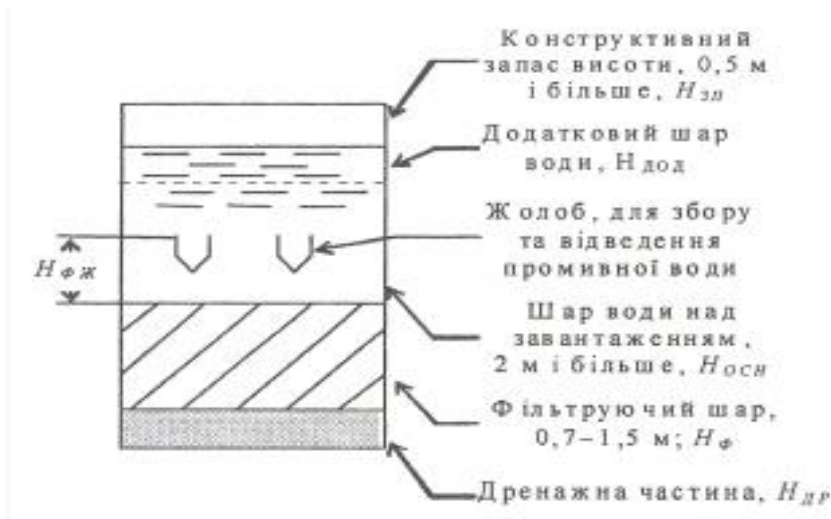


Рис. 23. Схема швидкого фільтра

Необхідна фільтруюча площа всіх фільтрів станції, m^2 :

$$F_{\phi} = \frac{Q_{ДОБ}}{T_{СТ} \vartheta_{Н} - n_{ПР} q_{ПР} - n_{ПР} t_{ПР} \vartheta_{Н}}$$

де $T_{СТ}$ - добовий час роботи станції, год, 24; $\vartheta_{Н}$ - розрахункова швидкість фільтрування за нормального режиму, м/год, 7; $n_{ПР}$ - кількість промивок фільтру за добу при експлуатації за нормального режиму, шт, 3; $q_{ПР}$ - витрата питома води для промивки одного фільтра, m^3/m^2 , (при промивці водою $q_{ПР} = 0,06 \cdot l_{ПР} \cdot t_{ПР,Ф} = 0,06 \cdot 14 \cdot 5 = 4,2 m^3/m^2$); $l_{ПР}$ - інтенсивність промивки фільтра водою, $dm^3/(c \cdot m^2)$, 14; $t_{ПР,Ф}$ - час промивки фільтра водою, хв, 5; $t_{ПР}$ - час простою фільтра через його промивку, 0,33 год.

$$F_{\Phi} = \frac{31640}{24 \cdot 7 - 3 \cdot 4,2 - 3 \cdot 0,33 \cdot 7} = 213,1 \text{ м}^2.$$

Кількість фільтрів на станції, шт:

$$N_{\Phi} = \frac{\sqrt{F_{\Phi}}}{2} = \frac{\sqrt{213,1}}{2} = 7,3 \approx 8 \text{ шт.}$$

Розрахункова площа одного фільтра, м²:

$$F_{PO3} = \frac{F_{\Phi}}{N_{\Phi}} = \frac{213,1}{8} = 26,6 \text{ м}^2.$$

Загальна площа фільтрування всіх фільтрів станції, м²:

$$F_{\Phi,3AG} = F_{\Phi\Phi} \cdot N_{\Phi} = 36 \cdot 6 = 216 \text{ м}^2.$$

Обираємо 6 фільтрів розміром 6×6м. Площа усіх фільтрів становитиме 216 м².

Швидкість фільтрування за нормального режиму:

$$\vartheta_H = 1318,3 / 216 = 6,1 \text{ м/год.}$$

Розрахункова швидкість фільтрування за форсованого режиму, м/с:

$$\vartheta_{\Phi} = \frac{\vartheta_H \cdot N_{\Phi}}{N_{\Phi} - N_{PM}},$$

де ϑ_H - розрахункова швидкість фільтрування в нормальному режимі, м/год; N_{PM} - кількість фільтрів у ремонті, шт, 1.

$$\vartheta_{\Phi} = \frac{6,1 \cdot 6}{6 - 1} = 7,32 \text{ м/с}$$

Висота завантаження фільтра – 1,3 м;

Висота води над завантаженням призначена для процесу фільтрування – 2 м;

Конструктивний запас висоти фільтра – 0,5 м.

Кількість фільтрів, одночасної промивки, шт:

$$n_{PP} \cdot t_{PP} \cdot N_{\Phi} < 24$$

$$3 \cdot 0,33 \cdot 6 = 5,94 < 24$$

Промиватиметься один фільтр.

Сумарна площа фільтрації, фільтрів які працюють в даний момент, м².

$$F_{\Phi.MIN} = \frac{(N_{\Phi} - N_{PM} - N_{PP})F_{\Phi.3AG}}{N_{\Phi}} = \frac{(6 - 1 - 1) \cdot 216}{6} = 144 \text{ м}^2.$$

Об'єм води, який накопичується під час простою фільтрів, що промиваються, м³:

$$W_{ДОД} = \frac{Q_{ДОБ} \times t_{PP} \times (N_{PP} + N_{PM})}{T_{СТ} \times N_{\Phi}} = \frac{31640 \cdot 0,33 \cdot (1 + 1)}{24 \cdot 6} = 145 \text{ м}^3.$$

Додаткова висота, яка є необхідною для пропуску додаткової води з фільтра, що промивається, м:

$$H_{ДОД} = \frac{W_{ДОД}}{F_{\Phi.MIN}} = \frac{145}{144} = 1 \text{ м}.$$

Діаметр труби, яка подає воду на фільтрацію, мм:

$$d = 17\sqrt{VS} = 17\sqrt{7,32 \cdot 36} = 275,97 \text{ мм}$$

Умовний діаметр приймається 300 мм.

Діаметр труби, яка подає воду на промивку фільтра, мм:

$$d = 29\sqrt{IS} = 29\sqrt{14 \cdot 36} = 651,05 \text{ мм}.$$

Умовний діаметр приймаємо 700 мм.

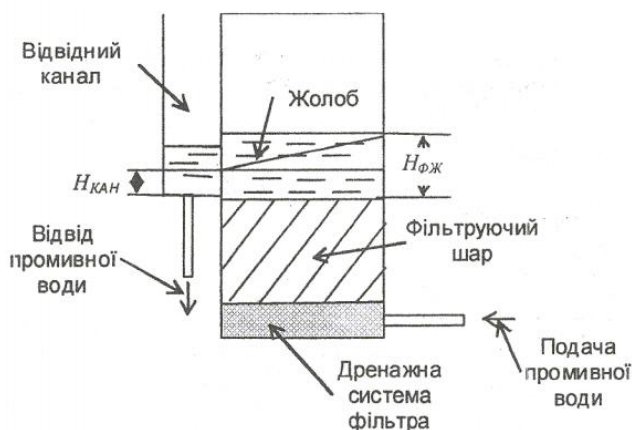


Рис. 24. Швидкий фільтр у розрізі

Загальна висота фільтра, м:

$$H_{\Phi.П} = H_{\Phi} + H_{ОСН} + H_{ЗП} + H_{ДОД} + H_{ДР},$$

де $H_{ЗП}$ – конструктивний запас висоти, м, 0,5; $H_{ДР}$ – висота дренажної частини, м, 0,58.

$$H_{\Phi.П} = 1,3 + 2 + 0,5 + 1 + 0,58 = 5,38 \text{ м}.$$

Будівельна висота фільтра – 5,4 м.

Приймаємо для проектування п'ятикутний жолоб для видалення промивної води.

Мінімальна кількість жолобів у фільтрі складає, шт:

$$N_{ЖЛ} = \frac{\sqrt{F_{ФФ}}}{2,2} = \frac{\sqrt{36}}{2,2} = 2,72 \approx 3 \text{ шт.}$$

Відстань від поверхні фільтруючого шару до краю жолоба, м:

$$H_{ФЖ} = \frac{H_{Ф} a_{Ф}}{100} + 0,3 ,$$

де $a_{Ф}$ - відсоток розширення фільтруючого матеріалу, %, 30.

$$H_{ФЖ} = \frac{1,3 \cdot 30}{100} + 0,3 = 0,69 \text{ м.}$$

Витрата води на один жолоб фільтра, м³/с:

$$Q_{ЖЛ} = \frac{I_{ПР} \cdot F_{ФФ}}{1000 N_{ЖЛ}} = \frac{14 \cdot 36}{1000 \cdot 3} = 0,168 \text{ м}^3/\text{с.}$$

Ширина жолоба, м:

$$B_{ЖЛ} = K_{ЖЛ} \left(\frac{Q_{ЖЛ}^2}{(1,57 + a_{ЖЛ})^3} \right)^{0,2} ,$$

де $a_{ЖЛ}$ - 1-1,5; $K_{ЖЛ}$ - коеф. форми жолоба, 2,1.

$$B_{ЖЛ} = 2,1 \left(\frac{0,168^2}{(1,57 + 1,3)^3} \right)^{0,2} = 0,55 \text{ м.}$$

Витрата води на канал фільтра, м³/с:

$$Q_{КАН} = Q_{ЖЛ} \cdot N_{ЖЛ} = 0,168 \cdot 3 = 0,504 \text{ м}^3/\text{с.}$$

Відстань від дна жолоба до дна відповідного каналу, м:

$$H_{КАН} = 1,73 \sqrt[3]{\frac{q_{Ф}^2}{g B_{КАН}^2}} + 0,2 ,$$

де $q_{Ф}$ – витрата води через фільтр, м³/с ($Q_{ЖЛ} \cdot N_{ЖЛ} = 0,504 \text{ м}^3/\text{с.}$);

$B_{КАН}$ – ширина каналу, м, 0,7.

$$H_{КАН} = 1,73 \sqrt[3]{\frac{0,504^2}{9,81 \cdot 0,7^2}} + 0,2 = 0,85 \text{ м.}$$

Обробка промивних вод та осаду очисної станції

Час для промивки усіх фільтрів – $3 \cdot 0,33 \cdot 6 = 5,94$ год.

Потрібна кількість води для промивки одного фільтра – $14 \cdot 36 \cdot 5 = 2520 \text{ м}^3$;

Кількість води, яка може надходити до РПВ із горизонтальних відстійників –
 $45 \cdot 6 \cdot 3 = 810 \text{ м}^3$

Об'єм РПВ буде – $2520 + 810 = 3330 \text{ м}^3$;

Приймаємо два РПВ розміром $36 \times 33 \times 3$ м.

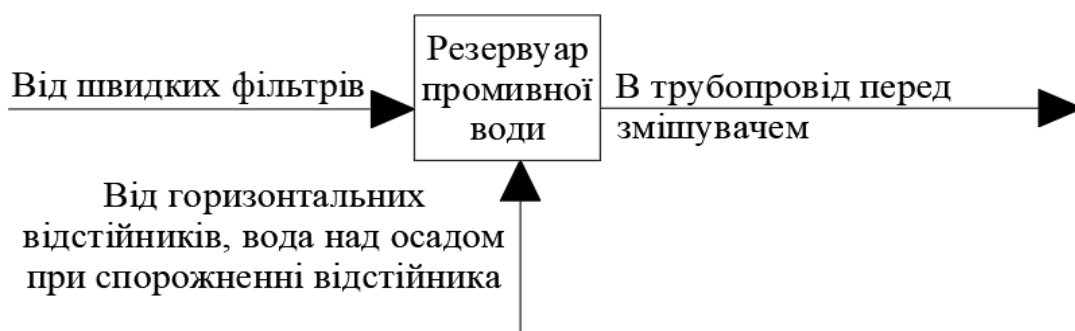


Рис. 25. Схема обробки промивних вод.

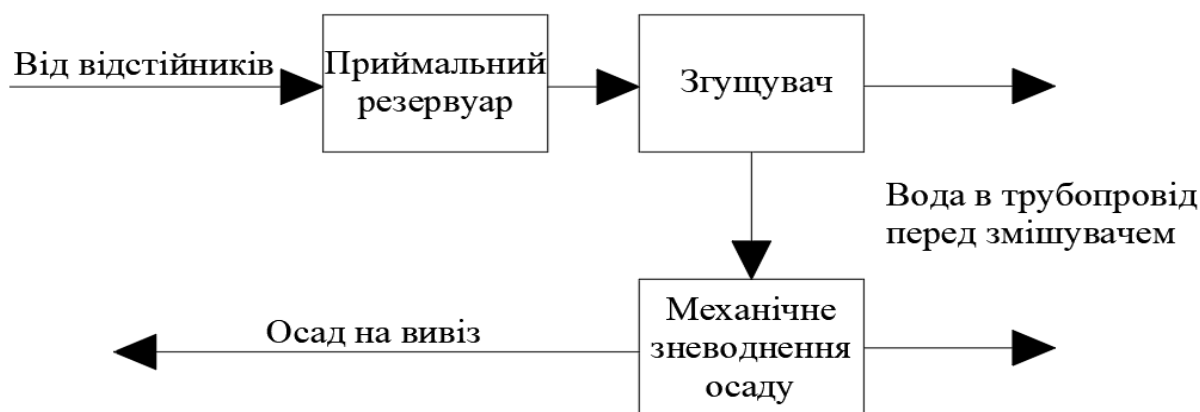


Рис. 26. Схема обробки осаду

Розділ 1.4. Насосна станція II підйому

Подача НС-II

Оскільки була прийнята безбаштова схема водопостачання, розрахункова максимальна подача НС-II дорівнює максимальній годинній витраті, тому маємо:

$$Q_{\text{НС}} = Q_{\text{год.макс}} = 1174,1 \text{ м}^3/\text{год} = 326,13 \text{ л/с.}$$

За допомогою двох напірних водоводів, вода від НС-II подається до споживання в водопровідну мережу.

Витрата одного напірного водовода:

$$Q_{\text{НВ}} = Q_{\text{НС}}/n = 1174,1/2 = 587 \text{ м}^3/\text{год} = 163,05 \text{ л/с.}$$

де n – кількість напірних водоводів.

Призначаємо чавунні труби, $D = 400$ мм, та знаходимо значення $1000i = 5,8$ м та $v = 1,29$ м/с.

Визначення необхідного напору НС-II

Необхідний напір, який необхідний насосній станції визначаємо так:

$$H_{\text{НС}} = H_{\text{geo}} + h_{\text{ув}} + h_{\text{нс}} + h_{\text{вдв}} + h_{\text{нв}} + h_{\text{м}},$$

$$\text{де } H_{\text{geo}} = Z_{\text{ДТ}} + H_{\text{вил}} - Z_{\text{пож}} = 634,7 + 34 - 633,91 = 34,79 \text{ м};$$

$$h_{\text{ув}} - \text{втрати напору всмоктувальних водоводів, } h_{\text{ув}} = 0,5 \text{ м};$$

$$h_{\text{нс}} - \text{втрати напору в НС, } h_{\text{нс}} = 2 \text{ м};$$

$$h_{\text{вдв}} - \text{втрати напору у водовимірювачів, } h_{\text{вдв}} = 1,5 \text{ м};$$

$$h_{\text{нв}} - \text{втрати напору у напірних водоводів, } h_{\text{нв}} = 712,77 - 699,20 = 13,57 \text{ м};$$

$h_{\text{м}}$ – втрати напору мережі, відмітка диктуючої точки – 668,70, точка підключення водоводів від НС-II до водопровідної мережі міста – 699,20, втрати напору мережі складають: $699,20 - 668,70 = 30,5$ м.

Необхідний напір НС-II:

$$H_{\text{НС}} = 34,79 + 0,5 + 2,0 + 1,5 + 13,57 + 30,5 = 82,86 \text{ м.}$$

Вибираємо марку двох насосів **1Д630-90**.

Характеристика насоса (агрегата) 1Д630-90

Частота обертання $24,2 \text{ с}^{-1}$ (1450 об/хв)

Рідина - вода густиною 1000 кг/м^3

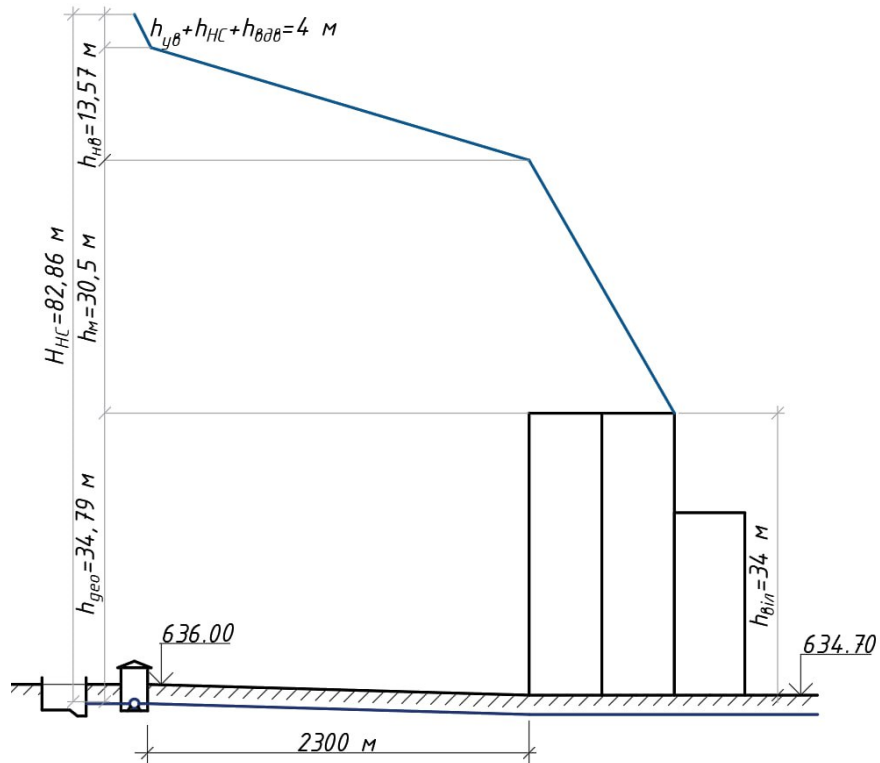
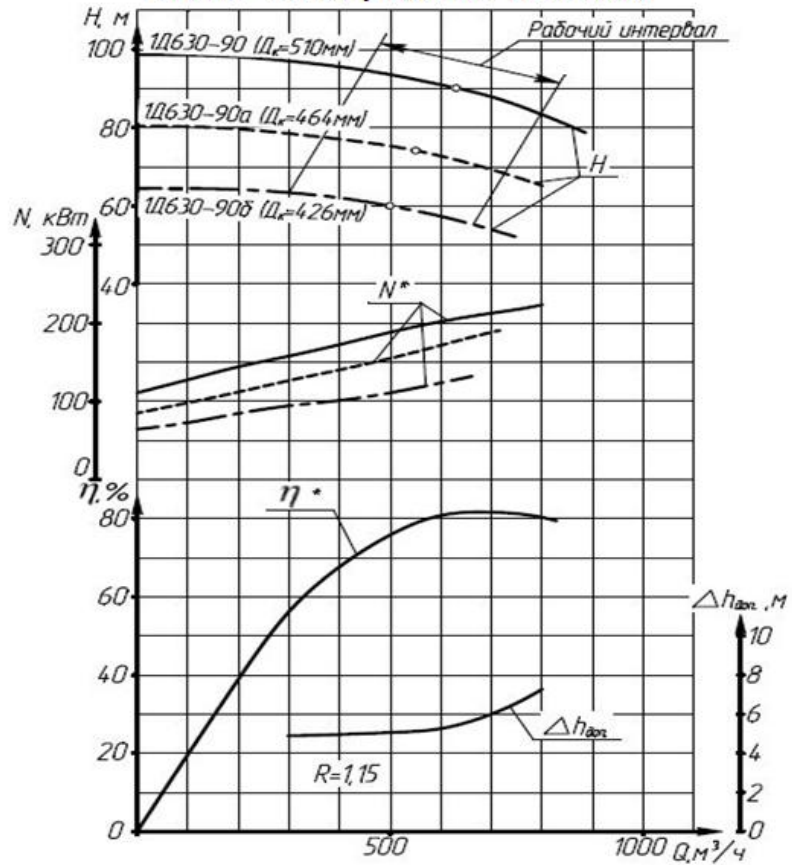


Рис. 27. Висотна схема.

Необхідний напір НС-II при режимі пожежі:

$$H_{\text{НС}}^{\text{ПОЖ}} = H_{\text{гео}} + h_{\text{ув}} + h_{\text{НС}} + h_{\text{вдв}} + h_{\text{нв}} + h_{\text{м}}^{\text{ПОЖ}},$$

$$H_{\text{geo}}^{\text{пож}} = Z_{\text{ДТ}} + H_{\text{Гар}}^{\text{пож}} - Z_{\text{РЧВ,мин}} = 635 + 10 - 632,9 = 12,1 \text{ м};$$

$h_{\text{ув}}^{\text{пож}}$ – втрати напору усмоктувальних водоводів, $h_{\text{ув}} = 0,74 \text{ м};$

$h_{\text{НС}}^{\text{пож}}$ – втрати напору НС, $h_{\text{НС}} = 2,95 \text{ м};$

$h_{\text{ВДВ}}^{\text{пож}}$ – втрати напору водовимірювачів, $h_{\text{ВДВ}} = 2,21 \text{ м};$

$$h_{\text{НВ}}^{\text{пож}} = Z_{\text{НС}}^{\text{п'ез}} - Z_1^{\text{п'ез}} = 739,37 - 719,61 = 19,76 \text{ м};$$

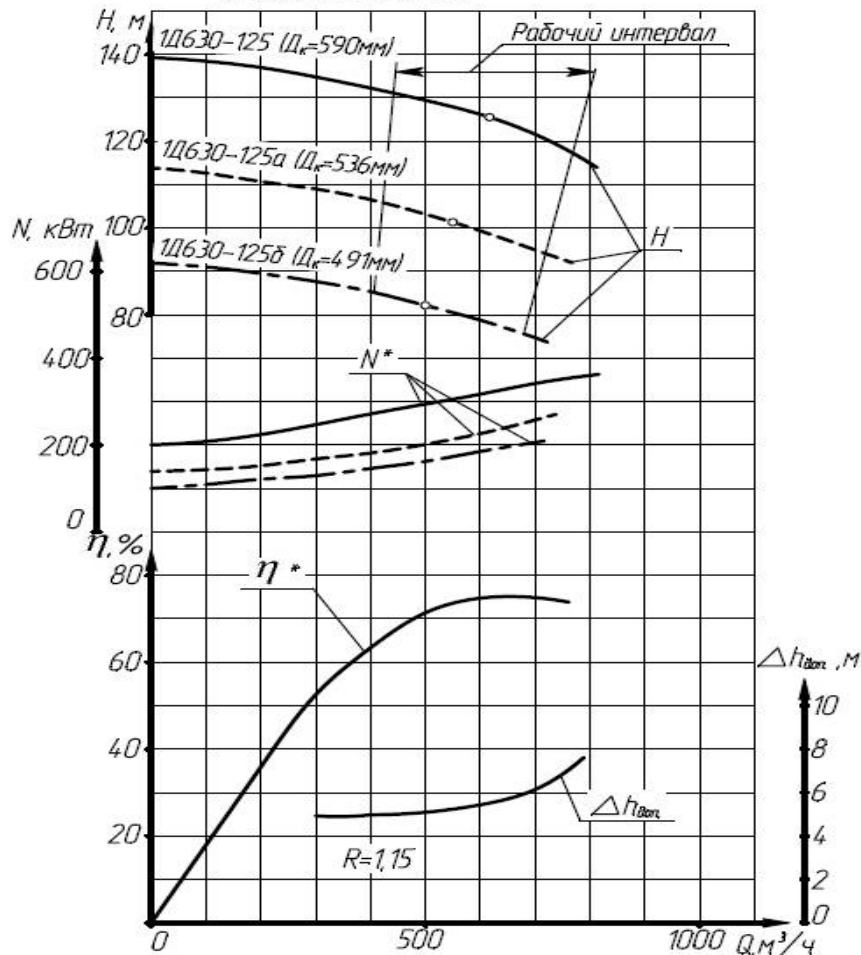
$$h_{\text{М}}^{\text{пож}} = Z_1^{\text{п'ез}} - Z_{\text{ДТ}}^{\text{п'ез}} = 719,61 - 645,0 = 74,61 \text{ м}.$$

Отже:

$$H_{\text{НС}}^{\text{пож}} = 12,1 + 0,74 + 2,95 + 2,21 + 19,76 + 74,61 = 112,37 \text{ м}.$$

Обираємо марку насосів для пожежі **1Д630-125**, кількістю – 2.

Характеристика насоса (агрегата) 1Д630-125
 Частота вращения $24,2 \text{ с}^{-1}$ ($n=1450 \text{ об/мин}$)
 Жидкость – вода, плотностью 1000 кг/м^3
 * – данные для насоса



Розрахунок характеристик напірних водоводів

№ п/п	Параметри	Відношення $Q'_{НС}/Q_{НС}$						$Q_{НС}+q$
		0	0,33	0,5	0,7	1	1,2	$\frac{п}{1,21}$
		Витрата $Q, м^3/год.$						
		0	387,5	587,05	821,87	1174,1	1408,92	1426,1
Два водоводи								
1	$H_{гео}$	34,79	34,79	34,79	34,79	34,79	34,79	
2	$h_{ув}$	0	0,05	0,125	0,25	0,5	0,72	
3	$h_{НС}$	0	0,2	0,5	1	2	2,88	
4	$h_{вдв}$	0	0,15	0,375	0,75	1,5	2,16	
5	$h_{нв}$	0	1,357	3,3925	6,785	13,57	19,5408	
6	h_M	0	3,05	7,625	15,25	30,5	43,92	
7	$H_{НС}$	34,79	39,597	46,808	58,825	82,86	104,011	
Аварія один водовід								
8	$H_{гео}$	34,79	34,79	34,79	34,79	34,79	34,79	
9	$h_{ув}$	0	0,05	0,125	0,25	0,5	0,72	
10	$h_{НС}$	0	0,2	0,5	1	2	2,88	
11	$h_{вдв}$	0	0,6	1,5	3	6	8,64	
12	$h_{нв}$	0	5,428	13,57	27,14	54,28	78,1632	
13	h_M	0	3,05	7,625	15,25	30,5	43,92	
14	$H_{НС}$	34,79	44,118	58,11	81,43	128,07	169,113	
Аварія одна перемичка								
15	$H_{гео}$	34,79	34,79	34,79	34,79	34,79	34,79	
16	$h_{ув}$	0	0,05	0,125	0,25	0,5	0,72	
17	$h_{НС}$	0	0,2	0,5	1	2	2,88	
18	$h_{вдв}$	0	0,6	1,5	3	6	8,64	
19	$h_{нв}$	0	3,3925	8,4813	16,963	33,925	48,852	
20	h_M	0	3,05	7,625	15,25	30,5	43,92	
21	$H_{НС}$	34,79	42,083	53,021	71,253	107,72	139,802	
Аварія дві перемички								
22	$H_{гео}$	34,79	34,79	34,79	34,79	34,79	34,79	
23	$h_{ув}$	0	0,05	0,125	0,25	0,5	0,72	
24	$h_{НС}$	0	0,2	0,5	1	2	2,88	
25	$h_{вдв}$	0	0,6	1,5	3	6	8,64	
26	$h_{нв}$	0	2,714	6,785	13,57	27,14	39,0816	
27	h_M	0	3,05	7,625	15,25	30,5	43,92	
28	$H_{НС}$	34,79	41,404	51,325	67,86	100,93	130,032	
Пожежа								
29	$H_{гео}$	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1
30	$h_{ув}$	0	0,05	0,125	0,25	0,5	0,72	0,74
31	$h_{НС}$	0	0,2	0,5	1	2	2,88	2,95
32	$h_{вдв}$	0	0,15	0,375	0,75	1,5	2,16	2,21
33	$h_{нв}$	0	1,357	3,3925	6,785	13,57	19,5408	20,06
34	h_M	0	5,06	12,64	25,29	50,57	72,82	74,61
35	$H_{НС}$	12,1	18,917	29,133	46,175	80,24	110,221	112,67

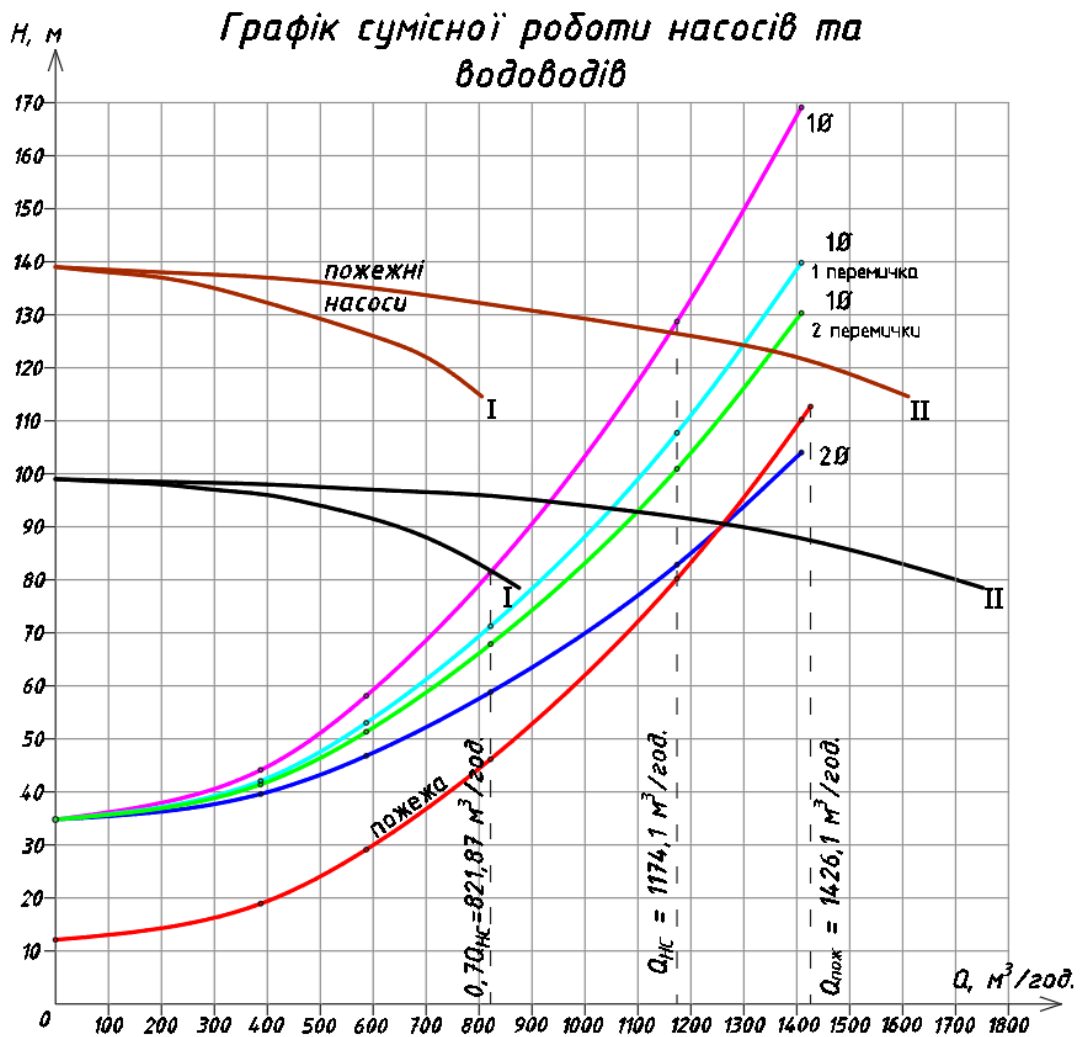


Рис. 28. Графік сумісної роботи насосів та водоводів.

$Q_{НС}$ забезпечується за допомогою роботи двох прийнятих насосів марки 1Д630-90. Крім того було передбачено два резервні насоси такої ж самої марки, оскільки місто має призначену першу категорію надійності.

За допомогою двох насосів марки 1Д630-125 забезпечується $Q_{пож}$ НС-II. Крім того встановлюється один резервний насос такої ж самої марки.

Загальна кількість насосів в НС-II – 7 штук.

Розділ 2. Внутрішнє санітарно-технічне обладнання будівлі

Технічна характеристика будинку

Таблиця 21

Кількість поверхів, шт.	15
Номер секції	13
Середній ухил місцевості	0,015
Напір у міський водопровідній мережі, м	31
Висота підвалу, м	2,0
Висота поверху, м	3,3
Мешканців у домах (осіб): - першому,	200
- другому,	330
- третьому,	210
- розрахунковому	220
Кількість сантехнічних приладів у будинках - першому	230
- другому,	210
- третьому,	330
Глибина залягання міської каналізації, м	4,8
Висота горища, м	2,1
Ухил покрівлі будинку, %	2
Висота цегляного огороження на покрівлі, м	1,5
Максимальна відмітка землі на ... генплану	півночі
Матеріал труб дворової системи водопроводу	Сталеві
Товщина міжповерхового перекриття, м	0,4

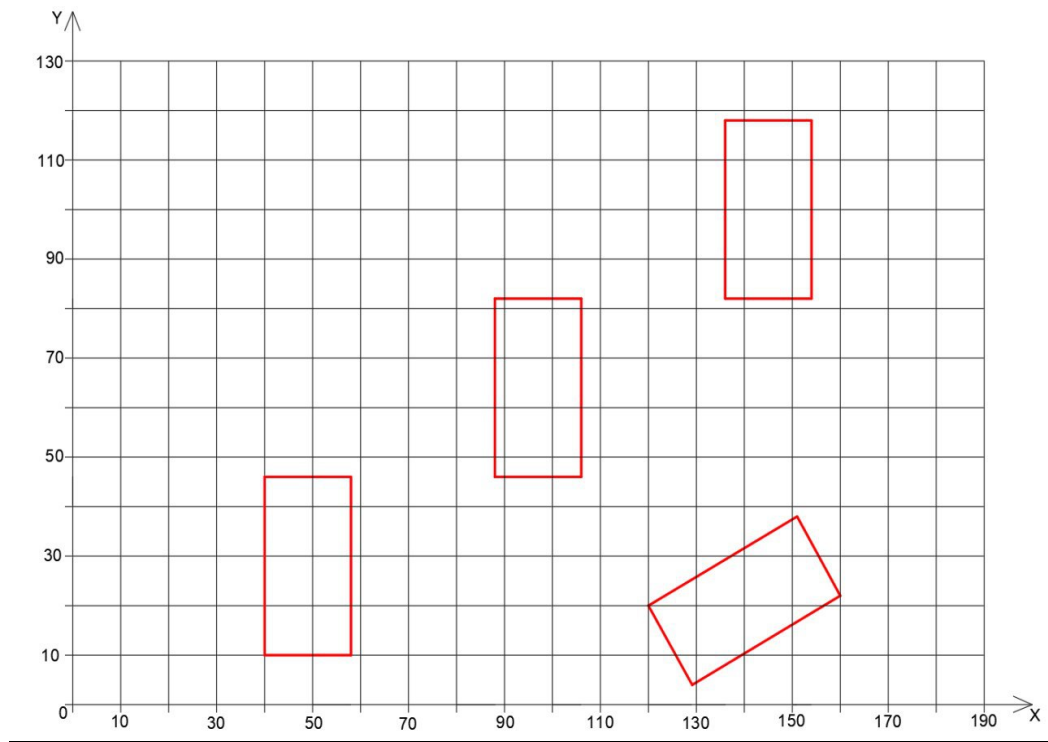


Рисунок 29. План ділянки забудови

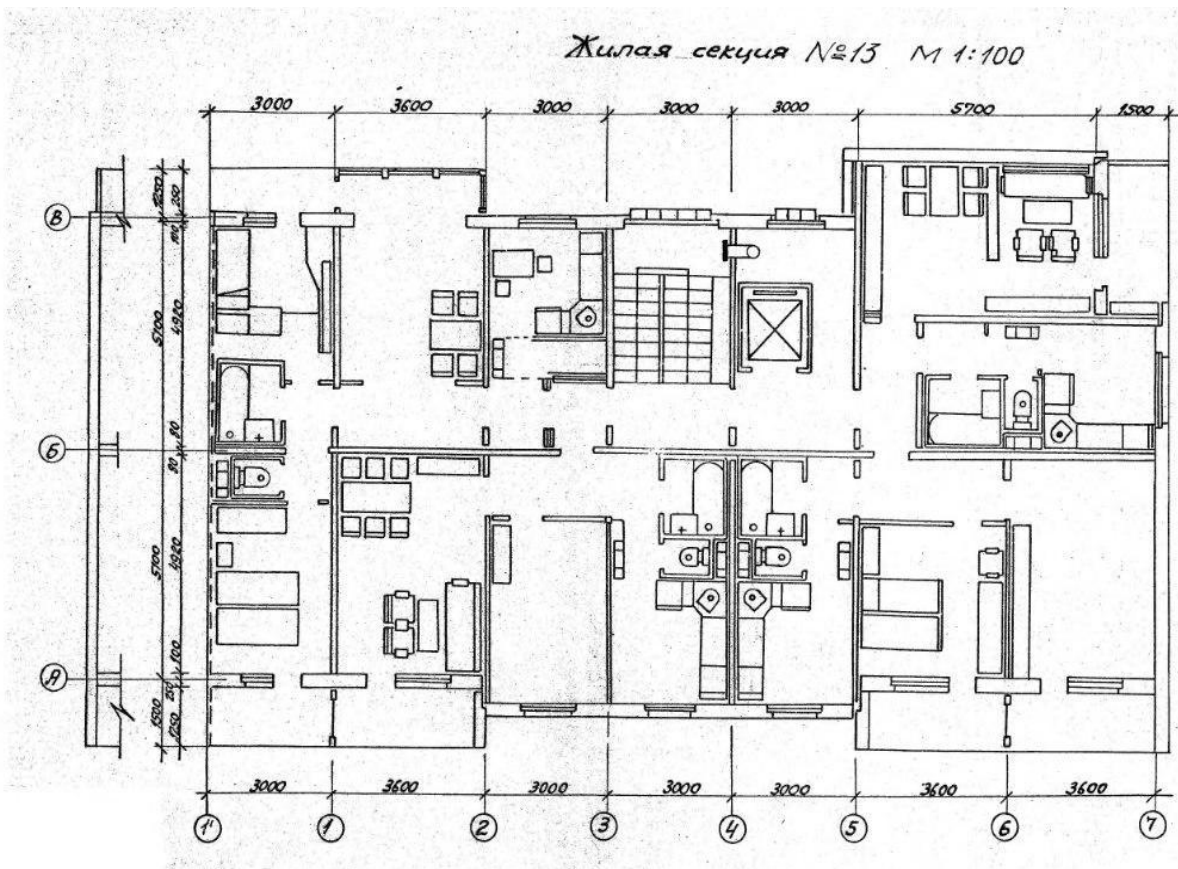


Рисунок 30. Житлова секція

Базові розрахунки

Розмір будинку у плані – 22,8 м × 12,95 м.

Порахований периметр будинку становить - 71,5 м.

Витрата води на полив прилеглої території. Зона поливу приймається шириною 5 м навколо будинку

$(22,8+5) \times 5 \times 2 + (12,95+5) \times 5 \times 2 = 278 + 179,5 = 457,5 \text{ м}^2$, питома витрата на полив згідно до [1, табл. А.2] $4,5 + 0,5 = 5 \text{ л/с}$.

Добова витрата на полив становить – $457,5 \times 5 = 2,28 \text{ м}^3$.

Висота будинку: 1,5 (цоколь) + $15 \times 3,3$ (висота житлової частини) + 2 (горище) + 1,5 (висота огороження на покрівлі) = 54,6 м.

Об'єм будинку – 16,12 тис.м³.

За [2, табл. 4] *витрата води для зовнішнього гасіння пожеж* розрахункового будинку складає 20 л/с.

Кількість квартир на поверсі - 4.

Кількість приладів холодної води в квартирі – 5, гарячої – 4.

Кількість приладів для розрахунку (N) холодної води в п'ятнадцяти поверховому будинку - $15 \times 4 \times 5 = 300$ шт, гарячої - $15 \times 4 \times 4 = 240$ шт.

Згідно вихідних даних в будинку проживає (U) 220 осіб. Одна людина, відповідності до [1, табл. А.1] споживає холодної води за добу – 150 л, гарячої 100 л. Всі мешканці будинку за добу споживають води: холодної – 33 м³, гарячої 22 м³, всього - 55 м³.

Середньогодинні витрати води одним мешканцем (qm) складають: холодної – $150/24 = 6,25$ л, гарячої – $100/24 = 4,17$ л, всього – $250/24 = 10,42$ л.

Середньогодинні витрати води будинком (всіма мешканцями): холодної $6,25 \times 220/1000 = 1,37 \text{ м}^3$, гарячої - $4,17 \times 220/1000 = 0,92 \text{ м}^3$, всього $10,42 \times 220/1000 = 2,29 \text{ м}^3$.

Визначаємо коефіцієнти максимальної добової нерівномірності згідно до [1, табл. А.4] складають при: N = 300, qm = 6,25 л → 1,53 (холодна вода);

Максимально добові витрати води будинком (мешканцями) становлять:
холодної - $33 \times 1,53 = 50,49 \text{ м}^3$, гарячої - $22 \times 1,53 = 33,66 \text{ м}^3$, всього - $55 \times 1,38 = 75,9 \text{ м}^3$.

Максимальна секундні витрати води в будинку (мешканцями) за [1, табл. А.5]: холодної - 2,08 л/с гарячої – 1,57 л/с, всього – 3,65 л/с (сума), всього (знайдено від кількості приладів 0 - 3,19 л/с (використано при розрахунку дворової мережі).

Довжина ділянки під забудову із півночі на південь не перевищує 170 м. Максимальна відмітка місцевості – 636 м і знаходиться на горизонталі $x=170$ (див. рис. 30). Середній ухил місцевості – 0,015. Тоді перепад висот на ділянки складає $0,015 \times 170 = 2,55 \text{ м}$.

Гідралічний розрахунок дворової мережі В1

Результати розрахунку наведено в таблицях 1 - 5.

Таблиця 22

Розрахункові витрати на ввіді до будинку та ділянках дворової мережі

Номер розрахункової ділянки	Кількість приладів, шт.	Розрахункова витрата води на ділянці, л/с	Пожежна витрата води на ділянці (2*2,5), л/с	Сумарна витрата води на ділянці, л/с	Витрата води для зовнішнього гасіння пожежі, л/с	Максимальна витрата води на ділянці, л/с	Довжина ділянки, м
12(ввід)	300	3,65	5	8,65	-	8,65	7
23	300	3,65	5	8,65	10	18,65	16,95
34	630	4,73	5	9,73	20	29,73	15
45	1070	7,26	5	12,26	20	32,26	20

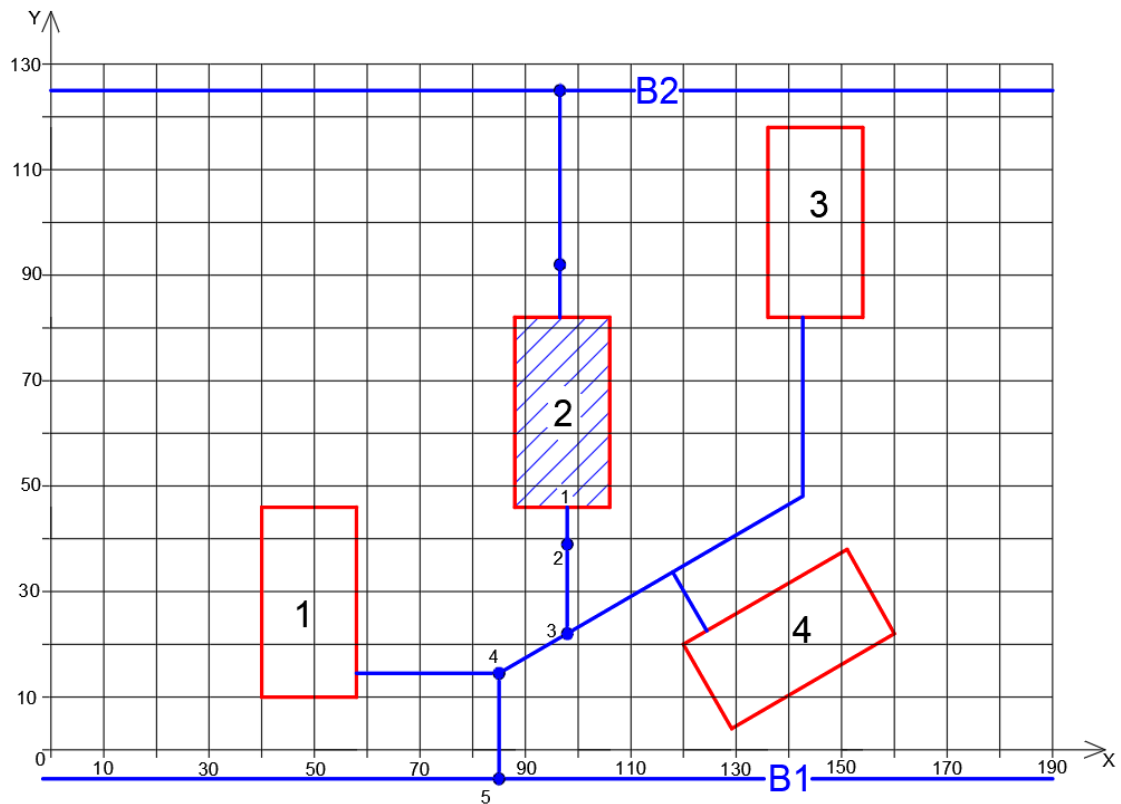


Рисунок 31. Дворова водопровідна мережа

Таблиця 23

Розрахункові діаметри ділянок мережі

Номер розрахункової ділянки	ПРИ ПОЖЕЖІ (макс витрати – макс діаметри)				
	Швидкість води, м/с	Максимальна витрата води на ділянці, л/с	Потр діам. труби при швидкості 3 м/с, мм	Розрахунковий внутрішній діаметр труби, мм	Умовний діаметр труби, мм
12(ввід)	3,0	8,65	60,5902139	66,5	80
23	3,0	18,65	88,96800457	100,4	125
34	3,0	29,73	112,3289984	130	150
45	3,0	32,26	117,0109791	130	150

Таблиця 24

Розрахунок мережі на пропуск максимальної витрати (гасіння пожежі ззовні та всередині при максимальному споживанні води)						
Номер розрахункової ділянки	умовний діаметр, мм	Розрахункова витрата води на ділянці, л/с	Розрахунковий внутрішній діаметр труби, мм	Швидкість води, м/с	Питомі втрати напору 1000i, мм/м	Втрати напору по довжині ділянки, м
12(ввід)	80	8,65	66,5	2,49	80,54823874	0,563838
23	125	18,65	100,4	2,36	44,04002117	0,746478
34	150	29,73	130	2,24	29,33743995	0,440062
45	150	32,26	130	2,43	33,91134575	0,678227
Сумарні втрати напору						2,428605

Таблиця 25

Розрахунок мережі на пропуск максимальної витрати до споживачів будинку						
Номер розрахункової ділянки	умовний діаметр	Розрахунок ова витрата води на ділянці	Розрахунок овий внутрішній діаметр труби	Швидкість води, м/с	Питомі втрати напору 1000і, мм/м	Втрати напору по довжині ділянки, м
12(ввід)	80	3,65	66,5	1,05	17,42998509	0,12201
23	125	3,65	100,4	0,46	2,438769782	0,041337
34	150	4,73	130	0,36	1,12506628	0,016876
45	150	7,26	130	0,55	2,405891345	0,048118
Сумарні втрати напору						0,228341

Таблиця 26

Розрахунок мережі на пропуск максимальної витрати до споживачів будинку при внутрішньому гасінні пожежі (5 л/с)						
Номер розрахункової ділянки	умовний діаметр	Розрахункова витрата води на ділянці	Розрахунковий внутрішній діаметр труби	Швидкість води, м/с	Питомі втрати напору 1000і, мм/м	Втрати напору по довжині ділянки, м
12(ввід)	80	8,65	66,5	2,49	80,54823874	0,563838
23	125	8,65	100,4	1,09	11,27015369	0,191029
34	150	9,73	130	0,73	4,044702872	0,060671
45	150	12,26	130	0,92	6,094759021	0,121895
Сумарні втрати напору						0,937432

Гідравлічний розрахунок системи В2 внутрішнього водопроводу

Висота пожежного стояка:

$$1,35 + 15 \times 3,3 + 0,4 + 2,0 - 1 = 52,25 \text{ м.}$$

За цим розрахунком максимальний тиск у системі В2 обчислюється

наступним чином:

$$(57,75 + 3,56) \times 0,00981 + 0,09 = 0,69 \text{ МПа.}$$

Відповідно до [1, п. 8.6], тиск поруч із пожежним краном не має

перевищувати 0,4 МПа. Отже, існує надлишковий напір:

$$0,69 - 0,4 = 0,29 \text{ МПа} \rightarrow \text{у еквіваленті висоти водяного стовпа це дорівнює:}$$

$$0,29 / 0,00981 = 29,56 \text{ м.}$$

У підвалі наявний пожежний кран. Висота від помпи до цього крана складає:

$$1,35 - 0,5 = 0,85 \text{ м.}$$

Надлишковий напір становить:

$$29,56 - 0,85 = 28,71 \text{ м.}$$

Відстань між пожежними кранами в підвалі та на першому поверсі визначається наступним чином:

$$(2,0 - 1,35) + 0,4 + 1,35 = 2,4 \text{ м. Надлишковий тиск на першому поверсі:}$$

$$28,71 - 2,4 = 26,31 \text{ м.}$$

Цей напір відповідає діапазону для восьми поверхів:

$$26,31 / 3,3 \approx 8 \text{ поверхів.}$$

Різниця відміток поверхні землі між колодязем (пунктом 5 на рисунку) та вводом водопроводу обчислюється як:

$$(5,5 + 46) \times 0,015 = 0,77 \text{ м.}$$

Позначка рівня поверхні землі біля вводу водопроводу до будинку становить -1,500 м. Для всмоктувальної частини помпи позначка визначається наступним чином:

$$(2,0 + 0,4) - 0,5 = -1,900 \text{ м.}$$

Умовна позначка рівня труби в колодязі дорівнює:

$$-1,500 + 0,77 - 1,3 = -2,03 \text{ м.}$$

Підйом води на висоту:

$$(1,9 - 2,03) = -0,13 \text{ м або у вигляді напору:}$$

$$-0,13 \times 0,00981 = -0,0013 \text{ МПа (округлюємо до -0,01 МПа).}$$

Загальна потреба у напорі помпи складає:

$$0,69 - 0,31 + 0,01 + (2,43 \times 0,00981) = 0,41 \text{ МПа.}$$

Розрахунок мережі В2 (5 л/с)

Номер розрах. ділянки	Умовний діаметр труби, мм	Розрах. внутр. діаметр труби, мм	Швидкість води, м/с	Питомі втрати напору 1000і, мм/м	Довжина ділянки, м	Втрати напору по довжині ділянки, м	Коефіцієнт, що враховує місцеві втрати напору	Загальні втрати напору, м
12	65	66,5	1,440	75,195	33	2,481	0,1	2,730
23	65	66,5	1,440	75,195	10	0,752	0,1	0,827
Сумарні втрати напору								3,557

Гідравлічний розрахунок внутрішньої мережі К2

Розрахунок внутрішньої мережі К2

Довжина короткої сторони будинку, м	Довжина довгої сторони будинку, м	Довжина шляху дощової води по покрівлі, м	Q ₂₀	Середній нахил покрівлі	В	К	г	Q, л/с	d, мм
12,95	22,8	13,11	104	2	0,081	2,9	0,03	9,82	150

Площа водозбору становить 327,44 м², включаючи 295,26 м² базової площі покрівлі та додатково розраховану площу вертикальних стін надбудови (30% сумарної площі стін), висота яких становить 1,5 м. Розрахунки виконано згідно з рекомендаціями нормативного документа [1, розділ 22.1.12].

У центральній частині даху, в прямокутній єндові, розміщено дві водоприймальні воронки. До єндови підходять чотири розжолобки, які розподіляють всю покрівлю на чотири водозбірні зони зі середнім ухилом 2%.

За результатами розрахунків рекомендований діаметр труби становить 125 мм. Однак, з перспективою подальшого використання, обрано трубу діаметром 150 мм.

Стояк К2 розташований поряд зі сходовим вузлом біля внутрішньої капітальної стіни. У підвальному приміщенні трубу прокладено на висоті 0,4 м над рівнем підлоги з ухилом 0,01. У монтажі передбачено встановлення прочистки, а сама труба виходить із підвалу на вулицю та підключається до найближчого колодязя дворової системи К2.

Гідравлічний розрахунок внутрішньої мережі В1

Таблиця 29

Розрахунок внутрішньої мережі В1 в режимі гасіння пожежі при
максимальному водоспоживанні (визначення діаметрів труб)

N діл.	L, м	N, шт.	q, л/с	D, мм	V, м/с	1000i	H, il(1+0,3)
1-2	3,7		0,200	15	1,18	360,5	0,356
2-3	3,3		0,200	15	1,18	360,5	0,140
3-4	3,3	10	0,224	20	0,70	87,1	3,057
4-5	3,3	15	0,270	20	0,86	120,3	0,422
5-6	3,3	20	0,307	20	0,95	153,8	0,540
6-7	3,3	25	0,338	20	1,04	194,4	0,682
7-8	3,3	30	0,367	20	1,17	239,5	0,841
8-9	3,3	35	0,394	20	1,25	265,6	0,932
9-10	3,3	40	0,420	20	1,32	274,3	0,963
10-11	3,3	45	0,441	20	1,37	327,1	1,148
11-12	3,3	50	0,463	20	1,45	362,9	1,274
12-13	3,3	55	0,485	25	0,9	105,0	0,369
13-14	3,3	60	0,504	25	0,93	110,9	0,389
14-15	3,3	65	0,524	25	0,97	120,83	0,424
15-16	3,3	70	0,543	25	1,01	129,0	0,453
16-17	3,3	75	0,562	25	1,05	137,4	0,443
17-18	3,3	80	0,567	25	1,06	139,1	0,163
18-19	3,3	85	0,790	40	0,61	31,7	0,883
19-20	3,3	90	0,839	40	0,67	33,8	0,400
20-21	3,3	95	1,021	40	0,82	48,2	0,056
21-22	3,3	100	1,185	40	0,95	65,8	0,778
22-23	3,3	105	1,218	40	0,96	68,3	0,231
23-24	3,3	110	1,378	50	0,65	22,7	0,026
24-25	2,8	115	1,416	50	0,72	27,5	0,236
25-26	2,8	150	2,02	50	0,72	27,7	0,122
26-27	6,6	300	2,08	50	0,99	38,8	1,367
							16,695

Підбір пристрою для вимірювання витрати води

Діаметр умовного проходу лічильника води, обирається згідно з умов середньогодинної витрати:

$$q_T^c = \frac{q_{ui}^{tot} * U}{1000 * T} = \frac{150 * 220}{1000 * 24} = 1,38 \text{ м}^3 / \text{год.};$$

де 150 л/доб. – витрата холодної води в добу максимального водоспоживання.

Призначаємо крильчатий лічильник ВК–40, з гідравлічним опором: $S=0,5$, $\text{мс}^2/\text{л}^2$, калібр К-40, $d=40\text{мм}$.

Втрати напору при пропуску максимальної секундної витрати:

$$h_s = 0,5 * 1,55^2 = 1,2 \text{ м.}$$

Необхідний напір насосу системи В1

Висота підйому води – $15 * 3,3 + 0,4 + (2,0 - 0,5) + 2,2 = 53,6$ м (від помпи в підвальному приміщенні до душової сітки ванни на 15 поверсі, висота розташування якої - 2,2 м над рівнем підлоги).

Втрати (по довжині та місцеві) напору до розрахункового приладу – 16,7 м.

Втрати в квартирному лічильнику – 1 м.

Максимальний тиск в системі В1 повинен бути:

$$(53,6 + 16,7 + 1) * 0,00981 + 0,2 = 0,9 \text{ мПа.}$$

Маємо зайвий тиск в системі $0,9 - 0,45 = 0,45$ мПа, в метрах $0,45 / 0,00981 = 45,8$ м.

Від помпи (підвальне приміщення) до найнижчого приладу першого поверху (біде, залежить від конструкції, для проекту приймаємо 400 мм) відстань дорівнює – $0,4 + 0,4 + (2 - 0,5) = 2,3$ м. Різниця складає – $45,8 - 2,3 = 43,5$ м, або в поверхах – $43,5 / 3,3 = 13,2$ (13 поверхів). На 13 нижніх поверхах потрібно встановити регулятори тиску.

Напір помпи повинен бути $0,9 - 0,2 + 0,01 + (1,2 + 0,61) * 0,00981 = 0,73$ мПа

(74,4 м). Максимальна секундна витрата – 1,53 л/с.

Розрахунок системи гарячого водопостачання.

В добу найбільшого водоспоживання $q_0^h = 100$ л/доб., в годину найбільшого водоспоживання $q_{\text{нг.и.}}^h = 4,17$ л/год. Витрата гарячої води диктуючим приладом $q_0^h = 0,2$ л/с.

Загальна кількість приладів, встановлених в будівлі в якій використовується гаряча вода:

$$N^h = 240;$$

Кількість споживачів $U = 220$ чол.

Гідравлічний розрахунок системи гарячого водопостачання Т3 проводиться на розрахункову витрату:

$$q^{hcir} = q * (1 + K_{cir.});$$

Циркуляційна витрата $T4 q^{cir.}$, на кожній ділянці, приймаємо рівною 15% розрахункової витрати гарячої води.

При $q^h = 2.13$ л/с, $q^{cir.} = 0,15 * 2.13 = 0.32$ л/с.

$$\text{Відношення: } \frac{q^h}{q} = \frac{2.13}{0.32} = 6.656 > 2.1$$

При відношенні $q^h/q^{cir}=2.1$ і більше $K_{cir}=0,00$

$$q^{hcir} = q^h * (1+0) * q^{hcir} = q^h;$$

q^h – максимальна розрахункова гарячої води.

одозбірні стояки об'єднуємо у два секційні вузли, використовуючи схему з нижньою розводкою, розташованою в підвалі будинку. Діаметри водорозбірних стояків у секційних вузлах мають визначатися згідно з витратою води в цих стояках, яка дорівнює q^h , із знижувальним коефіцієнтом 0,7 і максимальною швидкістю потоку не більше 1,5 м/с.

Втрати напору в трубопроводах системи гарячого водопостачання розраховуємо за формулою:

$$H = il * (1 + Kl),$$

де Kl – коефіцієнт, що враховує втрати напору через місцеві опори. Значення цього коефіцієнта встановлюються таким чином:

0,2 – для подаючих і циркуляційних розподільчих трубопроводів;

0,5 – для трубопроводів теплових пунктів і водорозбірних стояків з рушниковисушувачами;

0,1 – для водорозбірних стояків без рушниковисушувачів.

При розрахунку циркуляційного трубопроводу циркуляційна витрата приймається як 15% від загальної розрахункової витрати гарячої води на ділянці, яку обслуговує цей трубопровід.

Розрахунок системи гарячого водопостачання

Таблиця 30

N діл.	L , м	N , шт.	q^h , л/с	q^{cir} , л/с	q^h+q^{cir} , л/с	D , мм	V , м/с	$1000i$	H_p , м
1-2	2,96	1	0.202	0,030	0,232	15	1.18	360.5	0.47
2-3	1,07	4	0.237	0,036	0,273	15	1.49	784.7	0,65
3-4	3,7	8	0.265	0,040	0,305	20	0.94	154.9	0,58
4-5	3,3	12	0.331	0,050	0,381	20	1.25	265.6	0,86
5-6	3,3	16	0.384	0,058	0,442	20	1.40	336.1	1,09
6-7	3,3	20	0.430	0,065	0,495	25	0.93	110.9	0,36
7-8	3,3	24	0.472	0,071	0,543	25	1.03	132.5	0,43
8-9	3,3	28	0.510	0,077	0,587	25	1.12	155.8	0,50
9-10	3,3	32	0.546	0,082	0,628	25	1.18	169.3	0,55
10-11	3,3	36	0.580	0,087	0,667	25	1.25	187.5	0,61
11-12	3,3	40	0.613	0,092	0,705	25	1.31	209.6	0,68
12-13	3,3	44	0.645	0,097	0,742	25	1.40	240.6	0,78
13-14	3,3	48	0.675	0,101	0,776	25	1.45	257.6	0,83

14-15	3,3	52	0.704	0,106	0,810	32	0.84	61.9	0,20
15-16	3,3	56	0.736	0,110	0,846	32	0.89	69.2	0,22
16-17	3,3	60	0.763	0,114	0,877	32	.92	73.5	0,40
17-18	3,3	64	1.101	0,165	1,266	32	1.32	146.3	0,25
18-19	3,3	68	1.201	0,180	1,381	32	1.44	174.1	1,53
19-20	3,3	76	1.389	0,208	1,597	40	1.27	113.7	0,43
20-21	3,3	124	1.568	0,235	1,803	40	1.43	143.9	1,38
21-22	3,3	144	1.658	0,249	1,907	50	0.89	41.8	0,07
22-23	3,3	174	1.898	0,285	2,183	50	1.04	54.8	0,21
23-24	6,6	194	2.131	0,320	2,451	50	1.18	69.6	1,12
24-25	10,7	240	2.561	0,436	2,997	50	0,93	34.5	1,24
									Σ14,9
Розрахунок циркуляційного стояка									
1-2	3,15			0,114		15	0,67	127,3	0,43
2-3	2,33			0,165		15	0,97	251,8	0,64
3-4	37,8			0,208		20	0,62	73,5	2,66
4-5	22,00			0,208		20	0,62	73,5	1,78
5-6	13,10			0,320		20	0,97	165,3	2,38
									Σ6,89

Система внутрішньої побутової каналізації (К1)

Максимальна загальна витрата води на виході з будівлі становить 2,68 л/с. В будинку передбачено п'ять каналізаційних стояків, до кожного з яких підключено воду від п'яти санітарно-технічних приладів. Таким чином, середня витрата води на кожний стояк дорівнює 1,22 л/с (3,65/5).

Згідно з даними довідників [1, табл. 10-13], усі види труб діаметром 100-110 мм — поліетиленові (низького або високого тиску), полівінілхлоридні, поліпропіленові та чавунні — здатні забезпечити такий обсяг пропускної спроможності навіть при з'єднанні поверхових труб зі стояком під кутом 90 градусів.

Для монтажу прийнято використовувати поліетиленові труби низького тиску. Усі роботи зі встановлення внутрішньої каналізаційної системи необхідно виконувати відповідно до рекомендацій [1, розділ 19].

На кожному стояку облаштовано ревізії на рівні 1, 5, 9, 13 та 15 поверхів, розташовані на висоті 1 м над рівнем підлоги. Витяжна частина кожного стояка виводиться над дахом на висоту не менше 0,2 м.

У разі необхідності, для запобігання виникненню вакууму та зриву сифона у ванній кімнаті передбачено встановлення клапана автоматичного впуску повітря (вантуза).

У підвальних приміщеннях горизонтальні ділянки труб слід монтувати на висоті 0,3–0,5 м від рівня чистої підлоги, забезпечуючи кут нахилу в 0,02 у напрямку випуску з будівлі. Біля зовнішньої стіни передбачено встановлення прочистки.

На горизонтальних ділянках у підвалі прочистки необхідно встановлювати таким чином, щоб максимальна відстань між ними не перевищувала 10 метрів. Крім того, відстань від останньої прочистки у напрямку течії до найближчого оглядового колодязя дворової системи також не повинна перевищувати 10 метрів.

У центральній зоні приміщення тепlopункту встановлюється трап, вода з якого стікає до приямка. Звідти рідина за допомогою дренажного насоса транспортується через окрему каналізаційну трубу діаметром 50 мм до найближчого дворового оглядового колодязя системи К1.

Розрахунок дворової мережі каналізації

Для запобігання замулювання каналізаційних мереж розрахункова швидкість руху стічних вод має дорівнювати, або бути більше самої найменшої швидкості. Для труб $d=150-200$ мм, $v_{\text{мін}}=0,7$ м/с, за наповнення $H/d < 0,6$.

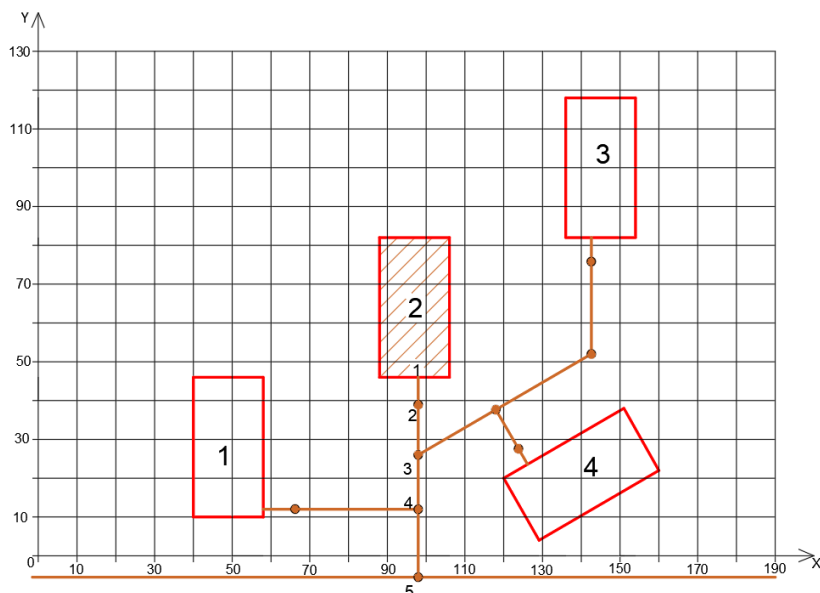


Рисунок 31. Дворова мережа побутової каналізації (К1)

Визначення витрат у дворовій мережі каналізації К1

Таблиця 33

45	34	23	12	Номер розрахункової ділянки
1070	630	300	300	Кількість приладів, шт.
17,04	12,5	6,25	6,25	Загальна витрата води на ділянці, куб.м/год
17,5	14	13	8	Відстань від останнього стояка до початку ділянки, м
0,78	0,73	0,59	0,63	КОЕФІЦІЄНТ Ks
13,29	9,125	3,688	3,938	Розрахункова витрата води на ді- лянці, л/с
106,88	106,9	106,9	107	ВІДМІТКИ землі, м
106,86	106,88	106,89	106,94	
150	150	150	150	ДІАМЕТР ТРУБИ, мм
3,5	1	5	8	Довжина ділянки
0,008	0,008	0,008	0,008	Мінімальний ухил труби
0,005	0,015	0,015	0,015	Прийнятий ухил труби
0,4	0,3	0,3	0,3	НАПОВНЕННЯ, h/d
0,73	0,7	0,7	0,7	Швидкість води, м/с
0,028	0,008	0,04	0,064	Перепад висот на ділянці, м
0,06	0,045	0,045	0,045	Шар рідини, см

Розділ 3. Технологія будівельного виробництва

Згідно розрахунків даного проекту необхідно розробити технологію монтажу двох залізобетонних резервуарів чистої води які складаються зі збірних залізобетонних конструкцій, загальна місткість 2300 м³ кожного. Відстань між резервуарами приймаємо 10 м.

Характеристика споруди. Побудова плану споруди.

Резервуари мають прямокутну форму в плані з розмірами 36 м × 18 м. Глибина заглиблення резервуара в ґрунт становить 3,6 м, причому тип ґрунту – глина. Крок колон обраний 3 м × 6 м. Стінові панелі використовуються плоскі типу ПСП-36-Б3-ШЗ з опорною п'ятою, без обв'язувальної балки. Висота стінових панелей складає 3,6 м. План резервуара для чистої води об'ємом 2300 м³ із зазначенням маркувань збірних конструкцій каркаса представлений на рисунку

1.

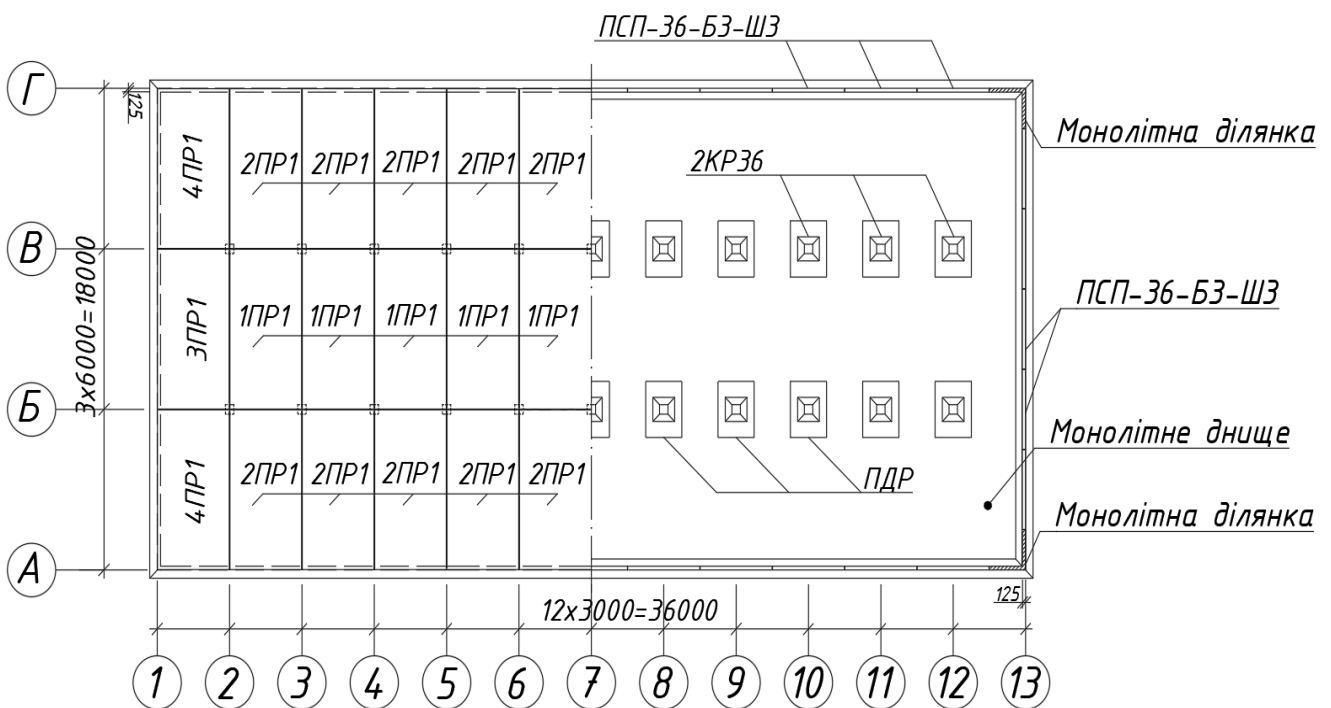


Рис. 32. Схематичний план резервуару чистої води місткістю 2300 м³ з маркуванням конструкцій каркаса

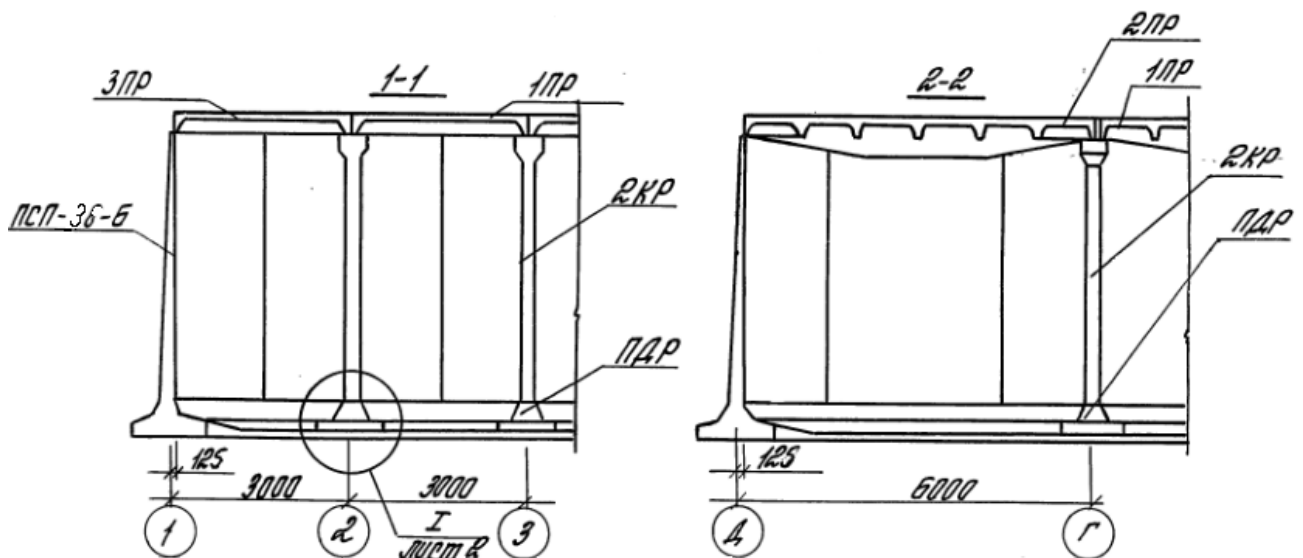


Рис. 33. Схематичні розрізи резервуару чистої води місткістю 2300 м³ з маркуванням конструкцій каркасу

Таблиця 34

Характеристика монтажних елементів

№ n/n	Монтажні елементи	Марка	Ескіз	Маса елемента, т	Об'єм елемента, м ³
1	2	3	4	5	6
1	Стінова панель	ПСП-36-Б3-Ш3		5,40	2,17
2	Колона	2КР36		1,05	0,42

№ n/n	Монтажні елементи	Марка	Ескіз	Маса елемента, т	Об'єм елемента, м ³
1	2	3	4	5	6
3	Плита днища розподільна	ПДР		1,60	0,63
4	Плита покриття	1ПР1		4,58	1,83
5	Плита покриття	2ПР1		4,68	1,87
6	Плита покриття	3ПР1		4,25	1,70
7	Плита покриття	4ПР1		4,40	1,77

Вибір методу виконання та поділу фронту робіт на ділянки здійснено з урахуванням специфіки будівництва резервуарів чистої води. Нижче наведено перелік елементарних потоків, що входять до спеціалізованого потоку виконання будівельних робіт:

- монтаж стінових панелей;
- зварювання арматури та закладних деталей вертикальних швів стінових панелей;
- замонолічування стиків стінових панелей з днищем;
- замонолічування вертикальних швів між панелями;
- встановлення інвентарної опалубки для монолітних кутових ділянок, її армування, укладання та ущільнення бетонної суміші, а також демонтаж опалубки;
- установка ПДР;

- монтаж колон;
- монтаж плит покриття;
- електрозварювання стиків плит покриття зі стіновими панелями;
- бетонування стиків між плитами покриття.

Будівлю розподілено на дві монтажні дільниці. Однією монтажною дільницею визначено один резервуар чистої води, розміри в плані 36 м × 18 м.

Об'єми робіт

Визначення об'ємів монтажних робіт

Таблиця 35

Об'єм монтажних робіт

№ пор.	Найменування елементів	Марка елемента	Кількість елементів, шт.			Об'єм елемента, м ³	Об'єм елементів, м ³
			на дільницях		всього		
			1	2			
1	Стінова панель масою 5,4 т	ПСП-36-БЗ-ШЗ	32	32	64	2,17	138,88
2	Колона масою 1,05 т	2КР36	22	22	44	0,42	18,48
3	Плита днища розподільна масою 1,6 т	ПДР	22	22	44	0,63	27,72
4	Плита покриття масою 4,58 т	1ПР1	10	10	20	1,83	36,6
	Плита покриття масою 4,68 т	2ПР1	20	20	40	1,87	74,8
	Плита покриття масою 4,25 т	3ПР1	2	2	4	1,70	6,8
	Плита покриття масою 4,4 т	4ПР1	4	4	8	1,77	14,16
	Всього:						317,44

Визначення об'ємів бетонних робіт.

Об'єми виконаних опалубних робіт дорівнюють площі опалубки, яка покриває бокові поверхні монолітних ділянок резервуару.

Таблиця 36

Об'єм опалубних робіт

Марка монолітної ділянки	Тип поверхні, яка покривається опалубним щитом	Розміри поверхні, м×м	Кількість поверхонь кожного типу, шт.	Площа одної поверхні, м ²	Площа опалубки за типом поверхні та загальна площа опалубки, м ²
УМ36-БГ26	1	1,59×3,8	2	6,04	12,8
	2	1,21×3,8	2	4,6	9,2
	3	0,28×3,8	1	1,06	1,06
Площа опалубки на одну монолітну ділянку, м ²					23,06
Площа опалубки на монтажну дільницю, м ²					92,24
Площа опалубки на споруду, м ²					184,48

Таблиця 37

Об'єм бетонних робіт

Монолітна ділянка УМ36-БГ26	Об'єм бетону, м ³
Об'єм бетонної суміші на одну монолітну ділянку, м ³	2,3
Об'єм бетонної на монтажну дільницю, м ³	9,2
Об'єм бетонної суміші на споруду, м ³	18,4

Таблиця 38

Об'єм арматурних робіт

Марка монолітної ділянки	Маса арматури класу в кг			Маса арматури, кг
	А400С			
	діаметром 8 мм	діаметром 12 мм	діаметром 16 мм	
УМ36-БГ26	34,3	17,1	182,5	233,9
Маса арматури на одну монолітну ділянку, кг				233,9
Маса арматури на монтажну дільницю, кг				935,6
Маса арматури на споруду, кг				1871,2

Визначення об'ємів робіт із закладання стиків.

Таблиця 39

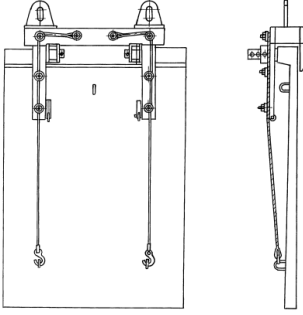
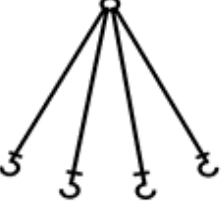
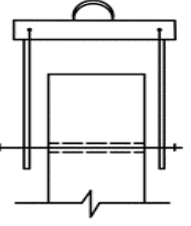

Об'єм робіт із закладання стиків

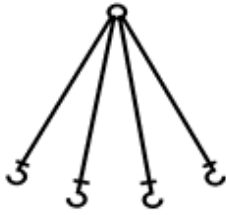
№ пор.	Назва процесу	Одиниця вимірювання	Об'єм робіт на ділянках			Об'єм робіт на споруду
			одиниці вимірювання	1	2	
1	Зварювання випусків арматури панелей стін	10 м шва	0,336	$32 \times 0,336 = 10,75$	$32 \times 0,336 = 10,75$	21,5
2	Заливання швів панелей стін бетоном механізовано	100 м	0,036	$32 \times 0,036 = 1,15$	$32 \times 0,036 = 1,15$	2,3
3	З'єднання між плитами покриття і колоною	10 м шва	0,032	$0,032 \times 22 = 0,704$	$0,032 \times 22 = 0,704$	1,41
4	Електрозварювання плити покриття із стіною панеллю при обпиранні довшою стороною	10 м шва	0,008	$0,008 \times 6 = 0,048$	$0,008 \times 6 = 0,048$	0,096
5	З'єднання між плитою покриття і стіною панеллю між плитами покриття	10 м шва	0,016	$0,016 \times 26 = 0,416$	$0,016 \times 26 = 0,416$	0,832
6	Заливка швів плит покриття розчином механізовано	100 м	7,06	7,06	7,06	14,12

Вибір монтажних кранів
Вибір засобів для захоплення конструкцій і їх тимчасового
закріплення.

Таблиця 40

Засоби для захоплення конструкцій

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

5	Строп чотирьох гілковий для захоплення плит покриття с. 68 [16]		5	0,048	5
---	---	---	---	-------	---

Технічний вибір монтажних кранів

Приймаємо II схему руху кранів дном котловану і на брівці, рис. 3.

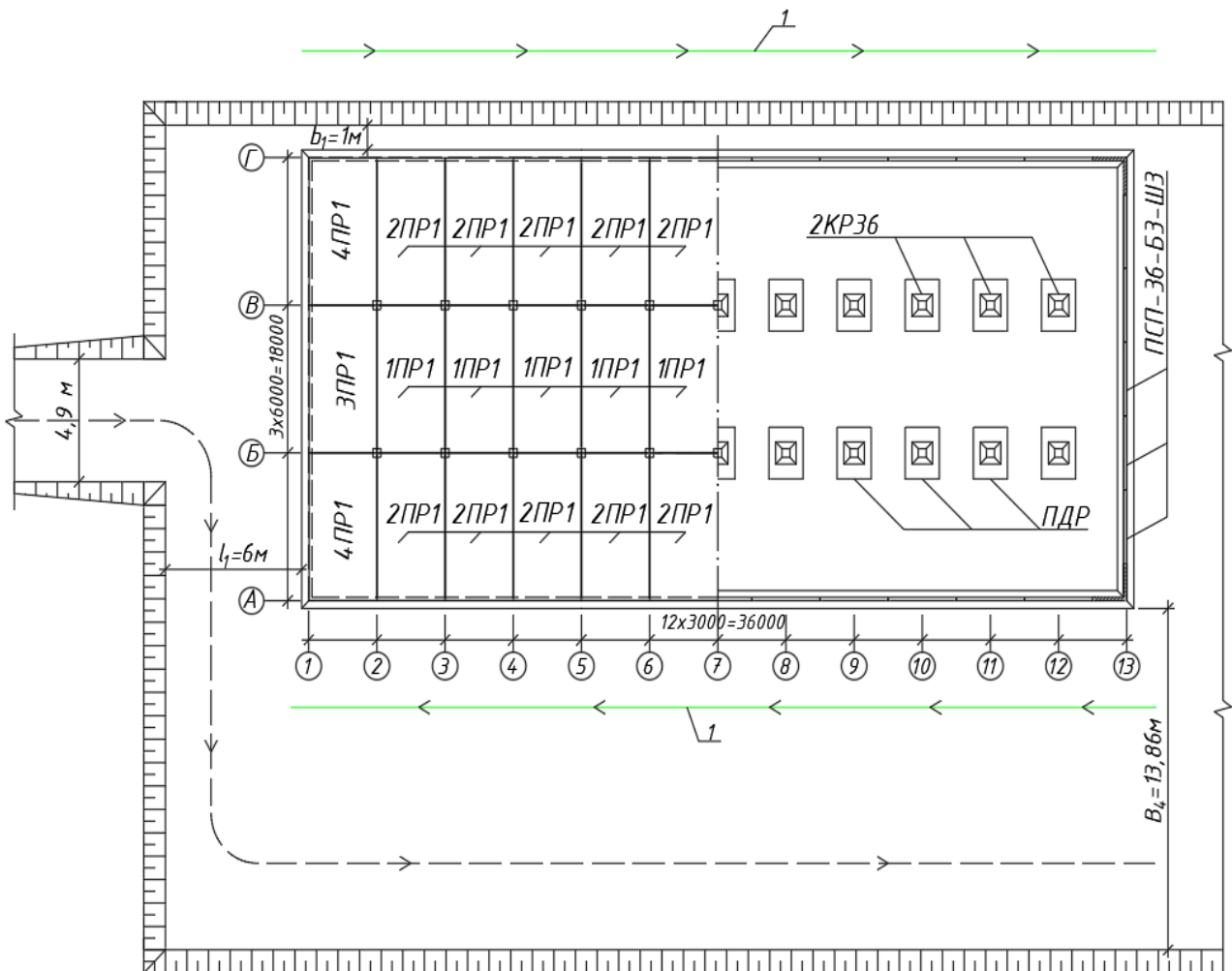


Рис. 34. Схема проходок монтажних кранів

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; B_4 – розширення котловану для монтажу останнього прогону;

b_1 – ширина вільного простору між основою відкосу і днищем, приймаємо 1,0 м.

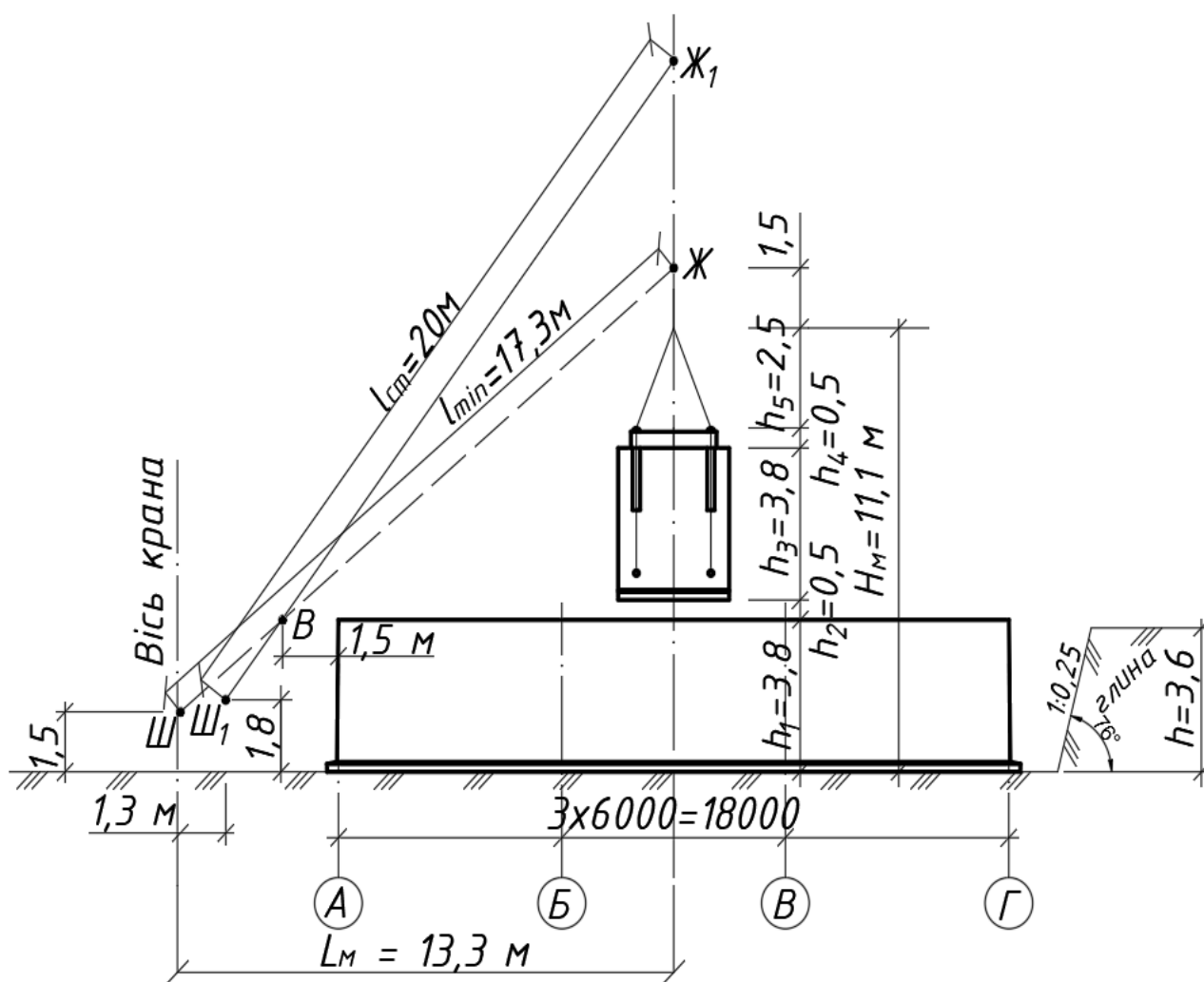


Рис. 35. Визначення монтажних характеристик стінових панелей:

$$Q_M^{cn} = 5,4 + 0,15 + 0,05 = 6 \text{ т.}$$

$$H_M^{cn} = 3,8 + 0,5 + 3,8 + 0,5 + 2,5 = 11,1 \text{ м.}$$

$$L_M^{cn} = 13,3 \text{ м.}$$

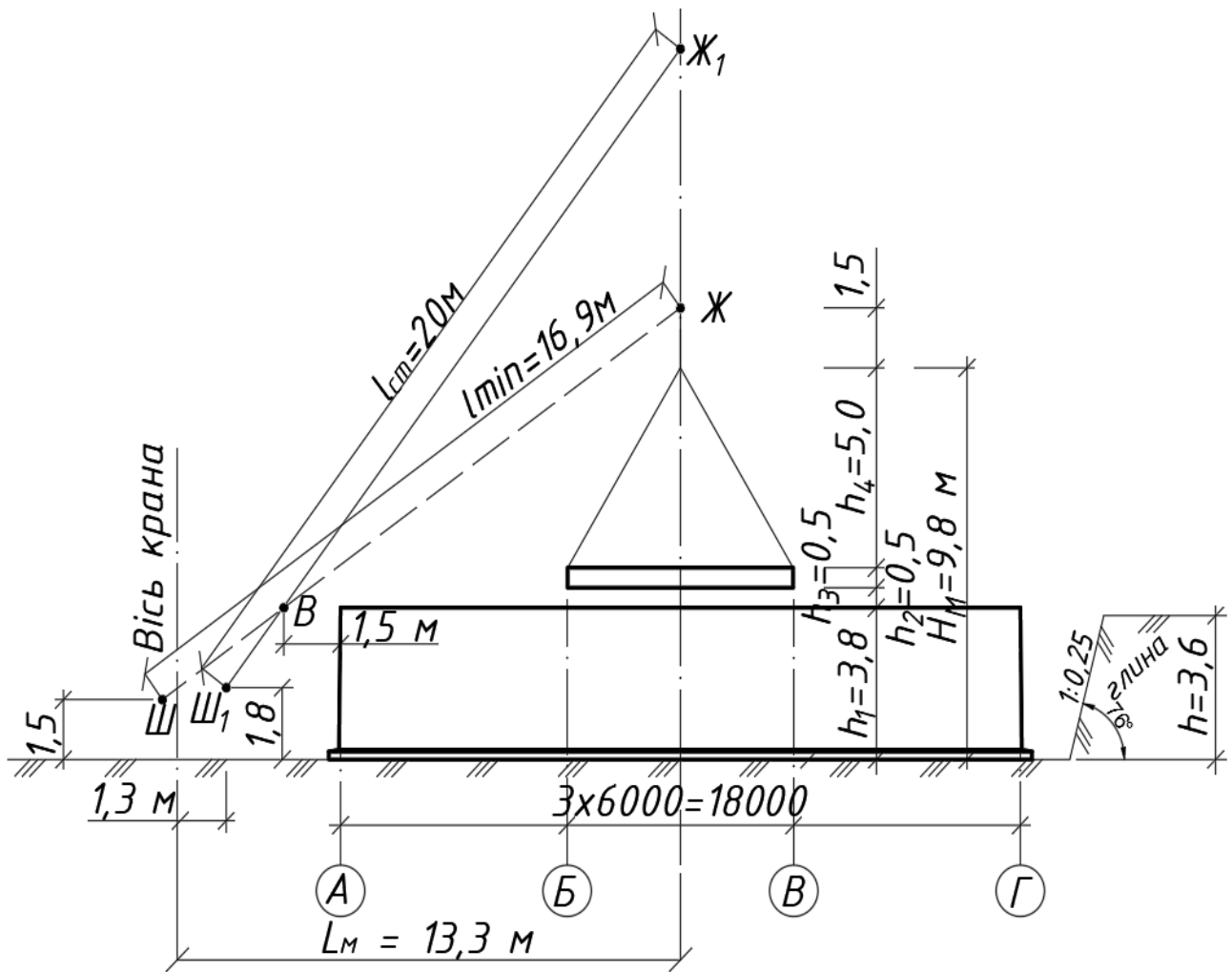
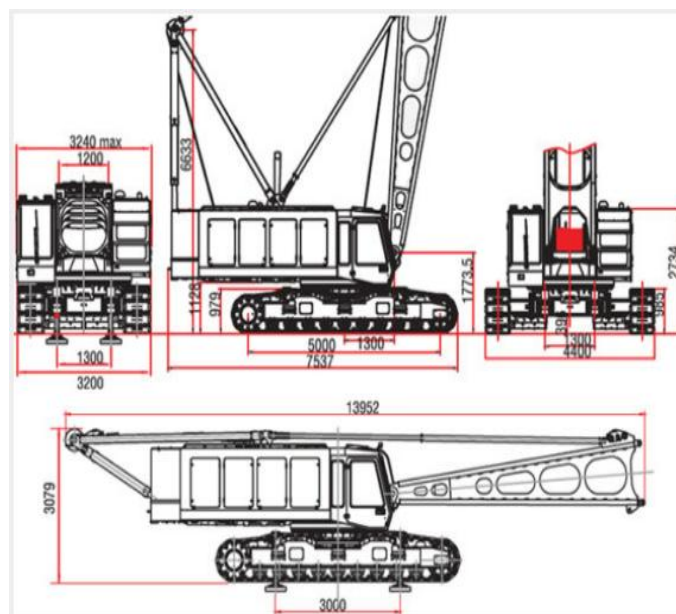


Рис. 36. Визначення монтажних характеристик плит покриття:

$$Q_M^{nn} = 4,68 + 0,048 = 4,728 \text{ т.}$$

$$H_M^{nn} = 3,8 + 0,5 + 0,5 + 5 = 9,8 \text{ м.}$$

$$L_M^{nn} = 13,3 \text{ м.}$$



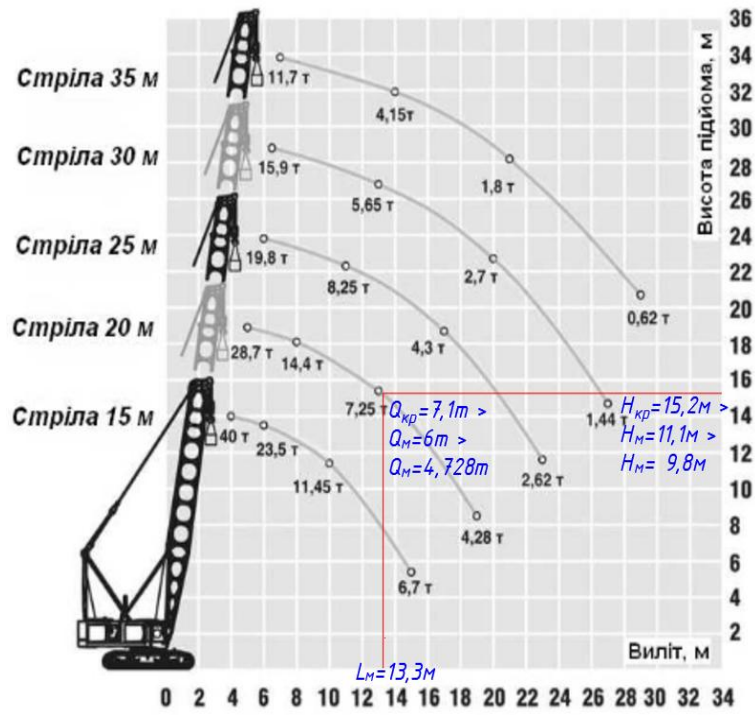


Рис. 37. Загальний вид та вантажо-висотні характеристики гусеничного крана ДЭК-401 та його придатність для монтажу стінових панелей і плит покриття.

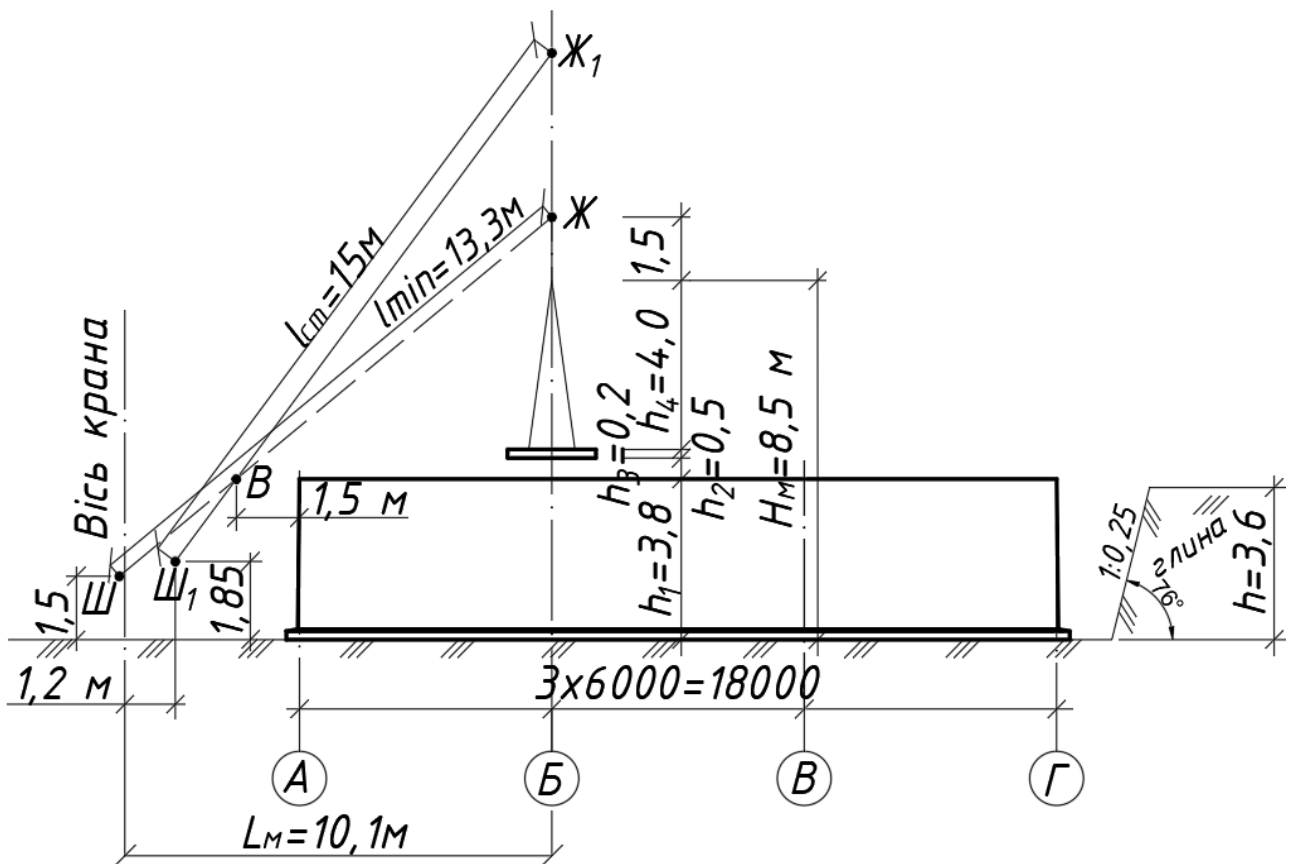


Рис. 38. Визначення монтажних характеристик ПДР

$$Q_M^{ПДР} = 1,6 + 0,044 = 1,644 \text{ т.}$$

$$H_M^{ПДР} = 3,8 + 0,5 + 0,2 + 4 = 8,5 \text{ м.}$$

$$L_M^{ПДР} = 10,1 \text{ м.}$$

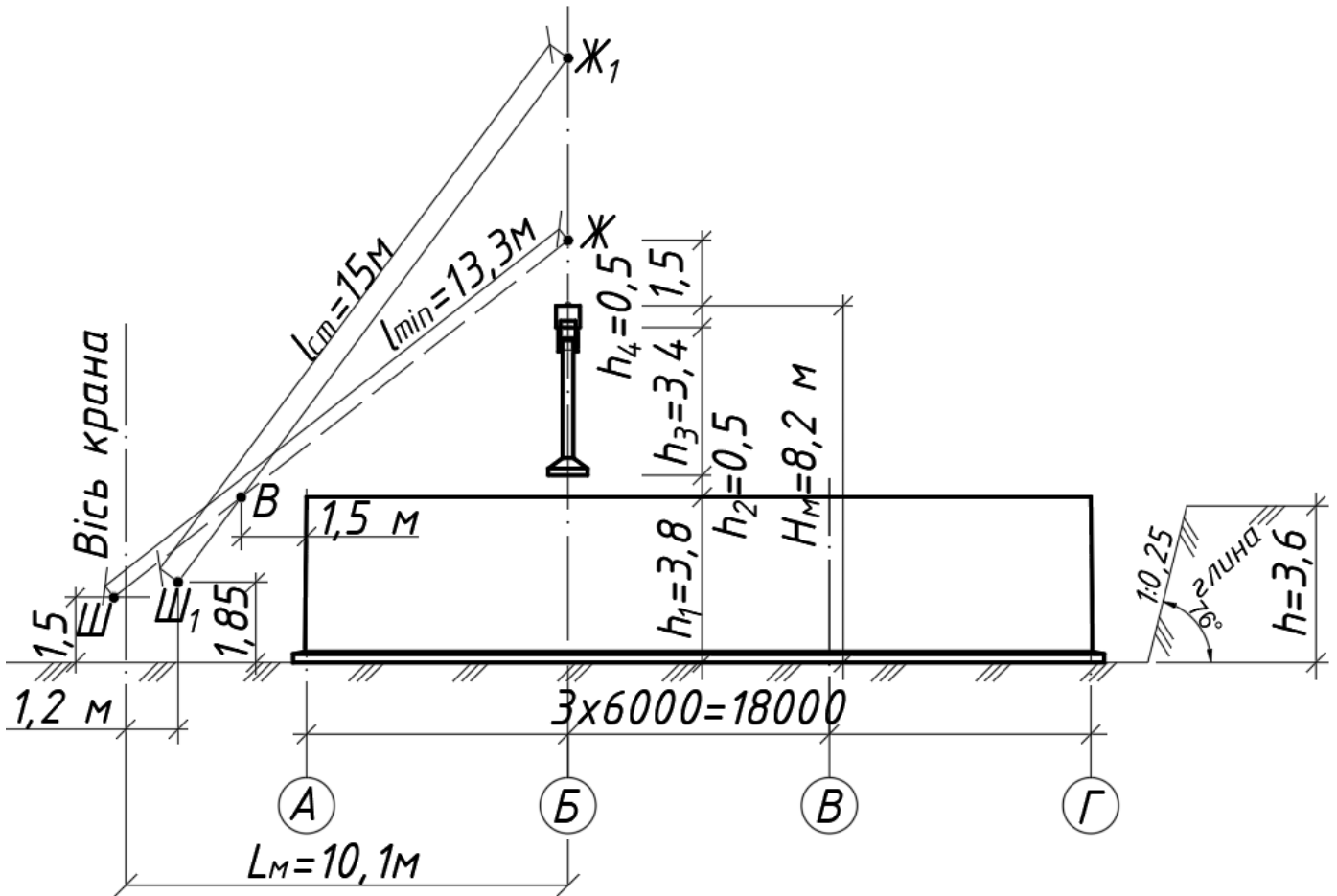


Рис. 39. Визначення монтажних характеристик колон

$$Q_M^K = 1,05 + 0,048 = 1,185 \text{ т.}$$

$$H_M^K = 3,8 + 0,5 + 3,4 + 0,5 = 8,2 \text{ м.}$$

$$L_M^K = 10,1 \text{ м.}$$

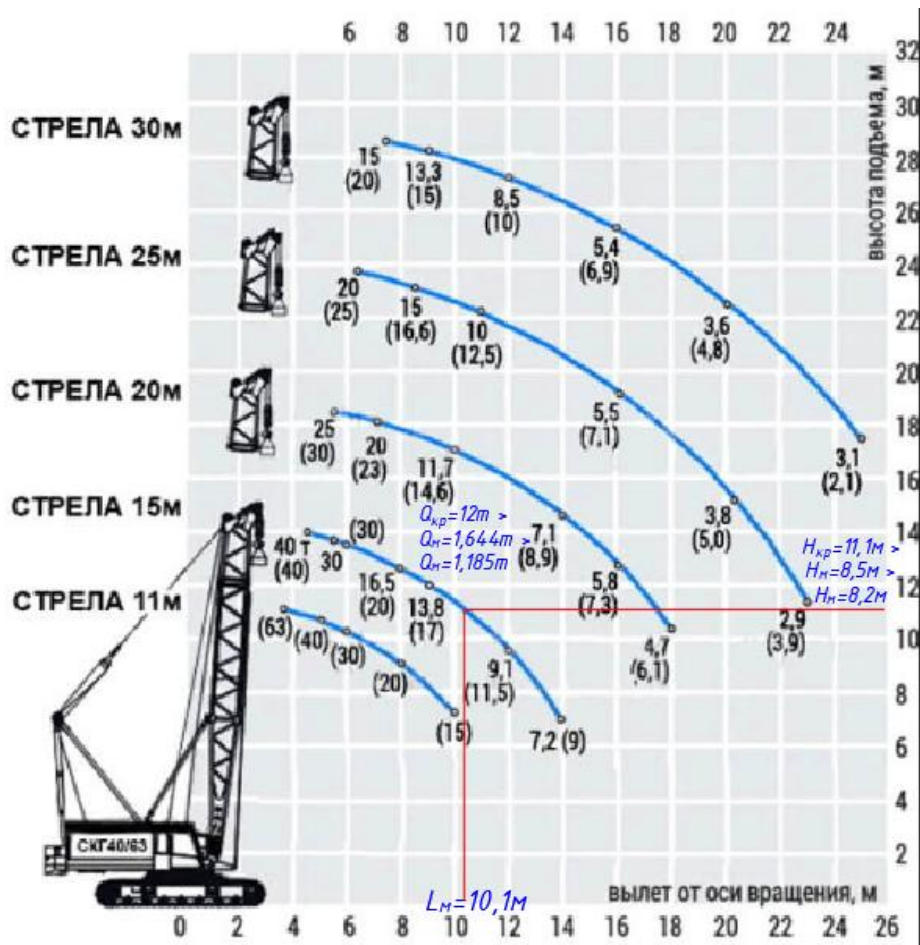
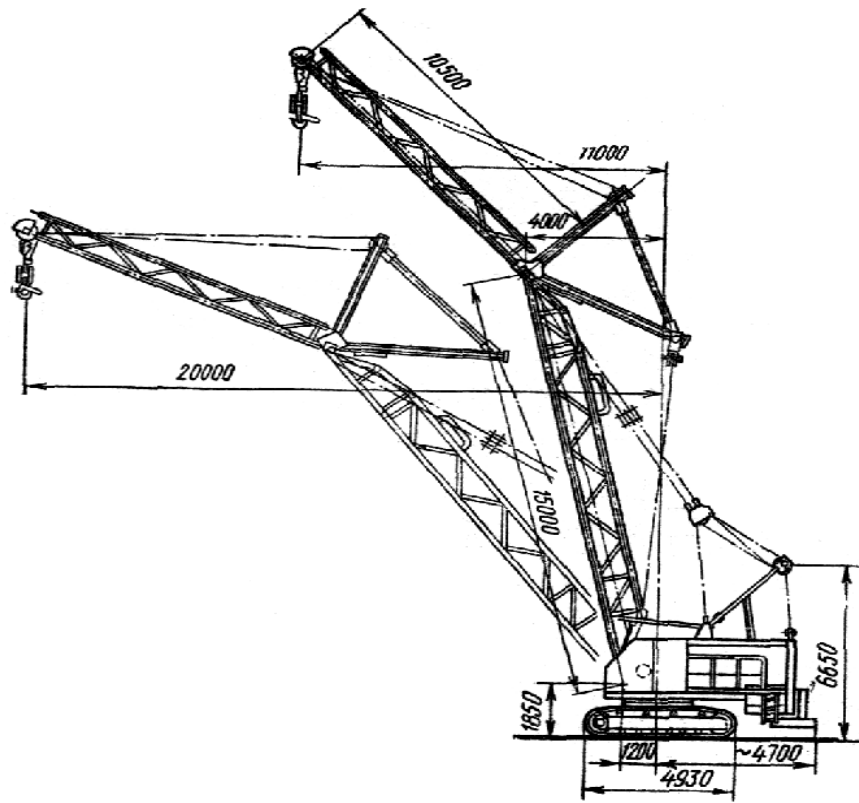


Рис. 40. Загальний вид та вантажовисотні характеристики гусеничного крана СКГ-40/63 з стрілою 15 м й придатність його для монтажу ПДР і колон.

Марки вибраних кранів заносимо в табл. 41.

Таблиця 41

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
		$Q_{м, т}$	$H_{м, м}$	$L_{м, м}$	
1	2	3	4	5	6
1	Стінові панелі	6	11,1	13,3	Гусеничний кран ДЕК-401, стріла 20 м механічний привід
2	ПДР	1,644	8,5	10,1	Гусеничний кран СКГ-40/63, стріла 15 м механічний привід
3	Колони	1,185	8,2	10,1	
4	Плити покриття	4,728	9,8	13,3	Гусеничний кран ДЕК-401, стріла 20 м механічний привід

Складання калькуляції трудових витрат

Калькуляції трудових витрат розроблено на одну ділянку і наведено в табл. 42.

Таблиця 42

Калькуляція трудових витрат на одну ділянку

№ пор.	Найменування процесів	Об'єм робіт		Обґрунтування за ГН, ЕНиР	Норма часу <u>люд.-год.</u> маш.-год.	Трудо- міст- кість <u>люд.-год.</u> маш.-год.	Склад ланки	
		Оди- ниця ви- міру	Кіль- кість оди- ниць				Професія /розряд/	К-ть
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Установка панелей стін резервуара площею 3,8 x 2,98 = 11,3 м ²	1 шт	32	Е §4-1-8, табл.2, п.9 а, б	<u>1,40</u> 0,35	<u>1,4x32</u> 0,35x32 = <u>44,80</u> 11,20	Монта- жник 5 р., 4 р., 3 р., 2 р. Машиніст 6 р.	1 1 1 1 1
2	Зварювання випусків арматури панелей стін 32 x 3,36 = 107,5 м	10 м	10,75	Е §22-1-4, п. 4а	<u>7,0</u> -	<u>75,25</u> -	Зварюваль- ник 6 р.	1

Продовження табл. 42

№ пор.	Найменування процесів	Об'єм робіт		Обґрунтування за ГН, ЕНиР	Норма часу <u>люд.-год.</u> маш.-год.	Трудо-місткість <u>люд.-год.</u> маш.-год	Склад ланки	
		Одиниця виміру	Кількість одиниць				Професія /розряд/	К-ть
1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	Заливання швів панелей стін бетонною сумішшю механізованим способом	100 м	3,6 х 32 / 100 = 1,15	Е §4-1-26, п. 2а	<u>28,00</u> -	<u>32,20</u> -	Монтажник 4 р., 3 р.	1 1
4	Установка і в'язання арматури окремими стержнями монолітних ділянок стін резервуарів	1 т	0,936	Е §4-1-46, табл. 2, п. 12г	<u>24,00</u> -	<u>22,46</u> -	Арматурник 6 р., 2 р.	1 1
5	Влаштування опалубки монолітних ділянок стін резервуарів	1 м ²	92,24	Е §4-1-36, табл. 2, п. 8а	<u>1,10</u> =	<u>101,46</u> =	Тесляр 5 р., 3 р.	1 1
6	Укладання бетонної суміші в монолітні ділянки стін резервуарів до 5 м3	1 м ³	9,2	Е §4-1-49, табл. 3, п. 4в	<u>2,20</u> =	<u>20,24</u> =	Бетонник 4р., 2 р.	1 1
7	Розбирання опалубки монолітних ділянок стін резервуарів	1 м ²	92,24	Е §4-1-36, табл. 2, п. 8б	<u>0,35</u> =	<u>32,28</u> =	Тесляр 5 р., 3 р.	1 1
8	Установка ПДР масою до 3,5 т	1 шт	22	Е §4-1-1, табл. 2, п. 3а, б	<u>0,78</u> 0,26	<u>17,16</u> 5,72	Монтажник 5 р., 4р., 3 р., 2 р., Машиніст 6 р.	1 1 1 1 1
9	Установка колон на плити масою до 2т без допомоги кондукторів	1 шт	22	Е §4-1-4, табл. 2, п. 2 в, г	<u>3,10</u> 0,64	<u>68,20</u> 14,08	Монтажник 5р., 4 р., 3 р., 2 р. Машиніст 6 р.	1 1 2 1 1

Закінчення табл. 42

№ пор.	Найменування процесів	Об'єм робіт		Обґрунтування за ГН, ЕНиР	Норма часу <u>люд.-год.</u> маш.-год.	Трудо-місткість <u>люд.-год.</u> маш.-год	Склад ланки	
		Одиниця виміру	Кількість одиниць				Професія /розряд/	К-ть
1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	Установка плит покриття площею до 20 м ² 2,97x5,97 = 17,73 м ²	1 шт	36	Е §4-1-7, п. 11а,б	<u>1,20</u> 0,30	<u>43,20</u> 10,80	Монтажник 4р., 3 р., 2 р., Машиніст 6 р.	1 2 1 1
11	З'єднання між плитами покриття і колоною 0,32 x 22 = 7,04 м	10 м	0,704	Е §22-1-3, п. 1г	<u>6,80</u> =	<u>4,79</u> =	Зварювальник 3 р.	1
12	Електрозварювання плити покриття із стіною панеллю при обпиранні довшою стороною 0,08x6=0,48 м	10 м	0,048	Е §22-1-3, п. 1г	<u>6,80</u> =	<u>0,33</u> =	Зварювальник 3 р.	1
13	З'єднання між плитою покриття і стіною панеллю між плитами покриття 0,16 x 26 = 4,16 м	10 м	0,416	Е §22-1-3, п. 1г	<u>6,80</u> =	<u>2,83</u> =	Зварювальник 3 р.	1
14	Заливка швів плит покриття розчином механізованим способом	100 м	7,06	Е §4-1-26, п. 3а	<u>4,00</u> =	<u>28,24</u> =	Монтажник 4р., 3 р.	1 1

Складання таблиці технологічних розрахунків і побудова графіка виконання робіт

Таблиця 43

Технологічні розрахунки монтажу РЧВ (на дільницю)

№ процесу	Найменування процесів і посилання на пункти калькуляції	Об'єм робіт		Трудомісткість люд.-зм. / маш.-зм.		Прийнятий склад ланок та бригади		Тривалість робіт, змін	Виконання норм, %
		Одиниця вимірювання	Кількість одиниць	за нормою	прийнята	Професія /розряд	К-ть		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Установка панелей стін резервуара (п. 1)	1 шт	32	$\frac{44,8:8}{11,2:8} = \frac{5,60}{1,40}$	$\frac{1,5 \times 4 = 6,0}{1,5 \times 1 = 1,5}$	Монтажник 5р., 4 р., 3 р., 2 р. Машиніст 6 р.	1 1 1 1	5,6:4=1,4 або 1,4:1=1,4 приймаємо 1,5	для монт. 5,6:6,0х 100=93 для маш. 1,4:1,5х 100=93
2	Зварювання випусків арматури панелей стін (п. 2)	10 м	10,75	$\frac{9,40}{-}$	$\frac{9,00}{-}$	Зварювальник 6 р.	6	1,5	104
3	Заливання швів панелей стін бетонною сумішшю механізованим способом (п. 3)	100 м	1,15	$\frac{4,02}{-}$	$\frac{4,00}{-}$	Монтажник 4р., 3 р.	1 1	2,0	100,5
4	Бетонування монолітних ділянок стін резервуару (п.4-7)	1 т 1 м ² 1 м ³ 1 м ²	0,936 92,24 9,2 92,24	$\frac{22,06}{-}$	$\frac{21,00}{-}$	Арматурник 6р., 2 р., Тесляр 5р., 3 р., Бетонник 4р., 2 р.	2 2 2	3,5	105
5	Установка ПДР та колон (п.8,9)	1 шт 1 шт	22 22	$\frac{10,68}{2,48}$	$\frac{10,00}{2,0}$	Монтажник 5р., 4 р., 3 р., 2 р. Машиніст 6 р.	1 1 2 1 1	2,0	для монт. 92 для маш. 109
6	Установка плит покриття (п.10)	1 шт	36	$\frac{5,40}{1,35}$	$\frac{6,0}{1,5}$	Монтажник 4 р., 3 р., 2 р. Машиніст 6 р.	1 2 1 1	1,5	для монт. 90 для маш. 90
7	Електрозварювання плит покриття із стіновими панелями, та колонами (п. 11-13)	10 м 10 м 10 м	0,704 0,048 0,416	$\frac{0,99}{-}$	$\frac{1,00}{-}$	Зварювальник 3 р.	1	1,0	99
8	Заливка швів плит покриття розчином механізованим способом (п. 14)	100 м	7,06	$\frac{3,53}{-}$	$\frac{3,50}{-}$	Монтажник 4р., 3 р.	1 1	1,75	101
	Всього:			$\frac{61,70}{5,23}$	$\frac{60,50}{5,00}$				

Визначення техніко-економічних показників

1. Обсяг монтажу залізобетонних конструкцій РЧВ (табл.2) 317,44 м³;
2. Тривалість будівництва (табл. 12) 14 змін;
3. Трудомісткість роботи монтажних кранів (табл. 11) 5,0×2 = 10,0 маш.-змін;
4. Затрати праці робітників (табл. 11) 60,5×2 = 121,0 люд.-змін;
5. Виробіток у м³ на 1маш.-зм. 317,44/10,0 = 31,74 м³/маш.-зм.;
6. Виробіток у м³ на 1люд.-зм. 317,44/121,1 = 2,62 м³/люд.-зм.

Визначення потреби в матеріально-технічних ресурсах

Таблиця 45

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	ПСП-36-Б3-ШЗ	шт.	64
2	Плита днища розподільна	ПДР	шт.	44
3	Колона	2КР36	шт.	44
4	Плита покриття	1ПР1	шт.	20
5	Плита покриття	2ПР1	шт.	40
6	Плита покриття	3ПР1	шт.	4
7	Плита покриття	4ПР1	шт.	8
8	Розчинна суміш	М 100	м ³	4,2+0,8 =5
9	Вироби монтажні	-	т	0,3
10	Пісок	-	м ³	15,9
11	Бруски 75 мм	IV сорт	м ³	0,7+1,6= 2,3
12	Дошки 25 – 32 мм	IV сорт	м ³	0,7+0,4 +14,2=15,3
13	Дошки 40 мм	IV сорт	м ³	0,5+0,2+3,8=4,5
14	Гвіздки 100 мм	-	кг	19,4
15	Електроди	Е-42	кг	27,0+18,8 =45,8
16	Дріт 4 мм	Вр-I	кг	4,8
17	Бетон для монолітних ділянок	С 15/20	м ³	18,4
18	Арматура діаметром 8 мм	А400С	кг	274,4
19	Арматура діаметром 12 мм	А400С	кг	136,8
20	Арматура діаметром 16 мм	А400С	кг	1460
21	Гвіздки 120 мм	-	кг	40,3
22	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. Машина та пристрої				
1	Кран гусеничний	ДЕК-401 стріла 20 м	шт.	1
2	Кран гусеничний	СКГ-40/63 стріла 15 м	шт.	1
3	Бортовий автомобіль	ЗиЛ-433440	шт.	1
4	Тягач з напівпричепом-плитовозом	КамАЗ-5410 ПЛ1212	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 ПДР	4СК-5,0-4000	шт.	1
10	Стержневий захоплювач колон	-	шт.	1
11	Строп двогілковий для захоплення траверси	2СК-8,0-2500	шт.	1
12	Строп чотирьохгілковий для захоплення плит покриття	4СК-5,0-5000	шт.	1
II. Ручний будівельний інструмент				
13	Вібратор глибинний	ІВ-113	шт.	2
14	Лопата для розчину	ЛР	шт.	10
15	Зубило слюсарне 20х60°	ЗС	шт.	1
16	Скребок	-	шт.	2
17	Розшивка стальна	РВ-1 РВ-2	шт. шт.	1 1
18	Лом монтажний	ЛМ-20 ЛМ-24	шт. шт.	2 3
19	Киянка кругла	КК	шт.	1
20	Сокира будівельна	А-2	шт.	1
21	Маяк причальний	-	шт.	3
22	Каска пластмасова	-	шт.	10
23	Пояс запобіжний	-	шт.	9
24	Відро	-	шт.	4

№ пор.	Машина, устаткування, інструмент, інвентар і пристрої	Марка	Одиниця вимірювання	Кількість
III. Засоби вимірювання і контролю				
25	Висок будівельний 600 г	ОС-600	шт.	4
26	Рейка з виском	-	шт.	4
27	Рулетка	РЗ-20	шт.	3
28	Метр складний металевий	МС	шт.	9
29	Кутник дерев'яний	УД	шт.	4
30	Правило	-	шт.	4
31	Рівень будівельний	УС-300	шт.	3
IV. Інвентар				
32	Ящик для розчину металевий	-	шт.	2
33	Клиновий вкладиш	-	шт.	18
34	Риштування монтажні	-	шт.	4
35	Драбина монтажна	-	шт.	4
36	Підкіс із струбциною	-	шт.	10
37	Щити опалубки PERI 1200x3300 мм	PERI	шт.	8
	600x3300 мм		шт.	4
	300x3300 мм		шт.	6
	1200x1200 мм		шт.	8
	600x1200 мм		шт.	4
	300x1200 мм		шт.	6

Операційний контроль якості робіт

Таблиця 47

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	-

Операції, які підлягають контролю		Контроль якості виконання операцій			
виконавцем	майстром	склад	спосіб	строки	залучені служби
1	2	3	4	5	6
-	Монтаж ПДР	Суміщення осей плит відносно осей. Відхилення відміток вирівнюючого шару під ПДР від проектних. Щільність примикання плити до поверхні основи.	Візуально, рулеткою	В процесі монтажу	Геодезична служба
Монтаж ПДР	-	Відхилення відміток опорних поверхонь плит від проектних. Відповідність положення змонтованих плит в плані.	Візуально, рулеткою	В процесі монтажу	Геодезична служба
-	Монтаж колон, плит покриття	Установку конструкцій в проектне положення. Надійність тимчасового кріплення. Глибину обпирання плит.	Візуально, рулеткою	В процесі монтажу	-
Монтаж колон, 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 використовуємих 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

Операції, які підлягають контролю		Контроль якості виконання операцій			
виконавцем	майстром	склад	спосіб	строки	залучені служби
1	2	3	4	5	6
Закладення стиків	-	Якість герметизації зовнішніх стін. Фактичну міцність бетону і розчину. Зовнішній вигляд закладених стиків	Візуально	В процесі закінчення роботи	Лабораторія

Вказівки до виконання робіт.

1. Споруда поділяється на дві монтажні зони, кожна з яких відповідає одному резервуару для чистої води.
2. Монтажні роботи проводяться за схемою II, згідно з якою монтажний кран і транспортні засоби пересуваються по днищу котловану поза межами споруди та по брівці. Конструкції монтуються безпосередньо з транспортних засобів, які рухаються у напрямку виконання монтажу та переміщення крана.
3. Для забезпечення поточності робіт будівельний процес поділяється на кілька елементарних монтажних потоків:
 - встановлення стінових панелей (гусеничний кран ДЕК-401, довжина стріли 20 м);
 - монтаж плит перекриття та колон (гусеничний кран СКГ-40/63, довжина стріли 15 м);
 - настилення покрівельних плит (гусеничний кран ДЕК-401, довжина стріли 20 м).
4. Монтаж стінових панелей виконується тільки після того, як бетон днища набере щонайменше 70% від проєктної міцності. Початок монтажу здійснюється з встановлення маячних панелей із застосуванням балансуєчої траверси вантажопідйомністю 8 тонн. Положення панелей коригується відповідно до контрольних розміток на верхній частині фундаменту днища, а в поперечному напрямку – за орієнтирами маячних стінових панелей. Точність встановлення забезпечується за допомогою спеціальних рейок.
5. З'єднання стиків і закладних елементів здійснюється ручним електрозварюванням із використанням електродів типу Є-42.

Інженерні заходи з охорони праці забезпечують безпечні умови для виконання робіт:

1. Для спуску робітників у котлован застосовуються приставні дерев'яні драбини, які розташовуються на відстані не менш ніж 10 метрів від зони роботи крана.
2. У місцях проведення монтажних робіт забороняється перебування сторонніх осіб. Для цього межі ділянки обладнуються сигнальним огороженням.
3. Під час монтажу конструкцій робітники повинні знаходитись виключно на попередньо встановлених і надійно закріплених елементах чи помостах. Перебування людей на конструкціях чи обладнанні у процесі їх піднімання або переміщення заборонене.
4. Категорично забороняється піднімати вантаж, який примерз, частково засипаний ґрунтом чи сміттям, з'єднаний з іншими елементами конструкцій, а також ті, вага яких перевищує вантажопідйомність крана.
5. Для забезпечення освітлення робочої зони у темну пору доби на відстані 8 метрів з обох боків від місця монтажу встановлюються інвентарні освітлювальні вежі з прожекторами потужністю не менше 400 Вт кожен.
6. При монтажі плит перекриття на вже змонтованих чарунках облаштовується тимчасова огорожа по їх периметру.

Розділ 4. Визначення собівартості подачі води

Таблиця 48

Розрахунок чисельності робітників основного і допоміжного виробництва водопроводу на 2025 р.

№ п/п	Вид споруд	Професія	Розряд	Обсяг виробництва /продуктивність споруд, протяжність мереж тощо/		Нормативна чисельність робітників, чол./добу	Основа
				Одиниця	Кількість одиниць		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Водозабірні споруди	Машиніст насосних установок	3	Тисяча м ³ /добу	35	4,2	Дод 2,1
2		Електромонтер з ремонту та обслуговування електроустаткування	3	Тисяча м ³ /добу	35	4,2	Дод 2,1
3	Камера реакції з відстійниками	Оператор	2	Тисяча м ³ /добу	35	3,9	Дод 2,3
4	Фільтр	Оператор	2	Тисяча м ³ /добу	35	3,9	Дод 2,3
5	Хлораторні установки	Оператор хлораторних установок	4	Тисяча м ³ /добу	35	4	Дод 2,3
6	Цех приготування реагентів і дозування	Коагулянтщик	3	Тисяча м ³ /добу	35	4,4	Дод 2,3

Продовження таблиці 48

7	Водопровідна мережа / включаючи водопроводи, вуличну, внутріквартальну і внутрішньодворову мережі	Слюсар аварійно-відновлювальних робіт	4	Тисяча м ³ /добу	35	3	Дод 2,4
		Обхідник водопровідної мережі	3	Тисяча м ³ /добу	35	3	Дод 2,4
8	РЧВ	Водороздатчик	1	Тисяча м ³ /добу	35	1,6	Дод 2,5
		Газоелектрозварник	4	Тисяча м ³ /добу	35	1,14	Дод 2,10
		Електромонтер по ремонту устаткування	5	Тисяча м ³ /добу	35	1,95	Дод 2,10
		Електромонтер по обслуговуванню устаткування	3	Тисяча м ³ /добу	35	4,2	Дод 2,10
		Слюсар КВПіО	4	Тисяча м ³ /добу	35	1,05	Дод 2,10
		Лаборанти хіміко-бактеріологічної лабораторії:	5	Тисяча м ³ /добу	35	1,15	Дод 2,10

Всього робітників

43 чол.

МОП

4 чол.

Всього працюючих по підприємству:

46 чол.

Розрахунок нормативної чисельності ІТП і службовців водопроводу на 2025р.

№ п/п	Функція управління	Структурний підрозділ	Перелік посад з виконанням відповідних функцій	Нормативна чисельність, чол.
1	2	3	4	5
	Загальне керівництво основним виробництвом і кадрами	Управління, відділ кадрів	Начальник управління	1
			головний інженер	1
			інженер по кадрах	1
	Оперативне керівництво спорудами водопроводу	Очисні споруди водопроводу	Начальник очисної станції	1
	Оперативне керівництво мережами водопроводу	Водопровідні мережі	Начальник ділянки	1
			Головний диспетчер	1
			Інженери	3
			Техніки	2

Розвиток і технічна підготовка виробництва, охорона праці і техніки безпеки	Виробничий відділ праці	Начальник відділу	1
		інженери	1
		інженер по охороні праці техніці безпеки	1
Технічний контроль якості продукції	Хіміко-бактеріологічна лабораторія	Начальник лабораторії	1
		інженери	2
		лаборанти	2
Ремонт і технічне обслуговування енергетичного та іншого обладнання, будівель, споруд, мереж, КІПіА	Допоміжні цехи /ділянки/	Інженери усіх спеціальностей	3
Техніко-економічне планування організація праці і заробітної плати, НОТ	Планово-економічний відділ	Начальник відділу	1
		економісти	2

Бухгалтерський облік і Н ₆ фінансова діяльність, організація взаєморозрахунків з споживачами, водозбут	Бухгалтерія	Головний бухгалтер	1
		бухгалтери	1
Господарчі функції /матеріально-технічне постачання, діловодство, господарське обслуговування/	Відділ матеріально- технічного постачання	Начальник відділу	1
		техніки	1
		комірники	1

Всього по підприємству:

30 чол.

Розрахунок фонду заробітної плати

Фонд заробітної плати визначається на основі кількості працівників і розміру місячного окладу, встановленого для підприємства, що займається експлуатацією систем водопостачання та водовідведення.

Розмір премії становить від 20 до 40 % тарифної ставки.

Таблиця 50

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

№ П/П	Посада	Кількість	Встановлений місячний оклад	Річний фонд заробітної плати, грн	Премія із ФМЗ, %	Річна сума премії, грн	Загальний річний фонд заробітної плати грн
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Начальник управління	1	30000	360000	30	108000	468000
2	Головний інженер	1	25000	300000	30	90000	390000
3	Начальник очисної станції	1	22000	240000	30	79200	343200
4	Начальник ділянки	1	20000	240000	30	72000	312000
5	Головний диспетчер	1	10000	120000	30	36000	156000
6	Технік	3	9500	342000	30	102600	444600
7	Начальник відділу	3	15000	540000	30	162000	702000
8	Інженери всіх спеціальностей	11	12000	1584000	30	475200	2059200
9	Начальник лабораторії	1	15000	180000	30	54000	234000
10	Лаборанти	2	8500	204000	30	61200	265200
11	Економісти	2	12000	288000	30	86400	374400

12	Головний бухгалтер	1	15000	180000	30	54000	234000
13	Бухгалтер	1	10000	120000	30	36000	156000
14	Комірник	1	8500	102000	30	30600	132600
15	Робітник 1 розряду	3	9000	108000	30	32400	140400
16	Робітник 2 розряду	8	9500	1368000	30	410400	1778400
17	Робітник 3 розряду	20	10000	2160000	30	648000	2808000
18	Робітник 4 розряду	9	10500	1638000	30	491400	2129400
19	Робітник 5 розряду	3	12000	576000	30	172800	748800
20	МОП	4	8000	384000	30	115200	499200

Всього: 77 чол. 14375400 грн

Розрахунок потреб електроенергії.

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

Розрахунок витрат електроенергії насосною станцією I підйому.

Річна витрата електроенергії НС-I, що сплачується

$$E^{НС-I} = \frac{N_H n * 24 * 365}{\eta_{дв}} \cdot \frac{k}{5} = \frac{126,21 \cdot 2 \cdot 24 \cdot 365}{0,8} \cdot 1,05 = 2902198,95 \text{ ,кВт-г,}$$

Розрахунок витрат електроенергії насосною станцією II підйому

Споживання електроенергії НС-II та КНС змінюється впродовж доби в залежності від режиму роботи, який має бути максимально наближений до режиму водоспоживання.

Визначення добової потужності насосної станції II підйому

Години доби	$P\%$ для кгод. мах	$Q_i, \text{ м}^3/\text{Г}$	Кількість працюючих насосів n , шт.	Витрата одного насоса $Q_n = Q_i/n, \text{ м}^3/\text{Г}$	Потужність насоса за характеристикою N , кВт	$N \cdot n$, кВт
1	0,6	116,791	1	116,7912	250	250
0-1	0,6	116,791	1	116,7912	250	250
1-2	1,2	233,582	1	233,5824	270	270
2-3	2	389,304	1	389,304	290	290
3-4	3,5	681,282	1	681,282	295	295
4-5	3,5	681,282	1	681,282	295	295
5-6	4,5	875,934	1	875,934	300	300
6-7	10,2	1985,45	2	992,7252	310	620
7-8	8,8	1712,94	2	856,4688	300	600
8-9	6,5	1265,24	2	632,619	295	590
9-10	4,1	798,073	2	399,0366	280	560
10-11	4,1	798,073	2	399,0366	280	560
11-12	3,5	681,282	2	340,641	280	560
12-13	3,5	681,282	2	340,641	280	560
13-14	2	389,304	2	194,652	260	520
14-15	6,2	1206,84	2	603,4212	290	580
15-16	10,4	2024,38	2	1012,19	320	640
16-17	9,4	1829,73	2	914,8644	310	620
17-18	7,3	1420,96	2	710,4798	295	590
18-19	1,6	311,443	1	311,4432	280	280

19-20	1,6	311,443	1	311,4432	280	280
20-21	1	194,652	1	194,652	260	260
21-22	0,6	116,791	1	116,7912	250	250
22-23	0,6	116,791	1	116,7912	250	250
23-24	0,6	116,791	1	116,7912	250	250

$$\Sigma(N \cdot n) = 10270$$

Витрата за кожну годину доби:

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

Річна витрата активної електроенергії, що сплачується:

$$E^{HC-II} = \frac{\Sigma(N \cdot n) \cdot 365}{\eta_{дв}} \cdot k = \frac{10270 \cdot 365}{0,8} \cdot 1,05 = 4919971,9$$

Визначення вартості спожитої електроенергії

Вартість електроенергії водопровідних насосних станцій:

$$B_{ел} = C \cdot (E^{HC-I} + E^{HC-II}) = 8,4(2902198,95 + 4919971,9) = 65706235,14 \text{ , грн.}$$

C – тариф оплати за 1 кВт-год електроенергії та її розподіл, приймаємо $C = 8,40$ грн.

Розрахунок потреб реагентів

Річна потреба реагентів для очищення природних (знезараження стічних) вод визначаємо за плановою подачею води і середньою дозою реагентів:

$$P_p = D_{сер} * Q_p$$

Розрахунок потреб і вартості реагентів для очищення природних (зnezараження стічних) вод на 2025 р.

№ п/п	Реагенти	Одиниця	Доза реагенту	Обсяг виробництва подача води (очищення стічних вод), тис. м ³ /рік	Витрата реагенту, т	Вартість 1 т реагенту грн	Загальна вартість реагенту грн
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Al ₂ (SO ₄) ₃	мг/л	22	7104	322,91	30000	9687300
2	Хлор	г/м ³	6	7104	1184	55000	65120000
3	Хлор	г/м ³	2	7104	3552	55000	195360000

Всього:

270167300 грн

Вартість реагентів, грн/т: Al₂(SO₄)₃ – 30 000 грн.; хлор рідкий в балонах – 55 000 грн.

Розрахунок амортизаційних відрахувань на 2025 р.

№ п/п	Основні фонди	Вартість основних фондів В, грн	Строк корисного використання Т, років	Сума амортизаційних відрахувань А, грн
1	2	3	4	5
1	Водоприймальні споруди роздільного типу з НС-1, тис.грн	59530	15	3968,666
2	Насоси НС-1 з електродвигунами, 5 шт	-	5	-
3	Комплекс очисних споруд водопроводу, що включає реагентне господарство, НС-ІІ і устаткування, тис.грн	75700	15	5046,666
4	Відстійники,шт	3	15	
5	Фільтри,шт	8	15	
6	РЧВ залізобетонні, тис.грн	5964	15	397,6
7	Залізобетонна огорожа висотою 1,9 м, тис.грн	1651	5	330,2
8	Водоводи, тис.грн	2694,6	10	269,46
9	Мережі водопровідні сталеві, тис.грн	17748	10	1774,8

Продовження таблиці 53

10	Мережі водопровідні чавунні, тис.грн	56012	10	5601,2
11	Мережі водопровідні поліетиленові, тис.грн	1788	10	178,8

Всього: 17743258 грн

Розрахунок собівартості води

Для визначення собівартості подачі 1 м³ води, пропуску або очищення стоків складаємо зведений кошторис витрат за рік

Таблиця 54

Кошторис витрат на подачу води**(послуг водовідведення та очищення стічних вод), грн**

Стаття витрат	Кількість	Примітка
1	2	3
Заробітна плата робітників, ІТП і службовців	14375400	
Нарахування на заробітну плату (ЄСВ) в розмірі 22%	3162588	
Всього: 17537988		
грн		
Електроенергія	65706235,14	
Реагенти	270167300	
Амортизація	17743258	
Всього: 287910558		
грн		
Інші витрати	28791055,8	

Всього витрат: 316701613,8 грн

Розділ 5 Охорона водних ресурсів

Для дотримання санітарно-епідеміологічної безпеки джерел водопостачання на місці забору води створюється ЗСО - зона санітарної охорони проект якої узгоджують із місцевими органами влади, службами санітарного нагляду, охорони довкілля, водного господарства та геології місцевості. Охоплюють зони санітарної охорони для поверхневих джерел водопостачання спеціально визначену територію, яка включає саме джерело і частину басейну його живлення. У межах цієї території встановлюється спеціальний режим, покликаний забезпечити захист водопостачального джерела від забруднень і підтримання належного рівня санітарної якості води. Розробка проекту зони санітарної охорони є обов'язковою складовою будь-якого проекту проєктування водопостачання, оскільки його затвердження неможливе без наявності такого документу. Його створюють на основі детальних досліджень місцевості, зокрема санітарних і гідрогеологічних, які допомагають визначити джерело живлення обраного для використання водоймища та потенційні джерела його забруднення.

Межі першого поясу зони поверхневого джерела водопостачання, включно з водопідвідним каналом, повинні встановлюватися на таких відстанях від водозабору:

- для водотоків (річок, каналів):
 - вгору за течією — не менше 200 м;
 - вниз за течією — не менше 100 м;
 - вздовж берегової смуги, прилеглої до водозабору, — не менше 100 м від берегової лінії під час літньо-осінньої межені;
 - у напрямку протилежного берега: якщо ширина водотоку менше 100 м — уся акваторія та протилежний берег на відстані 50 м від урізу води (при літньо-осінній межені); якщо ширина водотоку понад 100 м — смуга акваторії шириною не менше 100 м;

- для водозаборів ковшового типу межі першого поясу включають всю акваторію ковша та прилеглу територію смугою щонайменше 100 м навколо нього.

Межі другого поясу зони водотоку визначаються таким чином:

- вгору за течією, включаючи притоки: з урахуванням швидкості руху води (усередненої за шириною і довжиною водотоку чи на окремих його ділянках) та часу проходження води від меж поясу до водозабору. При середньомісячній витраті води літньо-осінньої межені з ймовірністю 95 %, цей час має бути не менше 5 діб для кліматичних районів ІА, Б, У, Г і ПА та не менше 3 діб для інших районів;

- вниз за течією — не менше 250 м;

- бічні межі: від берегової лінії при літньо-осінній межені — для рівнинного рельєфу 500 м, для гористого місцевого рельєфу — до вершини першого схилу, зверненого до водотоку, але не більше ніж 750 м при пологому схилі або 1000 м при крутому схилі.

У разі наявності підпору або зворотнього потоку в річці межа другого поясу вниз за течією від водозаборів встановлюється залежно від гідрологічних та метеорологічних умов, за погодженням із органами санітарно-епідеміологічних служб.

Межі третього пояса зони поверхневих джерел водопостачання встановлюються вгору і вниз за течією чи водотоком в усіх напрямках по акваторії водойми аналогічно межам другого поясу. Бічні межі проходять по водорозділу, але не повинні перевищувати 3–5 км від водойми чи водотоку.

Список використаних джерел:

1. ДБН В.2.5-74:2013 Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – К.: Мінрегіон України, 2013. – 180 с.
2. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4-171-10)
3. Шевелев Ф.А., Шевелев А.Ф. Таблиці для гідравлічного розрахунку водопровідних труб. Довідковий посібник. М., Будвидав, 1984. – 116 с.
4. А.М.Тугай, В.О.Орлов, В.О.Шадура, С.Ю.Мартинов. Міські інженерні мережі та споруди. Підручник. – Київ: Укреліотех, 2010. – 256с.
5. Тугай А.М., Терновцев В.О., Тугай Я.А. Розрахунок і проектування споруд систем водопостачання: Навчальний посібник. – КНУБА, 2001. – 256с.
6. Хоружий П.Д., Хомутецька Т.П., Хоружий В.П. Ресурсозберігаючі технології водопостачання. – К: Аграрна наука, 2008 – 534 с.
7. Хоружий П.Д., Ткачук О.А. Водопровідні системи і споруди: Навч. посібник. – К.: Вища шк., 1993. – 230 с.: іл.
8. Насосні станції. Курсове проектування: Учбов. посібник/ Е.В. Залуцький, А.І. Петрухно. – К.: Вища шк., 1987. - С.53-60.
9. Тугай А.М., Тугай Я.А. Водопостачання. Джерела та водозабірні споруди. – К.: УДІМІБ, 1998. –192 с.
10. Водопостачання. Водопровідні очисні споруди: методичні вказівки та вихідні дані до курсового проекту / уклад.: Кушка О. М., Юрков Є. В., Балло В. П. – К.: КНУБА, 2014. – 56 с.
11. ДБН В.2.5-64:2012. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина 1. Проектування. - Київ: Мінрегіон України, 2013. – 113 с.
12. ДБН В.2.2-15-2005. Житлові будинки. Основні положення / Держбуд України. – К.: Державне підприємство «Укранхбудінформ», 2005. - 38с.
13. Система проектної документації для будівництва. Умовні зображення і позначки трубопроводів та їх елементів. ДСТУ Б А.2.4-1:2009. Чинний від 2010-01-01. / В.Єременко (науковий керівник); Ю. Чмельов (розроб.). — Офіц. вид. — К. : Мінрегіонбуд України, 2009. — 15 с.
14. Система проектної документації для будівництва. Умовні графічні зображення і позначки елементів санітарно-технічних систем. ДСТУ Б А.2.4-8:2009. Чинний від 2010-01-01. / В.Єременко (науковий керівник); Ю. Чмельов (розроб.). - Офіц. вид. - К. : Мінрегіонбуд України, 2009. - 34 с.

15. *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.
16. *Технологія будівельного виробництва : методичні вказівки до виконання курсової роботи* / уклад.: І.М. Уманець, В.В. Чепурний. – К.: КНУБА, 2018. – 28 с.
17. *Лубенець В.Г., Зельцер Р.Я., Титок В.В. Будівельні крани: посібник*. – К.: КНУБА, 2012. – 204 с.
18. *ДБН А.3.1-5-2016. Організація будівельного виробництва*. – [Чинний від 2016-01-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2016. – 34 с.
19. *ДБН А.3.2.-2-2009. Охорона праці та промислова безпека у будівництві*. – [Чинний від 2013-01-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2012. – 94 с.
20. *Гідравлічні та аеродинамічні машини, насосні і повітрорудні станції: методичні вказівки до виконання курсового проекту та контрольної роботи* / уклад.: А.М. Кравчук, О.А. Кравчук. – Київ: КНУБА, 2022. – 42 с.