

**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»

Проєктування системи водовідведення та очищення стічних вод для умовного
міста

Галузь знань:
19 «Архітектура та будівництво»
Спеціальність:
192 «Будівництво та цивільна інженерія»
Освітньо-професійна програма:
«Водопостачання та водовідведення»

IV курс, група _____
Здобувач: Мамонтов Данило
Андрійович

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Київ – 2025

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: інженерних систем та екології

Кафедра: водопостачання та водовідведення

Ступінь вищої освіти: бакалавр

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Спеціальність: 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Освітня програма: «Водопостачання та водовідведення»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Віктор ХОРУЖИЙ, д.т.н., проф.

_____ року

**ЗАВДАННЯ
НА ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»**

Здобувач Мамонтов Данило Андрійович

1. Тема кваліфікаційної роботи

Проектування системи водовідведення та очищення стічних вод для умовного міста

Керівник роботи Нечипор Оксана Михайлівна, кандидат технічних наук

затверджені наказом КНУБА № _____ від “__” _____ 202_ року

2. Термін подання здобувачем роботи _____

3. Вихідні дані: кількість населення 66100 осіб, норма водовідведення для 1 району – 280 л/доб 1 чол, для 2 району – 320 л/доб 1 чол, кліматичні та ґрунтові показники прирівняні до міста Ужгород, глибина залягання ґрунтових вод – 3,5 м, на території міста розташовані 3 підприємства: рибокомбінат, цементний завод та машинобудівний завод.

4. Перелік розділів основної частини кваліфікаційної роботи:

- P.1. Водовідведення населеного пункту
- P.2. Внутрішнє санітарно-технічне обладнання будівлі
- P.3. Технологічні процеси в будівництві
- P.4. Розрахунок собівартості води та послуг водовідведення
- P.5. Охорона праці та безпека навколишнього середовища

6. Графічний матеріал за розділами

P.1. Трасування побутової і дощових мереж. Повздовжній профіль колектора побутової і дощових мереж. Генеральний план каналізаційних очисних споруд М 1:1000, експлуатація споруд, умовні позначення. План руху стічних вод. Профіль руху циркуляційного активного мулу. Профіль руху надлишкового активного мулу.

P.2. План типового поверху буд. №5 М1:100. План підвалу М1:100. Генплан М1:1000. Повздовжній профіль внутрішньоквартальної господарчо-побутової каналізаційної мережі. Аксонометрична схема системи В1, В2, Т3, Т4, К1-1, К1-2, К2-1 М1:100. План горища М1:100. План покрівлі М1:100.

P.3. Схема розбивки будівлі на захватки та рух кранів від час монтажу; схеми монтажу колон, перегородок, лотків, стінових панелей

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	Перевірів	
		дата	підпис
Розділ 1			
Розділ 2			
Розділ 3			
Розділ 4			
Розділ 5			

9. Дата видачі завдання _____ 2025 року

Зав. кафедри _____ Віктор ХОРУЖИЙ
(підпис)

Керівник _____ Оксана НЕЧИПОР
(підпис)

Здобувач _____ Данило МАМОНТОВ
(підпис)

РЕЗЮМЕ (SUMMARY) до атестаційної випускної роботи здобувача:	(ПІБ здобувача українською та англійською) <i>Мамонтов Данило Андрійович</i> <i>Mamontov Danylo</i>		
ЗВО	Київський національний університет будівництва і архітектури		
Тема (українською та англійською)	Проектування системи водовідведення та очищення стічних вод для умовного міста Design of a wastewater sewerage and treatment system for a hypothetical city		
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			
Обсяг роботи:	пояснювальна записка, стор.	розділів	креслень формату А1
		5	6
Розділ 1			
Розділ 2			
Розділ 3			
Розділ 4			
Розділ 5			
Висновки по роботі:			
Ключові слова:			
Keywords:			

Здобувач _____
(підпис)

_____ (власне ім'я та прізвище)

Керівник _____
(підпис)

_____ (власне ім'я та прізвище)

“ ___ ” _____ 202_ р.

Зміст

Вступ.....	8
Розділ 1 Водовідведення населеного пункту.....	9
1.1. Водовідведення населеного пункту.....	9
1.2. Мережі водовідведення	18
1.3. Очисні споруди водовідведення	24
1.4. Каналізаційна насосна станція.....	50
Розділ 2 Внутрішнє санітарно-технічне обладнання будівлі.....	54
Розділ 3 Технологічні процеси в будівництві	65
Розділ 4 Розрахунок собівартості води та послуг водовідведення	88
Розділ 5 Охорона праці на безпека навколишнього середовища	96
Висновок.....	100
Список використаних джерел	101

Вступ

Раціональне використання водних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки є одними з найважливіших завдань сучасного урбанізованого суспільства. Стан систем водовідведення безпосередньо впливає на якість довкілля, санітарно-епідеміологічне благополуччя населення, а також на функціонування промислових і комунальних об'єктів.

З огляду на зростання кількості населення, урбанізацію та зношеність існуючих мереж, виникає необхідність у розробці нових, ефективних і надійних інженерних рішень у сфері водовідведення та очищення стічних вод. Особливої актуальності набуває впровадження сучасних технологій, які дозволяють забезпечити очищення стоків до нормативного рівня з урахуванням європейських вимог і стандартів.

В межах даного дипломного проєкту виконано проєктування системи водовідведення та очисних споруд для умовного міста. У процесі розробки враховано специфіку рельєфу території, демографічні дані, розподіл навантажень між побутовими, дощовими та виробничими стоками, а також санітарно-гігієнічні та екологічні вимоги.

Метою проєкту є створення ефективної, екологічно безпечної та економічно обґрунтованої інженерної системи, здатної забезпечити надійне відведення й очищення стічних вод із дотриманням чинного законодавства та нормативів.

Розділ 1 Водовідведення населеного пункту

1.1. Водовідведення населеного пункту

Таблиця 1.1. Вихідні дані для проектування мереж водовідведення населеного пункту

Показник	I район	II район
Щільність населення n , чол./га	290	345
Норма водовідведення q , л/доб 1 чол.	280	320
Кліматичні та ґрунтові показники прирівняні до міста	Ужгород	Ужгород
Глибина залягання ґрунтових вод, м	3,5	3,5
Коефіцієнт β	0,86	0,8
Розбивка території кварталу за родом поверхні, %		
Криши, асфальт	31	31
Брущатка	4	4
Булижна мостова	6	6
Щебенева покриття	6	6
Гравійні доріжки	7	7
Ґрунтові поверхні	26	26
Газони	20	20

Таблиця 1.2. Вихідні дані по промислових підприємствах

№	Підприємство	Кількість змін	Кількість продукції			Питома водовідведення на одиницю продукції	К	Кількість робітників		% робітників у гарячих цехах
			Одиниця	За добу	За макс. зміну			За добу	За макс. зміну	
1	Рибокомбінат	3	т	50	20	14	1,4	200	80	40
2	Цементний завод	3	т	1400	600	0,8	1,5	1000	400	30
3	Машинобуд завод	3	шт	300	110	3	1,4	800	300	20



Рис.1.1. Трасування побутової водовідвідної мережі

Таблиця 1.3. Визначення площ житлових кварталів

Номер району	Номер кварталу	Розміри кварталів, м	Площа кварталів f, га	Номер району	Номер кварталу	Розміри кварталів, м	Площа кварталів f, га
1	2	3	4				
I	1	280x200	5,6	II	26	280x270	7,56
	2	280x100	2,8		27	280x200	5,6
	3	280x100	2,8		28	280x200	5,6
	4	280x270	7,56		29	280x100	2,8
	5	280x270	7,56		30	280x100	2,8
	6	280x200	5,6		31	280x270	7,56
	7	280x200	5,6		32	280x270	7,56
	8	280x100	2,8		33	280x270	7,56
	9	280x270	7,56		34	280x200	5,6
	10	280x270	7,56		35	280x200	5,6
	11	280x200	5,6		36	280x100	2,8
	12	280x200	5,6		37	280x270	7,56
	13	280x100	2,8		38	280x200	5,6
	14	280x100	2,8		39	280x200	5,6
	15	280x270	7,56		40	280x100	2,8
	16	280x270	7,56		41	280x100	2,8
	17	280x200	5,6		42	280x270	7,56
	18	280x200	5,6		43	280x100	2,8
	19	280x270	7,56		44	280x100	2,8
	20	280x270	7,56		45	280x270	7,56
	21	280x270	7,56			Σ F_{II} = 106,12	
	22	280x200	5,6				
	23	280x200	5,6				
	24	280x270	7,56				
	25	280x270	7,56				
			Σ F_I = 147,6				
							Σ F = 253,7

1.1.1. Визначення розрахункових витрат

Розрахункова кількість населення міста:

$$N = \Sigma F_i * n * \beta$$

Середня добова витрата побутових стічних вод:

$$q_{mid h}^w = \frac{Q_d^w}{24}$$

Середня секундна витрата побутових стічних вод:

$$q_{mid s}^w = \frac{q_{mid h}^w 1000}{3600} = \frac{q_{mid h}^w}{3,6}$$

Максимальна година витрата побутових стічних вод:

$$q_{max h}^w = K_{gen.max} * q_{mid h}^w$$

Максимальна секундна витрата побутових стічних вод:

$$q_{max s}^w = K_{gen.max} * q_{mid s}^w$$

Результати розрахунків зводимо у таблицю 1.4.

Таблиця 1.4. Розрахунок витрат стічних вод від населення міста

№ району	К-сть населення, чол	Норма водовідведення q л/добу на 1 чол	Добова витрата м3/добу.	К	Годинні витрати, м3/год		Секундні витрати, л/с	
					Серед	Макс	Серед	Макс
1	36811	280	10307,08	1,6	429,46	687,14	119,29	190,87
2	29289	320	9372,48	1,6	390,52	624,83	108,48	173,56
Всього:	66100,00	-	19679,56	-	819,98	1311,97	227,77	364,44

1.1.1.1. Витрати стічних вод від промислових підприємств

Сума виробничих, побутових та душових стічних вод являє собою витрату стічних вод від промислового підприємства.

Добова витрата стічних вод промислових підприємств:

$$Q_d^{p.p.} = Q_d^p + Q_d, \text{ м}^3/\text{доб}$$

Середня годинна витрата:

$$q_{mid h}^{p.p.} = q_{mid h}^p + q_{mid h}, \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

Середня секундна витрата:

$$q_{mid s}^{p.p.} = q_{mid s}^p + q_{mid s}, \text{ л/с}$$

Максимальна годинна витрата:

$$q_{max h}^{p.p.} = q_{max h}^p + q_{max h}, \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

Максимальна секундна витрата:

$$q_{max s}^{p.p.} = q_{max s}^p + q_{max s}, \text{ л/с}$$

Результати розрахунків зводимо до таблиці 1.5.

1.1.1.2. Витрати технологічних стічних вод

Добова витрата технологічних стічних вод від підприємства:

$$Q_d^p = M \cdot q_{\text{пит}}, \text{ м}^3/\text{год}$$

Витрата технологічних стічних вод за зміну:

$$Q_{\text{змін}}^p = \frac{Q_d^p}{n} \text{ м}^3/\text{змін}$$

Витрата технологічних стічних вод за годину:

$$q_{\text{mid h}}^p = \frac{Q_d^p}{T}$$

Максимальна годинна витрата технологічних стічних вод:

$$q_{\text{max h}}^p = K * q_{\text{mid h}}^p, \text{ м}^3/\text{год}$$

Середня секундна витрата технологічних стічних вод:

$$q_{\text{mid s}}^p = \frac{q_{\text{mid h}}^p}{3,6}$$

Максимальна секундна витрата технологічних стічних вод:

$$q_{\text{max s}}^p = \frac{q_{\text{max h}}^p}{3,6}$$

Результати розрахунків зводимо до таблиці 1.5.

Таблиця 1.5. Витрати стічних вод промислових об'єктів

Добова витрата технологічних стічних вод від підприємства			Витрата технологічних стічних вод за зміну		
Q 1	700	м3/добу	Q 1	233,33	м3/змін
Q 2	1120	м3/добу	Q 2	373,33	м3/змін
Q 3	900	м3/добу	Q 3	300	м3/змін
Витрата за годину			Максимально годинна витрата		
Q 1	29,167	м3/год	Q 1	40,833	м3/год
Q 2	46,667	м3/год	Q 2	70	м3/год
Q 3	37,5	м3/год	Q 3	52,5	м3/год
Середньо секундна витрата			Середньо секундна витрата		
Q 1	8,10	м3/с	Q 1	11,34	м3/с
Q 2	12,96	м3/с	Q 2	19,44	м3/с
Q 3	10,42	м3/с	Q 3	14,58	м3/с

1.1.1.3. Витрати побутових стічних вод

Добові витрати побутових стічних вод:

$$Q_d = \frac{25N'_x + 45N'_Г}{1000}$$

Розрахункові витрати за зміну визначають по максимальній зміні з максимальним числом робітників:

$$Q_{\text{змін}} = \frac{45N'_Г + 25N'_x}{1000}$$

Середня годинна витрата побутових стічних вод:

$$q_{\text{mid h}} = \frac{Q_{\text{змін}}}{T}$$

Максимальна годинна витрата побутових стічних вод:

$$q_{\text{max h}} = \frac{1}{T} \left(\frac{45 \cdot N'_Г \cdot 2,5 + 25 \cdot N'_x \cdot 3}{1000} \right)$$

Середня секундна витрата побутових стічних вод:

$$q_{\text{mid s}} = \frac{q_{\text{mid h}}}{3,6}$$

Максимальна секундна витрата побутових стічних вод:

$$q_{\text{max s}} = q_{\text{mid s}} = \frac{q_{\text{max h}}}{3,6}$$

Результати розрахунків зводимо до таблиці 1.6.

Таблиця 1.6. Витрати побутових стічних вод

Добові витрати побутових стічних вод			Витрата побутових стічних вод за зміну		
Q 1	6,6	м3/добу	Q 1	2,64	м3/зміну
Q 2	31	м3/добу	Q 2	12,4	м3/зміну
Q 3	23,2	м3/добу	Q 3	12,6	м3/зміну
Витрата за годину			Максимально годинна витрата		
Q 1	0,33	м3/год	Q 1	0,90	м3/год
Q 2	1,55	м3/год	Q 2	4,31	м3/год
Q 3	1,58	м3/год	Q 3	3,09	м3/год
Середньо секундна витрата			Середньо секундна витрата		
Q 1	0,09	м3/с	Q 1	0,25	м3/с
Q 2	0,43	м3/с	Q 2	1,20	м3/с
Q 3	0,44	м3/с	Q 3	0,86	м3/с

1.1.1.4. Витрати стічних вод від душових

Кількість душових сіток:

$$n_c = \frac{N}{n_0}$$

Годинні витрати стічних вод від душових:

$$q_{\max h}^d = \frac{0,5 \cdot n_c \cdot 45}{60}$$

Секундні витрати стічних вод від душових:

$$q_{\max s}^d = \frac{500 \cdot n_c \cdot 45}{60 \cdot 2700}$$

Добові витрату стічних вод від душових:

$$Q_d^d = q_{\max h}^d \cdot n$$

Результати розрахунків зводимо до таблиці 1.7.

Таблиця 1.7. Витрати стічних вод від душових

Кількість душових сіток					
	1	пс	8	шт	
	2	пс	40	шт	
	3	пс	30	шт	
Годинні витрати стічних вод від душових			Секундні витрати стічних вод від душових		
q(max h)=	3	м3/год	q(max s)=	1,11	л/с
q(max h)=	15	м3/год	q(max s)=	5,56	л/с
q(max h)=	11,25	м3/год	q(max s)=	4,17	л/с
Добові витрати стічних вод від душових					
	1	Q(d)=	9	м3/доб	
	2	Q(d)=	45	м3/доб	
	3	Q(d)=	33,75	м3/доб	

Таблиця 1.8. Сумарні витрати стічних вод промислових підприємств

№	Назва підприємства	Витрати стічних вод																	
		Технологічні						Побутові+душові						Сумарні					
		Добові м3/добу	У макс зміну м3/зміну	Годинні, м3/год		Секундні л/с		Добові м3/добу	У макс зміну м3/зміну	Годинні, м3/год		Секундні л/с		Добові м3/добу	У макс зміну м3/зміну	Годинні, м3/год		Секундні л/с	
				Сер.	Макс.	Сер.	Макс.			Сер.	Макс.	Сер.	Макс.			Сер.	Макс.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	Рибокомбіна Т	700,00	233,33	29,17	40,83	8,10	11,34	15,60	5,64	3,00	3,90	1,20	1,36	715,60	238,97	32,17	44,73	9,30	12,70
2	Цементниц завод	1120,00	373,33	46,67	70,00	12,96	19,44	76,00	27,40	15,00	19,31	5,99	6,75	1196,00	400,73	61,67	89,31	18,95	26,20
3	Машиннобуд. завод	900,00	300,00	37,50	52,50	10,42	14,58	56,95	23,85	11,25	14,34	4,60	5,03	956,95	323,85	48,75	66,84	15,02	19,61
Всього		2720,00	906,67	113,33	163,33	31,48	45,37	148,55	56,89	29,25	37,56	11,79	13,14	2868,55	963,56	142,58	200,89	43,27	58,51

Таблиця 1.9. Кількість стічних вод міста

№ п/п	Вид водовідведення	Добові м3/добу	Витрати			
			Годинні, м3/год		Секундні л/с	
			Середні	Максимальні	Середні	Максимальні
1	2	3	4	5	6	7
1	Від населення міста	19679,722	819,99	1311,98	227,775	364,439
2	Від підприємства	2868,55	142,58	200,89	43,27	58,51
Разом:		22548,272	962,572	1512,87	271,049	422,95

1.1.1.5. Визначення розрахункових витрат побутових стічних вод на ділянках повної роздільної мережі водовідведення

Модуль стоку:

$$q_0 = \frac{n \cdot q}{86400} \cdot \beta$$

$$q_{01} = \frac{290 \cdot 280}{86400} \cdot 0,86 = 0,808 \text{ л/(с * га)},$$

$$q_{02} = \frac{345 \cdot 320}{86400} \cdot 0,8 = 1,02 \text{ л/(с * га)}.$$

Середні секундні витрати від житлових кварталів:

$$q_{mids} = F \cdot q_0$$

Таблиця 1.10. Розрахунок площ і середніх секундних витрат побутових стічних вод з кварталів міста (І район)

Номер району	Номер кварталу	Розміри кварталів, м	Площа кварталів f, га	Модуль стоку q ₀ , л/(с*га)	Середня секундна витрата кварталу q _{mids} , л/с
I	1	280x200	5,6	0,808	4,52
	2	280x100	2,8	0,808	2,26
	3	280x100	2,8	0,808	2,26
	4	280x270	7,56	0,808	6,11
	5	280x270	7,56	0,808	6,11
	6	280x200	5,6	0,808	4,52
	7	280x200	5,6	0,808	4,52
	8	280x100	2,8	0,808	2,26
	9	280x270	7,56	0,808	6,11
	10	280x270	7,56	0,808	6,11
	11	280x200	5,6	0,808	4,52
	12	280x200	5,6	0,808	4,52
	13	280x100	2,8	0,808	2,26
	14	280x100	2,8	0,808	2,26
	15	280x270	7,56	0,808	6,11
	16	280x270	7,56	0,808	6,11
	17	280x200	5,6	0,808	4,52
	18	280x200	5,6	0,808	4,52
	19	280x270	7,56	0,808	6,11
	20	280x270	7,56	0,808	6,11
	21	280x270	7,56	0,808	6,11
	22	280x200	5,6	0,808	4,52
	23	280x200	5,6	0,808	4,52
	24	280x270	7,56	0,808	6,11
	25	280x270	7,56	0,808	6,11
			Σ F_I = 147,6		q_{mids1} = 119,23

Таблиця 1.11. Розрахунок площ і середніх секундних витрат побутових стічних вод з кварталів міста (II район)

Номер району	Номер кварталу	Розміри кварталів, м	Площа кварталів f, га	Модуль стоку q_0 , л/(схга)	Середня секундна витрата кварталу q_{mids} , л/с
1	2	3	4	5	6
II	26	280x270	7,56	1,02	7,71
	27	280x200	5,6	1,02	5,71
	28	280x200	5,6	1,02	5,71
	29	280x100	2,8	1,02	2,86
	30	280x100	2,8	1,02	2,86
	31	280x270	7,56	1,02	7,71
	32	280x270	7,56	1,02	7,71
	33	280x270	7,56	1,02	7,71
	34	280x200	5,6	1,02	5,71
	35	280x200	5,6	1,02	5,71
	36	280x100	2,8	1,02	2,86
	37	280x270	7,56	1,02	7,71
	38	280x200	5,6	1,02	5,71
	39	280x200	5,6	1,02	5,71
	40	280x100	2,8	1,02	2,86
	41	280x100	2,8	1,02	2,86
	42	280x270	7,56	1,02	7,71
	43	280x100	2,8	1,02	2,86
	44	280x100	2,8	1,02	2,86
	45	280x270	7,56	1,02	7,71
			$\Sigma F_{II} = 106,12$		$q_{mids2} = 108,24$
			$\Sigma F = 253,7$		$q_{mids} = 227,47$

1.2. Мережі водовідведення

1.2.1. Визначення витрат побутових стічних вод для розрахункових ділянок прилеглих колекторів

Середня секундна витрата побутових стічних вод від населення міста:

$$q_{mids} = q_n + q_{тр} + q_6$$

При розрахунку витрат на окремих ділянках мережі розрахункового колектора необхідно додатково враховувати величину зосередженої витрати $q_{зос}$, яка надходить до відповідних ділянок від промислових підприємств, районних насосних станцій та інших крупних споживачів.

$$q_{cit} = q_{max s} + \sum q_{зос}$$

Таблиця 1.12. Розрахункові витрати для ділянок головного колектора та окремих прилеглих колекторів побутової мережі

№ Ділянок	Середні секундні витрати, л/с				Загальний коефіцієнт нерівномірності $K_{gen\ max}$	Максимальна витрата $q_{max\ s}$, л/с	Зосередження витратна $q_{зос}$, л/с	Розрахункова витрата q_{cit} , л/с	Примітка
	Прилегла q	Бокова q	Транзитна q	Сума $q_{mid\ s}$					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Головний колектор побутової мережі									
1.-2	4,52			4,52	2,5	11,3		11,3	
2.-3			4,52	4,52	2,5	11,3		11,3	
3.-4		2,26	4,52	6,78	2,36	16,01		16,01	
4.-5		2,26	6,78	9,04	2,18	19,72		19,72	
5.-6		6,11	9,04	15,15	2	30,31		30,31	
6.-7			15,15	15,15	2	30,31		30,31	
7.-8	6,11	23,53	15,15	44,79	1,73	77,49		77,49	
8.-9	6,11	25,79	44,79	76,69	1,65	126,54		126,54	
9.-10	6,11	15,16	76,69	97,96	1,6	156,73		156,73	
10.-11	7,71	21,27	97,96	126,93	1,59	201,83		201,83	
11.-12		32,56	126,93	159,49	1,59	253,59		253,59	
12.-13		29,70	159,49	189,20	1,58	298,93	12,69	311,62	
13.-14		24,85	189,20	214,04	1,57	336,05	38,827	374,87	
14-НС		13,42	214,04	227,47	1,57	357,12	63,624	420,74	
Прилеглий колектор побутової мережі									
15-16	6,11			6,11	2,41	14,73		14,73	
16-17			6,11	6,11	2,41	14,73		14,73	
17-18		4,52	6,11	10,63	2,09	22,22		22,22	
18-19		4,52	10,63	15,15	2	30,30		30,30	
19-20		2,26	15,15	17,41	1,95	33,95		33,95	
20.-7		6,11	17,41	23,52	1,88	44,22		44,22	

Таблиця 1.13. Гідравлічний розрахунок окремих прилеглих колекторів водопровідної мережі

Номер ділянок	Довжина l, м	Розрахункова витрата q _{фит} , л/с	Діаметр d, мм	Ухил		Наповнення h/d	Висота h, м	Швидкість V, м/с	Падіння і _р × l, м	Відмітки, м								Глибина закладання лотка труби в м	
				Землі і _з	Труби і _р					Поверхні землі		Поверхні води		Лотка труби		Шелиги труби		На початку	В кінці
										На початку	В кінці	На початку	В кінці	На початку	В кінці	На початку	В кінці		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Головний колектор побутової мережі 1 -...																			
1.-2	290	11,3	200	0,00068	0,005	0,51	0,102	0,7	1,45	203,3	203,1	201,47	200,02	201,37	199,92	201,57	200,12	1,93	3,18
2.-3	180	11,3	200	0,002	0,005	0,51	0,102	0,7	0,9	203,1	202,6	200,02	199,12	199,918	199,018	200,118	199,218	3,18	3,58
3.-4	170	16,01	250	0,004	0,0045	0,45	0,113	0,73	0,77	202,6	201,9	199,12	198,36	199,01	198,24	199,26	198,49	3,59	3,66
4.-5	340	19,72	250	0,007	0,0055	0,48	0,12	0,83	1,87	201,9	199,5	198,36	196,49	198,24	196,37	198,49	196,62	3,66	3,13
5.-6	360	30,31	300	0,006	0,0045	0,5	0,15	0,85	1,62	199,5	197	196,49	194,87	196,34	194,72	196,64	195,02	3,16	2,29
6.-7	370	30,31	300	0,001	0,0045	0,5	0,15	0,85	1,67	197	196,6	194,87	193,20	194,72	193,05	195,02	193,35	2,29	3,55
7.-8	360	77,49	400	0,0008	0,003	0,63	0,25	0,92	1,08	196,6	196,3	193,20	192,12	192,95	191,868	193,35	192,268	3,65	4,43
8.-9	340	126,54	500	0,0005	0,0025	0,62	0,31	0,98	0,85	196,3	196,1	192,12	191,27	191,81	190,96	192,31	191,46	4,49	5,14
9.-10	350	156,73	500	0,0008	0,0025	0,73	0,37	1,01	0,88	196,1	195,8	191,27	190,395	190,91	190,03	191,41	190,53	5,19	5,77
10.-11	350	201,83	600	0,001	0,0025	0,62	0,37	1,10	0,88	195,8	195,4	190,395	189,52	190,02	189,15	190,62	189,75	5,78	6,25
11.-12	360	253,59	600	0,0009	0,0025	0,72	0,432	1,15	0,90	195,4	195,05	189,52	188,62	189,088	188,19	189,688	188,79	6,31	6,86
12.-13	360	311,62	800	0,0004	0,002	0,53	0,42	1,15	0,72	195,05	194,9	188,62	187,90	188,20	187,48	189,00	188,28	6,85	7,42
13.-14	370	374,87	800	0,0008	0,002	0,6	0,48	1,18	0,74	194,9	194,6	187,9	187,16	187,42	186,68	188,22	187,48	7,48	7,92
14-НС	350	420,74	800	0,0017	0,0019	0,66	0,528	1,19	0,665	194,6	194	187,16	186,495	186,632	185,967	187,432	186,767	7,97	8,03
Прилеглий колектор побутової мережі																			
15-16	290	14,73	200	0,002	0,006	0,56	0,112	0,79	1,74	205,8	205,2	204,16	202,42	204,05	202,31	204,25	202,51	1,75	2,89
16-17	260	14,73	200	0,005	0,006	0,56	0,112	0,79	1,56	205,2	203,8	202,42	200,86	202,31	200,75	202,51	200,95	2,89	3,05
17-18	270	22,22	250	0,002	0,0055	0,52	0,13	0,86	1,49	203,8	203	200,86	199,38	200,73	199,25	200,98	199,50	3,07	3,75
18-19	340	30,30	250	0,003	0,0055	0,63	0,16	0,92	1,87	203	201,8	199,38	197,51	199,22	197,35	199,47	197,60	3,78	4,45
19-20	340	33,95	300	0,007	0,0055	0,50	0,15	0,95	1,87	201,8	199,2	197,51	195,64	197,36	195,49	197,66	195,79	4,44	3,71
20.-7	380	44,22	350	0,006	0,005	0,47	0,16	0,98	1,9	199,2	196,6	195,64	193,74	195,47	193,57	195,82	193,92	3,73	3,03

1.2.2. Проектування дощової мережі

1.2.2.1 Визначення розрахункових витрат на ділянках водостоків



Рис.1.2. Трасування дощової мережі водовідведення

Таблиця 1.14. Визначення площі стоку кожної ділянки мережі

1-2	$F1= 270 \times 370 / 10000 = 9,99$
2-3	$F2= 540 \times 370 / 10000 = 19,98$
3-4	$F3= 710 \times 370 / 10000 = 26,27$
4-5	$F4= 880 \times 370 / 10000 = 32,56$
5-6	$F5= 1210 \times 300 / 10000 = 44,77$
6-7	$F6= 1600 \times 370 / 10000 = 59,2$
7-8	$F7= 59,2$
8-9	$F8= 128,35$
9-10	$F9= 196,25$
Прилеглий К2	
11-12	$F1= 350 \times 340 / 10000 = 11,9$
12-13	$F2= 600 \times 340 / 10000 = 20,4$
13-14	$F3= 880 \times 340 / 10000 = 29,92$
14-15	$F4= 1050 \times 340 / 10000 = 35,7$
15-16	$F5= 1220 \times 340 / 10000 = 41,48$
16-17	$F6= 1560 \times 340 / 10000 = 53,04$
17-9	$F6= 1940 \times 340 / 10000 = 65,04$

Розрахункові витрати дощових вод:

$$q_r = \frac{z_{mid} \cdot A^{1,2} \cdot F}{t_r^{1,2n-0,1}} \cdot \eta m$$

де z_{mid} – середня величина коефіцієнта, який характеризує поверхню басейна стоку [1].

Таблиця 1.15. Гідравлічний розрахунок колекторів дощової мережі

Номер ділянок	Довжина L, м	Площа стоку F, Га	V _н , м/с	t(p)	t(r)	g(r)	Z mid	β	η	q (cal)	Ухил		d, мм	Наповнення h/d	Висота h, м	Швидкість V, м/с	Падіння i _{пр} , ‰	Відмітки, м						Глибина закладання лотка труби в м			
											Землі i _з	Труби i _т						Поверхні землі		Лотка труби		Шелги труби					
																		На початку	В кінці	На початку	В кінці	На початку	В кінці			На початку	В кінці
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26		
1.-2	260	9,99	1,7	2,60	13,60	532,48	0,128	0,65	1	346,11	0,007	0,007	600	1	0,6	1,8	1,82	205,7	203,8	204,1	202,28	204,7	202,88	1,6	1,52		
2.-3	280	19,98	1,6	2,98	16,58	919,93				597,96	0,002	0,003	800		0,8	1,5	0,84	203,8	203,1	202,08	201,24	202,88	202,04	202,88	202,04	1,72	1,86
3.-4	170	26,27	1,6	1,81	18,38	1120,41				728,27	0,003	0,003	800		0,8	1,5	0,51	203,1	202,5	201,24	200,73	202,04	201,53	201,53	1,86	1,77	
4.-5	160	32,56	1,8	1,51	19,89	1309,82				851,38	0,004	0,004	1000		1	1,8	0,64	202,5	201,8	200,53	199,89	201,53	200,89	200,89	1,97	1,91	
5.-6	330	44,77	2,3	2,44	22,33	1653,27				1074,63	0,006	0,006	1000		1	2,3	1,98	201,8	199,5	199,89	197,91	200,89	198,91	198,91	1,91	1,59	
6.-7	390	59,2	2,5	2,65	24,98	2011,94				1307,76	0,007	0,007	1000		1	2,58	2,73	199,5	196,5	197,91	195,18	198,91	196,18	196,18	1,59	1,32	
7.-8	360	59,2	1,7	3,60	28,58	1821,18				1183,77	0,001	0,003	1000		1	1,78	1,08	196,5	196,1	195,18	194,1	196,18	195,1	194,48	1,32	2	
8.-9	310	128,35	1,8	2,93	31,51	3673,56				2387,81	0,0009	0,002	1400		1,4	1,81	0,62	196,1	195,8	193,7	193,08	195,1	194,48	194,48	2,4	2,72	
9.-10	200	196,25	3,0	1,13	32,64	5471,99				3556,79	0,006	0,006	1400		1,4	3,1	1,2	195,8	193,8	193,08	191,88	194,48	193,28	193,28	2,72	1,92	
Прилеглий колектор																											
11.-12	320	11,9	1,4	3,89	14,89	593,27	0,128	0,65	1	385,63	0,004	0,004	600	1	0,6	1,45	1,28	205,8	204,6	204,2	202,92	204,8	203,52	1,6	1,68		
12.-13	260	20,4	1,5	2,95	17,83	889,80				578,37	0,003	0,003	800		0,8	1,5	0,78	204,6	203,7	202,72	201,94	203,52	202,74	202,74	1,88	1,76	
13.-14	280	29,92	1,6	2,98	20,81	1164,22				756,75	0,003	0,0035	800		0,8	1,66	0,98	203,7	202,8	201,94	200,96	202,74	201,76	201,76	1,76	1,84	
14.-15	180	35,7	1,7	1,80	22,61	1306,41				849,17	0,003	0,003	1000		1	1,69	0,54	202,8	202,2	200,76	200,22	201,76	201,22	201,22	2,04	1,98	
15.-16	170	41,48	2,2	1,31	23,92	1455,79				946,26	0,006	0,006	1000		1	2,2	1,02	202,2	201,1	200,22	199,2	201,22	200,2	200,2	1,98	1,9	
16.-17	340	53,04	2,3	2,51	26,43	1728,85				1123,75	0,006	0,006	1000		1	2,3	2,04	201,1	199	199,2	197,16	200,2	198,16	198,16	1,9	1,84	
17.-9	420	65,96	2,7	2,64	29,08	2003,52				1302,29	0,008	0,008	1000		1	2,7	3,36	199	195,8	197,16	193,8	198,16	194,8	194,8	1,84	2	

1.3. Очисні споруди водовідведення

Таблиця 1.16. Вихідні дані до проектування

Населення	$Q_I =$	31	тис. м ³ /доб
	$Q_{II} =$	50	тис. м ³ /доб
	$q_{01} =$	165	л/ос·доб
	$q_{02} =$	215	л/ос·доб
Підприємства	$Q_1 =$	5400	м ³ /доб
	$Q_2 =$	6200	м ³ /доб
	$Q_3 =$	8100	м ³ /доб
	$C_1 =$	230	г/м ³
	$C_2 =$	510	г/м ³
	$C_3 =$	255	г/м ³
	$L_1 =$	280	г/м ³
	$L_2 =$	450	г/м ³
	$L_3 =$	420	г/м ³

1.3.1. Визначення розрахункових витрат і концентрацій забруднень стічних вод

- Витрати господарсько-побутових стічних вод від населення міста
 - Добова:

$$Q_d^w = \frac{N_p \times q_0}{1000}$$

- Середня годинна:

$$q_{mid h}^w = \frac{Q_d^w}{24} = \frac{81000}{24} = 3375 \text{ м}^3/\text{год}$$

- Середня секундна:

$$q_{mid s}^w = \frac{q_{mid h}^w \times 1000}{3600} = \frac{3375 \times 1000}{3600} = 937,5 \text{ л/с}$$

- Максимальна годинна:

$$q_{max h}^w = K_{gen max} * q_{mid h}^w = 1,47 * 3375 = 4961,25 \text{ м}^3/\text{год}$$

- Максимальна секундна:

$$q_{max s}^w = K_{gen max} * q_{mid s}^w = 1377,39 \text{ л/с}$$

- Мінімальна годинна:

$$q_{min h}^w = K_{gen min} * q_{mid h}^w = 0,68 * 3375 = 2295 \text{ м}^3/\text{год}$$

- Мінімальна секундна:

$$q_{min s}^w = K_{gen min} * q_{mid s}^w = 0,68 * 937,5 = 637,5 \text{ м}^3/\text{год}$$

Таблиця 1.17. Загальні коефіцієнти нерівномірності припливу стічних вод у населених пунктах [1]

Загальний коефіцієнт нерівномірності припливу стічних вод	Середня витрата стічних вод, л/с								
	5	10	20	50	100	300	500	1000	5000 і більше
Максимальний $K_{gen,max}$	2,50	2,10	1,90	1,70	1,60	1,55	1,50	1,47	1,44
Мінімальний $K_{gen,min}$	0,38	0,45	0,50	0,55	0,59	0,62	0,66	0,69	0,71

- Витрати стічних вод промислових об'єктів

- Середні годинні:

$$q_{mid h}^P = \frac{1}{T} * Q_d^P$$

$$q_{mid h}^P = \frac{1}{24} \times 5400 = 225 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$q_{mid h}^P = \frac{1}{24} \times 6200 = 258,3 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$q_{mid h}^P = \frac{1}{24} \times 8100 = 337,5 \text{ м}^3/\text{год}$$

- Максимальні годинні:

$$q_{max h}^P = K_h * q_{mid h}^P$$

$$q_{max h}^P = 1,25 * 225 = 281,25 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$q_{max h}^P = 1,25 * 258,3 = 322,916 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$q_{max h}^P = 1,25 * 337,5 = 421,875 \text{ м}^3/\text{год}$$

- Середні секундні:

$$q_{mid s}^P = \frac{q_{mid h}^P \times 1000}{3600}$$

$$q_{mid s}^P = \frac{225 \times 1000}{3600} = 62,5 \text{ л/с}$$

$$q_{mid s}^P = \frac{258,3 \times 1000}{3600} = 71,75 \text{ л/с}$$

$$q_{mid s}^P = \frac{337,5 \times 1000}{3600} = 93,75 \text{ л/с}$$

- Максимальні секундні:

$$q_{max s}^P = \frac{q_{max h}^P \times 1000}{3600}$$

$$q_{max s}^P = \frac{281,25 \times 1000}{3600} = 78,125 \text{ л/с}$$

$$q_{max s}^P = \frac{322,91 \times 1000}{3600} = 89,699 \text{ л/с}$$

$$q_{max s}^P = \frac{421,875 \times 1000}{3600} = 117,19 \text{ л/с}$$

Результати розрахунків зводимо до таблиці 1.18.

Таблиця 1.18. Сумарні витрати стічних вод

Джерела утворення стічних вод	Добова витрата, м ³ /добу	Годинні витрати, м ³ /год		Секундні витрати, л/с	
		Сер.	Макс.	Сер.	Макс.
Населення	81000,00	3375,0000	4961,2500	937,5000	1378,1250
Промисловість	19700,00	820,8333	1026,0417	228,0093	285,0116
Разом	100700,00	4195,83	5987,29	1165,51	1663,14

Кількість мешканців в кожному районі:

$$N_{(oc)} = \frac{Q_d^w (\text{м}^3 / \text{добу}) \cdot 1000 (\text{л} / \text{м}^3)}{q_0 (\text{л} / \text{ос} \cdot \text{добу})}$$

$$N_1 = \frac{31000 \cdot 1000}{165} = 187878 \text{ ос}$$

$$N_2 = \frac{50000 \cdot 1000}{215} = 232558 \text{ ос}$$

$$N_M = N_1 + N_2 = 187878 + 232558 = 420436,92 \text{ осіб}$$

Добова витрата з населеного пункту:

$$Q_{заг} = Q_I + Q_{II} + Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$Q_{заг} = 31000 + 50000 + 5400 + 6200 + 8100 = 100700 \text{ м}^3 / \text{добу}$$

1.3.2. Визначення концентрацій забруднень стічних вод

- Концентрація забруднень госп-побутових стічних вод від населення:
 - по завислим речовинах в стічних водах району:

$$C_P^W = \frac{a}{q_0} \times 1000$$

$$C_{P1}^W = \frac{65}{165} \times 1000 = 393,94 \text{ мг/дм}^3$$

$$C_{P1}^W = \frac{65}{215} \times 1000 = 302,33 \text{ мг/дм}^3$$

- концентрація БСК_{пов} в стічних водах району:

$$L_P^W = \frac{a_1}{q_0} \times 1000$$

$$L_{P1}^W = \frac{75}{165} \times 1000 = 454,55 \text{ мг/дм}^3$$

$$L_{P2}^W = \frac{75}{215} \times 1000 = 348,84 \text{ мг/дм}^3$$

- Концентрація забруднень суміші госп-побутових і виробничих стічних вод, що надходять на очисні споруди:

- по завислих речовинах:

$$C_{\text{заг}} = \frac{Q_I C_I + Q_2 C_2 + Q_{N_1} C_{N_1} + Q_{N_2} C_{N_2} + Q_{N_3} C_{N_3}}{Q_I + Q_2 + Q_{N_1} + Q_{N_2} + Q_{N_3}}$$

$$C_{\text{заг}} = \frac{31000 \cdot 393,94 + 50000 \cdot 302,33 + 5400 \cdot 230 + 6200 \cdot 510 + 8100 \cdot 255}{100700} = 335,63 \text{ мг/дм}^3$$

$$C_{\text{ен}} = \frac{Q_d^W \cdot C_P^W + \sum(Q_{di}^P \cdot C_{pi}^P)}{Q_d^W + \sum Q_{di}^P} \cdot K_C = 335,63 \cdot 1,1 = 369,19 \text{ мг/дм}^3$$

- по БСК_{повн}, мг/дм³:

$$L_{\text{заг}} = \frac{Q_I L_I + Q_2 L_2 + Q_{N_1} L_{N_1} + Q_{N_2} L_{N_2} + Q_{N_3} L_{N_3}}{Q_I + Q_2 + Q_{N_1} + Q_{N_2} + Q_{N_3}} = 389,64 \text{ мг/дм}^3$$

$$L_{\text{ен}} = \frac{Q_d^W \cdot L_P^W + \sum(Q_{di}^P \cdot L_{pi}^P)}{Q_d^W + \sum Q_{di}^P} \cdot K_L = 389,64 \cdot 1,05 = 409,12$$

- освітлених стічних вод:

$$L_{\text{осв}} = L_{\text{заг}} \cdot \frac{40}{75}$$

$$L_{\text{осв}} = 389,64 \cdot \frac{40}{75} = 207,81 \text{ мг/дм}^3$$

1.3.3. Визначення приведенного числа жителів

Приведена кількість жителів за завислими речовинами:

$$N_H^C = N + N_{\text{ЕКВ}}^C$$

Еквівалентне число жителів по завислих речовинах:

- підприємство №1 $N_{\text{екв}\text{№}1} = N_{\text{ЕКВ}}^C = \frac{(5400 \cdot 230)}{65} = 19107,69$.
- підприємство №2 $N_{\text{екв}\text{№}2} = N_{\text{ЕКВ}}^C = \frac{(6200 \cdot 510)}{65} = 48646,15$
- підприємство №3 $N_{\text{екв}\text{№}3} = N_{\text{ЕКВ}}^C = \frac{(8100 \cdot 255)}{65} = 31776,92$

$$N_{\text{priv}}^{\text{ЗВ}} = N + N_{\text{екв}} = N_1 + N_2 + N_{\text{екв}\text{№}1} + N_{\text{екв}\text{№}2} + N_{\text{екв}\text{№}3}$$

$$N_{\text{priv}}^{\text{ЗВ}} = N + N_{\text{екв}} = 19107,69 + 48646,15 + 31776,92 = 519967,7$$

1.3.4. Визначення необхідного ступеню очищення стічних вод

- по завислих речовинах:

$$\mathcal{E} = \frac{C_{\text{еп}} - C_{\text{ех}}}{C_{\text{еп}}} * 100$$

$$\mathcal{E} = \frac{369,19 - 15}{369,19} * 100 = 95,93 \%$$

- по завислих речовинах на первинних відстійниках

$$\mathcal{E} = \frac{369,19 - 150}{369,19} * 100 = 59,37\%$$

- за БСК_{повн}:

$$\mathcal{E}_{\text{БСК}} = \frac{L_{\text{еп}} - L_{\text{ех}}}{L_{\text{еп}}} * 100$$

$$\mathcal{E}_{\text{БСК}} = \frac{409,12 - 15}{409,12} * 100 = 96,33\%$$

- освітлених стічних вод:

$$\mathcal{E}_{\text{БСКосв}} = \frac{L_{\text{осв}} - L_{\text{ех}}}{L_{\text{осв}}} * 100$$

$$\mathcal{E}_{\text{БСКосв}} = \frac{207,81 - 15}{207,81} * 100 = 92,78\%$$

1.3.5. Вибір методу і складу споруджень очищення стічних вод і обробки осадів

Приймаємо повне біологічне очищення стічних вод.

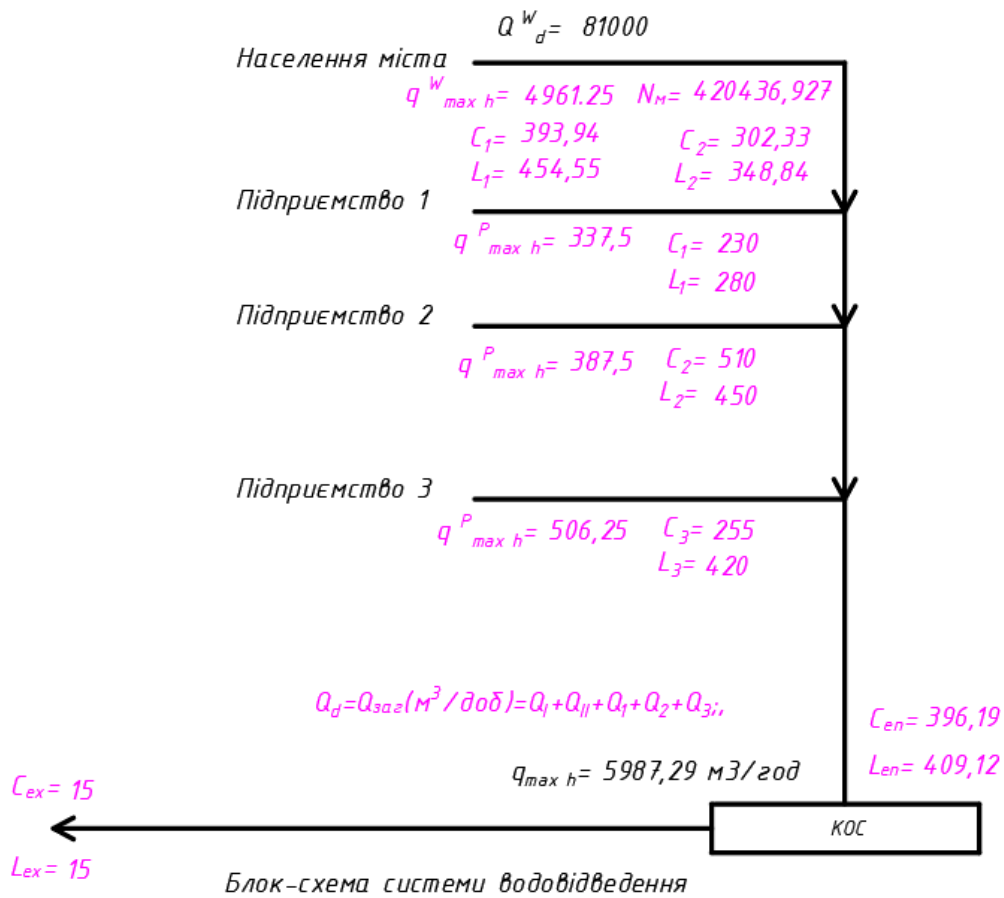


Рис.1.3. Блок-схема системи водовідведення

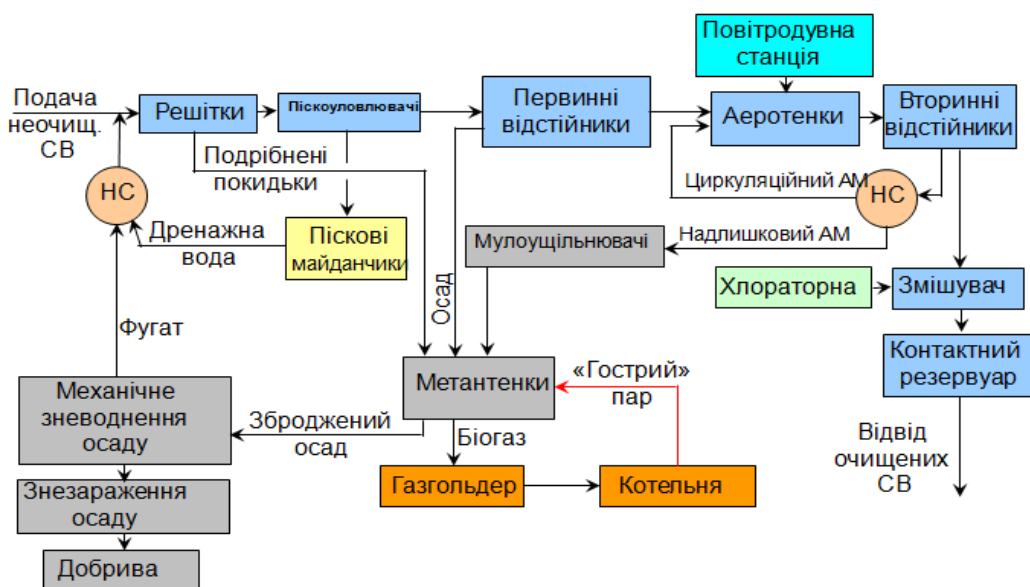


Рис.1.4. Технологічна схема очищення стічних вод з використанням аеротенків

1.3.6. Розрахунок споруд механічного очищення стічних вод

Приймальна камера

Залежно від величини витрати стічних вод за таблицею 1.19 приймаємо розміри приймальної камери.

Таблиця 1.19. Розміри приймальних камер каналізаційних очисних споруд (при напірному надходженні стічних вод)

Витрата стічних вод, м ³ /годину	Розміри в мм				
	A	B	H	H ₁	I
100 – 160	1500	1000	1300	1000	600
250	1500	1000	1300	1000	600
400 – 630	1500	1000	1300	1000	600
1000– 1250	2000	2300	2000	1600	1000
1600– 2000	2000	2300	2000	1600	1000

Приймаємо три приймальні камери: A-2000 B-2300 H-2000 H₁ -1600 I- 1000

Решітки

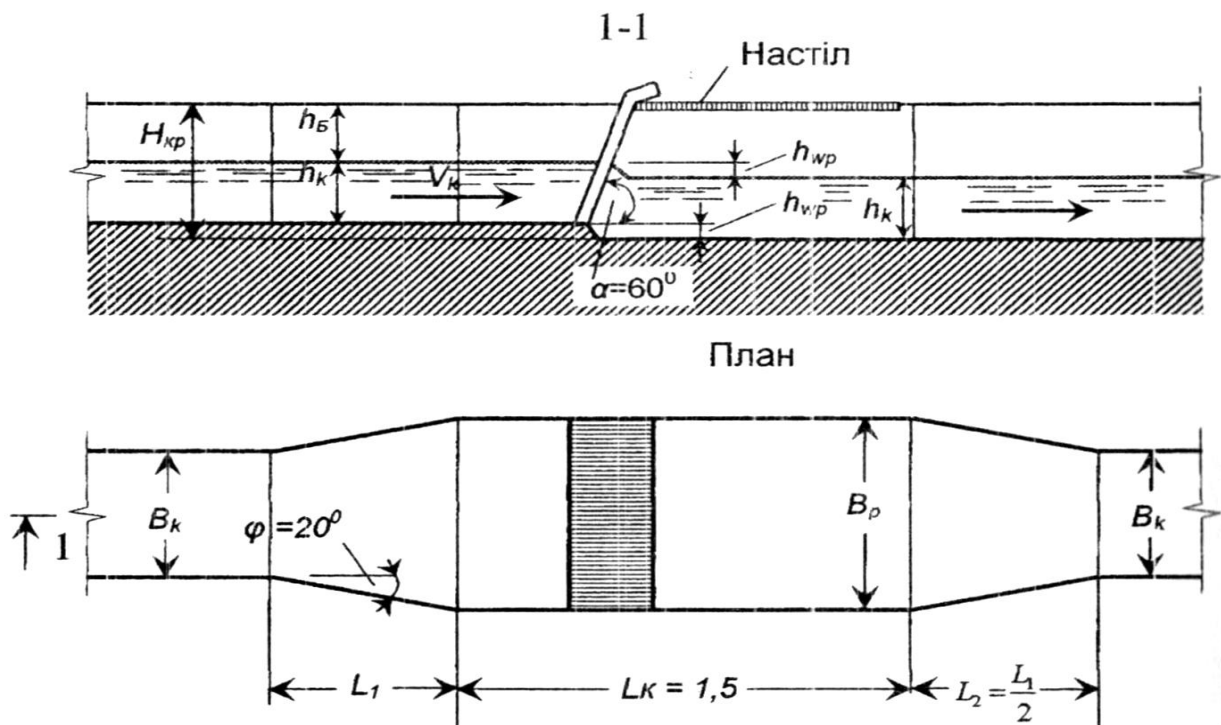


Рис.1.5. Схема влаштування решітки в каналі

Приймаємо механізовані решітки з прозорами 16 мм.

Максимальні витрати, що надходять на решітки:

$$q_{max} = \frac{\sum q_{max}}{3600} = \frac{5987,29}{3600} = 1.66 \text{ м}^3/\text{с}$$

Діапазон розрахункової витрати на одні ґрати при n робочих агрегатах:

$$q_{(2)} = \frac{q_{max}}{n} = \frac{1.66}{2} = 0.83 \text{ м}^3/\text{с}$$

Таблиця 1.20. Типи ґрат

q' (м3/с)	Тип ґрат	Hmax, м	q' (м3/с)	Тип ґрат	Hmax, м
0,16...0,2	РМУ-1	0,6	1,15...1,44	РМУ-4	1,5
0,35...0,44	РМУ-2	0,7	1,23...1,54	МГ-12Т	1,5
0,36...0,45	МГ-7Т	0,9	1,61...2,02	РМУ-5 та	1,5
0,4...0,5	МГ-9Т	0,8		МГ-6Т	1,5
0,55...0,69	МГ-11Т	1,1	2,15...2,69	РМУ-6	2,0
0,75...0,94	РМУ-3 та	1,5	2,69...3,36	МГ-5Т	2,5
	МГ-10Т	1,5	3,42...4,48	РМУ-7	2,5
1,06...1,32	МГ-8Т	1,5			

Приймаємо ґрати МГ-10Т $H_{max}=1,5$.

Таблиця 1.21. Розрахунки для прийнятого типу ґрат

Будівельна глибина каналу	$H_k = 1000 \times 2000 \text{ м}$
Кількість прозорів (шириною $b_{пр} = 16 \text{ мм}$)	$n_{пр} = 39$
Товщина стержнів	$S_{ст} = 8 \text{ мм}$
Загальна ширина прозорів	$b_{зар(м)} = \frac{b_{пр(мм)} \cdot n_{пр}}{1000(мм/м)} = \frac{16 \cdot 39}{1000(мм/м)} = 0,624 \cdot 2 = 1,248 \text{ м}$
Загальна корисна площа прозорів	$F_{зар} = H_{max} \cdot b_{зар} = 1,5 \cdot 1,248 = 1,872 \text{ м}^2$
Швидкість руху води в прозорах	$V_{пр} \frac{q}{F_{зар}} = \frac{1,66}{1,872} = 0,88 \text{ м/с}$
Втрати напору на ґратах	$h_{гр} = \xi \cdot \frac{V_{пр}^2}{2 \cdot g} \cdot P = 0,63 \cdot \frac{0,88}{2 \cdot 9,81} \cdot 3 = 0,075 \text{ м}$

Отже, з метою забезпечення необхідної розрахункової швидкості руху стічних вод як у каналі перед решіткою, так і в прозорах самої решітки, слід передбачити пониження дна каналу за решіткою на величину (h_{wp}) = ($h_{заг}$):

$$h_{заг} = 3 \cdot h_{гр} = 3 \cdot 0,075 = 0,225 \text{ м}$$

Кількість покидьків, які будуть затримуватись на решітках:

- За рік:

$$W_{відх}^{рік} = \frac{8 \cdot N_{priv}^{зв}}{1000} = \frac{8 \cdot 519965}{1000} = 4159,72$$

- За добу:

$$W_{відх}^{доб} = \frac{W_{відх}^{рік}}{365} = \frac{4159,72}{365} = 11,39 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Добова кількість покидьків:

$$G_{п} = \rho_{п} \cdot W_{відх}^{доб} = 0,75 \cdot 11,39 = 8,54 \text{ т/добу}$$

Піскоуловлювачі

Приймаємо аеровані піскоуловлювачі.

Таблиця 1.22. Конструктивні параметри піскоуловлювачів

Витрата, тис. м ³ /добу <i>Q</i>	Число відді- лень <i>n</i>	Основні розміри відділення, м			Номер типового проекту
		ширина	дов- жина	Н глибина	
70 -140	3	3	12 + 3	2,1	902-2-372.83
140 - 200	4				902-2-373.83
200 - 400	3	4,5	18 + 3	2,8	902-2-374.83
240 - 280	4				902-2-375.83

$$B/H = 1,5$$

$$v_s = 0,08 \frac{м}{с}$$

$$K_s = 2,08$$

$$H_s = 0,7 - 3,5$$

Приймаємо типовий проєкт 902-2-372.83.

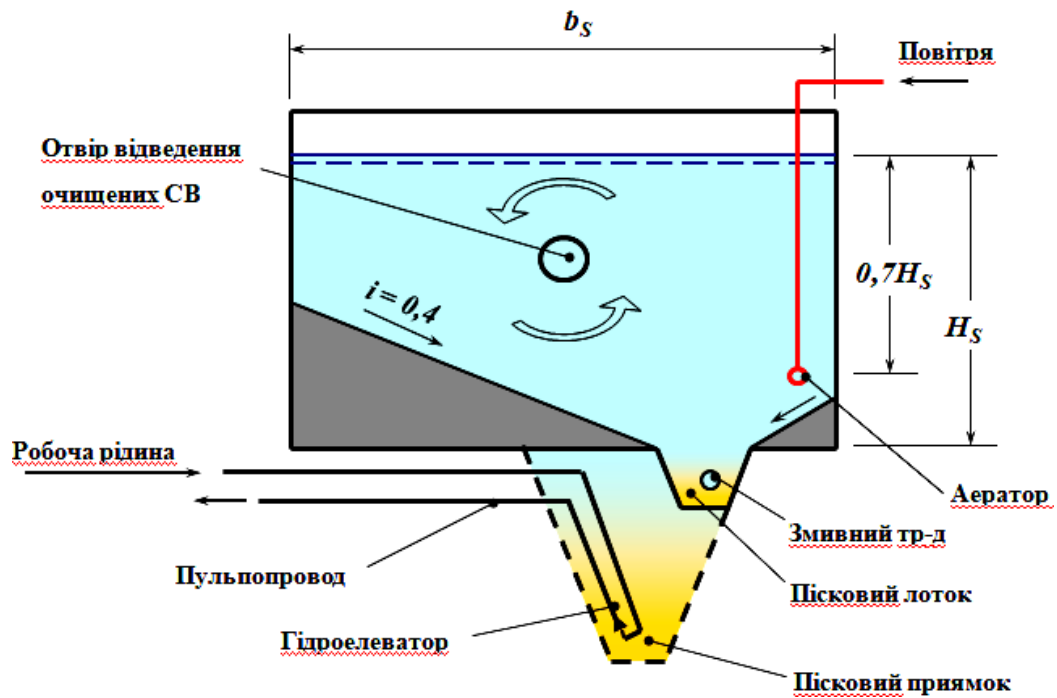


Рис.1.6. Схема аерованого піскоуловлювача

Довжина аерованого піскоуловлювача:

$$L_s = \frac{1000 \cdot K_s \cdot H_s \cdot v_s}{u_0} = \frac{1000 \cdot 2,08 \cdot 2,1 \cdot 0,08}{18,7} = 18,68 \text{ м.}$$

Приймаємо:

- $L_s = 18$
- кількість відділень $n = 3$

Площа дзеркала води:

$$F_s = \frac{q_{max.s}}{u_0} \cdot 10^3 = \frac{1663,14}{18,68} = 88,93 \text{ м}^2$$

Загальна ширина піскоуловлювачів при максимальному припливі стічних вод:

$$B_s = \frac{F_s}{L_s} = \frac{88,93}{18} = 4,94 \text{ м}$$

Розрахункова ширина одного відділення:

$$b_s = \frac{B_s}{n_s} = \frac{4,94}{3} = 1,647$$

Приймаємо $b_s = 3 \text{ м.}$

$$t_{\text{ПР}} = \frac{L_s \cdot B_s \cdot H_s}{q_{max.s}} = \frac{18 \cdot 4,93 \cdot 2,8}{1663,14} = 149,73 \text{ с}$$

Оскільки $t_{np} > 30$ с, то параметри піскоуловлювачів підібрані правильно.

Згідно з рекомендаціями остаточно приймаємо до проектування 2 або 3 відділення типорозміру (А) або від 2 до 4 відділень типорозміру (Б).

Фактична швидкість руху води:

$$v_{\text{факт}} = \frac{Q_{\text{max}}}{n' \cdot b \cdot h \cdot 3600} = \frac{5987,29}{3 \cdot 1,64 \cdot 2,8 \cdot 3600} = 0,12 \text{ м/с}$$

Витрата повітря, що подається в піскоуловлювачі:

$$q_{\text{air}} = F_s \cdot I = 88,93 \cdot 4 = 355,75 \text{ м}^3/\text{год}$$

Піскові майданчики

Об'єм піску, затриманого піскоуловлювачами:

$$W_s = \frac{0,03 \cdot N_{\text{priv}}}{1000} = \frac{0,03 \cdot 519965}{1000} = 15,59 \text{ м}^3/\text{доб}$$

Необхідна площа:

$$F_s = \frac{W_s \cdot 365}{3} = \frac{15,59 \cdot 365}{3} = 1897,88 \text{ м}^2$$

Площа 1 карти при 4 картах:

$$\frac{F_s}{4} = \frac{1897,88}{4} = 474,47 \text{ м}^2$$

Приймаємо 4 карти розмірами: В = 20 м, L = 25 м.

Первинні відстійники

Залежно від продуктивності за рекомендаціями приймаємо радіальні первинні відстійники.

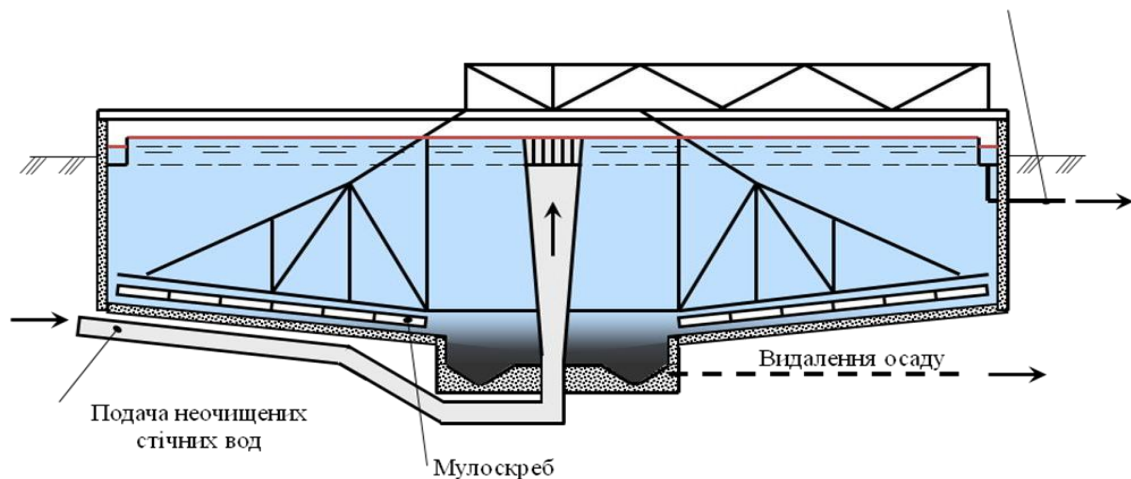


Рис.1.7. Схема радіального первинного відстійника

Необхідний ефект посвітління:

$$\mathfrak{E} = \frac{C_{en} - C_{cdp}}{C_{en}} \cdot 100 \%$$

Концентрація суміші стічних вод по зважених речовинах, що надходять у первинні відстійники:

$$C_{en1} = 0,93 \cdot C_{зар} = 0,93 \cdot 335,63 = 312,135$$

$$\mathfrak{E} = \frac{312,135 - 150}{312,135} \cdot 100 \% = 51\%$$

Розрахункове значення гідравлічної крупності:

$$U_0 = \frac{1000 H_{set} \cdot K_{set}}{t_{set} \left(\frac{H_{set} \cdot K_{set}}{h_1} \right)^{n_2}} = \frac{1000 \cdot 3,1 \cdot 0,45}{806 \left(\frac{3,1 \cdot 0,45}{0,5} \right)^{0,25}} = 1,339$$

Продуктивність одного відстійника:

$$q_{set} = 2,8 K_{set} (D_{set}^2 - d_{en}^2) (u_0 - v_{tb}) = 2,8 \cdot 0,45 (30^2 - 1,8^2) (1,339 - 0) = 1484,91 \text{ м}^3/\text{год}$$

Необхідна кількість відстійників:

$$n = q_{max.h} / q_{set} = 5987,29 / 1484,91 = 4$$

Приймаємо 4 шт первинні відстійники діаметром 30 м.

Перевірка фактичної швидкості:

$$V_{\phi} = \frac{q_{max.h}}{3,6\pi \cdot R_{set} \cdot H_{set} \cdot n} = \frac{5981,29}{3,6\pi \cdot 25 \cdot 3,1 \cdot 4} = 2,847 \text{ мм/с}$$

Добова кількість сирого осаду, що утворюється у відстійниках:

$$Q_{mud} = \frac{100700(312,13 - 150)}{(100 - 95)1,06 \cdot 10^4} = 308,05 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Кількість осаду по сухій речовині:

$$M_{mud} = \frac{Q_d(C_{en1} - 150)}{10^6} = \frac{100700(312,13 - 150)}{10^6} = 16,31 \text{ т/доб}$$

1.3.7. Розрахунок споруджень біологічного очищення стічних вод у штучно створених умовах
Аеротенки

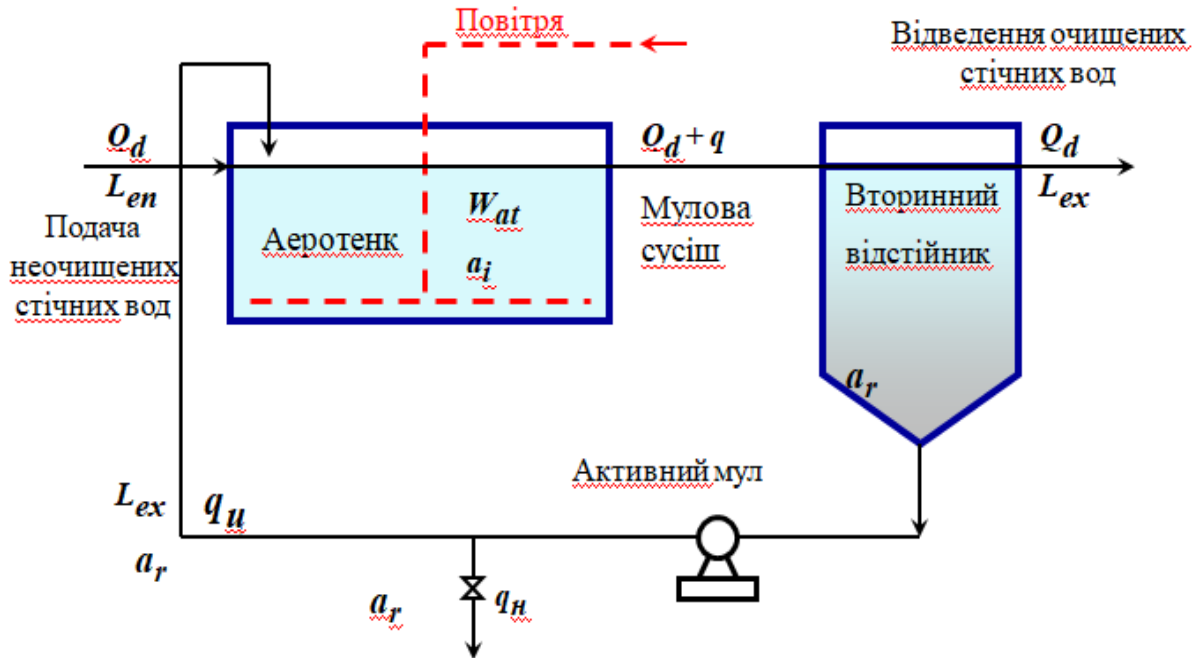


Рис.1.8. Блок-схема процесу біологічної очистки в аеротенках

Розраховуємо аеротенк-витиснювач з регенераторами.

Ступінь рециркуляції активного мулу:

$$R_i = \frac{a_i}{\frac{1000}{J_i} - a_i} = \frac{3,15}{\frac{1000}{75} - 3,15} = 0,309$$

Тривалість перебування стічних вод в аеротенку:

$$t_{at} = \frac{2,5}{\sqrt{a_i}} \lg \frac{L_{en}}{L_{ex}} = \frac{2,5}{\sqrt{3,15}} \lg \frac{207,81}{15} = 1,608 \text{ год}$$

Доза мулу в регенераторі:

$$a_r = a_i \left(\frac{1}{R_i} + 1 \right) = 3,15 \left(\frac{1}{0,309} + 1 \right) = 13,33 \text{ г/дм}^3$$

Питома швидкість окислювання:

$$\rho = \rho_{max} \frac{L_{ex} C_0}{L_{ex} C_0 + K_L C_0 + K_0 L_{ex}} * \frac{1}{1 + \varphi * a_r}$$

$$\rho = 85 \frac{15 * 2}{15 * 2 + 33 * 2 + 0,625 * 15} * \frac{1}{1 + 0,07 * 13,33} = 12,51 \text{ мг/г * год}$$

Тривалість окислювання органічних забруднюючих речовин:

$$t_0 = \frac{L_{en} - L_{ex}}{R_i a_r (1 - s) \rho} = \frac{207,81 - 15}{0,3 * 13,33 * (1 - 0,3) 12,51} = 5,34 \text{ год}$$

Тривалість регенерації:

$$t_r = t_0 - t_{at} = 5,34 - 2 = 3,34 \text{ год}$$

Час перебування стічних вод в системі «аеротенк-регенератор»:

$$t = (1 + R_i) * t_{at} + R_i t_r = (1 + 0,309) * 2 + 0,309 * 3,34 = 3,65 \text{ год}$$

Середня доза мулу в системі:

$$a_{im} = \frac{(1 + R_i) * t_{at} a_i + R_i t_r a_r}{t} = \frac{(1 + 0,309) * 2 * 3,15 + 0,309 * 3,34 * 13,33}{3,65} = 6,028$$

Навантаження на мул:

$$q_i = \frac{24(L_{en} - L_{ex})}{a_{im}(1 - s)t} = \frac{24(207,81 - 15)}{6,028(1 - 0,3)3,65} = 300,404$$

Об'єм аеротенка:

$$W_{at} = t_{at} * (1 + R_i)Q = 2 * (1 + 0,309) * 5987,29 = 15678,66 \text{ м}^3$$

Місткість регенератора:

$$W_r = t_r R_i Q = 3,34 * 0,309 * 5987,29 = 6177,42 \text{ м}^3$$

Загальна місткість аеротенку:

$$W = W_{at} + W_r = 21856,08 \text{ м}^3$$

Відсоток регенерації:

$$\frac{W_r}{W} * 100\% = \frac{6177,42}{21856,08} * 100\% = 28,26\%$$

Приймаємо 4-коридорний аеротенк ($\frac{W_r}{W} < 29$).

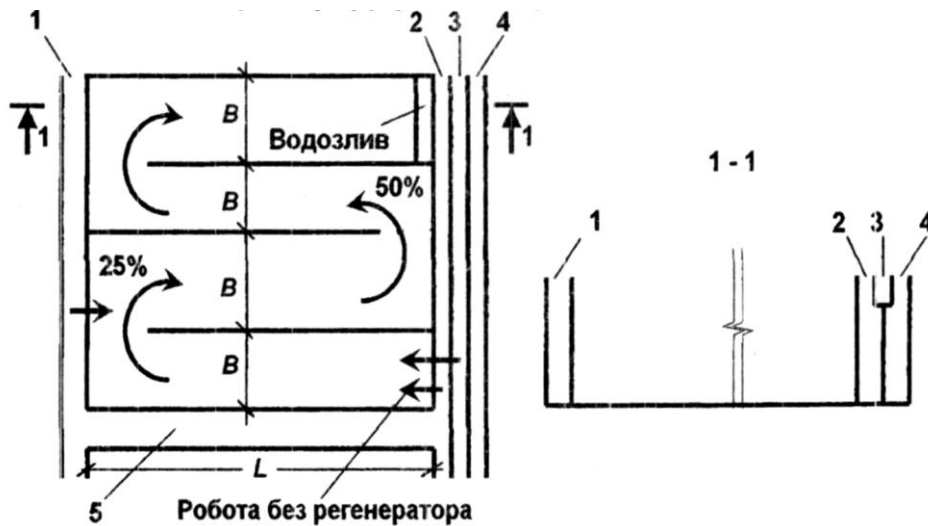


Рис. 6.2. Схеми аеротенків-витиснювачів:

1 - верхній розподільний канал прояснених в I відстійниках СВ; 2 - нижній канал прояснених СВ; 3 - канал активного мулу; 4 - канал очищених СВ; 5 - пропускний канал.

Рис.1.9. Схема 4-коридорного аеротенка-витиснювача

Площа аеротенка:

$$F = \frac{W}{H_{at}} = \frac{21856,08}{5} = 4371,21$$

Довжина одного коридору аеротенка:

$$L = \frac{F}{B} \cdot n \cdot m = \frac{4371,21}{9} * 4 * 2 = 60,71 \text{ м}$$

Фактичний об'єм однієї секції:

$$W_{\phi} = B \cdot L \cdot H_{at} \cdot n = 9 * 60,71 * 5 * 4 = 10928,04 \text{ м}^3$$

Фактичний час перебування стічної рідини, що обробляється в системі «аеротенк-регенератор»:

$$t_{\phi} = W_{\phi} \cdot \frac{m}{q_{\max h}} = 10928,04 * \frac{2}{5987,29} = 3,65$$

Питома витрата повітря при очищенні стічних вод в аеротенку:

$$q_{air} = \frac{q_0(L_{en} - L_{ex})}{K_1} \cdot K_2 \cdot K_t \cdot K_3(C_a - C_0)$$

$$q_{air} = \frac{1,1(207,81 - 15)}{1,68} * 2,43 * 1 * 0,85(11,3 - 2) = 6,56$$

Глибина занурення аератора:

$$h_a = H_{at} - 0,2 = 4,4 - 0,2 = 4,2$$

Коефіцієнт, що враховує температуру стічних вод:

$$K_T = 1 + 0,02(T_w - 20) = 1 + 0,02(20 - 20) = 1$$

Розчинність кисню повітря у воді:

$$C_a = \left(1 + \frac{h_a}{20,6}\right) C_T = \left(1 + \frac{4,4}{20,6}\right) 9,17 = 11,3$$

Інтенсивність аерації:

$$J_a = q_{air} \cdot \frac{H_{at}}{t_{at}} = 6,56 \cdot 5/2 = 16,14 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$$

Годинна витрата повітря:

$$Q_{air} = q_{air} \cdot q_w^a = 6,56 \cdot 5987,29 = 39320,42 \text{ м}^3/\text{год}$$

Добова витрата повітря для аерації стічних вод в аеротенках:

$$Q_{пов} = Q_{заг} \cdot q_{air} = 100700 \cdot 6,65 = 661328,61 \text{ м}^3/\text{год}$$

Загальна кількість фільтросних пластин:

$$n = \frac{Q_{air} \cdot 1000}{100 \cdot 60} = \frac{39320,42 \cdot 1000}{100 \cdot 60} = 6554 \text{ шт}$$

Повітродувки

Необхідний загальний напір при розподілі повітря фільтросами:

$$H = h_{тр} + h_m + h_\phi + h_a = 0,3 + 0,33 + 0,65 + 4,3 = 5,58 \text{ м}$$

Тиск, що розвиває повітродувка:

$$p = 0,1 + 0,01 \cdot h_a = 0,1 + 0,01 \cdot 4,3 = 0,143 \text{ МПа}$$

Розрахункова витрата повітря, м³/год:

$$Q'_{air} = 1,1 \cdot Q_{air} = 1,1 \cdot 39320,42 = 43252,47 \text{ м}^3/\text{год}$$

Приймаємо повітродувки за таблицею 1.23.

Таблиця 1.23. Технічні характеристики повітродувок

Марка	Об'єм засмоктуваного повітря, м ³ /год	Тиск нагнітання		Частота обертання, об/хв	Потужність електро-двигуна, кВт
		ата	мПа		
ТВ-42-1,4	3600	1,4	0,14	2940	55
ТВ-50-1,6	3600	1,6	0,16	2960	100
ТВ-80-1,4	6000	1,42	0,142	2960	100
ТВ-80-1,6	6000	1,63	0,163	2970	160
ТВ-80-1,8	6000	1,77	0,177	2965	200
ТВ-175-1,6	10000	1,63	0,163	2970	320
ТВ-300-1,6	18000	1,6	0,16	2970	400

Приймаємо трубоповітродувки марки ТВ-80-1,4.

Вторинні відстійники

Гідравлічне навантаження:

$$q_{ssa} = \frac{4,5 * K_{ss} * H_{set}^{0,8}}{(0,1 * J_i * a_i)^{0,5-0,01a_t}} = \frac{4,5 * 0,4 * 3,65^{0,8}}{(0,1 * 75 * 3,15)^{0,5-0,01*15}} = 1,676$$

Загальна площа дзеркала води:

$$F_{ssa} = \frac{q_h^{max}}{q_{ssa}} = \frac{5987,19}{1,676} = 3571,11 \text{ м}^2$$

Площа дзеркала води для одного відстійника:

$$f_{ssa} = \frac{F_{ssa}}{n} = \frac{3571,11}{3} = 1190,37 \text{ м}^2$$

Діаметр відстійника:

$$D_{ssa} = \sqrt{\frac{4 * f_{ssa}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 * 1190,37}{\pi}} = 38,94 \text{ м}$$

Приймаємо 4 відстійники з діаметром 40 м.

1.3.8. Знезараження стічних вод

Потрібна кількість активного хлору:

$$q_{cl} = \frac{a * q_{max.h}}{1000} * 1,5 = \frac{3 * 5987,29}{1000} * 1,5 = 26,94 \text{ кг/год}$$

Залежно від необхідної кількості активного хлору підбираємо хлоратори за таблицею 1.24.

Таблиця 1.24. Характеристики хлораторів

Марка хлоратора	Показники		
	Продуктивність, кг/год	Витрата води, м ³ /год	Напір перед ежектором, м
ЛОНИИ-СТО	0,2-20,5	0,14-14,3	30-40
ЛК-10М	0,04-0,85	3-5	17,5-50
ЛК-10С	0,85-5,5	3-5	17,5-50
ЛК-10Б	2,5-25	17-30	10-55
ЛК-10П	20-120	40-60	30-60
ЛК-11	0,5-5	3-5	17,5-50
ЛК-12	2,5-50	30-35	18-60

Приймаємо хлоратори ЛК-12 - 1 робочий і 1 резервний.

За таблицею 1.25 приймаємо типову хлораторну.

Таблиця 1.25. Основні дані типових хлораторних, що працюють на газоподібному хлорі

Типовий проєкт	Продуктивність, кг/год	Подача хлоратора, кг/год	Кількість хлораторів	Місткість складу хлору, т	Розміри хлораторної, АxВ, м
901-3-64	1	0,2-1,3	2	-	9x6
901-7-4,84	2	0,4-2,5	2	1,1	12x6
901-7-5,84	5	1,3-8,0	2	3,6	12x12
901-7-6,84	12,5	12,8	2	8,0	18x12
901-3-121	25	12,8	3	12,0	30x12
901-7-15,85	50	-	4	36,0	36x12

Приймаємо хлораторну 901-7-15.85.

1.3.9. Змішувачі

Зважаючи на добову витрату стічних вод за таблицею 1.26 приймаємо змішувач типу «лоток Паршалья».

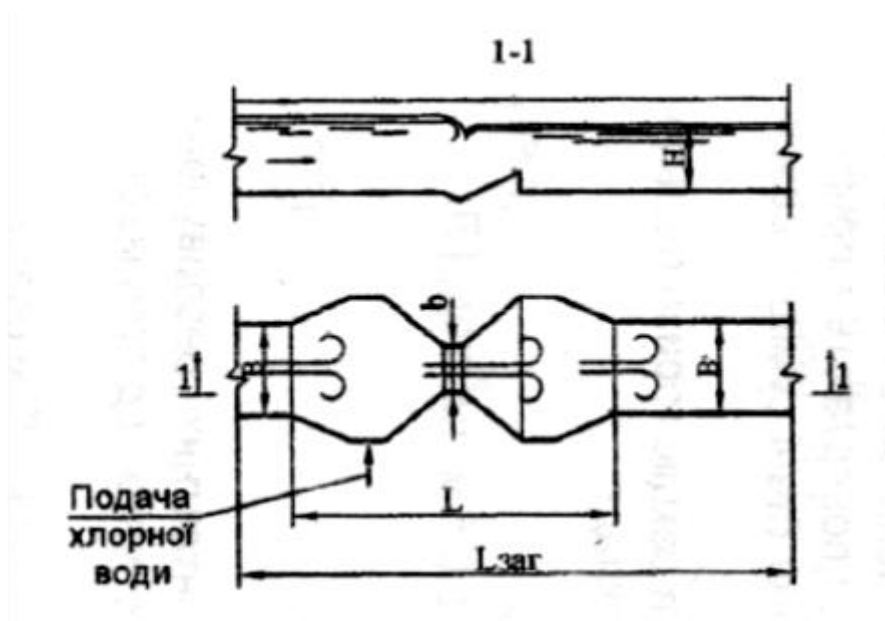


Рис.1.10. Схема змішувача типу «лоток Паршалья»

Таблиця 1.26. Основні характеристики змішувача типу «лоток Паршалья» (ТП 902-2-98)

Пропускна здатність, тис. м ³ /доб	Ширина, мм		Довжина, м		Втрати напору, м
	горловини, <i>b</i>	підводного лотка, <i>B</i>	Загальна змішувача, <i>L_{заг}</i>	Лотка, <i>L</i>	
1,4 – 4,2	230	300	7,17	5,85	0,1
4,2 – 7	230	450	9,47	5,85	0,14
7 – 32	500	600	13,63	6,1	0,2
32 – 80	1000	900	13,97	6,6	0,26
80 – 160	1000	1200	14,97	6,6	0,34
160 – 280	1500	1500	15,3	7,1	0,35

Приймаємо:

- пропускну здатність 80-160 м³/доб
- ширину 1000x1200 мм
- довжину 14,97x 6,6 м
- втрата напору 0,34 м

Контактні резервуари

За таблицею 1.27 приймаємо горизонтальні контактні резервуари.

Таблиця 1.27. Основні розміри типових контактних резервуарів

Типовий проект	Продуктивність		Кіл-сть секцій	Ширина секції, м	Довжина секції, м	Робоча глибина, м
	тис. м ³ /доб	тис. м ³ /год				
902-3-71.87	2,7		2	3	6	2,9
	4,2		2	3	9	2,9
	7		2	3	15	2,9
902-3-12	10		2	6	9	3,1
	17		2	6	15	3,1
	25		2	6	18	3,1
902-3-21	35		3	6	18	3,2
	50		3	6	24	3,2
	70		3	6	30	3,2
902-3-22	50		4	6	18	3,2
	70		4	6	24	3,2
	100		4	6	33	3,2
902-2-333		2,1-4,2	3	9	24-48	3,3
902-2-334		5,6-11,2	4	9	24-48	3,3
902-2-335		12,0-16,8	6	9	36-48	3,3

Ємність контактних резервуарів:

$$W_k = q_{max.h} * T_k = 5987,29 * 0,5 = 2993,64 \text{ м}^3$$

Площа дзеркала води відстійника:

$$F_k = \frac{W_k}{n * H} = \frac{2993,64}{2 * 3,2} = 467,75 \text{ м}^2$$

Довжина секції відстійника:

$$L_k = \frac{F_k}{B_k} = \frac{467,75}{24} = 19,5 \text{ м}$$

Приймаємо горизонтальні контактні резервуари:

- кількість секцій $n = 4$
- ширина $B_k = 6 \text{ м}$
- Довжина $-19,5 \text{ м}$
- робоча глибина $h = 3,2 \text{ м}$

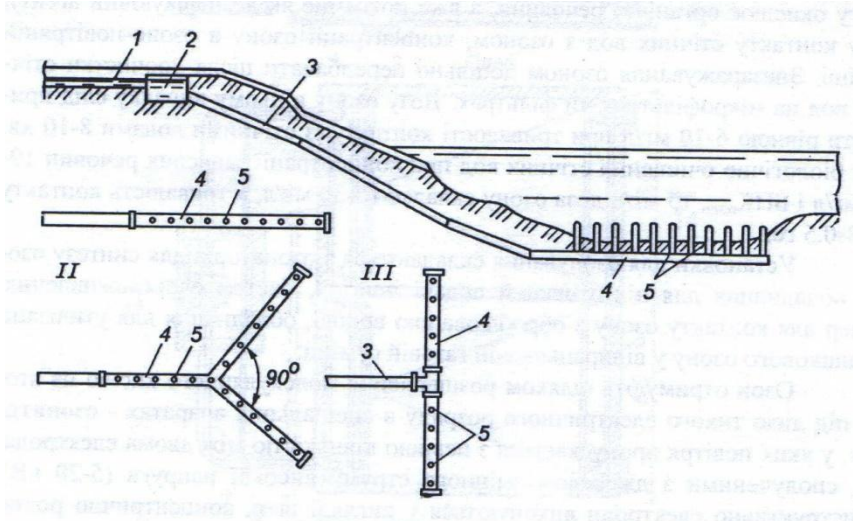
Кількість стисненого повітря, яке подається в горизонтальні контактні резервуари при видаленні осаду:

$$Q_{air} = I_a^k * F_k * n = 0,5 * 467,75 * 2 = 467,75 \text{ м}^3/\text{год}$$

Кількість осаду:

$$W_{oc} = \frac{q_0 * Q_d}{1000} = \frac{0,5 * 100700}{1000} = 50,35 \text{ м}^3/\text{доб}$$

Для випуску стічних вод у водойму приймаємо руслові випуски.



- 1 - підвідний трубопровід;
- 2 - береговий колодязь;
- 3 - берегової трубопровід;
- 4 - розсіююча частина;
- 5 - випускні оголовки

Рис.1.11. Схема руслового розсіюючого випуску

1.3.10. Споруди для обробки осадів стічних вод

Об'єм осадів за рік:

$$W_{відх}^{рік} = \frac{8 \cdot 519967}{1000} = 4159,72$$

Об'єм осадів за добу:

$$W_{відх}^{доб} = \frac{4159,72}{365} = 11,39$$

Мінеральні домішки (зокрема пісок), які осідають в піскоуловлювачах:

$$W_s = \frac{0,03 * N_{priv}^{зв}}{1000} = \frac{0,03 * 519967}{1000} = 15,59 \text{ м}^3/\text{доб}$$

Сирий осад, який затримується у первинних відстійниках:

$$W_{mud} = Q_{mud} = \frac{Q(C_{en1} - 150)}{(100 - P_{mud})\gamma_{mud} * 10^4} = \frac{100700(312,13 - 150)}{(100 - 95)1,06 * 10^4} = 308,05$$

Кількість сирого осаду по сухій речовині:

$$M_{mud} = 16,32 \text{ т/доб}$$

Кількість осаду по абсолютно сухій беззольній речовині за добу при гігроскопічній вологості 6% і зольності 27%:

$$M_{mud}^s = \frac{M_{mud} * (100 - P_g) * (100 - S_{mud})}{10^4} = \frac{16,32 * (100 - 5) * (100 - 26)}{10^4} = 11,47$$

Кількість сирого осаду по сухій речовині:

$$M_{mud a} = \frac{P_i * Q_d}{10^6}$$

Приріст активного мулу:

$$P_i = 0,8C_{cdp} + K_g L'_{en} = 0,8 * 150 + 0,3 * 207,81 = 182,34 \text{ г/м}^3$$

$$M_{mud a} = \frac{182,34 * 100700}{10^6} = 18,361$$

Об'єм мулу:

$$W_{mud a} = \frac{M_{mud a} * 100}{(100 - P_{mud a}) * \rho_{mud a}} = \frac{18,361 * 100}{(100 - 99,5) * 1,03} = 3565,41$$

Об'єм ущільненого надлишкового активного мулу:

$$W_u = \frac{M_{mud a} * 100}{100 - P_{ex}} = \frac{18,361 * 100}{100 - 97,3} = 680,07$$

Кількість надлишкового активного мулу по абсолютно сухій беззольній речовині:

$$M_{mud a}^s = \frac{M_{mud a} * (100 - P_g) * (100 - S_{mud a})}{10^4} = \frac{18,361 * (100 - 5,5) * (100 - 26)}{10^4} = 12,8$$

Кількість суміші по сухій речовині:

$$M_{tot} = M_{mud} + M_{mud a} = 16,32 + 18,361 = 34,688$$

Кількість суміші по абсолютно сухій беззольній речовині:

$$M_{tot}^s = M_{mud}^s + M_{mud a}^s = 11,47 + 12,8 = 24,27$$

Об'єм осаду:

$$W_{tot} = W_{mud} + W_u = 308,05 + 680,06 = 988,11$$

Середня вологість суміші:

$$P_{mix} = 100 * \left(1 - \frac{M_{tot}}{W_{tot}}\right) = 100 * \left(1 - \frac{34,688}{988,12}\right) = 96,48.$$

Зольність суміші:

$$S_{tot} = \left(1 - \frac{M_{tot}^s}{\frac{M_{mud}(100 - P_g)}{100} + \frac{M_{mud a}(100 - P'_g)}{100}}\right) * 100;$$

$$S_{tot} = \left(1 - \frac{34.688}{\frac{16.32(100 - 5)}{100} + \frac{18.361(100 - 5)}{100}} \right) * 100 = 26,2\%.$$

Об'єм осаду, що утворюється у контактних резервуарах:

$$W_{oc} = \frac{q_0 * Q_d}{1000} = \frac{0,3 * 100700}{1000} = 30.21 \text{ м}^3/\text{доб}$$

1.3.11. Ущільнення осадів

Приймаємо радіальні мулозгущувачі.

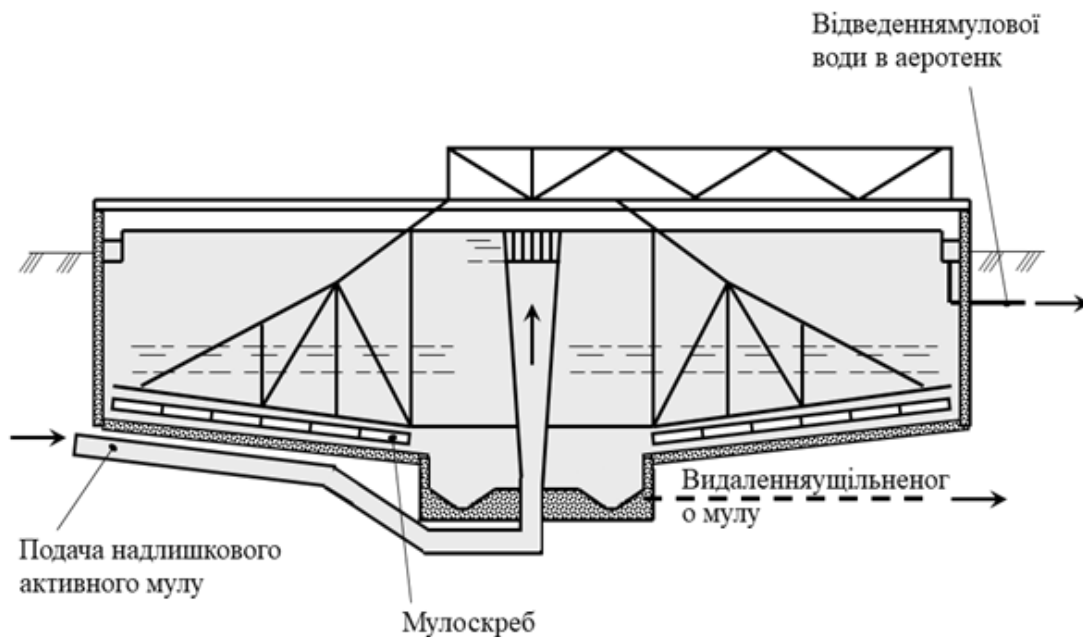


Рис.1.12. Схема мулозгущувача

Максимальна годинна подача активного мулу:

$$Q_{mud a} = \frac{P_{max} * q_{max h}}{C * 10^3} = \frac{203.81 * 5987.29}{13.33 * 10^3} = 69,75$$

Корисна площа поперечного перерізу радіального мулозгущувача:

$$F_{пол} = \frac{Q_{mud a}}{q_0} = \frac{91.52}{0,3} = 305.06$$

Діаметр одного мулоущільнювача:

$$D = \sqrt{\frac{4F_{пол}}{\pi * n}} = \sqrt{\frac{4 * 305.06}{3.14 * 2}} = 13.93$$

Приймаємо 2 радіальні мулоущільнювачі діаметрами 14 м.

Висота робочої зони мулоуцільнювача:

$$h = q_0 * T_{упл} = 0,3 * 10 = 3 \text{ м}$$

Загальна висота мулоуцільнювача:

$$H = h + h_{зал} + h_B = 3 + 0,7 + 0,3 = 4$$

Максимальний витрата рідини, що відділяється в процесі ущільнення:

$$Q = Q_{mud a} * \frac{P_{mud a} - P_{ex}}{100 - P_{ex}} = 91.52 * \frac{99.5 - 97,3}{100 - 97,3} = 74.57$$

Об'єм мулової частини мулоуцільнювачів:

$$V = Q_{mud a} * \frac{100 - P_{mud a}}{100 - P_{ex}} * \frac{t_{ил}}{n} = 91.52 * \frac{100 - 99,5}{100 - 97,3} * \frac{8}{2} = 67.79$$

Метантенки

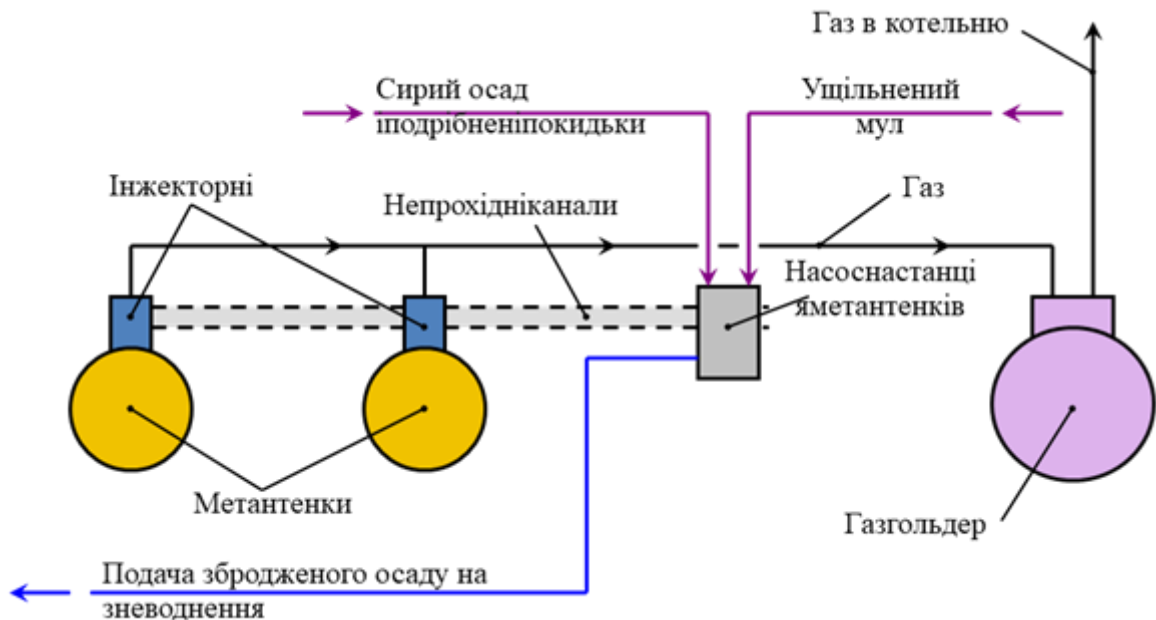


Рис.1.13. Схема підключення метантенків

Необхідна місткість метантенків:

$$W_{mt} = \frac{W_{tot} \cdot 100}{D_{mt}} = \frac{988.12 \cdot 100}{19} = 5200.6$$

Об'єм одного метантенка:

$$W'_{mt} = \frac{W_{mt}}{n} = \frac{5200.6}{2} = 2600.33$$

За таблицею 1.28 приймаємо типовий проєкт метантенків.

Таблиця 1.28. Геометричні розміри метантенків

Номер типового проекту	Діаметр, м	Корисний об'єм резервуара, м ³	Висота, м		
			верхнього конуса	циліндричної частини	нижнього конуса
ТП 902-5-15.86	11	1100	2,1	9,0	2,0
ТП 902-5-16.86	15	2500	1,9	12,5	2,8
ТП 902-5-17.86	19	5000	1,9	14,9	4,2
ТП 902-5-18.86	23	9000	4,5	17,9	5,6

Приймаємо типовий проект ТП 902-5-17.86.

Фактична доза завантаження:

$$D_{mtf} = \frac{W_{mt} * D_{mt}}{W_{mtf} * n} = \frac{5200.6 * 19}{5200.6 * 2} = 9,5$$

Максимально можливе зброджування беззольної речовини осаду, що завантажуються:

$$R_{lim} = \frac{R_{lim\ mud} * M_{mud}^S + R_{lim\ mud\ a} * M_{mud\ a}^S}{M_{tot}^S} = \frac{53 * 11,47 + 44 * 12,84}{24,318} = 48,24$$

Розпад беззольної речовини осаду, що завантажуються:

$$R_r = R_{lim} - K_r D_{mt} = 48,24 - 0,17 * 19 = 45,01$$

Добова кількість газу, одержуваного при зброджуванні:

$$Q_r = \frac{R_r * M_{tot}^S * 1000}{100 * \rho} = \frac{45,01 * 24,318 * 1000}{100 * 1} = 109747,61$$

Вага осаду по сухій речовині після зброджування:

$$M_{SB} = M_{tot} * \left(1 - \frac{R_r * \left(1 - \frac{S_{tot}}{100} \right)}{100} \right) = 34,68 * \left(1 - \frac{45,01 * \left(1 - \frac{26,206}{100} \right)}{100} \right) = 23,16$$

Вологість зброженого осаду:

$$P_{SB} = 100 * \left(1 - \frac{M_{SB}}{W_{SB}} \right) = 100 * \left(1 - \frac{23,16}{988,12} \right) = 97,65$$

Газгольдери

Ємність газгольдерів:

$$W_{\Gamma\Gamma} = \frac{Q_r * \tau}{24} = \frac{10947,61 * 3,5}{24} = 1596,52$$

За таблицю 1.29 приймаємо типовий газгольдер.

Таблиця 1.29. Характеристики газгольдерів

Номер типового проекту	Об'єм, м ³	Внутрішній діаметр, м		Висота, м		
		Резервуара,	Колокола	газгольдера	резервуара	колокола
ТП 7-07-01/66	100	7,4	6,6	7,45	3,45	3,4
ТП 7-07-02/66	300	9,3	8,5	12,5	5,92	6,88
ТП 7-07-03/66	600	11,48	10,68	15,4	7,39	7,61
ТП 707-2-5	1000	14,5	13,7	15,4	7,39	7,61
ТП 707-2-6	3000	21,05	20,25	20,1	9,8	9,9
ТП 707-2-7	6000	26,9	26,1	24,2	11,75	12,05

Приймаємо типовий проект ТП 707-2-6.

1.3.12. Механічне зневоднення збродження осаду

Для зневоднення вакуум-фільтрів.

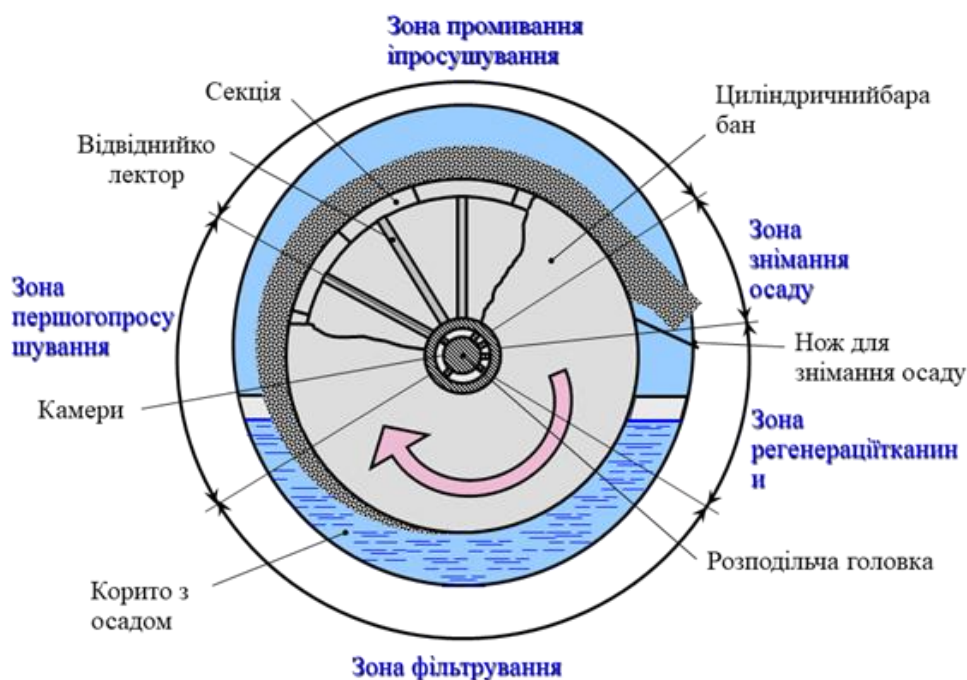


Рис.1.14. Схема барабанного вакуум-фільтра

Необхідна площа фільтрації:

$$F_f = \frac{M_{tot}}{P_f * n * t} = \frac{34,688}{20 * 2 * 8} = 0,108$$

Приймаємо 3 робочих вакуум-фільтри і 1 резервний БОУ-5-1,75 з поверхнею фільтрування 40 м² кожен.

1.3.13. Зневоднення осадів в природних умовах

Об'єм суміші сирого осаду і надлишкового активного мулу, який може надходити на мулові майданчики: $W_{ав.мул.} = 0,2 * W_{tot} = 0,2 * 988,12 = 197,62$

Корисна площа мулових майданчиків:

$$F = \frac{W_{ав.мул.} * 365}{h * K} = \frac{197,62 * 365}{1,5 * 0,9} = 53432,05 \text{ м}^2$$

Кількість карт: $n = \frac{F}{600} = \frac{54432,05}{600} = 89,05 \approx 90 \text{ шт}$

1.4. Каналізаційна насосна станція

Ординати графіка погодинного притоку води до насосної станції розраховуємо при $Q_{д.мах} = 100700 \text{ м}^3/\text{доб}$, коефіцієнт часової нерівномірності $K_{ч} = 1,25$.

Таблиця 1.30. Визначення погодинної подачі на КНС

Години доби	% від $Q_{доб.мах}$	витрата, $\text{м}^3/\text{год}$	$Q_{міста}$, л/с
0-1	3,35	3373,45	937,0694
1-2	3,25	3272,75	909,0972
2-3	3,3	3323,10	923,0833
3-4	3,2	3222,40	895,1111
4-5	3,25	3272,75	909,0972
5-6	3,4	3423,80	951,0556
6-7	3,85	3876,95	1076,9306
7-8	4,45	4481,15	1244,7639
8-9	5,2	5236,40	1454,5556
9-10	5,05	5085,35	1412,5972
10-11	4,85	4883,95	1356,6528
11-12	4,6	4632,20	1286,7222
12-13	4,6	4632,20	1286,7222
13-14	4,55	4581,85	1272,7361
14-15	4,75	4783,25	1328,6806
15-16	4,7	4732,90	1314,6944
16-17	4,65	4682,55	1300,7083
17-18	4,35	4380,45	1216,7917
18-19	4,4	4430,80	1230,7778
19-20	4,3	4330,10	1202,8056
20-21	4,3	4330,10	1202,8056
21-22	4,2	4229,40	1174,8333
22-23	3,75	3776,25	1048,9583
23-24	3,7	3725,90	1034,9722
Всього	100	100700	27972,2222

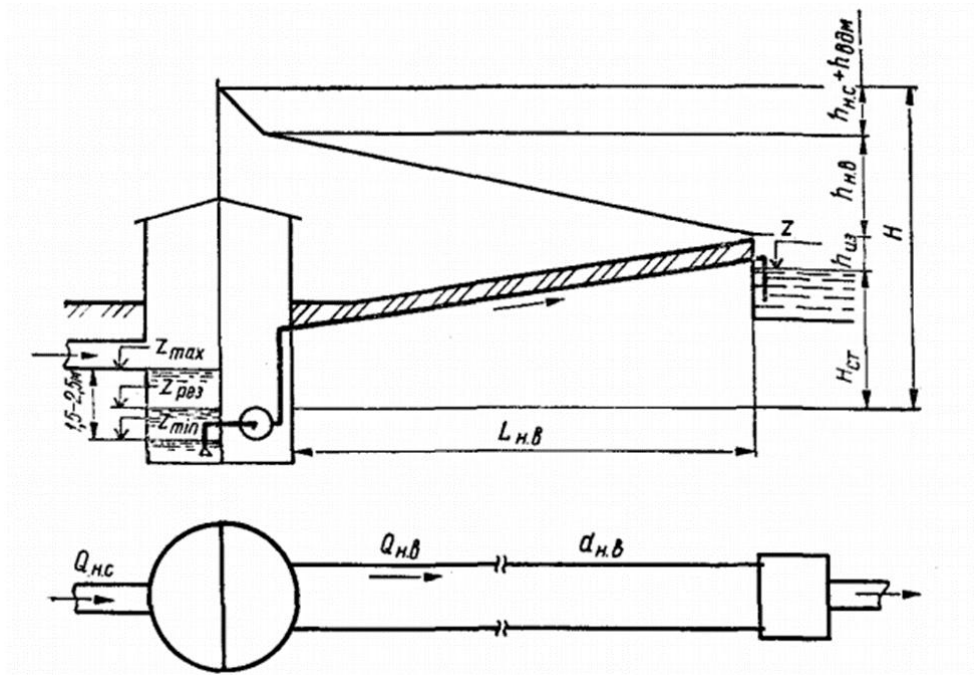


Рис.1.15. Схема для визначення розрахункового напору КНС

$$Q_{Н.В} = \frac{Q_{Н.С}}{n} = \frac{1454,55}{2} = 727,28 \frac{\text{л}}{\text{с}}$$

За таблицями Шевелева приймаємо:

- труби чавунні
- діаметр 900 мм
- $1000i = 1,55$
- $v = 1,12 \text{ м/с}$

Необхідний напір насосної станції для без баштової системи:

$$H_{Н.С.} = H_{Гео} + \Sigma h$$

Сума втрат:

$$\Sigma h = h_{Н.С.} + h_{вдв} + h_{Н.В} + h_{вил} = \Sigma h = 2 + 1,5 + 5,696 + 0,5 = 9,696 \text{ м}$$

Статичний напір:

$$H_{Гео} = Z - Z_{рез} = 105,7 - 97,55 = 8,15 \text{ м}$$

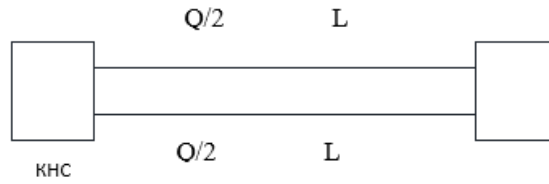
Втрати напору в напірному водоводі:

$$h_{Н.В.} = 1,05 * 1000i * L_{Н.В} = 1,05 * 1,55 * 3,5 = 8,15 \text{ м}$$

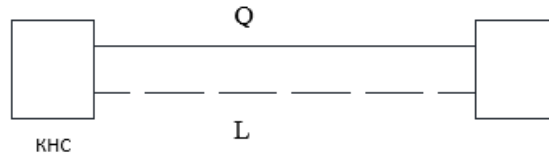
Необхідний напір:

$$H_{Н.С.} = 8,15 + 9,696 = 17,8463 \text{ м}$$

Два водовода



Один водовод



Два водовода, одна перемичка, аварія

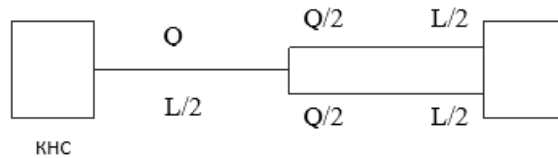


Рис.1.16. Схеми роботи водоводів

Таблиця 1.31. Розрахунок характеристик напірних трубопроводів

№	Напори	Витрати, м3/год				
		0	1728,012	2618,2	5236,40	5760,04
		Відношення Q/Q(к.н.с.)				
		0	0,33	0,5	1	1,1
Два водоводи						
1	H(geo)	8,15	8,15	8,15	8,15	8,15
2	h(ув)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	h(н.с.)=	0,00	0,20	0,50	2,00	2,42
4	h(ВДВ)	0,00	0,15	0,38	1,50	1,82
5	h(н.в.)=	0,00	0,57	1,42	5,70	6,89
6	h (м)	0,00	0,05	0,13	0,50	0,61
7	H (2d)	8,15	9,12	10,57	17,8463	19,88
Один водоводи						
1	H(geo)	8,15	8,15	8,15	8,15	8,15
2	h(ув)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	h(н.с.)=	0,00	0,20	0,50	2,00	2,42
4	h(ВДВ)	0,00	0,15	0,38	1,50	1,82
5	h(н.в.)=	0,00	2,36	5,91	23,63	28,59
6	h (м)	0,00	0,05	0,13	0,50	0,61
7	H (2d)	8,15	10,91	15,06	35,7810	41,58

Два водовода одна перемичка. Аварія						
1	H(geo)	8,15	8,15	8,15	8,15	8,15
2	h(yв)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	h(н.с.)=	0,00	0,20	0,50	2,00	2,42
4	h(вдв)	0,00	0,15	0,38	1,50	1,82
5	h(н.в.)=	0,00	1,47	3,67	14,66	17,74
6	h (м)	0,00	0,05	0,13	0,50	0,61
7	H (2d)	8,15	10,02	12,82	26,8136	30,73

За сводними графіками залежно від необхідних розрахункових напорів і подач насосів підбираємо насоси.

Таблиця 1.32. Варіанти для вибору насосів

Вар.	Марка насоса	пн	Q _н , л/с	Q _н , м ³ /год	H _{гр}	η	η _{н.пр}	N, кВт
а	СДВ 2700/26,5	2	79,21	285,14	27,5	0,71	0,460758	250

Приймаємо насос СДВ 2700/26,5

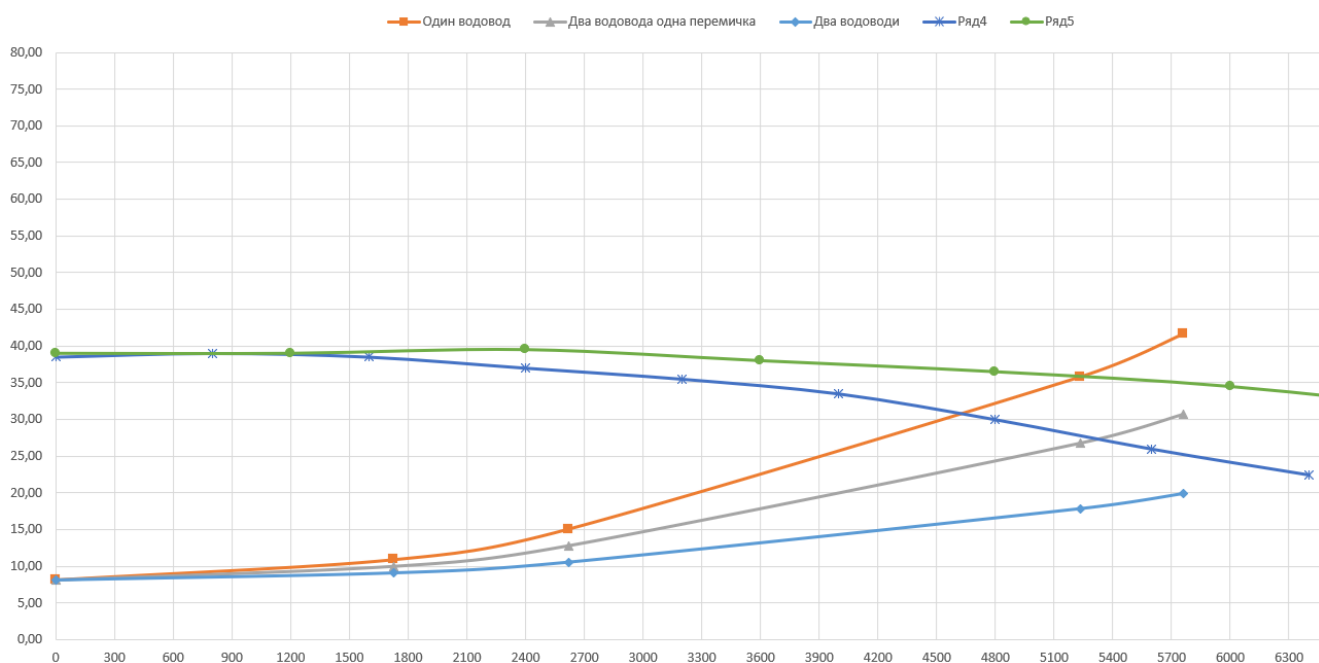


Рис.1.17. Графік сумісної роботи насосів та водоводів

Розділ 2 Внутрішнє санітарно-технічне обладнання будівлі

2.1 Базові розрахунки

Таблиця 2.1. Вихідні дані

№	Параметр	Значення
1	Типовий поверх	14
2	Кількість поверхів	6
3	Висота поверху	2,6
4	Варіант генплану	5
5	Кількість мешканців в будинках:	
	1	440
	2	270
	3	420
	4	400
	5	Розрахунковий
6	6	430
6	Гарантований напір у міській водопровідній мережі, м	37
7	Глибина залягання міського водопроводу, м	1,6
8	Глибина залягання міської каналізації, м	4,3
9	Наявність підвалу	Ні
10	Наявність технічного підпілля	Так
11	Висота технічного підпілля	1,7
12	Готування гарячої води: швидкісний водонагрівач	Так
13	Наявність дощової каналізації у кварталі	Ні
14	Місто	-
15	Розміри будинку в плані	19,18 м x 14,09 м
16	Периметр будинку	66,54 м
17	Кількість приладів холодної води	15
18	Кількість приладів гарячої води	8

Розрахункова кількість приладів:

- Холодної води:

$$N_I = 15 \times 6 = 90 \text{ шт.}$$

- Гарячої води:

$$N_{II} = 6 \times 8 = 48 \text{ шт.}$$

Згідно з ДБН [1] середнє добове споживання води кожною особою:

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

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

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

Середня годинна витрата загальної, холодної і гарячої води одним споживачем:

$$q_T^{tot} = \frac{250}{24} = 10.416 \text{ л/год}$$

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

$$q_T^h = \frac{100}{24} = 4.166 \text{ л/год}$$

Максимальні добові витрати води одним споживачем:

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

$$Q_{max}^c = Q_T^c * k_d = 150 * 1.53 = 229,5 \frac{\text{л}}{\text{добу}}$$

$$Q_{max}^h = Q_T^h * k_d = 100 * 1.77 = 177 \frac{\text{л}}{\text{добу}}$$

Інтерполяція Д1		Прилади	К-сть секцій	К-сть поверхів	N
k(d)(tot)	1,44	14	1	14	196
k(d)(c)	1,53	14	1	14	196
k(d)(h)	1,77	8	1	14	112

Максимальні добові витрати води на господарсько-питні потреби:

$$Q_{max,доб}^{tot} = \frac{Q_{max}^{tot}}{1000} * U = 360/1000 * 168 = 70,56 \frac{\text{л}}{\text{добу}}$$

$$Q_{max,доб}^c = \frac{Q_{max}^c}{1000} * U = 229,5/1000 * 168 = 44,982 \frac{\text{л}}{\text{добу}}$$

$$Q_{max,доб}^h = \frac{Q_{max}^h}{1000} * U = 177/1000 * 112 = 19,824 \frac{\text{л}}{\text{добу}}$$

Максимальна добова витрата холодної води:

$$Q_{max,доб}^c = \frac{Q_{max}^c}{1000} * N * Q_{пол} = \frac{229,5}{1000} * 196 + 2,5 = 47,482 \frac{\text{л}}{\text{добу}}$$

Таблиця 2.2. Гідравлічний розрахунок внутрішнього холодного водопроводу на режим максимального господарсько-питного водоспоживання

Номер ділянки	Довжина ділянки l, м	Кількість приладів ояких подається вода поданій розахунковій ділянки	Розрахункова витрата на ділянці q c, л/с	Діаметр d, мм	Швидкість V, м/с	Втрати напору за довжиною, мм	
						1000 i, мм	на ділянці $H(l) = 1000i \cdot l$, м
1	2	3	4	5	6	7	8
1-2	4	1	0,21	15	1,18	360,5	1,44
2-3	1,5	3	0,24	15	1,47	560,4	0,84
3-4	2,6	6	0,29	20	0,94	154,9	0,40
4-5	23,4	33	0,523	25	0,97	121,2	2,84
5-6	2,6	36	0,548	25	0,99	128,6	0,33
6-7	2,6	39	0,572	25	1,02	147,6	0,38
7-8	2,8	42	0,596	25	1,12	156,8	0,44
8-9	3,58	42	0,596	25	1,12	156,8	0,56
9-10	0,7	98	0,984	32	1,05	93,6	0,07
10-11	1,2	154	1,31	40	1,043	76,8	0,09
11-12	7,73	196	1,55	50	0,73	27,6	0,21
						$\Sigma H(l) =$	7,61

Втрати напору в місцевих опорах в системі:

$$\Sigma H_{l,tot} = (1 + k_1) * \Sigma H_l = (1 + 0.2) * 7,61 = 9,13 \text{ м}$$

Таблиця 2.3. Розрахунок внутрішньої мережі холодного водопроводу на пропуск максимальної господарсько-питної і протипожежної витрат

Номер ділянки	Довжина ділянки l, м	Витрата води q, л/с			Діаметр d, мм	Швидкість V, м/с	Втрати напору за довжиною, мм	
		Господарсько- питні потреби	Пожежні потреби	Розрахункова			1000 i, мм	на ділянці $H(l) = 1000i \cdot l$, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1'-6'	33,8	0	2,5	2,5	50	1,274	69,6	2,35
6'-7'	0,7	0	2,5	2,5	50	1,274	69,6	0,05
7'-12	7,4	1,55	2,5	4,05	50	2,064	177,3	1,31
						$\Sigma H(l) =$	3,71	

$$\Sigma H_{l,tot} = (1 + k_1) * \Sigma H_l = (1 + 0.2) * 3,71 = 4,45 \text{ м}$$

2.2. Лічильники води

Втрати напору в лічильнику при пропуску розрахункової секундної витрати води:

$$H_{\text{ліч}} = S q^{\text{tot}^2} = 0,5 * 1,55^2 = 1,201 \leq 5 \text{ м}; - 1 \text{ умова виконується}$$

$$H_{\text{ліч}} = S q^{\text{tot}^2} = 0,5 * (1,55 + 2,5)^2 = 8,201 \leq 10 \text{ м}; - 2 \text{ умова виконується}$$

Приймаємо лічильник діаметром 40, $S = 0.5 \text{ м}/(\text{л}/\text{с})^2$.

Таблиця 2.4. Гідравлічний розрахунок внутрішньоквартальної водопровідної мережі на режим максимального господарсько-питного водоспоживання

Номер ділянки	Довжина ділянки $l, \text{м}$	Кількість приладів о яких подається вода поданій	Розрахункова витрата на ділянці	Діаметр $d, \text{мм}$	Швидкість $V, \text{м}/\text{с}$	Втрати напору за довжиною, мм	
						1000 $i, \text{мм}$	на ділянці $H (l) =$ $1000i * l, \text{м}$
1	2	3	4	5	6	7	8
ВК-9-ВК-8	46,8	2156	21,26	150	1,196	18,02	0,84
ВК-8-ВК-2	106,1	1736	17,1	150	0,96	11,62	1,23
ВК-2-ВК-3	59,6	1296	12,8	125	1,03	17,03	1,01
ВК-3-ВК-4	46,6	1026	9,79	125	0,798	12,442	0,58
ВК-4-ВК-5	8,9	400	4,01	80	0,816	18,98	0,17
ВК-5-ВК-6	42,7	400	4,01	80	0,816	18,98	0,81
						$\Sigma H (l) =$	4,65

Таблиця 2.5. Гідравлічний розрахунок внутрішньоквартальної водопровідної мережі на режим максимального господарсько-питного водоспоживання + пожежа

Номер ділянки	Довжина ділянки $l, \text{м}$	Витрата води $q, \text{л}/\text{с}$			Діаметр $d, \text{мм}$	Швидкість $V, \text{м}/\text{с}$	Втрати напору за довжиною, мм	
		Господарськ о-питні потреби	Пожежні потреби	Розрахунков а			1000 $i, \text{мм}$	на ділянці $H (l) =$ $1000i * l, \text{м}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ВК-9-ВК-8	46,8	21,26	2,5	23,76	150	1,338	22,54	1,05
ВК-8-ВК-2	106,1	17,1	2,5	19,6	150	1,102	15,3	1,62
ВК-2-ВК-3	59,6	12,8	2,5	15,3	125	1,237	24,41	1,45
ВК-3-ВК-4	46,6	9,79	2,5	12,29	125	0,991	15,687	0,73
ВК-4-ВК-5	8,9	4,01	2,5	6,51	80	1,296	47,87	0,43
ВК-5-ВК-6	42,7	4,01	2,5	6,51	80	1,296	47,87	2,04
							$\Sigma H (l) =$	7.33

$$\Sigma H_{l, \text{tot}} = (1 + k_1) * \Sigma H_l = (1 + 0.1) * 7.33 = 8.063$$

2.3. Визначення необхідного напору в мережі холодного водопроводу

Необхідний напір у точці підключення до міської водопровідної мережі:

$$H_{\text{необх}} = \pm H_{\text{геод}} + \Sigma H_{l,tot}^{\text{зобвн}} + H_{\text{геом}} + \Sigma H_{l,tot}^{\text{вн}} + H_{\text{ліч}} + H_f$$

$$H_{\text{необх}} = 1,2 + 6,05 + 35 + 9,13 + 3,25 + 3 = 57,63 \text{ м}$$

$$\pm H_{\text{геод}} = 90,4 - 89,2 = - 1,2 \text{ м}$$

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

$$H_{\text{геом}} = 0,5 + 0,7 + 33,8 = 35 \text{ м}$$

$$\Sigma H_{l,tot}^{\text{вн}} = 9,13 \text{ м}$$

$$H_{\text{ліч}} = 3,25 \text{ м}$$

$$H_f = 3 \text{ м}$$

Необхідний напір при пожежі:

$$H_{\text{необх}} = 1,2 + 6,05 + 35 + 4,45 + 3,25 + 10 = 59,95 \text{ м}$$

$$H_f = 10 \text{ м}$$

$$\Sigma H_{l,tot}^{\text{вн}} = 4,45 \text{ м}$$

За завданням гарантований напір $H_g = 37 \text{ м}$.

2.4. Розрахунок насосної установки

Потужність насосної установки:

$$N = \frac{\rho g q H_{\text{нас}}}{1000 \eta} = \frac{1000 * 9,81 * 22,95}{1000 * 0,5} 1,4 = 630,39 = 640 \text{ Вт}$$

Напір насосу:

$$H_{\text{нас}} = 59,95 - 37 = 6,45 \text{ м}$$

2.5. Розрахунок системи гарячого водопостачання

Таблиця 2.6. Гідравлічний розрахунок внутрішнього гарячого водопроводу на режим максимального господарсько-питного водоспоживання

Номер ділянки	Довжина ділянки l, м	Кількість приладів ояких подається вода поданій розрахунковій ділянці	Розрахункова витрата на ділянці q c, л/с	Діаметр d, мм	Швидкість V, м/с	Втрати напору за довжиною, мм	
						1000 i, мм	на ділянці H (l) = 1000i * l, м
1	2	3	4	5	6	7	8
1-2	1,5	1	0,17	15	1,12	327,6	0,49
2-3	3	2	0,18	15	1,12	327,6	0,98
3-4	2,6	2	0,18	15	1,12	327,6	0,85
4-5	2,6	4	0,2	15	1,18	360,5	0,94
5-6	2,6	22	0,371	20	1,12	226,4	0,59
6-7	2,6	24	0,385	20	1,21	243,5	0,63
7-8	2,6	26	0,398	20	1,25	265,3	0,69
8-9	4,2	28	0,412	20	1,29	283,2	1,19
9-10	0,93	28	0,412	20	1,29	283,2	0,26
10-11	4,3	56	0,602	25	1,12	155,8	0,67
11-12	0,9	84	0,767	32	0,81	54,3	0,05
12-13	4,46	112	0,925	32	0,98	83,2	0,37
						ΣH (l)=	7,72

Розрахунок системи гарячого водопостачання в режимі циркуляції:

$$q^{cir} = \frac{\sum Q^{ht}}{\rho \cdot c \cdot \Delta t_w} = \frac{2.005}{1 \cdot 4.2 \cdot 3} = 0,159 \frac{\text{л}}{\text{с}}$$

Сума теплових втрат подавальних трубопроводів гарячої води:

$$\sum Q^{ht} = \sum q_{w.k} \cdot l_{w.k} + q_{w.s} \cdot l_{w.s} = 11 \cdot 60.113 + 7 \cdot 192 = 2.005 \text{ кВт}$$

Таблиця 2.7. Гідравлічний розрахунок внутрішнього гарячого водопроводу на режим максимального господарсько-питного водоспоживання

Циркуляційні трубопроводи

Номер ділянки	Теплові втрати, кВт			Циркуляційна витрата, л/с	Діаметр d, мм	Швидкість V, м/с	Втрати напору за довжиною, мм	
	$q_{(w.k)} \cdot l_{(w.k)}$	$q_{(w.s)} \cdot l_{(w.s)}$	Сумарна				1000 i, мм	на ділянці $H(l) = 1000i \cdot l, м$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1-2	57,64	0,0	0,44	0,035	15	0,176	6,01	0,03
2-3	167,31	268,8	0,44	0,035	15	0,176	6,01	0,06
3-4	288,67	537,6	0,83	0,066	20	0,223	7,059	0,08
4-5	377,99	806,4	1,18	0,094	20	0,287	11,238	0,09
5-6	428,04	1075,2	1,50	0,119	20	0,382	19,135	0,09
6-7	472,15	1075,2	1,55	0,123	20	0,382	19,135	0,08
7-8	497,56	1075,2	1,57	0,125	20	0,382	19,135	0,04
8-9	545,74	1344,0	1,89	0,15	20	0,478	28,91	1,18
9-10	661,24	1344,0	2,01	0,159	20	0,51	32,58	0,34
							$\Sigma H (l) =$	2.00

Витрати циркуляційної води:

$$q_a^{cir} = q^{cir} \frac{Q_a^{ht}}{Q_a^{ht} + Q_d^{ht}} = 0,15915 * \frac{1.3}{1.3 + 3.65} = 0.04 \frac{л}{с}$$

$$q_d^{cir} = q^{cir} \frac{Q_d^{ht}}{Q_a^{ht} + Q_d^{ht}} = 0,15915 * \frac{3.65}{1.3 + 3.65} = 0.12 \frac{л}{с}$$

$$Q_a^{ht} = 259.3 * \frac{5}{1000} = 1.3 \text{ кВт}$$

$$Q_d^{ht} = (192 * 18 + 38.38 * 5) / 1000 = 3.65 \text{ кВт}$$

2.6. Розрахунок водонагрівальної установки

Необхідний тепловий потік за годину максимального водоспоживання на потреби гарячого водоспоживання:

$$Q_{hr}^h = 1,16q_{hr}^h(55 - t^c) + Q^{ht} = 1.16 * 0,925 * (55 - 2) + 2.005 = 58.87 \text{ кВт}$$

Загальна площа поверхні теплообміну в апараті:

$$F = \frac{Q_{hr}^h}{k * \Delta t_{max}} = \frac{58.87}{1.5 * 24.74} = 1.59 \text{ м}^2$$

Середньологарифмічний температурний напір:

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

Кількість пластин у теплообміннику:

$$n = \frac{F}{f} + 2 = \frac{1.59}{0.6} + 2 = 4.64 \approx 5 \text{ шт.}$$

2.7. Конструювання системи водовідведення

Розрахункова витрата господарсько-побутових стічних для каналізаційного стояка:

$$q^s = q^{tot} + q_0^s = 1.55 + 1.6 = 3.15 \text{ л/с}$$

Витрата дощових вод з покрівлі будинку:

$$Q = \frac{Fq_{20}}{10000} = \frac{280,22 * 94,2}{10000} = 2,64 \text{ л/с}$$

ГЕНПЛАН М 1:1000

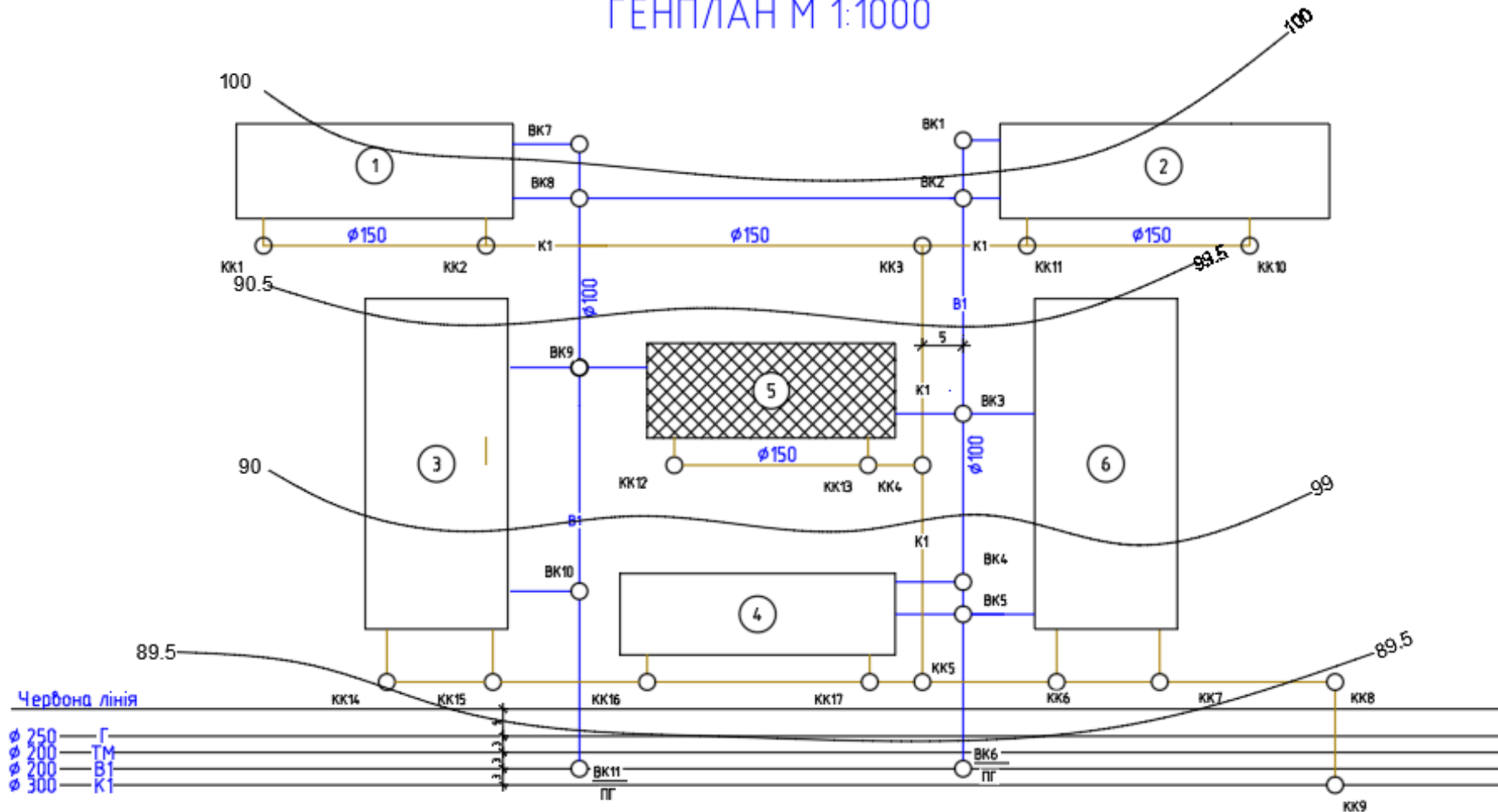


Рис.2.1. Генплан міста з перетинами каналізаційного трубопроводу з іншими системами

Таблиця 2.8. Гідравлічний розрахунок внутрішньоквартальної (дворової) мережі водовідведення

№№ Ділянок	Довжина l, м	Розрахункова витрата q_{cit} , л/с	Діаметр d, мм	Ухил		Наповнення h/d	Висота h, м	Швидкість V, м/с	Падіння $i_{тр}$, ‰	Відмітки, м						Глибина закладання лотка труби в м	
				Землі $i_з$	Труби $i_{тр}$					Поверхні землі		Лотка труби		Шелиги труби		На початку	В кінці
										На початку	В кінці	На початку	В кінці	На початку	В кінці		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	15	16	17	18	19	20
КК1-КК2	61,5	5,90	150	-0,0016	0,007	0,495	0,07	0,677	0,43	90,60	90,70	89,10	88,67	89,25	88,82	1,50	2,03
КК2-КК3	120,6	5,90	150	0,0002	0,007	0,495	0,07	0,677	0,84	90,70	90,68	88,67	87,83	88,82	87,98	2,03	2,85
КК3-КК4	61,4	10,51	200	0,0078	0,007	0,428	0,09	0,818	0,43	90,68	90,20	87,81	87,38	88,01	87,58	2,85	2,82
КК4-КК5	60	13,66	200	0,0092	0,007	0,514	0,10	0,829	0,42	90,20	89,65	87,37	86,95	87,57	87,15	2,82	2,70
КК5-КК6	31,1	25,03	250	0,0016	0,007	0,519	0,13	0,965	0,22	89,65	89,60	86,92	86,70	87,17	86,95	2,70	2,90
КК6-КК7	28,5	30,86	250	0,0018	0,0080	0,568	0,14	1,070	0,23	89,60	89,55	86,69	86,46	86,94	86,71	2,90	3,09
КК7-КК8	48,5	30,86	250	0,0014	0,0080	0,568	0,14	1,070	0,39	89,55	89,48	86,46	86,07	86,71	86,32	3,09	3,41
КК8-КК9	28	30,86	250	0,0100	0,0080	0,568	0,14	1,070	0,22	89,48	89,20	86,07	85,85	86,32	86,10	3,41	3,35

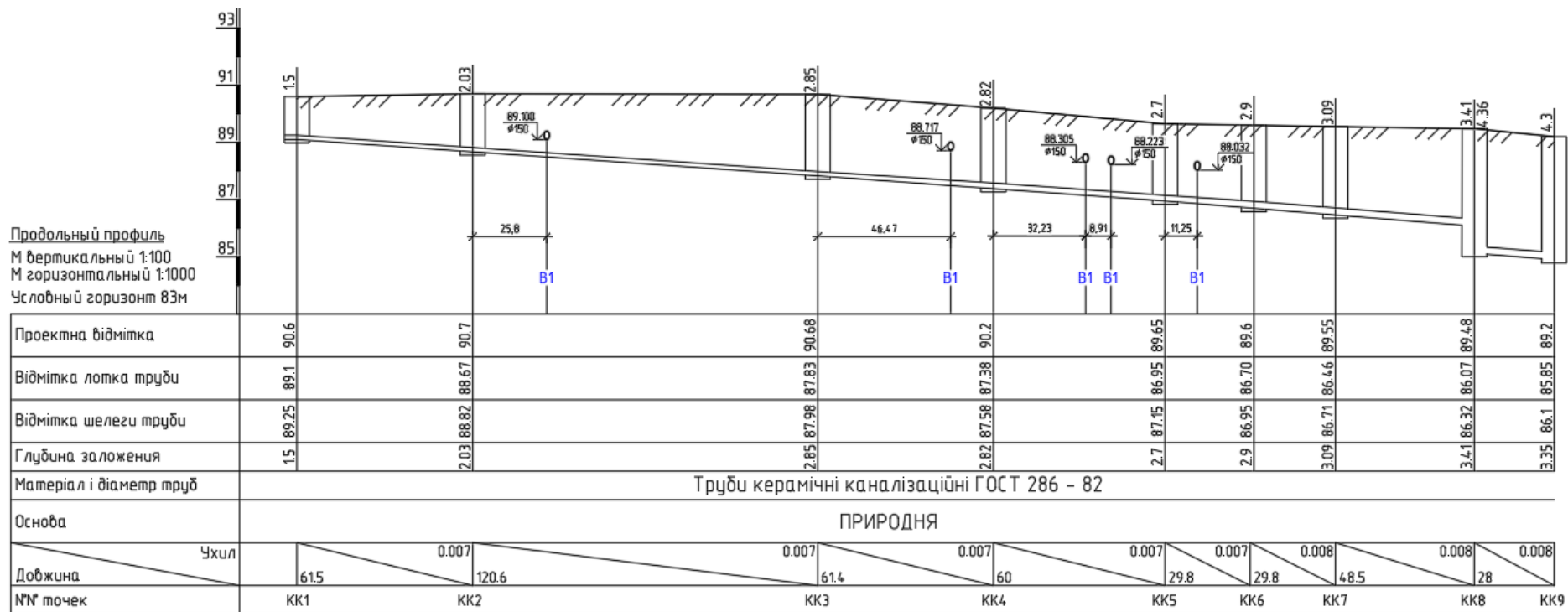


Рис.2.2. Поздовжній профіль внутрішньоквартальної господарсько-побутової мережі водовідведення

Розділ 3 Технологічні процеси в будівництві

3.1. Характеристика споруди та умов виконання робіт

До проектування прийнято 4-коридорний аеротенк зі збірних залізобетонних конструкцій.

Таблиця 3.1. Характеристика споруди

Габарити споруди в плані	61 м x 72 м
Глибина	5 м
Ґрунт	Супісок
Крок колон	3 м
Стінові панелі (плоскі)	ПС2-54-КГ1, ПС2-54-КГ1У, ПС2-54-КВ1
Висота плоских стінових панелей	5,4 м

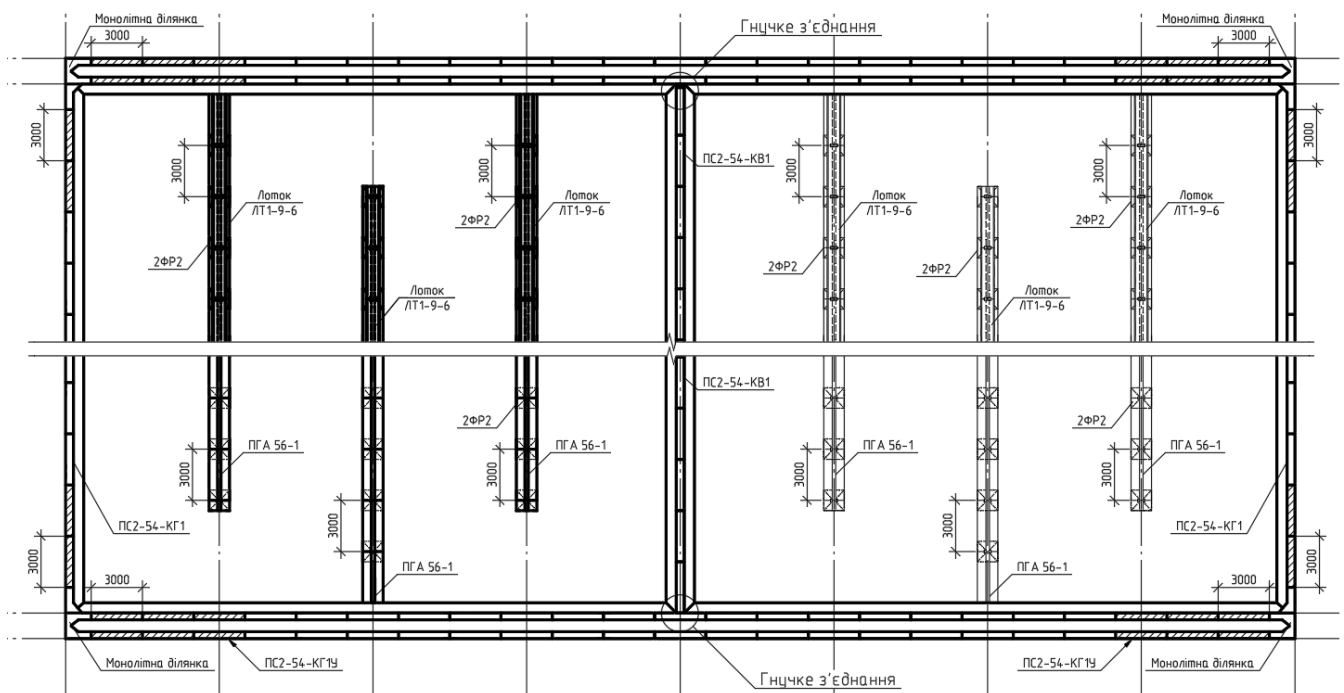


Рис.3.1. Схематичний план аеротенка з маркуванням конструкцій каркаса

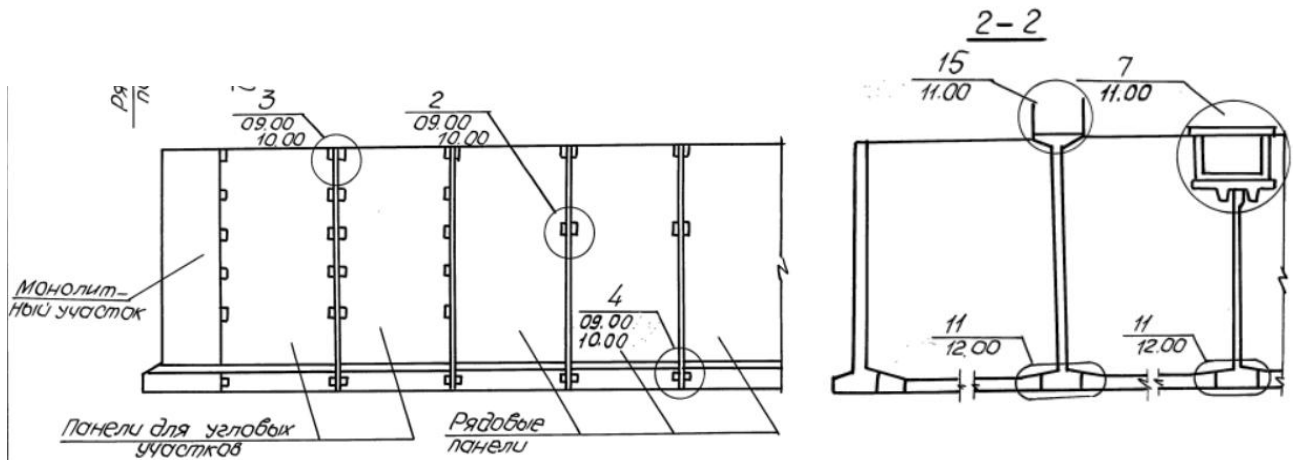


Рис.3.2. Схематичні розрізи аеротенка з маркуванням конструкцій каркаса

Таблиця 3.2. Характеристики монтажних елементів

№ п/п	Монтажні елементи	Марка	Ескіз	Маса елемента, т	Об'єм елемента, м ³
1	2	3	4	5	6
1	Стінова панель	ПС2- 56-КВ1		8,8	3,5
2	Стінова панель	ПС2- 54- КГ1У		8,8	3,2

3.2. Вибір методів виконання і розчленування фронту робіт на ділянці

Аеротенк з розмірами в плані 61 м х 72 м будується двома монтажними ділянками.

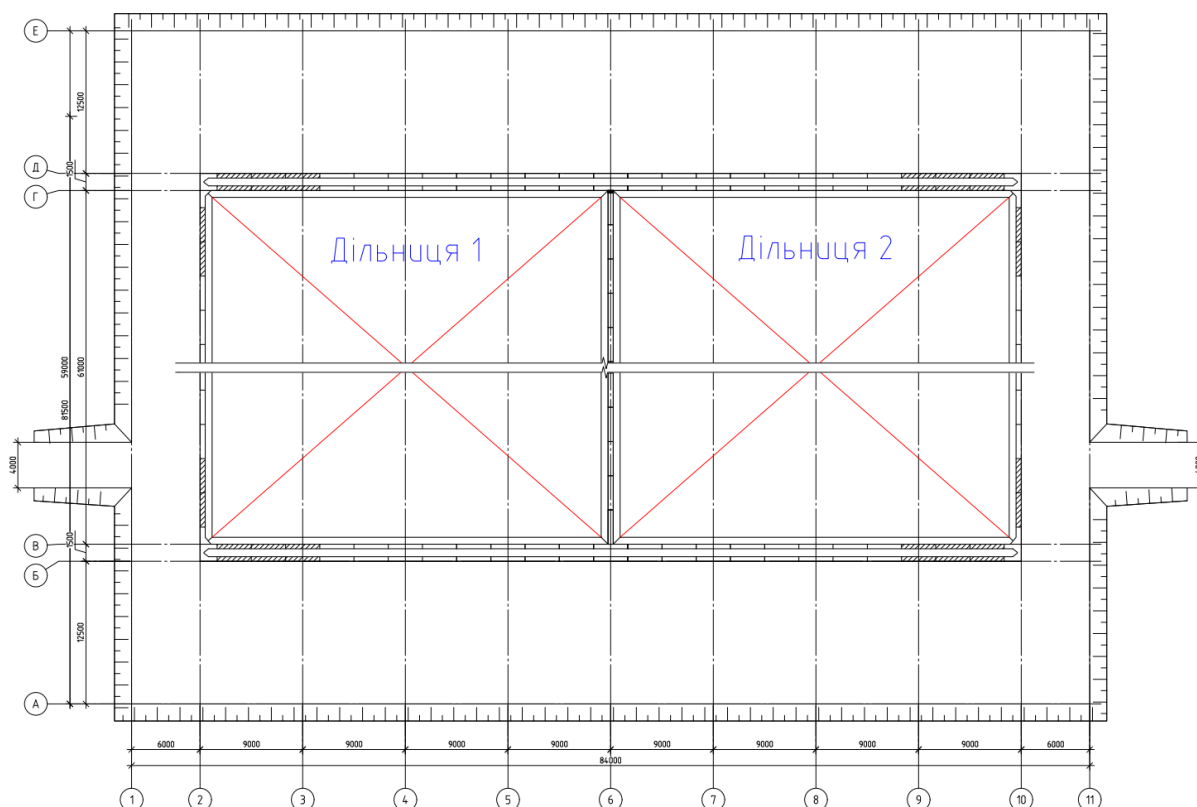


Рис.3.3. Схема поділу споруди на монтажні ділянки

3.3. Підрахунок об'ємів робіт

Таблиця 3.3. Об'єм монтажних робіт

№ пор.	Найменування елементів	Марка елемента	Кількість елементів, шт.			Об'єм елемента, м ³	Об'єм елементів, м ³
			На ділянках		Всього		
			1	2			
1	Стінова панель масою 8,8т	ПС2-54-КГ1	19	19	38	3,5	133
2	Стінова панель масою 8,8т	ПС2-54-КГ1У	46	46	92	3,5	322
3	Стінова панель масою 8,8т	ПС2-54-КВ1	10	10	20	3,5	70
4	Перегородка масою 5,8 т	ПГА-56-1	54	54	108	2,11	227,88
5	Лоток масою 3,7	ЛТ1-9-6	27	27	54	1,37	73,98
6	Фундамент під колону масою 4,18 т	2ФР2	54	54	108	1,67	180,36
7	Колона масою 2,16 т	3К54	54	54	108	0,86	92,88
	Всього:						1100,1

Таблиця 3.4. Об'єм опалубних робіт

Марка моноліт-ної ділянки	Тип поверхні, яка покривається опалубним щитом	Розміри поверхні, мхм	Кількість поверхонь кожного типу, шт.	Площа одної поверхні, м ²	Площа опалубки за типом поверхні та загальна площа опалубки, м ²
УМ54-Б	1	1,54x5,43	2	8,36	16,72
	2	0,99x5,43	2	5,37	10,74
	3	0,35x5,43	2	1,90	3,8
	4	0,20x5,43	1	1,08	2,16
Площа опалубки на одну монолітну ділянку, м ²					33,42
Площа опалубки на монтажну дільницю, м ²					66,84
Площа опалубки на споруду, м ²					133,68

Таблиця 3.5. Об'єм бетонних робіт

Монолітна ділянка УМ48-БГ1	Об'єм бетону, м ³
Об'єм бетонної суміші на одну монолітну ділянку, м ³	3,7
Об'єм бетонної на монтажну дільницю, м ³	7,4
Об'єм бетонної суміші на споруду, м ³	14,8

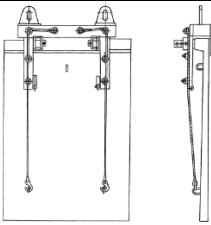
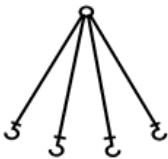
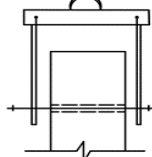

Таблиця 3.6. Об'єм арматурних робіт

Марка монолітної ділянки	Маса арматури класу в кг						Маса арматури, кг
	A240C	A400C					
	Ø6	Ø10	Ø14	Ø16	Ø18	Ø20	
УМ54-Б	3,0	80,6	88,6	45,4	277,0	-	494,6
Маса арматури на одну монолітну ділянку, кг							494,6
Маса арматури на монтажну дільницю, кг							989,2
Маса арматури на споруду, кг							1978,4

Таблиця 3.7. Об'єм робіт із закладання стиків

№ пор.	Назва процесу	Одиниця вимірювання	Об'єм робіт			Об'єм робіт на споруду
			Одиниця вимірювання	На ділянках		
				1	2	
1	Зварювання випусків арматури панелей стін	10 м шва	0,432	32,40	32,40	64,80
2	Закладання швів дна паза днища бетоном з ущільненням	1 м ³	0,03	6,71	6,71	13,41
3	Заливання швів панелей стін бетоном механізовано	100 м	0,048	3,60	3,60	7,20
4	Замонолічування колон в стаканах фундаментів	1 стик	1	54,00	54,00	108,00
5	Закладання швів дна паза днища перегородки бетоном з ущільненням	1 м ³	0,03	4,83	4,83	9,66
6	Заливання швів перегородок бетоном механізовано	100 м	0,048	2,59	2,59	5,18
7	Електрозварювання перегородки з колоною	10м	0,025	1,35	1,35	2,70
8	Електрозварювання лотка з перегородкою	10м	0,2	5,40	5,40	10,80
9	Закладання швів лотка з перегородкою бетоном	1 м ³	0,28	7,56	7,56	15,12

Таблиця 3.8. 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		8	0,15	0,5
2	Строп чотирьохгілковий для захоплення збірних фундаментів		5	0,044	4
3	Стержневий захоплювач колон		8	0,135	0,5
5	Строп двогілковий для захоплення траверси		8	0,05	2,5

Таблиця 3.9. Засоби для тимчасового закріплення і вивіряння конструкцій

№ п/п	Найменування, характеристика, посилання на довідник із зазначенням сторінки	Принципова схема засобу	Висота над нижньою конструкцією, м	Маса, т
1	2	3	4	5
1	Підкос із струбциною та металеві клини для тимчасового закріплення стінових панелей		-	0,05
2	Сталеві клини для тимчасового затримання балок		-	0,005
2	Кондуктор для тимчасового закріплення колон та їх вивіряння		0,72	0,282

Технічний вибір монтажних кранів

Приймаємо виконання монтажних робіт за схемою Ш.

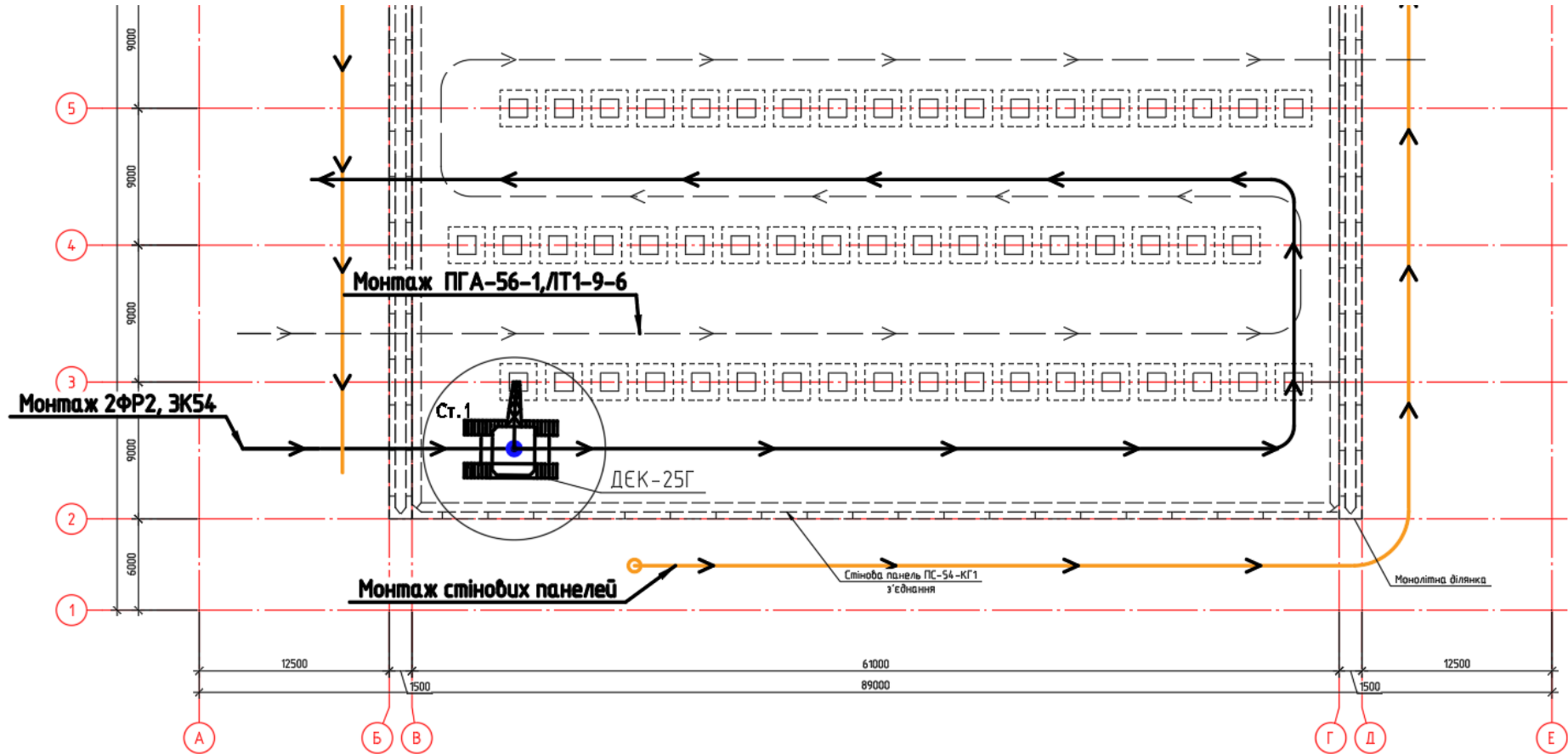
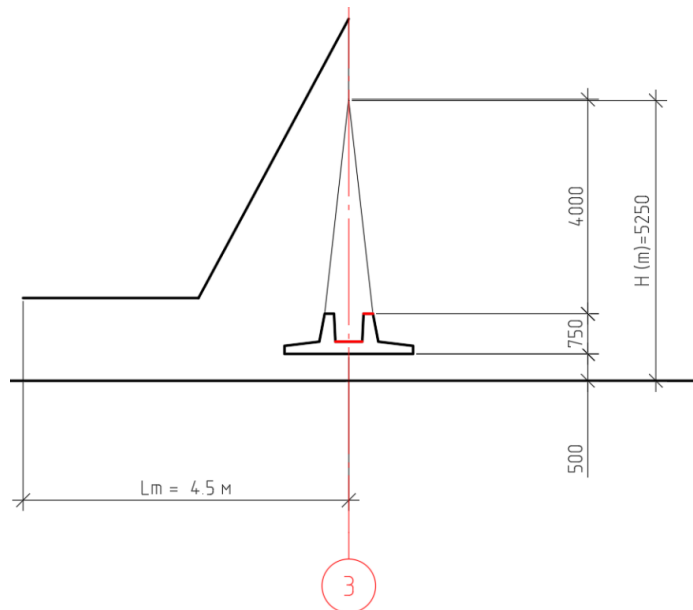


Рис.3.4 Схема проходок монтажних кранів

3.4. Визначення монтажних характеристик елементів

- Фундаментні блоки



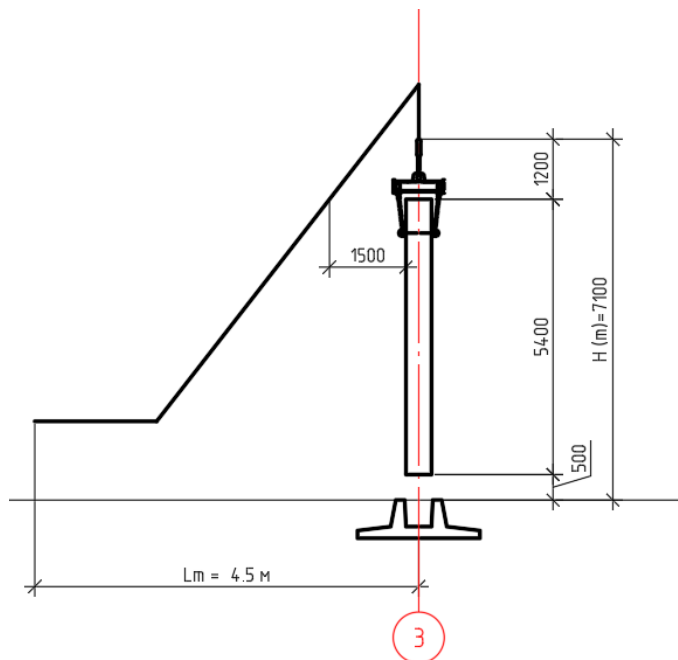
$$Q_m = 4.18 + 0.044 = 4.32 \text{ т;}$$

$$H_m = 0.5 + 0.75 + 4.0 = 5.25 \text{ м;}$$

$$L_m = 4.5 \text{ м} = \text{min.}$$

Рис.3.5. Схема монтажу фундаментних блоків

- Колони



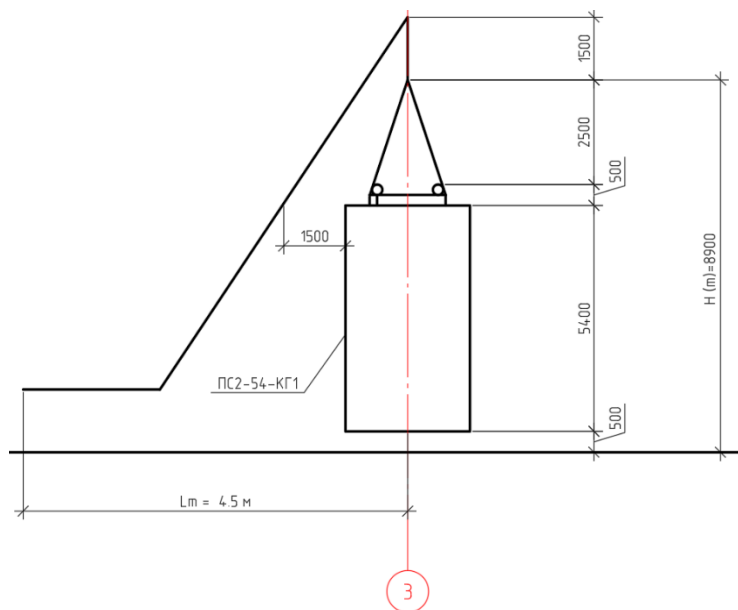
$$Q_m = 2.16 + 0.135 = 2.295 \text{ т;}$$

$$H_m = 0.5 + 5.4 + 1.2 = 7.1 \text{ м;}$$

$$L_m = 4.5 \text{ м} = \text{min.}$$

Рис.3.6. Схема монтажу колон

- Стінові панелі



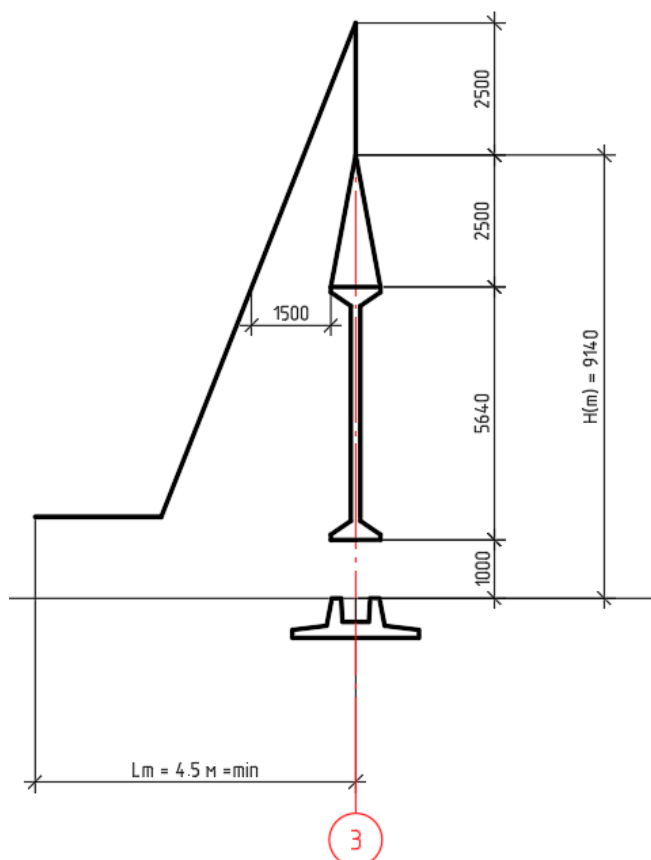
$$Q_m = 8,8 + 0,15 + 0,05 = 9 \text{ т};$$

$$H_m = 0,5 + 5,4 + 0,5 + 2,5 = 8,9 \text{ м};$$

$$L_m = 4,5 \text{ м} = \text{min.}$$

Рис.3.7. Схема монтажу стінових панелей

- Перегородки



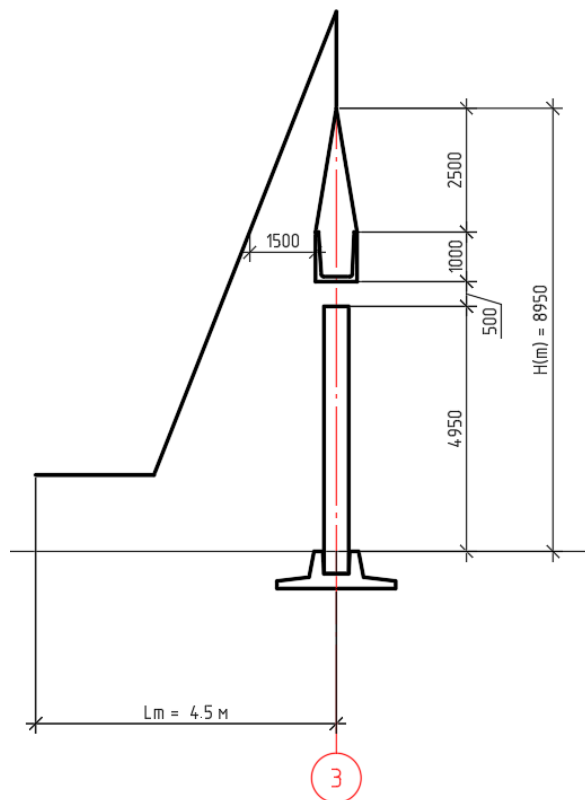
$$Q_m = 5,28 + 0,05 = 5,78 \text{ т}$$

$$H_m = 5,64 + 2,5 + 1 = 9,14 \text{ м}$$

$$L_m = \text{min}$$

Рис.3.8. Схема монтажу перегородок

- Лотки



$$Q_m = 3,7 + 0,05 = 3,75 \text{ т};$$

$$H_m = 4,95 + 0,5 + 1,0 + 2,5 + 1,95 = 8,95 \text{ м};$$

$$L_m = 4,5 \text{ м} = \text{min.}$$

Рис.3.9. Схема монтажу лотків

3.5. Вибір будівельних кранів за технічними характеристиками

Таблиця 3.10. Вибір кранів за монтажними характеристиками елементів конструкцій

№ поз.	Назва конструкції в елементарних монтажних потоках	Монтажні характеристики конструкцій			Гусеничні крани, придатні за технічними характеристиками
		Qm, т	Hm, м	Lm, м	
1	2	3	4	5	6
1	Фундаментні блоки	4,32	5,25	4,5	Гусеничний кран ДЕК-251, стріла 14м механічний привід
3	Колони	2,295	7,1	4,5	
4	Стінові панелі	9	8,9	4,5	Гусеничний кран ДЕК-251, стріла 14м механічний привід
5	Лотки	3,75	8,95	4,5	Гусеничний кран ДЕК-251, стріла 14м механічний привід
6	Стінові перегородки	5,78	9,14	4,5	

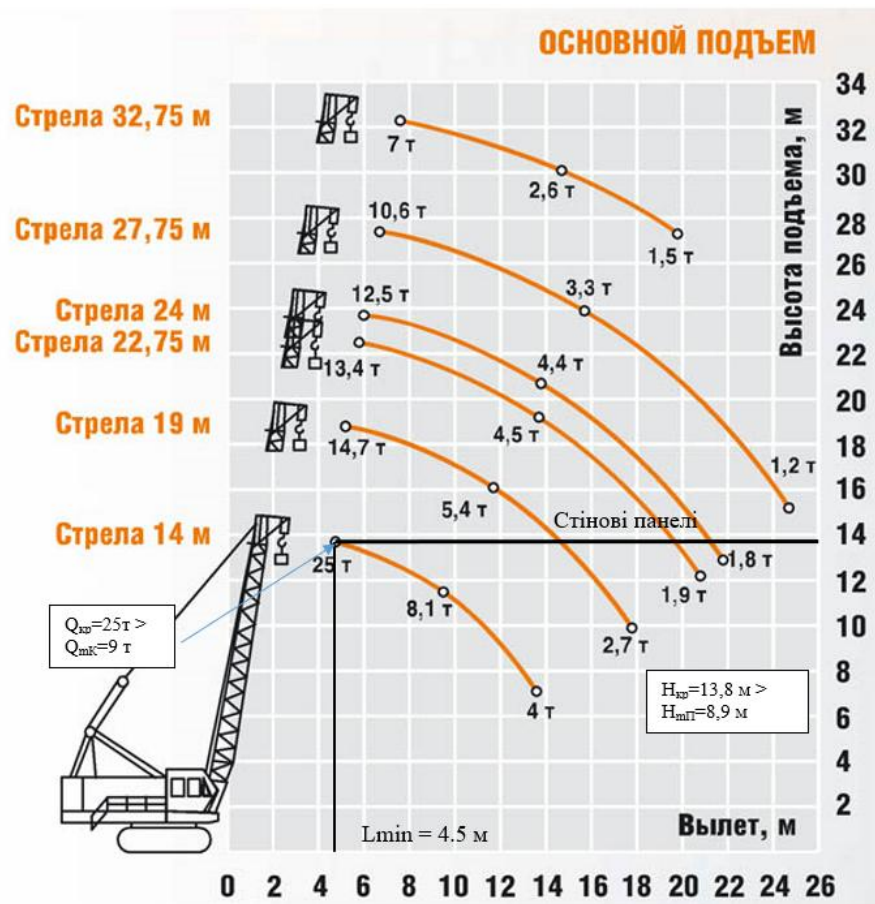


Рис.3.10. Діаграма вантажопідйомності гусеничного крана ДЕК-251

Технічні характеристики крана:

- Фундаменти - $Q_{кр} = 25 \text{ т} > Q_{ф} = 4,32 \text{ т}$; $H_{кр} = 13,8 \text{ м} > H_{м} = 5,25 \text{ м}$
- Колони - $Q_{кр} = 25 \text{ т} > Q_{к} = 2,295 \text{ т}$; $H_{кр} = 13,8 \text{ м} > H_{к} = 7,1 \text{ м}$
- Стінові панелі - $Q_{кр} = 25 \text{ т} > Q_{п} = 9 \text{ т}$; $H_{кр} = 13,8 \text{ м} > H_{п} = 8,9 \text{ м}$
- Лотки - $Q_{кр} = 25 \text{ т} > Q_{л} = 3,75 \text{ т}$; $H_{кр} = 13,8 \text{ м} > H_{л} = 8,95 \text{ м}$
- Стінові перегородки - $Q_{кр} = 25 \text{ т} > Q_{п} = 5,78 \text{ т}$; $H_{кр} = 13,8 \text{ м} > H_{п} = 9,14 \text{ м}$

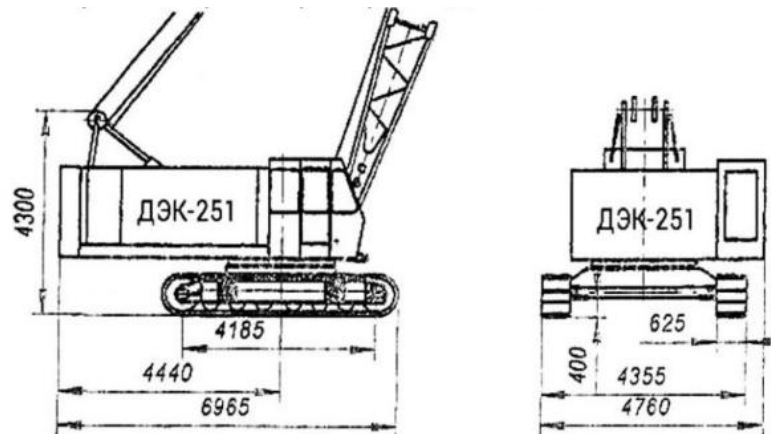


Рис.3.11. Діаграма вантажопідйомності гусеничного крана ДЕК-251

Таблиця 3.11. Калькуляція трудових витрат

№	Найменування процесів	Об'єм робіт		Обґрунтування за ГН, ЕНиР	Норма часу люд.- год. маш.- год.	Трудомісткість люд.- год. маш.-год	Склад ланки	
		Одиниця виміру	Кількість одиниць				Професія /розряд/	К-ть
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Установка панелей стін аеротенка площею	1 шт	75,00	Е §4-1-8, табл. 2, п. 10а, б	<u>1,50</u>	<u>112,50</u>	Монтажник 5р., 4р 3р 2р	1 1 1 1
	4,8 x 2,98 = 14,3 м ²				0,37	27,75	Машиніст 6 р.	1
2	Зварювання випусків арматури панелей стін	10 м	32,40	Е §22-1-4, п. 4а	<u>7,10</u>	<u>230,04</u>	Зварювальник 5 р.	1
	114 x 0,432 = 49,25 м				-	-		1
3	Закладання швів дна паза днища бетонною сумішшю з ущільненням	1 м ³	6,71	Е §4-1-51, п. 1	<u>5,80</u>	<u>38,89</u>	Монтажник 4р., 3 р.	1 1
	0,03x2,98x160=14,3 м ³				-	-		-
4	Заливання швів панелей стін бетонною сумішшю механізованим способом	100 м	3,60	Е §4-1-26, п. 2а	<u>28,00</u>	<u>100,80</u>	Монтажник 4р., 3 р.	1 1
					-	-		-
5	Установка і в'язання арматури окремими стержнями монолітних ділянок стін аеротенка	1 т	0,99	Е §4-1-46, табл. 2, п. 12г	<u>24,00</u>	<u>23,74</u>	Арматурник 6р., 2 р.	1 1
					-	-		-
6	Влаштування опалубки монолітних ділянок стін резервуарів	1 м ²	66,84	Е §4-1-36, табл. 2, п. 8а	<u>1,10</u>	<u>73,52</u>	Тесляр 5р., 3 р.	1 1
					-	-		-
7	Укладання бетонної суміші в монолітні ділянки стін резервуарів до 5 м ³	1 м ³	7,40	Е §4-1-49, табл. 3, п. 4д	<u>1,20</u>	<u>8,88</u>	Бетонник 4р., 2 р.	1 1
					-	-		-
8	Розбирання опалубки монолітних ділянок стін резервуарів	1 м ²	66,84	Е §4-1-36, табл. 2, п. 8б	<u>0,35</u>	<u>23,39</u>	Тесляр 5р., 3 р.	1 1
					-	-		-
9	Установка фундаментів масою до 5т	1 шт	54,00	Е §4-1-1, табл. 2, п. 8а, б	<u>2,00</u>	<u>108,00</u>	Монтажник 5р., 4р 3р 2р	1 1 1 1
					0,67	36,18		Машиніст 6 р.

10	Установка колон масою до 2т у стакани фундаментів за допомогою кондукторів	1 шт	54,00	Е §4-1-4, табл. 2, п. 2а, б	<u>2,40</u>	<u>129,60</u>	Монтажник 5р., 4р 3р 2р	1 1 2 1
					0,24	12,96	Машиніст 6 р.	1
11	Замонолічування колон у стаканах фундаментів	1 стик	54,00	Е §4-1-25, табл. 1, п. 1	<u>0,81</u>	<u>43,74</u>	Монтажник 4р., 3 р.	1 1
					-	-	-	-
12	Установка перегородок секцій аеротенка 4,6x2,98=13,71 м2	1 шт	54,00	Е §4-1-8, табл. 2, п. 18 а, б	<u>1,00</u>	<u>54,00</u>	Монтажник 5р., 4р 3р 2р	1 1 1 1
					0,25	13,50	Машиніст 6 р.	1
13	Закладання швів дна паза днища перегородки бетонною сумішшю з ущільненням 0,03x2,98x160=14,3 м3	1 м ³	4,83	Е §4-1-51, п. 1	<u>5,80</u>	<u>28,00</u>	Монтажник 4р., 3 р.	1 1
					-	-	-	-
14	Заливання швів перегородок бетонною сумішшю механізованим способом	100 м	2,59	Е §4-1-26, п. 2а	<u>28,00</u>	<u>72,58</u>	Монтажник 4р., 3 р.	1 1
					-	-	-	-
17	Елетрозварювання колони з перегородкою	10 м	1,35	Е §22-1-3, п. 1Г	<u>6,8</u>	<u>9,18</u>	Зварювальник 5 р.	1
					-	-		
18	Установка лотків масою до 5т	1 шт	27,00	Е §4-1-1, табл. 2, п. 8а, б	<u>2,7</u>	<u>72,90</u>	Монтажник 5р., 4р 3р 2р Машиніст 6 р.	1 1 2 1 1
					<u>0,54</u>	<u>14,58</u>		
19	Елетрозварювання лотка з перегородкою	10 м	5,40	Е §22-1-4, п. 4а	<u>7,1</u>	<u>38,34</u>	Зварювальник 5 р.	1
					-	-		

Таблиця 3.12. Технологічні розрахунки монтажу аеротенка (I дільниця)

№	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 аеротенка площею (п. 1)	1 шт	63,00	112,5:8 27,75:8 = <u>14,06</u> 3,47	<u>14</u> 3,5	Монтажник 5р., 4 р., 3 р., 2 р. Машиніст 6 р.	1 1 1 1 1	14:4= 3,5 3,5:1= 3,5	<u>100,45</u> 99,11
2	Зварювання випусків арматури панелей стін (п. 2)	10 м	27,22	<u>28,76</u> -	<u>28</u> -	Зварювальник 5 р.	7	28:7= 4	102,7
3	Закладання швів дна паза днища і панелей стін бетонною сумішшю (п. 3-4)	1 м ³ 100 м	5,63 3,02	<u>17,46</u> -	<u>18</u> -	Монтажник 4р., 3 р.	4 4	18:4= 4,5	97,01
4	Бетонування монолітних ділянок стін аеротенка (п. 5-8)	1 т 1 м ² 1 м ³ 1 м ²	0,99 66,84 7,40 66,84	<u>16,19</u> - - -	<u>16</u> - - -	Арматурник 6р., 2 р., Тесляр 5р., 3 р., Бетонник 4р., 2 р.,	2 2 2	16:6= 2,7	101,20

5	Установка фундаментів, колон, замонолічування колон у стаканах фундаментів (п. 9-11)	1 шт	60,00			Монтажник 5р.,	2		-	
		1 шт	60,00	<u>39,08</u>	<u>39</u>	4 р.,	2	$39:10=$	<u>3,9</u>	<u>100,19</u>
		1 стик	60,00	6,83	7	3 р.,	4	$7:2=$		97,50
						2 р. Машиніст 6 р.	2 2			
6	Установка перегородок стін (п 12)	1 шт	54,00	<u>54:8</u>	<u>8</u>	Монтажник 5р.,	1			
				13,5:8	2	4 р.,	1	$8:4=$	<u>2</u>	<u>84,38</u>
				=		3 р.,	1	$2:1=$	2	84,38
				<u>6,75</u>		2 р. Машиніст 6 р.	1 1			
7	Закладання швів дна паза днища перегородок бетонною сумішшю (п. 13-14)	1 м ³	4,83	<u>12,57</u>	<u>12</u>	Монтажник 4р.,	3			
		100 м	2,59	-	-	3 р.	3	$12:6=$	2	104,77
8	Установка лотків (п.16)	1 шт	27,00	<u>9,11</u>	<u>10</u>	Монтажник 5р.,	1			
				1,82	2	4 р.,	1	$10:5=$	2	<u>91,13</u>
						3 р.,	2	$2:1=$	2	91,13
						2 р. Машиніст 6 р.	1 1			
9	Електрозварювання перегородки з колонами і лотками, (п.15-17)	10 м	1,35	-	-	Зварювальник 5 р.	3	$6:3=$	2	99,00
		10 м	5,40	<u>5,94</u>	<u>6</u>					
	Всього:			<u>146,01</u>	<u>147</u>					
				13,12	13,5					

Таблиця 3.13. Техніко-економічні показники

Обсяг монтажу залізобетонних конструкцій	1100,1 м ³
Тривалість будівництва	17 змін
Трудомісткість роботи монтажних кранів	13,5х2 = 27 маш.-змін
Затрати праці робітників	147 х2 = 294 люд.-змін
Виробіток у м ³ на 1маш.-зм	1100,1/27 = 40,74 м ³ /маш.-змін
Виробіток у м ³ на 1люд.-зм	11001/294 = 3,74 м ³ /люд.-змін

Таблиця 3.14. Потреба в будівельних конструкціях, деталях, напівфабрикатах, матеріалах і устаткуванні

№	Будівельні конструкції, деталі, напівфабрикати, матеріали та устаткування	Марка	Одиниця вимірювання	Кількість
1	2	3	4	5
1	Стінова панель	ПС2-54-КВ1	шт.	38
2	Стінова панель	ПС2-54-КГ1У	шт.	92
3	Стінова панель	ПС2-54-КВ1	шт.	20
4	Фундамент під колони	2ФР2	шт.	108
5	Колона	3КР54	шт.	108
6	Панель перегородка	ПГА-56-1	шт.	108
7	Лоток	ЛТ1-9-6	шт.	54
8	Бетон	С 10/15	м ³	78,2
9	Розчинна суміш	М 100	м ³	3,67
10	Вироби монтажні	-	т	0,215
11	Пісок	-	м ³	13,77
12	Бруски 75 мм	IV сорт	м ³	0,61
13	Дошки 25 – 32 мм	IV сорт	м ³	11,5
14	Дошки 40 мм	IV сорт	м ³	3,7
15	Гвіздки 100 мм	-	кг	16,83
16	Електроди	Е-42	кг	23,4
17	Дріт 4 мм	Вр-І	кг	3,6
18	Бетон для монолітних ділянок	С 15/20	м ³	14,8
19	Арматура діаметром 6 мм	A240С	кг	12
20	Арматура діаметром 8 мм	A400С	кг	322,4
21	Арматура діаметром 14 мм	A400С	кг	354,4
22	Арматура діаметром 16 мм	A400С	кг	181,6
23	Арматура діаметром 18 мм	A400С	кг	1108
24	Гвіздки 120 мм	-	кг	30,3
25	Тісто вапняне	-	кг	120,2

Таблиця 3.15. 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 автомобільний	ДЕК-251	шт.	3
2	Бортовий автомобіль	ЗиЛ-433440	шт.	1
3	Тягач з напівпричепом-панелевозом	КамАЗ-5410 ПП-1307А	шт.	1
4	Автобетоновоз СБ-113 на базі ЗиЛ-13Д	СБ-113	шт.	1
5	Неповоротний бункер місткістю 0,5 м ³	БНВ-0,5	шт.	1
6	Балансуюча траверса для захоплення стінових панелей	-	шт.	1
8	Строп чотирьохгілковий для захоплення фундаментів	4СК-5,0-4000	шт.	1
9	Стержневий захоплювач колон	-	шт.	1
10	Сталеві клини для тимчасового затримання балок	КС2-5	шт.	64
11	Строп двогілковий для захоплення балок	2СК-5,0-4300	шт.	1
12	Строп двогілковий для захоплення траверси	2СК-8,0-2500	шт.	1
13	Підкос зі струбциною	-	шт.	64
14	Металеві клини	-	шт.	192
15	Кондуктор для тимчасового закріплення колон та їх вивіряння	-	шт.	12

Продовження таблиці 3.15.

№ пор.	Машина, устаткування, інструмент, інвентар і пристрої	Марка	Одиниця вимірювання	Кількість
II. Ручний будівельний інструмент				
16	Вібратор глибинний	ІВ-113	шт.	2
17	Лопата для розчину	ЛР	шт.	10
20	Зубило слюсарне 20x60°	ЗС	шт.	1
21	Скребок	-	шт.	2
22	Розшивка стальна	РВ-1	шт.	1
		РВ-2	шт.	1
23	Лом монтажний	ЛМ-20	шт.	2
		ЛМ-24	шт.	3
24	Киянка кругла	КК	шт.	1
25	Сокира будівельна	А-2	шт.	1
26	Маяк причальний	-	шт.	3
27	Каска пластмасова	-	шт.	10
28	Пояс запобіжний	-	шт.	9
29	Відро	-	шт.	4
III. Засоби вимірювання і контролю				
30	Висок будівельний 600 г	ОС-600	шт.	4
31	Рейка з виском	-	шт.	4
32	Рулетка	РЗ-20	шт.	3
33	Метр складний металевий	МС	шт.	9
34	Кутник дерев'яний	УД	шт.	4
35	Правило	-	шт.	4
36	Рівень будівельний	УС-300	шт.	3
37	Ящик для розчину металевий	-	шт.	2
38	Клиновий вкладиш	-	шт.	18
39	Риштування монтажні	-	шт.	4
40	Драбина монтажна	-	шт.	4
41	Підкіс із струбциною	-	шт.	10
42	Щити опалубки PERI	PERI		
	1200x3300 мм			
	600x3300 мм		шт.	8
	300x3300 мм		шт.	4
	1200x1200 мм		шт.	6
	600x1200 мм		шт.	8
300x1200 мм	шт.	4		
			шт.	6

Таблиця 3.16. Схема операційного контролю якості робіт

Операції, які підлягають контролю		Контроль якості виконання операції			
виконавцем	майстром	склад	спосіб	строки	залучені служби
1	2	3	4	5	6
-	Монтаж панелей аеротенка	Відповідність послідовності монтажу розробленій ТК. Точність установки панелей аеротенка. Контроль якості зароблення стиків	Візуально, рулеткою	В процесі монтажу	-
Монтаж панелей аеротенка	-	Правильність і надійність стропування. Вертикальність встановлених панелей. Надійність тимчасового кріплення. Правильність прив'язки панелей аеротенка в плані	Візуально, рулеткою	В процесі монтажу	-
-	Монтаж фундаментів	Суміщення осей фундаменту відносно осей. Відхилення відміток вирівнюючого шару під блоки і опорні поверхні дна стаканів від проектних. Щільність примикання підошви фундаменту до поверхні основи.	Візуально, рулеткою	В процесі монтажу	Геодезична служба
Монтаж фундаментів	-	Відхилення відміток опорних поверхонь дна стаканів від проектних. Відповідність положення змонтованих фундаментів в плані.	Візуально, рулеткою	В процесі монтажу	Геодезична служба
-	Монтаж колон, ригелів, плит покриття	Установку конструкцій в проектне положення. Надійність тимчасового кріплення. Якість бетонних робіт при замонолічуванні колон. Глибину обпирання плит.	Візуально, рулеткою	В процесі монтажу	-
Монтаж колон	-	Фактичне положення змонтованих конструкцій. Відповідність закріплення конструкцій проектним	Візуально, рулеткою	В процесі монтажу	Геодезична служба
-	Зварювання закладних деталей	Відповідність порядку зварювання і типу використовуваних електродів Проекту. Розміри швів, якість зачистки	Візуально	В процесі зварювання	Лабораторія

<i>Операції, які підлягають контролю</i>		<i>Контроль якості виконання операції</i>			
<i>виконавцем</i>	<i>майстром</i>	<i>склад</i>	<i>спосіб</i>	<i>строки</i>	<i>залучені служби</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
<i>Зварювання і антикорозійний захист</i>	-	<i>Якість зварювання, наявність і правильність ведення журналу зварювальних робіт. Якість антикорозійного покриття.</i>	<i>Візуально</i>	<i>В процесі зварювання</i>	<i>Лабораторія</i>
-	<i>Закладення стиків</i>	<i>Дотримання технологічної послідовності операції. Якість закладення стиків. Температурно-вологий режим твердіння розчину. Фактичну міцність бетону і розчину і терміни розбирання опалубки</i>	<i>Візуально</i>	<i>В процесі закладення стиків</i>	<i>Лабораторія</i>
<i>Закладення стиків</i>	-	<i>Якість герметизації зовнішніх стін. Фактичну міцність бетону і розчину. Зовнішній вигляд закладених стиків</i>	<i>Візуально</i>	<i>В процесі закінчення роботи</i>	<i>Лабораторія</i>

3.6. Вказівки до виконання робіт

- Для оптимізації виконання монтажних робіт споруду розбито на дві монтажні ділянки, кожна з яких охоплює окрему секцію аеротенка, що дозволяє здійснювати роботи паралельно.
- Монтажні роботи виконуються за схемою III, за якою монтажний кран і транспортні засоби пересуваються по днищу котловану. Подавання конструкцій здійснюється з транспортних засобів, які рухаються назустріч монтажному процесу.
- Для досягнення потокової організації будівництва спеціалізований потік поділено на елементарні монтажні етапи:
 - монтаж стінових панелей (виконується гусеничним краном ДЕК-251 зі стрілою 14 м);
 - монтаж фундаментів під колони, установлення колон, перегородок і лотків (також за допомогою ДЕК-251 зі стрілою 14 м).

4. Монтаж стінових панелей допускається після досягнення бетоном днища міцності не менше 70 % проектної. Роботи розпочинають з монтажу маячних панелей з використанням балансуєчої траверси вантажопідіймальністю 8 т. Орієнтація панелей виконується за розміткою на верхній грані фундаменту, а у поперечному напрямку — за встановленими маячними панелями. Вивірення здійснюється рейками, тимчасове закріплення виконується за допомогою двох підкосів зі струбцинами та шести металевих клинів.
5. Для закладання швів дна та стиків панелей застосовується бетонна суміш класу С10/15. Зварювання закладних елементів і стиків здійснюється методом ручного електродугового зварювання з використанням електродів типу Є-42.

Розділ 4 Розрахунок собівартості води та послуг водовідведення

Таблиця 4.1. Розрахунок чисельності робітників основного і допоміжного виробництва водовідведення на 2025 р.

№ п/п	Вид споруд	Професія	Розряд	Обсяг виробництва /продуктивність споруд, протяжність мереж тощо/		Нормативна чисельність робітників (прийнята), чол./добу	Основа
				Одиниця	Кількість одиниць		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	КНС	Машиніст насосних установок	5	Тисяча м ³ /добу	100,7	4,1 (4)	Дод 2,6
2	Очисна станція						
2.1	Приймальна камера						Дод 2.8
2.2	Грати з механічним очищенням	-	1	Тисяча м ³ /добу	100,7	3,8 (4)	Дод 2.8
2.3	Піскові майданчики	Оператор на піскових майданчиках	2	Тисяча м ³ /добу	100,7	3,6 (4)	Дод 2.8
2.4	Піскоуловлювачі	Оператор на піскоуловлювачах	2	Тисяча м ³ /добу	100,7	3,2 (3)	Дод 2.8
2.5	Первинний відстійник	Оператор на первинний відстійник	3	Тисяча м ³ /добу	100,7	6,5 (7)	Дод 2.8
2.6	Аеротенк	Оператор на аеротенк	3	Тисяча м ³ /добу	100,7	3,8 (4)	Дод 2.8
2.7	Вторинний відстійник	Оператор на вторинний відстійник	3	Тисяча м ³ /добу	100,7	6,5 (7)	Дод 2.8

2.8	Хлораторна	Оператор хлораторних установок	3	Тисяча м ³ /добу	100,7	3,7 (4)	Дод 2.8
2.9	Мулозгущувач	Оператор на мулозгущувач	2	Тисяча м ³ /добу	100,7	3,6 (4)	Дод 2.8
2.10	Мулонаносна станція	Машиніст насосних установок	3	Тисяча м ³ /добу	100,7	3,8 (4)	Дод 2.8
2.11	Метантенк	Оператор на метантенк	2	Тисяча м ³ /добу	100,7	3,6 (4)	Дод 2.8
2.12	Вакуум-фільтр	Оператор на вакуум-фільтр	2	Тисяча м ³ /добу	100,7	4,4 (4)	Дод 2.8
2.13	Мулові майданчики	Оператор на мулові майданчики	2	Тисяча м ³ /добу	100,7	3,6 (4)	Дод 2.8
2.14	Компресори	Машиніст компресорних установок	4	Тисяча м ³ /добу	100,7	3,8 (4)	Дод 2.8
2.15	Відстійник (Контактний резервуар)	Оператор відстійника	2	Тисяча м ³ /добу	100,7	2,4 (2)	Дод 2.8
3	Обслуговування каналізаційної мережі	Слюсар аварійно-відновлювальних робіт	4	км	88	15,2 (15)	Дод 2.7

Всього робітників

78 чол.

МОП

4 чол.

Всього працюючих по підприємству: 82 чол.

Таблиця 4.2. Розрахунок нормативної чисельності ІТП і службовців водовідведення на 2025 р.

№	Функція управління	Структурний підрозділ	Перелік посад з виконанням відповідних функцій	Нормативна чисельність, чол.
1	2	3	4	5
1	Загальне керівництво основним виробництвом і кадрами	Управління, відділ кадрів	Начальник управління	1
			головний інженер	1
			інженер по кадрах	1
2	Оперативне керівництво спорудами каналізації	Очисні каналізаційні споруди	Начальник очисної станції	1
3	Оперативне керівництво каналізаційними мережами	Каналізаційні мережі	Начальник ділянки	1
			Головний диспетчер	1
			Інженери	3
			Техніки	2
4	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
5	Технічний контроль якості продукції	Хіміко-бактеріологічна лабораторія	Начальник лабораторії	1
			інженери	2
			лаборанти	2

6	Ремонт і технічне обслуговування енергетичного та іншого обладнання, будівель, споруд, мереж, КППіА	Допоміжні цехи /ділянки/	Інженери усіх спеціальностей	3
7			Начальник відділу	1
8	Техніко-економічне планування організація праці і заробітної плати, НОТ	Планово-економічний відділ	економісти	2
9	Бухгалтерський облік і Н ₆ фінансова діяльність, організація взаєморозрахунків з споживачами, водозбут	Бухгалтерія	Головний бухгалтер	1
			бухгалтери	1
10	Господарчі функції /матеріально-технічне постачання, діловодство, господарське обслуговування/	Відділ матеріально-технічного постачання	Начальник відділу	1
			техніки	1
			комірники	1

Всього по підприємству:

30 чол.

Таблиця 4.3. Розрахунок фонду заробітної плати робітників, ІТП і службовців на 2025р.

№ п/п	Посада	Кількість	Встановлений місячний оклад, грн	Річний фонд заробітної плати, грн	Премія із ФМЗ, %	Річна сума премії, грн	Загальний річний фонд заробітної плати, тис.грн
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Начальник управління	1	30000	360000	25%	90000	450
2	Головний інженер	1	25000	300000	25%	75000	375
3	Начальник очисної станції	1	20000	240000	25%	60000	300
4	Начальник ділянки	1	20000	240000	25%	60000	300
5	Головний диспетчер	1	10000	120000	25%	30000	150
6	Технік	3	9500	342000	25%	85500	427,5
7	Начальник відділу	3	15000	540000	25%	135000	675
8	Інженери всіх спеціальностей	11	12000	1584000	25%	396000	1980
9	Начальник лабораторії	1	15000	180000	25%	45000	225
10	Лаборанти	2	8500	204000	25%	51000	255
11	Економісти	2	12000	288000	25%	72000	360
12	Головний бухгалтер	1	15000	180000	25%	45000	225
13	Бухгалтер	1	10000	120000	25%	30000	150
14	Комірник	1	8500	102000	25%	25500	127,5
15	Робітник 1 розряду	4	9000	432000	25%	108000	540
16	Робітник 2 розряду	21	9500	2394000	25%	598500	2992,5
17	Робітник 3 розряду	30	10000	3600000	25%	900000	4500
18	Робітник 4 розряду	19	10500	2394000	25%	598500	2992,5
19	Робітник 5 розряду	4	12000	576000	25%	144000	720
20	МОП	4	8000	384000	25%	96000	480

Всього: 112 чол. 18225 тис.грн

4.1. Розрахунок потреб електроенергії

Таблиця 4.4. Визначення добової потужності каналізаційної насосної станції

Години доби	Р% для кгод. мах	Q _i , м ³ /Г	Кількість працюючих насосів n, шт.	Витрата одного насоса Q _н =Q _i /n, м ³ /Г	Потужність насоса за характеристикою N, кВт	N·n, кВт
1	2	3	4	5	6	7
0-1	3,35	3373,45	2	1686,73	200	400
1-2	3,25	3272,75	2	1636,38	200	400
2-3	3,3	3323,10	2	1661,55	200	400
3-4	3,2	3222,40	2	1611,2	200	400
4-5	3,25	3272,75	2	1636,38	200	400
5-6	3,4	3423,80	2	1711,9	210	420
6-7	3,85	3876,95	2	1938,48	220	440
7-8	4,45	4481,15	2	2240,58	230	460
8-9	5,2	5236,40	2	2618,2	250	500
9-10	5,05	5085,35	2	2542,68	242	484
10-11	4,85	4883,95	2	2441,98	240	480
11-12	4,6	4632,20	2	2316,1	235	470
12-13	4,6	4632,20	2	2316,1	235	470
13-14	4,55	4581,85	2	2290,93	230	460
14-15	4,75	4783,25	2	2391,63	235	470
15-16	4,7	4732,90	2	2366,45	235	470
16-17	4,65	4682,55	2	2341,28	235	470
17-18	4,35	4380,45	2	2190,23	230	460
18-19	4,4	4430,80	2	2215,4	230	460
19-20	4,3	4330,10	2	2165,05	225	450
20-21	4,3	4330,10	2	2165,05	225	450
21-22	4,2	4229,40	2	2114,7	225	450
22-23	3,75	3776,25	2	1888,13	215	430
23-24	3,7	3725,90	2	1862,95	215	430

Річна витрата активної електроенергії, що сплачується:

$$E^{KHC} = \frac{\Sigma(N \cdot n) \cdot 365}{\eta_{дв}} k_5 = \frac{10724 \cdot 365}{0.69} 1.05 = 5956482,61 \text{ кВт} \cdot \text{г}$$

Вартість електроенергії каналізаційної насосної станції:

$$B_{ел} = Ц \cdot E^{KHC} = 8,4 \cdot 5956482,61 = 50\,034\,453,91 \text{ грн}$$

Таблиця 4.5. Розрахунок потреб і вартості реагентів для знезараження стічних вод на 2025р.

№ п/п	Реагенти	Одиниця	Доза реагенту	Обсяг виробництва подача води (очищення стічних вод), тис. м ³ /рік	Витрата реагенту, тис.л	Вартість І тис.л реагенту грн	Загальна вартість реагенту грн
1	Cl ₂	г/м ³	3	36755,5	172,800	9730	1681344

Таблиця 4.6. Розрахунок амортизаційних відрахувань на 2025 р

№ п/п	Основні фонди	Вартість основних фондів В, тис .грн	Строк корисного використання Т, років	Сума амортизаційних відрахувань А, тис.грн
1	2	3	4	5
1	Будинок каналізаційної НС, заглиблений суміщений з приймальним резервуаром, тис.грн	62741	15	4182,73
2	Каналізаційні насоси, шт.	-	5	
3	Колектори металеві напірні, 2 шт.	883,26	10	88,33
4	Будинок ґрат-дробарок, з устаткуванням, тис.грн	8144	15	542,93
5	Пісковловлювачі залізобетонні тис. грн	229,4	15	15,29
6	Первинні відстійники, залізобетонні радіальні, тис.грн	3441	15	229,4
7	Аеротенки залізобетонні тис.грн	9164	15	610,93
8	Вторинні відстійники, залізобетонні радіальні, тис.грн	3498,4	15	233,23
9	Метантенки залізобетонні тис. грн	4794,5	15	319,63
10	Мулові площадки з природною основою, тис.грн	458,8	15	30,59
11	Мережі каналізаційні керамічні, тис.грн	1287	10	128,7
12	Мережі каналізаційні азбестоцементні, тис.грн	3841,2	10	384,12
13	Мережі каналізаційні залізобетонні, тис.грн	25234	10	2523,4

Всього: 9 289 ,29 тис. грн

Таблиця 4.7. Кошторис витрат на послуги водовідведення та очищення стічних вод, грн

Стаття витрат	Кількість	Примітка
1	2	3
Заробітна плата робітників, ІТП і службовців	18 225 000	
Нарахування на заробітну плату (ЄСВ) в розмірі 22%	4 009 500	
Всього:	22 234 500	грн
Електроенергія	50 034 453,91	
Реагенти	1 681 344	
Амортизація	9 289 290	
Всього:	61 005 083,91	грн
Інші витрати	8 323 958,39	

Всього витрат: 91 563 542,3 грн

Собівартість послуг каналізації, грн/м³:

$$C = \frac{3}{Q_p} = \frac{91\,563\,542,3}{36755500} = 2,4911 \text{ грн/м}^3$$

Розділ 5 Охорона праці на безпека навколишнього середовища

Організація безпечної праці ґрунтується на положеннях Закону України «Про охорону праці», Кодексу законів про працю, відповідних державних будівельних норм та стандартів. Усі працівники, залучені до будівництва та експлуатації об'єктів водовідведення, мають проходити обов'язкове навчання, медичні огляди, інструктажі та перевірки знань з питань охорони праці.

Основні принципи організації безпечних умов праці включають систематичний контроль стану робочих місць, використання технічно справного обладнання, обов'язкове застосування засобів індивідуального та колективного захисту. Порухення правил безпеки на об'єктах із підвищеною небезпекою, до яких належать очисні споруди, суворо забороняється.

Безпека на очисних спорудах водовідведення

Роботи на території очисних споруд супроводжуються підвищеним ризиком. До основних небезпек належать контакт із забрудненими стоками, робота з біологічно активними речовинами, дія токсичних газів (сірководень, метан), пересування по вологих і слизьких поверхнях, ризик падіння в резервуари.

Для забезпечення безпеки передбачено облаштування надійного освітлення, встановлення огорожень навколо резервуарів, монтаж систем вентиляції та сигналізації. Усі колодязі, камери та інші замкнуті простори мають бути обладнані газоаналізаторами, які попереджають про наявність вибухонебезпечних або токсичних речовин. Доступ до небезпечних ділянок дозволено лише навченому персоналу з відповідним допуском. Усі технологічні приміщення повинні бути оснащені аварійними виходами та евакуаційним освітленням.

Засоби індивідуального та колективного захисту

Всі працівники повинні бути забезпечені сертифікованими засобами індивідуального захисту (ЗІЗ), що відповідають характеру виконуваних робіт. До обов'язкових ЗІЗ належать: захисний одяг, гумові рукавички, респіратори або протигази, захисні окуляри, каски та спеціальне взуття з неслизькою підошвою. При

роботі з агресивними середовищами використовуються додаткові засоби — захисні фартухи, герметичні костюми, щитки для обличчя.

Колективні засоби захисту передбачають встановлення вентиляційних установок, систем примусового відведення газів, шумозахисні бар'єри, захисні екрани, аварійні кнопки зупинки обладнання, знаки безпеки та плани евакуації. Робочі зони мають бути обладнані аптечками, аварійним душем і засобами гігієни. Особлива увага приділяється наявності протиковзких покриттів, наглядовому освітленню та візуальному маркуванню небезпечних зон.

Електробезпека та пожежна безпека

На всіх об'єктах водовідведення необхідно дотримуватись вимог з електробезпеки. Все електрообладнання повинно мати заземлення, бути захищеним від вологи, а також оснащеним автоматичними вимикачами. Обслуговування електроустановок дозволено виключно кваліфікованим електротехнічним працівникам. Електрощитові мають бути обладнані системами вентиляції, пожежогасіння та автоматичного відключення у разі короткого замикання.

Для запобігання пожежам використовуються вогнестійкі матеріали, організовується зберігання легкозаймистих речовин у спеціально відведених місцях, оснащених вентиляцією та пожежогасінням. Усі об'єкти мають бути обладнані засобами первинного пожежогасіння (вогнегасники, пожежні крани), а також мати затверджені плани евакуації. Проводяться регулярні тренування з евакуації персоналу та відпрацювання дій у разі пожежі.

Санітарно-гігієнічні умови

Організація санітарно-побутового забезпечення працівників передбачає наявність чистих і обладнаних приміщень для переодягання, прийому їжі, гігієнічних процедур. Для працівників, що контактують зі стічними водами, обов'язковими є регулярні медичні огляди, щеплення, профілактичне обслуговування. Особливо небезпечні роботи проводяться за спеціальними дозволами та під наглядом відповідальних осіб.

Усі контактні поверхні мають щоденно очищуватись і дезінфікуватись. Робочі зони забезпечуються питною водою, рукомийниками з милом, дезінфекційними

розчинами, контейнерами для збору та утилізації використаних ЗІЗ. Медичні пункти на об'єктах обладнуються відповідно до вимог МОЗ.

Охорона навколишнього середовища

Особлива увага приділяється екологічній безпеці проєктованої системи водовідведення. Усі технологічні рішення спрямовані на мінімізацію впливу на навколишнє середовище. Заборонено скидання неочищених або недостатньо очищених стоків у водойми (ст. 87 Водного кодексу України).

Проєктом передбачено:

- використання герметичних трубопроводів і резервуарів;
- облаштування зон санітарної охорони (ЗСО) з відповідними охоронними заходами та контролем доступу;
- впровадження системи багаторівневого контролю якості очищеної води, включаючи щоденний лабораторний аналіз та автоматичний моніторинг параметрів стоків;
- ведення спеціального екологічного журналу обліку якості води, викидів та інцидентів з довкіллям;
- організація роздільного збору та безпечної утилізації осаду, шламів, залишків реагентів, відповідно до екологічних нормативів та ліцензованих методів утилізації;
- автоматичне дозування хімічних реагентів на основі контролю потоку та якості вхідної води, що мінімізує надлишкове використання реагентів;
- благоустрій і озеленення території очисних споруд, висадження дерев і чагарників, створення буферної зеленої зони для захисту від шуму, пилу та вторинного забруднення;
- розробка та впровадження аварійних протоколів і систем раннього виявлення витоків або порушень роботи обладнання;
- використання сучасних систем обліку й моніторингу для викидів у повітря та водні ресурси, з можливістю передачі даних до державного реєстру;
- встановлення фільтраційних та уловлювальних пристроїв для запобігання викиду дрібнодисперсних частинок та біоаерозолів;

- обов'язкове навчання персоналу з екологічної безпеки, включаючи поводження з небезпечними відходами, реагентами та проведення аварійно-рятувальних дій.

Крім того, враховується вплив очисних споруд на підземні води, ґрунти та біоту прилеглих територій. З метою зниження антропогенного тиску застосовуються інженерні рішення щодо утилізації дощових і поверхневих вод, рекуперації осаду, а також використання вторинної води для технічних потреб або поливу зелених зон.

Комплекс вжитих заходів гарантує відповідність проекту екологічним стандартам, зменшення викидів забруднювачів і захист водних ресурсів, довкілля та здоров'я населення.

Висновок

У межах дипломного проєкту було виконано комплексне проєктування системи водовідведення та очисних споруд для умовного міста з урахуванням сучасних вимог до екологічної безпеки, ефективності очищення та сталого розвитку інженерної інфраструктури.

Результати гідравлічних і техніко-економічних розрахунків дозволили сформулювати оптимальну схему водовідведення, що забезпечує надійне відведення побутових, дощових та виробничих стоків. Було розроблено планування колекторної мережі, підбрано насосне обладнання для каналізаційних насосних станцій, визначено параметри пісколовок, первинних та вторинних відстійників, а також аеротенків і контактних резервуарів.

Забезпечено відповідність проєкту чинним нормативним документам, санітарним нормам та екологічним вимогам. Особлива увага приділена питанням охорони навколишнього середовища, утилізації осаду, енергоефективності обладнання та охороні праці персоналу.

Проектowana система має високий рівень надійності, здатна стабільно функціонувати в різних режимах навантаження, включаючи аварійні ситуації, і може бути рекомендована до реалізації в містах зі схожими кліматичними, демографічними та технічними умовами.

Список використаних джерел

1. ДБН В.2.5-75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. Мінрегіон України, Київ-2013.
2. ДБН В.2.5-64:2012. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина 1. Проектування. – Київ: Мінрегіон України, 2013. – 113 с.
3. ДБН В.2.5-74:2013 Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – К.: Мінрегіон України, 2013. – 180 с
4. ДБН А.3.2-2-2009 Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення
5. ДБН А.3.1-5-2016. Організація будівельного виробництва. – [Чинний від 2016-01-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2016. – 34 с
6. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4-171-10) URL <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text>
7. Василенко О.А. Епоян С.М. та ін.. Водовідведення та очистка стічних вод міста. Курсове та дипломне проектування. Приклади та розрахунки. Навчальний посібник. – Київ-Харків: КНУБА, ХНУБА: ТО Ексклюзив, 2012. – 540 с.
8. Методичні вказівки і завдання до виконання курсового проекту «Очисні споруди водовідведення»./Укладачі О.А. Василенко та інші. – К. КНУБА. 2018.- 34 с.
9. Шевелев Ф.А., Шевелев А.Ф. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб. – М.: Стройиздат, 1984. – 116 с.
10. Санітарно-технічне обладнання будівель: методичні вказівки до виконання курсового проекту / уклад.: А.М. Кравчук, О.А. Кравчук. – Київ: КНУБА, 2022. – 46 с.
11. Кравчук А.М., Кравчук О.А. Водопостачання і водовідведення. К: КНУБА. 2013. – 180 с.
12. 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.

- 13.Зоря О.В, Копаниця Ю.Д. Технологія монтажу систем водопостачання та водовідведення - Методичні вказівки до курсового проекту – 2007
- 14.Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Проектування та монтаж мереж водопостачання та каналізації з пластикових труб. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – 44 с.
- 15.Кравчук А.М., Ільїна І.В., Чупрунова Н.А. Альбом завдань по санітарно-технічному обладнанню будівель. – К.; КНУБА, 2002. – 40 с.
- 16.Технологічні процеси у будівництві: методичні вказівки до виконання практичних занять, курсової роботи і частини дипломного проекту для здобувачів вищої освіти на першому (бакалаврському) рівні за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» спеціалізацією «Водопостачання та водовідведення» / уклад.: І. М. Уманець – К.: КНУБА, 2020. – 48 с.
- 17.Лубенець В.Г., Зельцер Р.Я., Титок В.В. Будівельні крани: посібник. – К.: КНУБА, 2012. – 204 с.
- 18.Експлуатація систем водопостачання і водовідведення: методичні вказівки до виконання розрахунково-графічних робіт/ уклад. О.В. Дупляк – К.: КНУБА, 2012. – 40 с.
- 19.Прокопчук І.Т., Дупляк О.В., Прокопчук С.І. Експлуатація споруд і обладнання водопостачання і водовідведення: К.: КНУБА. 2009.- 200 с.