

**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»

Розрахунок роботи мереж водовідведення та очисних споруд міста

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

IV курс, група ВВ-21
Здобувач: Непоп Микита Григорович

(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.

“ ____ ” _____ 20__ року

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

Здобувач Непоп Микита Григорович

1. Тема кваліфікаційної роботи: Розрахунок роботи мереж водовідведення та очисних споруд міста

Керівник роботи: Нечипор Оксана Михайлівна, кандидат технічних наук

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

2. Термін подання здобувачем роботи _____

3. Вихідні данні:

План населеного пункту М 1:10000

Щільність населення, п : _____ І район – 360 чел./га;

_____ ІІ район – 345 чел./га;

Норма водовідведення, q : _____ І район – 310 л/доб 1 чел.;

_____ ІІ район – 320 л/доб 1 чел..

Кліматичні та ґрунтові показники прирівняні до міста – Рівне.

Глибина залягання ґрунтових вод, м – 3,5 м

Промислові підприємства :

- Цементний завод
- Олійний завод
- Машинобудівельний завод .

Вихідні данні по промисловим підприємствам див. розділ «Визначення розрахункових витрат» .

Розбивку території кварталу за родом поверхні див. розділ «Гідравлічний розрахунок дощової мережі водовідведення»

4. Перелік розділів основної частини кваліфікаційної роботи:

Р.1. Водовідведення населеного пункту

Р.2. Санітарно-технічне обладнання будівлі

Р.3. Собівартість води та послуг водовідведення

Р.4. Технологія будівельного виробництва

Р.5. Охорона навколишнього середовища

5. Графічний матеріал за розділами

Р.1. Генеральний план водовідвідної мережі міста та повздовжній профіль колектора побутової і дощових мереж;

Р.2. Генеральний план очисних споруд;

Р.3. Висотна схема очисних споруд;

Р.4. План типових поверхів, горища, покрівлі та підвалу з мережами В1(В2), Т3(Т4), К1-1(К1-2), К2-1.

Р.5. Аксонометричні схеми мереж В1(В2), Т3(Т4), К1-1(К1-2), К2-1.

Р.6. Технологічна карта монтажу секцій аеротенку, графік виконання процесів, схеми виконання процесів.

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 __ травня 2025 року

Зав. кафедри _____ Віктор ХОРУЖИЙ
(підпис)

Керівник _____ Оксана НЕЧИПОР
(підпис)

Здобувач _____ Микита НЕПОП
(підпис)

РЕЗЮМЕ (SUMMARY) до атестаційної випускної роботи здобувача:	(ПІБ здобувача українською та англійською) <i>Непон Микита Григорович</i> <i>Nepor Mykyta Grigorovich</i>		
ЗВО	Київський національний університет будівництва і архітектури		
Тема (українською та англійською)	Розрахунок роботи мереж водовідведення та очисних споруд міста Design and Hydraulic Calculation of Urban Sewerage Networks and Wastewater Treatment Facilities		
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	Нечипор Оксана Михайлівна		
Обсяг роботи:	пояснювальна записка, стор.	розділів	креслень формату А1
	92	5	6
Розділ 1	Виконаний проект трасування повної роздільної системи водовідведення, розроблена схема очисних споруд водовідведення з каналізаційною насосною станцією (КНС) .		
Розділ 2	Запроектована система внутрішнього санітарного обладнання. Наведені розрахунки систем господарчо-питного, протипожежного водопроводу , централізованого гарячого водопостачання, побутової і дощової каналізації.		
Розділ 3	Обрахована собівартість послуг каналізації за 1 м ³ . Враховано амортизацію, енерговитрати, заробітну плату, реагенти тощо.		
Розділ 4	Розроблена технологічна схема монтажу аеротенка, підібрані необхідні машини і механізми, розроблений графік виконання робіт.		
Розділ 5	Основні поняття охорони навколишнього середовища. Утилізація та поводження з осадами. Загальні вимоги з охорони праці.		
Висновки по роботі:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Виконаний аналіз розрахункових витрат від населення і підприємств, гідравлічні розрахунки побутової та дощової мережі водовідведення. Також виконана розробка схеми очисних споруд, а саме розрахунок приймальної камери, піскоуловлювача, первинних відстійників, аеротенків, вторинних відстійників, контактних резервуарів. Підібрані насоси місцевої КНС для подачі СВ в приймальну камеру очисних споруд. 2. Холодна вода в будинку постачається з міської водопровідної мережі. Гаряче водопостачання забезпечується шляхом подачі холодної води до 		

	<p>індивідуального теплового пункту (ІТП) в підвалі будинку, її подальшого нагріву та циркуляції у закритій системі Т3-Т4. Побутові та дощові стічні води відводяться до каналізаційної мережі. Підібрані відповідні діаметри труб. Розраховано локальну водонагрівальну установку (ІТП). Виконаний гідравлічний розрахунок внутрішнього холодного водопроводу на режим максимального господарсько-питного водоспоживання, аналогічно плюс пожежогасіння.</p> <p>3. Виконані технологічні розрахунки та розроблена технологічна карта на будівництво споруди очисної станції – аеротенка. Пораховано об'єми будівельних робіт та будівельних матеріалів, визначені необхідні машини і механізми .</p> <p>4. Охорона природного середовища, ефективне використання природних ресурсів і забезпечення екологічної безпеки .</p>
<p>Ключові слова:</p> <p>Keywords:</p>	<p>Водовідведення, сантехнічна арматура, стічна вода, очисні споруди, аеротенк, екологічна безпека</p> <p>Canalization, plumbing fixture, raw sewage, treatment plants, aeration tank ecological security, low head dam, ogee spillway, water intake, water supply system</p>

Здобувач

(підпис)

Микита Непоп

(власне ім'я та прізвище)

Керівник

(підпис)

Нечипор Оксана

(власне ім'я та прізвище)

“ ___ ” _____ 20__ р.

Зміст

Вступ.....	3
Водовідведення населеного пункту.....	4
1.1 Водовідведення населеного пункту.....	5
1.2 Мережі водовідведення.....	11
1.3 Очисні споруди водовідведення	16
1.4 Каналізаційна насосна станція	37
Санітарно-технічне обладнання будівлі	41
Собівартість води та послуг водовідведення	59
Технологія будівельного виробництва.....	68
Охорона навколишнього середовища	87
Висновки	92
Список використаних джерел	93

Вступ

В умовах сучасного розвитку міських територій особливого значення набуває організація ефективної системи водовідведення, що є основною складовою комунальної інфраструктури будь-якого населеного пункту. Її належне функціонування забезпечує санітарно-гігієнічну безпеку населення, захищає водні ресурси від забруднення та сприяє збереженню екологічної рівноваги.

Розрахунок та проектування мереж водовідведення, а також очисних споруд потребують урахування низки важливих чинників: рельєфу місцевості, структури забудови, чисельності та динаміки населення, обсягів стічних вод і вимог до якості очищення відповідно до чинних нормативів. Крім того, важливим є вибір типу системи (повна чи часткова роздільна), способу очищення, схем розташування споруд, технологій знезараження та утилізації осадів.

У рамках дипломного проєкту здійснено комплексний аналіз побутової та дощової каналізації, виконано гідравлічні розрахунки розрахункових ділянок, спроєктовано систему очисних споруд, запроєктовано каналізаційну насосну станцію, розглянуто санітарно-технічне обладнання будівлі та технологію будівництва аеротенка. Окрему увагу приділено екологічним аспектам роботи споруд, відповідності проєкту санітарно-гігієнічним вимогам та потенціалу повторного використання очищених стоків і осадів.

ВОДОВІДВЕДЕННЯ НАСЕЛЕНОГО ПУНКТУ

Консультант / _____ /

Здобувач / _____ /

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

1.1 Водовідведення населеного пункту

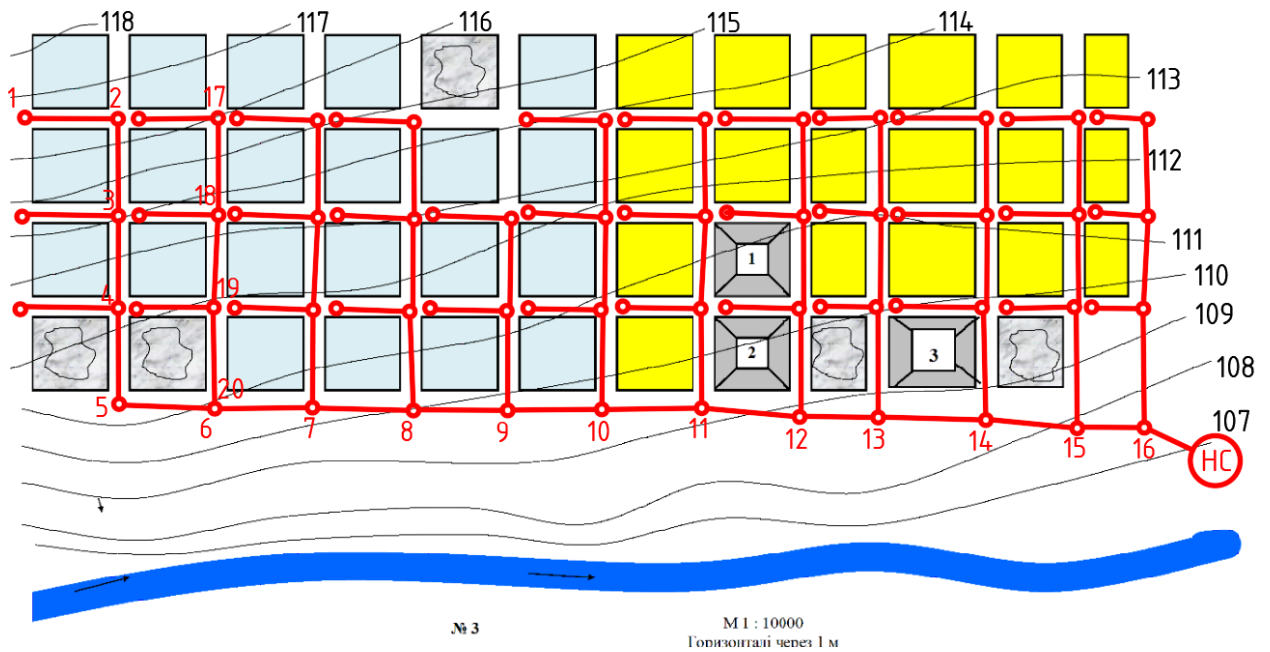


Рис.1.1.Трасування побутової мережі повної роздільної системи водовідведення

Таблиця 1.1. Визначення сумарної площі житлових кварталів міста

Район	Квартал	S, Га	q0	q mid s	Район	Квартал	S, Га	q0	q mid s	
I	1	5,52	1,137	6,28	II	22	5,52	1,022	5,64	
	2	5,52		6,28		23	5,52		5,64	
	3	5,52		6,28		24	5,52		5,64	
	4	5,52		6,28		25	5,52		5,64	
	5	5,52		6,28		26	5,52		5,64	
	6	5,52		6,28		27	5,52		5,64	
	7	5,52		6,28		28	3,91		4,00	
	8	5,52		6,28		29	3,91		4,00	
	9	5,52		6,28		30	3,91		4,00	
	10	5,52		6,28		31	6,21		6,35	
	11	5,52		6,28		32	6,21		6,35	
	12	5,52		6,28		33	6,21		6,35	
	13	5,52		6,28		34	4,83		4,94	
	14	5,52		6,28		35	4,83		4,94	
	15	5,52		6,28		36	4,83		4,94	
	16	5,52		6,28		37	3,22		3,29	
	17	5,52		6,28		38	3,22		3,29	
	18	5,52		6,28		39	3,22		3,29	
	19	5,52		6,28		Разом:			87,63	89,58
	20	5,52		6,28						
	21	5,52		6,28						
Разом:		115,92				131,88				

1.1.1. Визначення розрахункових витрат

Визначаємо розрахункову кількість населення:

$$N_1 = \sum F_1 * n_1 * \beta_1 = 115,92 * 360 * 0,88 = 36724 \text{ чол}$$

$$N_2 = \sum F_2 * n_2 * \beta_2 = 87,63 * 345 * 0,8 = 24186 \text{ чол.}$$

Визначаємо модулі стоку:

$$q_{01} = \left(\frac{n_1 * q_1}{86400} \right) * \beta_1 = \left(\frac{360 * 310}{86400} \right) * 0,88 = 1,137$$

$$q_{02} = \left(\frac{(n_2 * q_1)}{86400} \right) * \beta_2 = \left(\frac{345 * 320}{86400} \right) * 0,8 = 1,022$$

Витрати побутових стічних вод

- Середня добова:

$$Q_d^w = \frac{q \cdot N}{1000}$$

- Середня годинна:

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

- Середня секундна:

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

- Максимальна годинна:

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

- Максимальна секундна:

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

Коефіцієнти нерівномірності приймаємо за таблицею 1.2.

Таблиця 1.2. Загальні коефіцієнти нерівномірності припливу стічних вод у населених пунктах

Загальний коефіцієнт нерівномірності припливу стічних вод	Середня витрата стічних вод, л/с								
	5	10	20	50	100	300	500	1000	5000+
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
---------------------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Результати розрахунків заносимо до таблиці 1.3.

Таблиця 1.3. Розрахунок витрат стічних вод від населення міста

№ району	Кількість населення, чол.	Норма водовідведення, q , л/доб на 1 чол.	Добова витрата Q_d^w , $m^3/доб$	Загальний коефіцієнт нерівномірності $K_{gen.max}$	Годинні витрати, $m^3/год$		Секундні витрати, л/с	
					Серед. $q_{mid h}^w$	Макс. $q_{max h}^w$	Серед. $q_{mid s}^w$	Макс. $q_{max s}^w$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	36724	310	11384,44	1,59	474,35	754,22	131,76	209,50
2	24186	320	7739,52	1,61	322,48	519,19	89,58	144,22
Всього	60910	-	19123,96	-	796,83	1273,41	221,34	353,72

Витрати стічних вод від промислових підприємств

- Добова:

$$Q_d^{p.p.} = Q_d^p + Q_d, m^3/доб$$

- Середня годинна:

$$q_{mid h}^{p.p.} = q_{mid h}^p + q_{mid h}, m^3/ГОД$$

- Середня секундна:

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

- Максимальна годинна:

$$q_{max h}^{p.p.} = q_{max h}^p + q_{max h}, m^3/ГОД$$

- Максимальна секундна:

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

Витрати технологічних стічних вод

- Добові:

$$Q_d^p = M \cdot q_{пит}, m^3/добу$$

- за зміну:

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

- за годину:

$$q_{\text{mid } h}^p = \frac{Q_d^p}{T}, \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

- Максимальні годинні:

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

- Середні секундні:

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

- Максимальні секундні:

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

Витрати побутових стічних вод

- Добові:

$$Q_d = \frac{25N'_x + 45N'_Г}{1000}, \text{ м}^3/\text{доб}$$

- Розрахункові витрати за зміну:

$$Q_{\text{змін}} = \frac{45N_Г + 25N_x}{1000}, \frac{\text{м}^3}{\text{змін}}$$

- Середні годинні:

$$q_{\text{mid } h} = \frac{Q_{\text{змін}}}{T}, \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

- Максимальні годинні:

$$q_{\text{max } h} = \frac{1}{T} \left(\frac{45 \cdot N_Г \cdot 2,5 + 25 \cdot N_x \cdot 3}{1000} \right), \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

- Середні секундні:

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

- Максимальні секундні:

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

Витрата стічних вод від душових

Кількість душових сіток:

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

- Годинні витрати:

$$q_{\max h}^d = \frac{0,5 \cdot n_c \cdot 45}{60}, \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

- Секундні витрати:

$$q_{\max s}^d = \frac{500 \cdot n_c \cdot 45}{60 * 2700}, \text{ л/с}$$

- Добові витрати:

$$Q_d^d = q_{\text{mid } h}^d * n, \text{ м}^3/\text{ДОБ}$$

Результати розрахунків зводимо у таблиці 1.4 – 1.6.

Таблиця 1.4. Сумарні витрати стічних вод промислових підприємств

№	Назва підприємства	Витрати стічних вод											
		Технологічні						Побутові+душові					
		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	
				Середні	Максимальні	Середні	Максимальні			Середні	Максимальні	Середні	Максимальні
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
1	Машинобуд завод	1500	500	62,5	87,5	17,36	24,31	9	4,35	0,54	1,27	0,15	0,35
2	Олійний завод	200	66,67	8,33	11,25	2,32	3,13	12,4	5,78	0,72	1,62	0,2	0,45
3	Цементний завод	700	233,33	29,17	40,84	8,1	11,34	6,6	3,44	0,43	0,90	0,12	0,25
	Разом	2400	800	100	139,59	27,78	38,78	28	13,57	1,69	3,79	0,47	1,05

Таблиця 1.5. Сумарні витрати стічних вод

Добові, м3/добу	У макс зміну м3/зміну	Годинні, м3/год		Секундні л/с	
		Середні	Максимальні	Середні	Максимальні
15	16	17	18	19	20
1522,5	508,85	67,54	93,27	19,18	26,33
229,29	78,08	14,68	18,5	4,6	5,66
715,6	239,77	32,6	44,74	9,33	12,7
2467,39	826,7	114,82	156,51	33,11	44,69

Таблиця 1.6. Кількість стічних вод міста

№ п/п	Вид водовідведення	Добові м ³ /добу	Витрати			
			Годинні, м ³ /добу		Секундні л/с	
			Середні	Максимальні	Середні	Максимальні
1	2	3	4	5	6	7
1	Від населення міста	19123,96	796,83	1273,41	221,34	353,72
2	Від підприємства	2467,39	114,82	116,51	33,11	44,69
Разом:		21594,35	911,65	1429,92	245,45	398,41

1.2 Мережі водовідведення

1.2.1. Гідравлічний розрахунок побутової мережі водовідведення

Визначення витрат побутових стічних вод для розрахункових ділянок прилеглих колекторів

Середня секундна витрата побутових стічних вод від населення міста для кожної розрахункової ділянки головного або окремого прилеглого колектора побутової мережі:

$$q_{mid s} = q_n + q_{тр} + q_б, л/с$$

Визначаємо зомереджену витрату:

$$q_{cit} = q_{max s} + \sum q_{зос}, л/с,$$

Результати розрахунків зводимо у таблицю 1.7.

Таблиця 1.7. Визначення розрахункових витрат 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} , л/с	Зосереджена витрата $Q_{зос}$, л/с	Розрахункова витрата Q_{civ} , л/с
	Прилегла Q_n	Бокова Q_b	Транзитна $Q_{тр}$	Сума $Q_{mid s}$				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1-2	6,28	-	-	6,28	2,40	15,07		15,07
2-3	-	-	6,28	6,28	2,40	15,07		15,07
3-4	-	6,28	6,28	12,56	2,05	25,75		25,75
4-5	-	6,28	12,56	18,84	1,92	36,17		36,17
5-6	-	-	18,84	18,84	1,92	36,17		36,17
6-7	6,28	18,84	18,84	43,96	1,74	76,49		76,49
7-8	6,28	18,84	43,96	69,08	1,66	114,67		114,67
8-9	6,28	18,84	69,08	94,20	1,61	151,66		151,66
9-10	6,28	12,56	94,20	113,04	1,60	180,86		180,86
10-11	5,64	18,84	113,04	137,52	1,59	218,66		218,66
11-12	-	16,92	137,52	154,44	1,59	245,56		245,56
12-13	-	11,28	154,44	165,72	1,58	261,84	31,99	293,83
13-14	-	12,00	165,72	177,72	1,58	280,80	31,99	312,79
14-15	-	19,05	177,72	196,77	1,58	310,90	44,69	355,59
15-16	-	14,82	196,77	211,59	1,57	332,20	44,69	376,89
16-НС	-	9,87	211,59	221,46	1,57	347,69	44,69	392,38
17-18	6,28	-	-	6,28	2,40	15,07		15,07
18-19	-	-	6,28	6,28	2,40	15,07		15,07
19-20	-	6,28	6,28	12,56	2,05	25,75		25,75
20-6	-	6,28	12,56	18,84	1,92	36,17		36,17

Таблиця 1.8. Гідравлічний розрахунок окремих прилеглих колекторів водопровідної мережі

№№ ділянок	Довжина L, м	Розрахункова витрата q _{вн} , л/с	Діаметр d, мм	Ухил		Наповнення h/d	Висога h, м	Швидкість V, м/с	Падіння I _{пр} , м	Відмітки, м								Глибина закладання лотка труби в м	
				Землі i _з	Труби i _{тр}					Поверхніземлі		Поверхніводи		Лоткатруби		Шелигитруби		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 -16НС																			
1-2	240	15,07	200	0,0012	0,007	0,549	0,11	0,85	1,68	116,7	116,4	114,37	112,69	114,26	112,58	114,46	112,78	2,44	3,82
2-3	300	15,07	200	0,0073	0,007	0,549	0,11	0,85	2,10	116,4	114,2	112,69	110,59	112,58	110,48	112,78	110,68	3,82	3,72
3-4	300	25,75	250	0,0060	0,006	0,556	0,14	0,922	1,80	114,2	112,4	110,59	108,79	110,45	108,65	110,70	108,90	3,75	3,75
4-5	310	36,17	300	0,0035	0,004	0,576	0,17	0,855	1,24	112,4	111,3	108,79	107,55	108,62	107,38	108,92	107,68	3,78	3,92
5-6	310	36,17	300	0,0013	0,004	0,576	0,17	0,855	1,24	111,3	110,9	107,55	106,31	107,38	106,14	107,68	106,44	3,92	4,76
6-7	310	76,49	400	0,0016	0,003	0,625	0,25	0,925	0,93	110,9	110,4	106,31	105,38	106,06	105,13	106,46	105,53	4,84	5,27
7-8	310	114,67	500	0,0013	0,003	0,553	0,28	1,032	0,93	110,4	110	105,38	104,45	105,10	104,17	105,60	104,67	5,30	5,83
8-9	310	151,66	500	0,0006	0,0025	0,712	0,36	1,012	0,78	110	109,8	104,45	103,67	104,09	103,32	104,59	103,82	5,91	6,48
9-10	310	180,86	600	0,0010	0,002	0,618	0,37	0,987	0,62	109,8	109,5	103,67	103,05	103,30	102,68	103,90	103,28	6,50	6,82
10-11	310	218,66	600	0,0010	0,0019	0,722	0,43	1,004	0,59	109,5	109,2	103,05	102,47	102,62	102,03	103,22	102,63	6,88	7,17
11-12	310	245,56	800	0,0010	0,0017	0,488	0,39	1,008	0,53	109,2	108,9	102,47	101,94	102,08	101,55	102,88	102,35	7,12	7,35
12-13	250	293,83	800	0,0008	0,0015	0,565	0,45	1,009	0,38	108,9	108,7	101,94	101,56	101,49	101,11	102,29	101,91	7,41	7,59
13-14	330	312,79	800	0,0006	0,0015	0,588	0,47	1,023	0,50	108,7	108,5	101,56	101,07	101,09	100,60	101,89	101,40	7,61	7,90
14-15	280	355,59	800	0,0021	0,0014	0,656	0,52	1,013	0,39	108,5	107,9	101,07	100,68	100,54	100,15	101,34	100,95	7,96	7,75
15-16	260	376,89	800	0,0019	0,0013	0,703	0,56	1,001	0,34	107,9	107,4	100,68	100,34	100,11	99,78	100,91	100,58	7,79	7,62
16-НС	220	392,38	800	0,0023	0,002	0,726	0,58	1,005	0,44	107,4	106,9	100,34	99,90	99,76	99,32	100,56	100,12	7,64	7,58
Окремий прилеглий колектор побутової мережі 17 - 6																			
17-18	270	15,07	200	0,0015	0,007	0,549	0,11	0,85	1,89	116,4	116	114,81	112,92	114,70	112,81	114,90	113,01	1,70	3,19
18-19	300	15,07	200	0,0077	0,007	0,549	0,11	0,85	2,10	116	113,7	112,92	110,82	112,81	110,71	113,01	110,91	3,19	2,99
19-20	300	25,75	250	0,0060	0,007	0,529	0,13	0,974	2,10	113,7	111,9	110,82	108,72	110,69	108,59	110,94	108,84	3,01	3,31
20 6	320	36,17	300	0,0031	0,005	0,537	0,16	0,932	1,60	111,9	110,9	108,72	107,12	108,56	106,96	108,86	107,26	3,34	3,94

1.2.2. Гідралічний розрахунок дощової мережі водовідведення

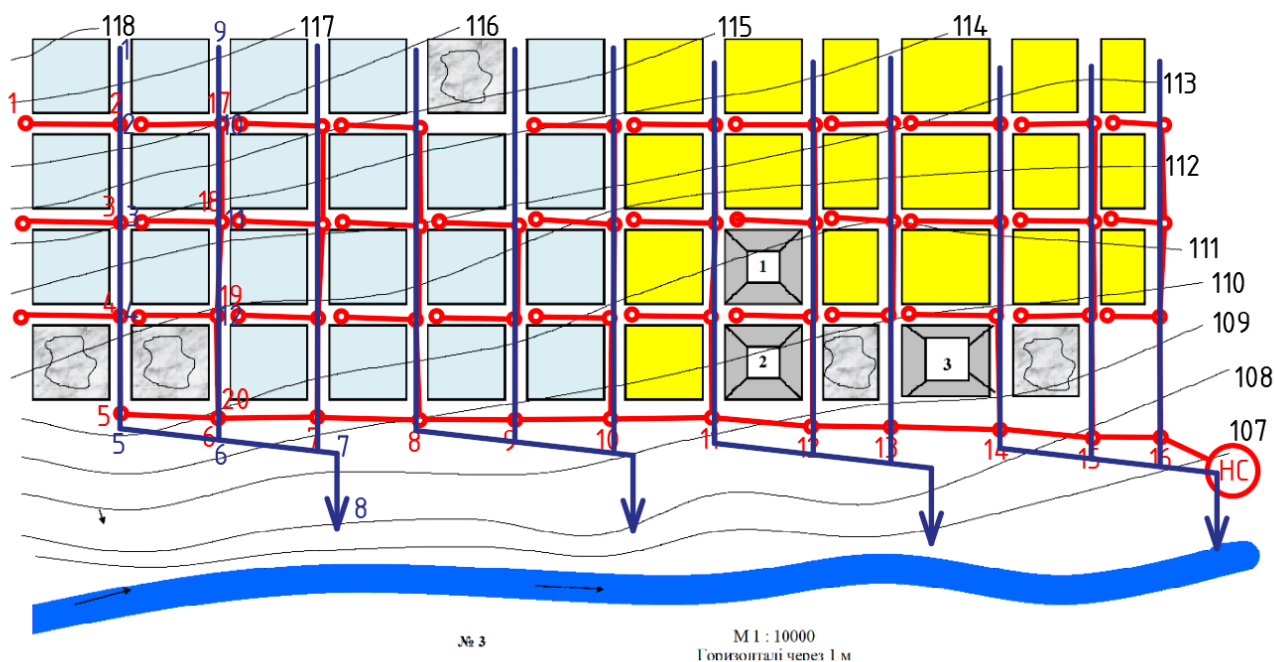


Рис. 1.2.Трасування дощової мережі повної роздільної системи водовідведення

Площа стоку ділянок:

Ділянка 1-2: $F_1 = 300 \cdot 300 / 10000 = 9$ га

Ділянка 2-3: $F_2 = 550 \cdot 300 / 10000 = 16,5$ га

Ділянка 3-4: $F_3 = 850 \cdot 300 / 10000 = 25,5$ га

Ділянка 4-5: $F_4 = 1200 \cdot 300 / 10000 = 36$ га

Ділянка 5-6: $F_5 = 1200 \cdot 300 / 10000 = 36$ га

Ділянка 6-7: $600 \cdot 1200 / 10000 = 72$ га

Ділянка 7-8: $900 \cdot 1250 / 10000 = 112,5$ га

$\Sigma F = 307,5$ га

Ділянка 9-10: $F_1' = 300 \cdot 300 / 10000 = 9$ га

Ділянка 10-11: $F_2' = 550 \cdot 300 / 10000 = 16,5$ га

Ділянка 11-12: $F_3' = 850 \cdot 300 / 10000 = 25,5$ га

Ділянка 12-6: $F_4' = 1220 \cdot 300 / 10000 = 36,6$ га

$\Sigma F' = 87,6$ га

Таблиця 1.9. Гідравлічний розрахунок головного колектора

№ ділянок	Довжина L, м	Площа стоку F, Га	Vл, м/с	t(p)	t(r)	m	Z mid	β	η	q (cal)	Ухил		d, мм	Наповнення h/d	Висота h, м	Швидкість V, м/с	Падіння і _р , м	Відмітки, м						Глибина закладання лотка труби в м	
											Землі і _s	Труби і _р						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	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
1-2	270	9	1,61	2,85	13,85	1	0,15	0,65	1	345,88	0,0048	0,005	600	1	0,6	1,613	1,35	117,7	116,4	116,10	114,75	116,70	115,35	1,60	1,65
2-3	300	16,5	1,84	2,77	16,62					555,25	0,0077	0,005	800		0,8	1,843	1,50	116,4	114,1	114,55	113,05	115,35	113,85	1,85	1,05
3-4	300	25,5	1,97	2,59	19,21					772,30	0,0057	0,005	800		0,8	1,967	1,50	114,1	112,4	113,05	111,55	113,85	112,35	1,05	0,85
4-5	370	36	1,83	3,44	22,65					967,19	0,0035	0,004	1000		1	1,824	1,48	112,4	111,1	111,35	109,87	112,35	110,87	1,05	1,23
5-6	310	36	1,91	2,76	25,41					889,54	0,0019	0,004	1000		1	1,909	1,24	111,1	110,5	109,87	108,63	110,87	109,63	1,23	1,87
6-7	300	72	2,23	2,29	27,69					1670,88	0,0023	0,004	1200		1,2	2,226	1,20	110,5	109,8	108,43	107,23	109,63	108,43	2,07	2,57
7-8	130	112,5	2,61	0,85	28,54					2554,13	0,0062	0,005	1200		1,2	2,608	0,65	109,8	109	107,23	106,58	108,43	107,78	2,57	2,42
Прилеглий колектор																									
9-10	270	9	1,61	2,85	13,85	1	0,15	0,65	1	345,88	0,0048	0,005	600	1	0,6	1,613	1,35	117,2	115,9	115,60	114,25	116,20	114,85	1,60	1,65
10-11	300	16,5	1,84	2,77	16,62					555,25	0,0080	0,005	800		0,8	1,843	1,50	115,9	113,5	114,05	112,55	114,85	113,35	1,85	0,95
11-12	300	25,5	1,97	2,59	19,21					772,30	0,0053	0,005	800		0,8	1,967	1,50	113,5	111,9	112,55	111,05	113,35	111,85	0,95	0,85
12-6	370	36,6	2,14	2,94	22,15					999,35	0,0041	0,005	1000		1	2,136	1,85	111,9	110,4	110,85	109,00	111,85	110,00	1,05	1,40

1.3 Очисні споруди водовідведення

Таблиця 1.10. Вихідні дані

Населення	QI	50	тис.м ³ /доб
	QII	32	тис.м ³ /доб
	q01	210	л/ос·доб
	q02	160	л/ос·доб
Підприємства	Q1	2900	м ³ /доб
	Q2	2300	м ³ /доб
	Q3	4400	м ³ /доб
	C1	170	г/м ³
	C2	415	г/м ³
	C3	325	г/м ³
	L1	405	г/м ³
	L2	365	г/м ³
L3	285	г/м ³	

Таблиця 1.11. Сумарні витрати стічних вод

Джерела утворення стічних вод	Добова витрата, м ³ /добу	Годинні витрати, м ³ /год		Секундні витрати, л/с	
		Середні	Максимальні	Середні	Максимальні
Населення	$Q_d^W=82000$	3416	5022	949	1395
Промисловість	$Q_d^P=9600$	400	500	111	139
Разом	$Q_d=91600$	3816	5522	1060	1534

1.3.1. Визначення концентрацій забруднень стічних вод

- Концентрація забруднень господарсько-побутових стічних вод від населення:
- по завислих речовинах в стічних водах району:

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

$$C_{P_1}^W = \frac{65}{210} * 1000 = 310 \text{ мг/дм}^3$$

$$C_{P_2}^W = \frac{65}{160} * 1000 = 407 \text{ мг/дм}^3$$

- Концентрація БСК_{пов} в стічних водах району:

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

$$L_{P_1}^W = \frac{75}{210} * 1000 = 357 \text{ мг/дм}^3$$

$$L_{P_2}^W = \frac{75}{160} * 1000 = 469 \text{ мг/дм}^3$$

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

- по завислих речовинах:

$$C_{\text{заг}} = \frac{Q_1 C_1 + Q_2 C_2 + Q_{N1} C_{N1} + Q_{N2} C_{N2} + Q_{N3} C_{N3}}{Q_1 + Q_2 + Q_{N1} + Q_{N2} + Q_{N3}}$$

$$C_{\text{заг}} = \frac{50000 * 310 + 32000 * 407 + 2900 * 170 + 2300 * 415 + 4400 * 325}{50000 + 32000 + 2900 + 2300 + 4400} = 342,8 \text{ мг/дм}^3$$

$$C_{\text{ен}} = \frac{Q_d^w \cdot C_P^w + \sum(Q_{di}^P \cdot C_{pi}^P)}{Q_d^w + \sum Q_{di}^P} \cdot K_C = 342,8 * 1,10 = 377 \text{ мг/дм}^3$$

- по БСК_{повн}:

$$L_{\text{заг}} = \frac{Q_1 L_1 + Q_2 L_2 + Q_{N1} L_{N1} + Q_{N2} L_{N2} + Q_{N3} L_{N3}}{Q_1 + Q_2 + Q_{N1} + Q_{N2} + Q_{N3}}$$

$$L_{\text{заг}} = \frac{50000 * 357 + 32000 * 469 + 2900 * 405 + 2300 * 365 + 4400 * 285}{50000 + 32000 + 2900 + 2300 + 4400} = 394,4 \text{ мг/дм}^3$$

$$L_{\text{ен}} = \frac{Q_d^w \cdot L_P^w + \sum(Q_{di}^P \cdot L_{pi}^P)}{Q_d^w + \sum Q_{di}^P} \cdot K_L = 394,4 * 1,05 = 414,12 \text{ мг/дм}^3$$

- освітлених стічних вод:

$$L_{\text{осв}} = L_{\text{заг}} \cdot \frac{40}{75} \text{ мг/дм}^3$$

$$L_{\text{осв}} = 414,12 \cdot \frac{40}{75} = 220,86 \text{ мг/дм}^3$$

220,86 > 150 – Передбачаємо регенерацію

Визначення необхідного ступеню очищення стічних вод:

- за завислими речовинами:

$$\mathcal{E} = \frac{C_{en} - C_{ex}}{C_{en}} * 100 = \frac{377 - 15}{377} * 100 = 96\%$$

- за БСК_{повн}:

$$\mathcal{E}_{БСК} = \frac{L_{en} - L_{ex}}{L_{en}} * 100 = \frac{414,12 - 15}{414,12} * 100 = 96,4\%$$

- по завислих речовинах на первинному відстійнику:

$$C_{ex} = 150 \text{ мг/дм}$$

$$\mathcal{E}_{\text{відстійника}} = \frac{C_{en} - 150}{C_{en}} = \frac{377 - 150}{150} = 60,29 \%$$

$$\mathcal{E}_{БСК_{осв}} = \frac{L_{осв} - L_{ex}}{L_{осв}} * 100 = \frac{220,86 - 15}{220,86} * 100 = 93,2\%$$

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

Вибір методу очищення стічних вод зазвичай здійснюється на основі результатів оцінки необхідного ступеню очищення. У випадках, коли за одним із ключових показників — таких як концентрація завислих речовин або значення повного біохімічного споживання кисню (БСК_{повн}) — ступінь необхідного очищення перевищує 80 %, доцільним є впровадження технології повного біологічного очищення стічних вод.

Приймаємо повне біологічне очищення.

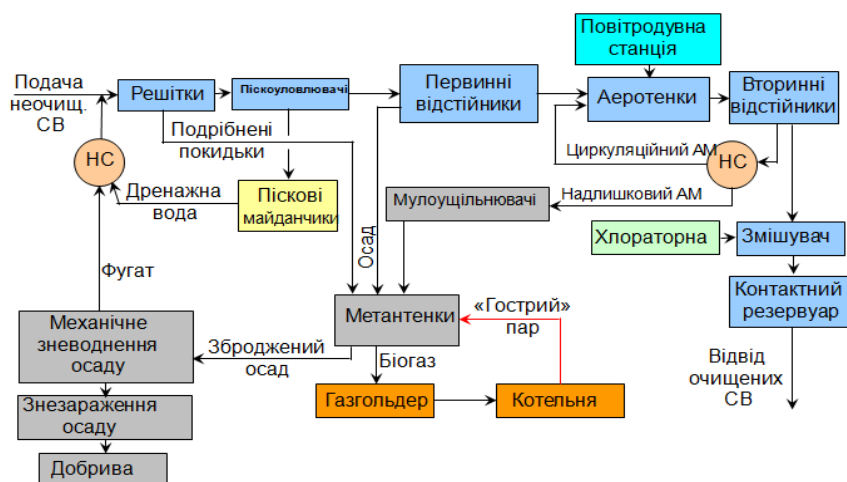


Рис.1.3. Схема очищення стічних вод за допомогою аеротенків

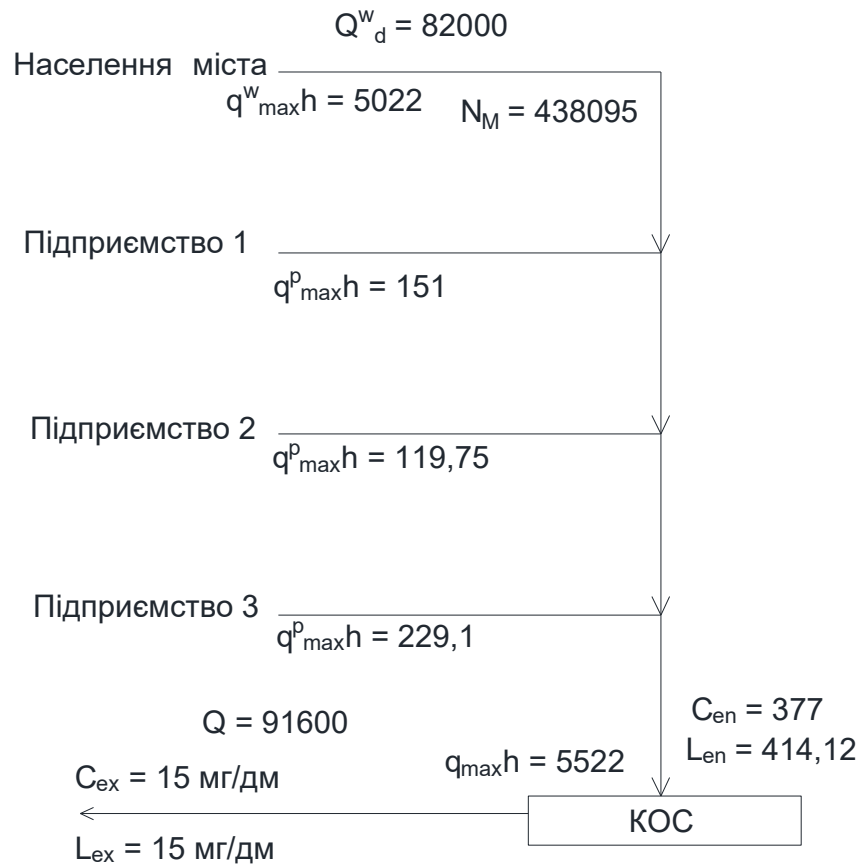


Рис. 1.4. Блок-схема системи водовідведення.

1.3.3. Розрахунок споруд механічного очищення стічних вод

Приймальна камера

Конструктивне виконання приймальної камери визначається передусім кількістю підвідних трубопроводів (зазвичай один або два), а також рельєфом місцевості. Найбільш ефективним рішенням є розміщення камери в межах земляного насипу заввишки до 5 метрів, що забезпечує необхідний гідравлічний перепад без потреби в додатковому енергоспоживанні для перекачування стічних вод.

Приймаємо три приймальні камери 1600-2000 розмірами:

$A = 2000\text{мм}$; $B = 2300\text{ мм}$; $H = 2000\text{мм}$; $H_1 = 1600\text{мм}$; $I = 1000\text{мм}$;

Решітки

Розміри каналів і лотків визначаємо за таблицями гідравлічного розрахунку каналізаційних мереж Лукіних або Федорова на витрату:

$$q_c = 1,4 \times q_{\max s} = 1,4 \times 1534 = 2147,6 \text{ л/с}$$

Поперечний перетин каналу необхідно обирати таким чином, щоб забезпечувалось оптимальне гідравлічне співвідношення між глибиною потоку h_k та шириною лотка B_k . Рекомендоване значення цього співвідношення становить від 0,5 до 0,75. Найбільш вигідним з гідравлічної точки зору вважається прямокутний перетин, за якого виконується умова: $B_k = 2h_k$, тобто ширина каналу дорівнює подвоєній глибині потоку.

Приймаємо:

- ухил 0,4
- швидкість руху води 0,92 м/с
- наповнення 0,967
- висоту води в каналі (H_k) $0,907 \cdot 1,600 = 1,45 \text{ м}$

Вибір типу решітки

Приймаємо механізовані решітки з прозорами 16 мм.

Максимальні витрати, що надходять на решітки:

$$q_{\max} \left(\frac{\text{м}^3}{\text{с}} \right) = \frac{\sum q_{\max} \left(\frac{\text{м}^3}{\text{год}} \right)}{3600 \left(\frac{\text{с}}{\text{год}} \right)} = \frac{5522}{3600} = 1,54 \text{ м}^3/\text{с}$$

Діапазон розрахункової витрати на 1 ґрати:

$$q_{(2)} \left(\frac{\text{м}^3}{\text{с}} \right) = \frac{q_{\max}}{n} = \frac{1,54}{2} = 0,77 \text{ м}^3/\text{с}$$

Діапазони витрат q' ($\text{м}^3/\text{с}$) орієнтовано відповідають швидкості руху води в прозорах ґрат від 0,8 до 1,0 м/с.

За даними таблицею приймаємо до попереднього проектування тип ґрат і їх робочу кількість.

Таблиця 1.12. Визначення типу ґрат

q' ($\text{м}^3/\text{с}$)	Тип ґрат	H_{\max} , м	q' ($\text{м}^3/\text{с}$)	Тип ґрат	H_{\max} , 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 решітку МГ-10Т з $H_{\max}=1,5$

Так, для прийнятого типу ґрат:

- $H_k = 1000 \times 2000(\text{м})$;
- $S_{\text{ст}}=8(\text{мм})$.

Піскоуловлювачі

З урахуванням добової продуктивності очисних споруд, характеру зважених речовин, прийнятої технологічної схеми очищення та обробки осадів, планувальних рішень споруд, підбираємо тип конструкції піскоуловлювача.

Визначення конструктивних розмірів піскоуловлювачів

Витрата, тис. м ³ /добу Q_s	Число відді- лень n	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

$$B/H = 1,5 \quad v_s = 0,08 \text{ м/с} \quad K_s = 2,08 \quad H_s = 0,7 - 3,5$$

Номер типового проекту: 902-2-372.83

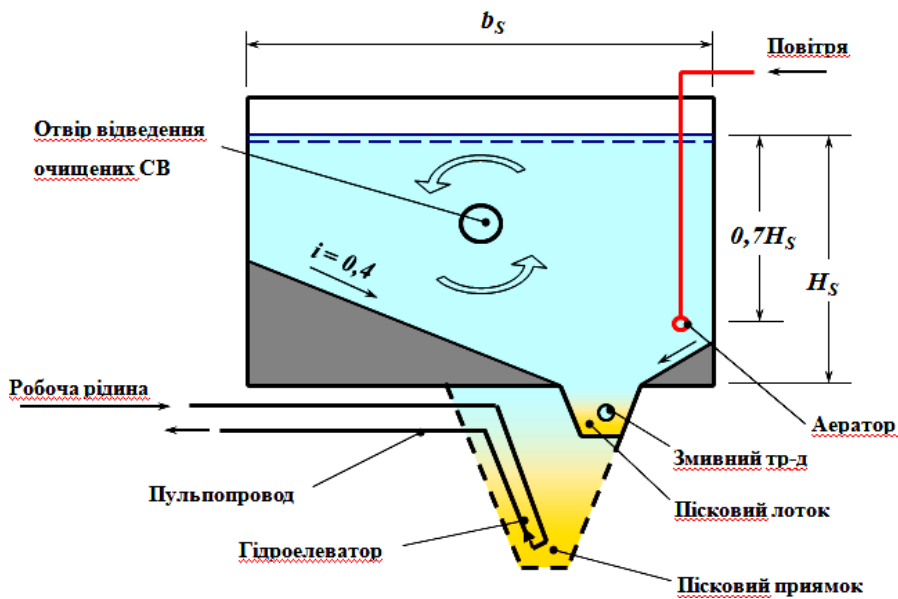


Рис. 1.5. Схема аерованого піскоуловлювача.

Довжина піскоуловлювача:

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

Приймаємо $L_s = 18$ м; кількість відділень – 3.

Площа дзеркала води піскоуловлювачів:

$$F_s = \frac{q_{max.s}}{u_0} \cdot 10^3 = \frac{1534}{18,7} \cdot 10^3 = 82,032 \text{ м}^2$$

Загальна ширина піскоуловлювачів при максимальному припливі стічних вод:

$$B_s = \frac{F_s}{L_s} = \frac{82,032}{18} = 4,557 \approx 4,6 \text{ м}$$

Розрахункова ширина одного відділення піскоуловлювача:

$$b_s = \frac{B_s}{n_s} = \frac{4,6}{2} = 2,3 \text{ м}$$

Приймаємо $b_s = 2$

Тривалість протікання при максимальному припливі:

$$t_{пр} = \frac{L_s \cdot B_s \cdot H_s}{q_{max.s}} = \frac{18 \cdot 4,6 \cdot 2,1}{1534} = 113,4 \text{ с}$$

Якщо $t_{пр} > 30$ с - параметри піскоуловлювачів підібрані вірно.

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:

$$v_{\text{факт}} = \frac{Q_{\text{max}}}{n' \cdot b \cdot h(\text{м}) \cdot 3600} = \frac{5522}{2 \cdot 3 \cdot 2,1 \cdot 3600} = 0,12 \text{ м/с}$$

Витрата повітря, що подається в аеровані піскоуловлювачі:

$$q_{\text{air}} = F_s \cdot I = 82,032 \cdot 4 = 328,13 \text{ м}^3/\text{год}$$

Піскові майданчики

Об'єм піску, затримуваного піскоуловлювачами:

$$W_s = \frac{0,03 \cdot N_{\text{priv}}}{1000} = \frac{0,03 \cdot 482365}{1000} = 14,5 \text{ м}^3/\text{доб}$$

Необхідна площа при навантаженні 3 м³/м²·рік та умови періодичного вивезення піску:

$$F_s = \frac{W_s \cdot 365}{3} = \frac{14,5 \cdot 365}{3} = 1765 \text{ м}^2$$

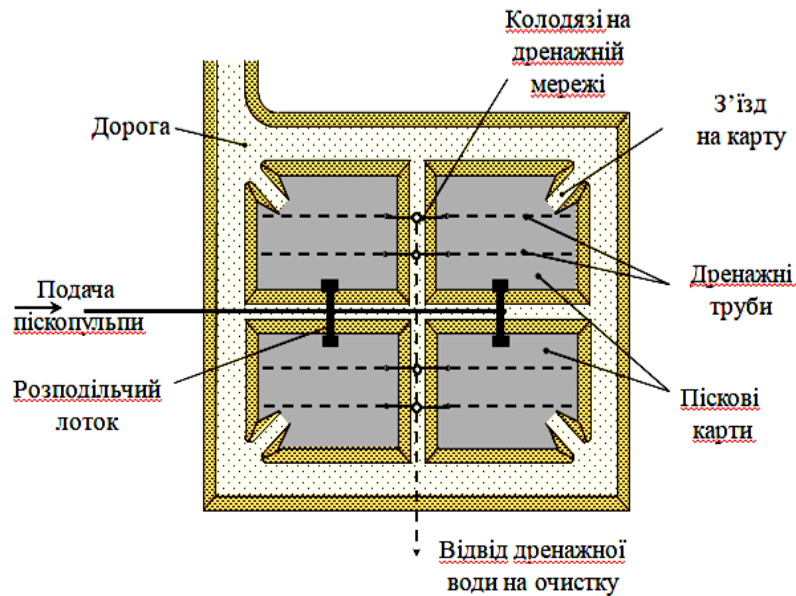


Рис. 1.6. Схема піскових майданчиків

приймаємо 4 карти:

B, м	20
L, м	25

Площа 1 карти при 4 картах :

$$\frac{F_s}{4} = \frac{1765}{4} = 442 \text{ м}^2$$

Первинні відстійники

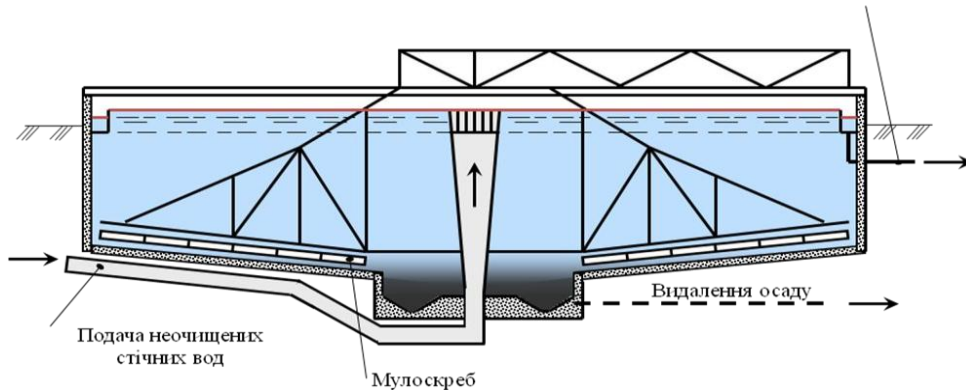


Рис. 1.7. Схема первинного радіального відстійника

Визначаємо необхідний ефект посвітління:

$$\mathcal{E} = \frac{C_{en} - C_{cdr}}{C_{en}} \cdot 100\% = \frac{377 - 150}{377} \cdot 100\% = 60,2\%$$

В схемі з аерованими пісковловлювачами C_{en1} дорівнює 92...93% від $C_{заг.}$:

$$C_{en1} = 0,93 \cdot 342,8 = 318,8 \text{ мг/дм}^3$$

$$\mathcal{E}_{осв} = \frac{C_{en1} - (150 \text{ г/м}^3)}{C_{en1}} \cdot 100\% = \frac{318,8 - 150}{318,8} \cdot 100\% = 52,95 \approx 50\%$$

Оскільки $\mathcal{E}_{осв} > 50\%$, то обов'язковою умовою є передаерація.

У даному випадку використання передаерації не потрібно.

Гідравлічна крупність:

$$U_0 = \frac{1000 H_{set} \cdot K_{set}}{t_{set} \left(\frac{H_{set} \cdot K_{set}}{h_1} \right)^{n_2}} = \frac{1000 \cdot 3,1 \cdot 0,45}{1159 \left(\frac{3,1 \cdot 0,45}{0,5} \right)^{0,25}} = 0,93$$

Таблица 1.13. Основні параметри первинних радіальних відстійників

Параметри	Діаметр відстійника $D_{ст}$, м			
	18	24	30	40
Типовий проект	902-2-362.83	902-2-363.83	902-2-378.83	902-2-383.83
Діаметр впускного пристрою, d_{ep} , м	1,4	1,6	1,8	2,0
Гідравлічна глибина H , м	3,4	3,4	3,4	4,0
Глибина проточної частини H_{set} , м	3,1	3,1	3,1	3,6
Об'єм, m^3 :				
- проточної частини	788	1400	2190	4580
- осадової частини	120	210	340	710
- загальний	908	1610	1460	3054
Витрата, $m^3/год$	525	930	1460	3054

Продуктивність одного відстійника:

$$q_{set} = 2,8K_{set}(D_{set}^2 - d_{en}^2)(u_0 - v_{tb}) = 2,8 * 0,45(30^2 - 1,8^2)(0,93 - 0) = 1050,82 \text{ м}^3/\text{год}$$

Необхідна кількість відстійників:

$$n = \frac{q_{max.h}}{q_{set}} = \frac{5522}{1050,82} = 5,25 \approx 6 \text{ відстійників}$$

Приймаємо 6 первинних відстійники діаметром 30 м.

Перевірка фактичної швидкості :

$$V_{\phi} = \frac{q_{max.h}}{3,6\pi \cdot R_{set} \cdot H_{set} \cdot n} = \frac{5522}{3,6 * 3,14 * 15 * 3,1 * 6} = 1,75 \text{ м/с}$$

Добова кількість сирого осаду, що утворюється у відстійниках, вологістю 95% і щільністю 1,12 г/см³:

$$Q_{mud} = \frac{Q(C_{en1} - 150)}{(100 - P_{mud})\gamma_{mud} \cdot 10^4} = \frac{91600(318,8 - 150)}{(100 - 95) * 1,06 * 10^4} = 291,74$$

Кількість осаду по сухій речовині:

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

$$M_{mud} = \frac{91600(318,8 - 150)}{10^6} = 15,462 \text{ т/доб}$$

1.3.4. Розрахунок споруджень біологічного очищення стічних вод у штучно створених умовах.

Аеротенки

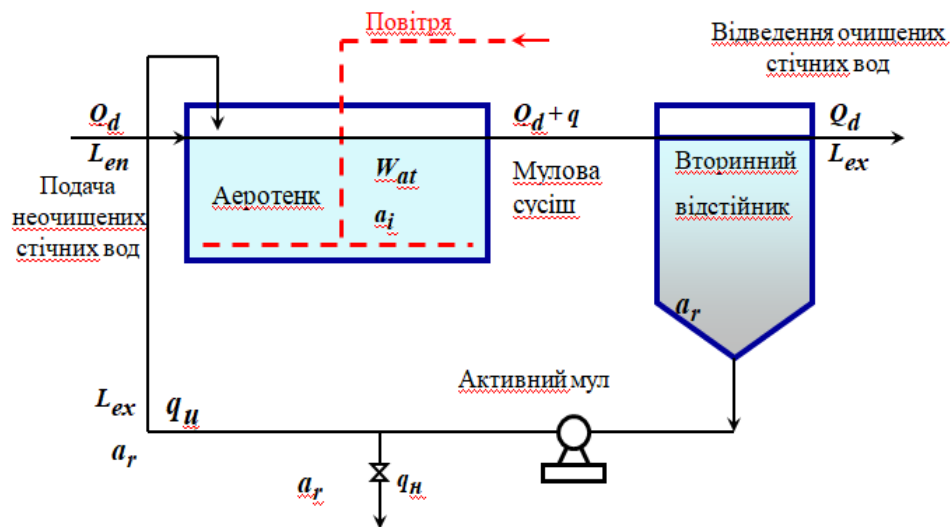


Рис. 1.8. Блок-схема процесу біологічної очистки в аеротенках

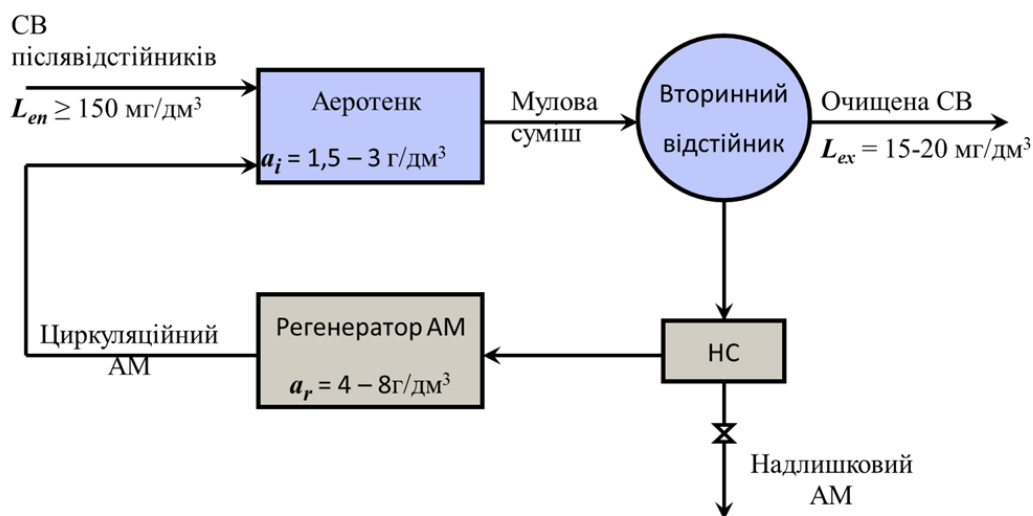


Рис. 1.9. Схема біологічного очищення

Розрахунок аеротенка-витиснювача з регенераторами

Ступінь рециркуляції активного мулу:

$$R_i = \frac{a_i}{\frac{1000}{J_i} - a_i} = \frac{2,5}{\frac{1000}{100} - 2,5} = 0,333$$

Тривалість перебування стічних вод в аеротенку:

$$t_{at} = \frac{2,5}{\sqrt{a_i}} * \operatorname{Ig} \frac{L_{en}^i}{L_{ex}} = \frac{2,5}{\sqrt{2,5}} * \operatorname{Ig} \frac{220,86}{15} = 1,84 \text{ год}$$

Приймаємо 2 години.

Доза мулу в регенераторі:

$$a_r = a_i \left(\frac{1}{R_i} + 1 \right) = 2,5 \left(\frac{1}{0,33} + 1 \right) = 10 \text{ г/дм}^3$$

Питома швидкість окислювання при дозі мулу a_r :

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

$$\rho = 85 * \frac{15 * 2}{15 * 2 + 33 * 2 + 0,625 * 15} * \frac{1}{1 + 0,07 * 10} = 14,23 \frac{\text{мг}}{\text{г} * \text{год}}$$

Тривалість окислювання органічних забруднюючих речовин:

$$t_0 = \frac{L_{en} - L_{ex}}{R_i a_r (1 - s) \rho} = \frac{220,86 - 15}{0,333 * 10 (1 - 0,3) * 14,23} = 6,2 \text{ год}$$

Тривалість регенерації:

$$t_r = t_0 - t_{at} = 6,2 - 2 = 4,2 \text{ год}$$

Час перебування стічних вод в системі аеротенк-регенератор:

$$t = (1 + R_i) \cdot t_{at} + R_i t_r = (1 + 0,333) \cdot 2 + 0,333 \cdot 4,2 = 4,06 \text{ год}$$

Середня доза мулу в системі:

$$a_{im} = \frac{(1 + R_i) \cdot t_{at} a_i + R_i t_r a_r}{t} = \frac{(1 + 0,333) \cdot 2 \cdot 2,5 + 0,333 \cdot 4,2 \cdot 10}{4,06} = 5,08 \text{ г/дм}^3$$

Навантаження на мул:

$$q_i = \frac{24 \cdot (L_{en} - L_{ex})}{a_{im}(1 - s) \cdot t} = \frac{24 \cdot (220,86 - 15)}{5,08(1 - 0,3) \cdot 4,06} = 342,15$$

Повторюємо розрахунок з новим підібраним $J_i = 74,2$

Друге наближення:

$$R_i = \frac{2,5}{\frac{1000}{74,2} - 2,5} = 0,23$$

Доза мулу в регенераторі:

$$a_r = a_i \left(\frac{1}{R_i} + 1 \right) = 2,5(1/0,23 + 1) = 13,37 \text{ г/дм}^3$$

Питома швидкість окислювання:

$$\rho = \rho_{\max} \frac{L_{ex} C_0}{L_{ex} C_0 + K_L C_0 + K_0 L_{ex}} \cdot \frac{1}{1 + \varphi \cdot a_r} = 85 \cdot \frac{30}{105,4} \cdot \frac{1}{1,93} = 12,37 \frac{\text{мг}}{\text{год}}$$

Тривалість окислювання органічних забруднюючих речовин:

$$t_0 = \frac{L_{en} - L_{ex}}{R_i a_r (1 - s) \rho} = \frac{220,86 - 15}{0,23 \cdot 13,37(1 - 0,3) \cdot 12,37} = 7,7 \text{ год}$$

Тривалість регенерації:

$$t_r = t_0 - t_{at} = 7,7 - 2 = 5,7 \text{ год}$$

Час перебування стічних вод в системі аеротенк-регенератор:

$$t = (1 + R_i) \cdot t_{at} + R_i t_r = (1 + 0,23) \cdot 2 + 0,23 \cdot 5,7 = 3,77 \text{ год}$$

Середня доза мулу в системі:

$$a_{im} = \frac{(1 + R_i) \cdot t_{at} a_i + R_i t_r a_r}{t} = \frac{(1 + 0,23) \cdot 2 \cdot 2,5 + 0,23 \cdot 5,7 \cdot 13,37}{3,77} = 6,14 \text{ г/дм}^3$$

Навантаження на мул:

$$q_i = \frac{24 \cdot (L_{en} - L_{ex})}{a_{im}(1 - s) \cdot t} = \frac{24 \cdot (220,86 - 15)}{6,14(1 - 0,3) \cdot 3,77} = 298,44$$

Об'єм аеротенка:

$$W_{at} = t_{at} \cdot (1 + R_i) \cdot q_{maxh} = 2 \cdot (1 + 0,23) \cdot 5522 = 13584 \text{ м}^3$$

Місткість регенератора:

$$W_r = t_r R_i q_{maxh} = 5,7 \cdot 0,23 \cdot 5522 = 7240 \text{ м}^3$$

Загальна місткість аеротенку:

$$W = W_{at} + W_r = 13584 + 7240 = 20825,34 \text{ м}^3$$

Відсоток регенерації:

$$\frac{W_r}{W} \cdot 100\% = \frac{7240}{20825,34} \cdot 100\% = 34,76\%$$

Кількість коридорів аеротенка приймається відповідно до відсотка регенерації.

Оскільки $29 < W_r/W < 40$ - приймаємо трьохкоридорний аеротенк

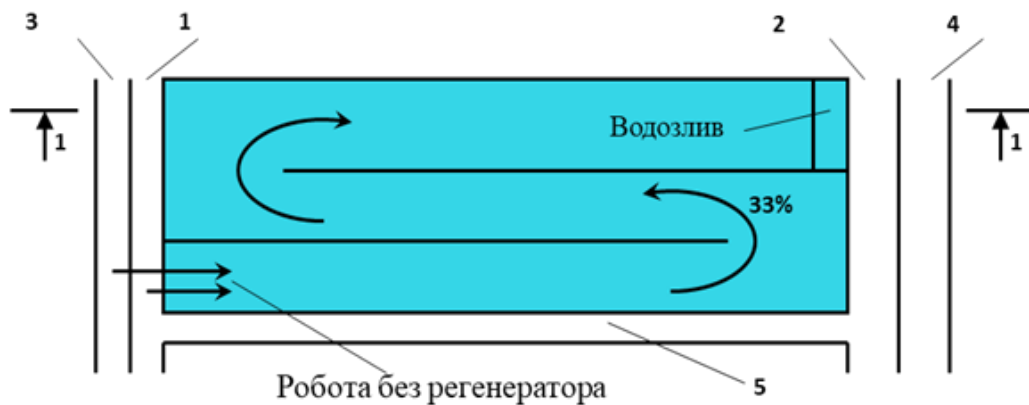


Рис. 1.9. Схема роботи трьохкоридорного аеротенка: 1 - верхній розподільчий канал освітлених СВ в первинних відстійниках; 2 - нижній канал освітлених СВ; 3 - канал активного мулу; 4 - канал очищених стічних вод; 5 - перепускний канал.

Площа аеротенка:

$$F = \frac{W}{H_{at}} = \frac{20825,34}{4,5} = 4627,85 \text{ м}^2$$

Довжина одного коридору аеротенку

$$L = \frac{F}{B \cdot n \cdot m} = \frac{4627,85}{6 \cdot 3 \cdot 4} = 64,27 \text{ м}$$

Фактичний об'єм однієї секції:

$$W_{\phi} = B \cdot L \cdot H_{at} \cdot n = 6 \cdot 64,27 \cdot 4,5 \cdot 3 = 5206,33 \text{ м}^3$$

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

$$t_{\phi} = \frac{W_{\phi} \cdot m}{q_{max h}} = \frac{5206,33 \cdot 4}{5522} = 3,77 \text{ год}$$

Вторинні відстійники

Гідравлічне навантаження для відстійників після аеротенків визначають за формулою:

$$q_{ssa} = \frac{4,5 \cdot K_{ss} \cdot H_{set}^{0,8}}{(0,1 \cdot J_i \cdot a_i)^{0,5-0,01a_t}} = \frac{4,5 \cdot 0,4 \cdot 3,1^{0,8}}{(0,1 \cdot 71,9 \cdot 2,5)^{0,5-0,01 \cdot 15}} = 1,61 \text{ м/год}$$

Таблиця 1.14. Геометричні розміри вторинних радіальних відстійників

Діаметр відстійника D_{ssa} , м	Гідравлічна глибина відстійника H , м	Глибина проточної частини відстійника H_{set} , м	Висота мулової зони, м	Діаметр трубопроводу, мм		Об'єм зони, м ³		Типовий проект
				підвідного	відвідного	мулової	відстійної	
18	3,7	3,1	0,6	800	500	160	788	902-2-87/76
24	3,7	3,1	0,6	1200	700	280	1400	902-2-89/75
30	3,7	3,1	0,6	1400	900	440	2190	902-2-89/75
40	4,35	3,65	0,7	2000	1200	915	4580	902-2-90/75
50	5,3	4,6	0,7	2500	2000	1380	9020	902-2-90/75

Загальна площа дзеркала води:

$$F_{ssa} = \frac{q_{max h}}{q_{ssa}} = \frac{5522}{1,61} = 3411,206 \text{ м}^2$$

Площа дзеркала води для одного відстійника:

$$f_{ssa} = \frac{F_{ss}}{n} = \frac{3411,206}{5} = 682,24 \text{ м}^2$$

Діаметр радіальних і вертикальних відстійників:

$$D_{ssa} = \sqrt{\frac{4 \cdot f_{ssa}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 682,24}{3,14}} = 29,48 \text{ м}$$

Приймаємо 5 відстійника діаметром 30.

Вологість мулу з II відстійників: 99,2-99,5%.

Об'єм мулової камери

Потрібна кількість активного хлору:

$$q_{Cl} = \frac{a \cdot q_{maxh}}{1000} \cdot 1,5 = \frac{3 \cdot 5522}{1000} \cdot 1,5 = 24,9 \text{ кг/год}$$

Підбираємо 1 робочий 1 резервний хлоратор – марки ЛК-10Б. Приймаємо типовий проект 901-3-121.

Кількість ємностей для зберігання хлору:

$$n = \frac{q_{Cl} \cdot 24 \cdot 30}{W \cdot \gamma_{Cl}} = \frac{24,9 \cdot 24 \cdot 30}{0,8 \cdot 1400} = 15 \text{ шт}$$

Змішувачі

Оскільки добова витрата стічних вод є більшою за 1400 м³/доб , приймаємо змішувач типу «лоток Паршалья».

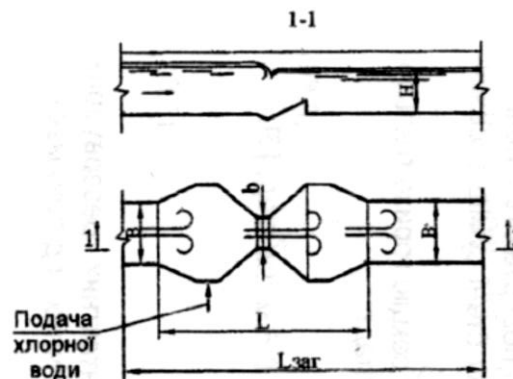


Рис.1.10. Лоток Паршалья

Таблиця 1.15. 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</i> _{заг}	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: 80-160 м³/доб:

b= 1000

B=1200

l_{заг} = 14,97

L=6,6

втрати напору = 0,34

Контактні резервуари

Приймаємо горизонтальні контактні резервуари.

Таблиця 1.16. Основні розміри типових контактних резервуарів [1]

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

Приймаємо типовий проект 902-3-22 продуктивність 100 м³/добу.

Ємність контактних резервуарів:

$$W_k = q_{maxh} \cdot T_k = 5522 \cdot 0,5 = 2761 \text{ м}^3$$

Площа дзеркала води відстійника:

$$F_k = \frac{W_k}{n \cdot H} = \frac{2761}{4 \cdot 3,2} = 215,7 \text{ м}^2$$

Довжина секції відстійника:

$$L_k = \frac{F_k}{B_k} = \frac{215,7}{6} = 35,95 \approx 36 \text{ м}$$

Приймаємо горизонтальні контактні резервуари:

кількість секцій n – 4, ширина B_k = 6 м, робоча глибина h = 3,2 м.

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

$$Q_{air} = I_a^k \cdot F_k \cdot n$$

$$Q_{air} = 0,5 * 215,7 * 4 = 431,4 \text{ м}^3/\text{год}$$

де I_a - інтенсивність барботажа приймають рівною $0,5 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$

Кількість осаду складе:

$$W_{oc} = \frac{q_0 \cdot Q_d}{1000} = \frac{0,5 * 91600}{1000} = 45,8 \text{ м}^3/\text{добу}$$

1.3.5. Споруди для обробки осадів стічних вод

Кількість великих покидьків, які затримані на решітках (розрахунок решіток):

За рік:

$$W_{відх}^{рік} = \frac{8 \cdot N_{priv}^{зв}}{1000} = \frac{8 * 482365}{1000} = 3858,92 \text{ м}^3/\text{рік}$$

За добу:

$$W_{відх}^{доб} = \frac{W_{відх}^{рік}}{365} = \frac{3858,92}{365} = 10,58 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Об'єм піску, затримуваного піскоуловлювачами:

$$W_s = \frac{0,03 \cdot N_{priv}}{1000} = \frac{0,03 * 482365}{1000} = 14,5 \text{ м}^3/\text{доб}$$

Сирий осад, затримуваний у первинних відстійниках:

$$W_{mud} = Q_{mud} = \frac{Q(C_{en1} - 150)}{(100 - P_{mud})\gamma_{mud} \cdot 10^4} = \frac{91600(377 - 150)}{(100 - 95) * 1,06 * 10^4} = 291,74$$

Кількість осаду по сухій речовині:

$$M_{mud} = \frac{Q_d(C_{en1} - 150)}{10^6} = \frac{91600(377 - 150)}{10^6} = 15,462 \text{ т/доб}$$

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

$$M_{mud}^s = \frac{M_{mud} \cdot (100 - P_g) \cdot (100 - S_{mud})}{10^4} = \frac{15,462 * (100 - 6) * (100 - 27)}{10^4} = 10,6 \text{ т/доб}$$

Кількість сирого осаду по сухій речовині:

$$M_{mud.a} = \frac{P_i \cdot Q_d}{10^6} = \frac{186,26 * 91600}{10^6} = 17,06 \text{ т/доб}$$

$$P_i = 0,8 \cdot C_{cdp} + K_g \cdot L_{en} = 0,8 * 150 + 0,3 * 220,86 = 186,26 \text{ г/м}^3$$

Об'єм мулу:

$$W_{mud.a} = \frac{M_{mud.a} \cdot 100}{(100 - P_{mud.a}) \cdot \rho_{mud.a}} = \frac{17,06 * 100}{(100 - 99,5) * 1,03} = 3312,6 \text{ м}^3$$

Об'єм ущільненого надлишкового активного мулу:

$$W_u = \frac{M_{mud.a} \cdot 100}{100 - P_{ex}} = \frac{17,06 * 100}{100 - 97,3} = 631,85 \text{ м}^3$$

Кількість надлишкового активного мулу по абсолютно сухій беззольній речовині:

$$M_{mud.a}^s = \frac{M_{mud.a} \cdot (100 - P_g) \cdot (100 - S_{mud.a})}{10^4} = \frac{17,06 * (100 - 6) * (100 - 27)}{10^4} = 11,7 \text{ т/доб}$$

Кількість суміші:

- по сухій речовині:

$$M_{tot} = M_{mud} + M_{a.mud} = 15,462 + 17,06 = 32,522 \text{ т/доб}$$

- по абсолютно сухій беззольній речовині:

$$M_{tot}^s = M_{mud}^s + M_{a.mud}^s = 10,61 + 11,7 = 22,31 \text{ т/доб}$$

Об'єм осаду:

$$W_{tot} = W_{mud} + W_u = 291,74 + 631,85 = 923,59$$

Середня вологість суміші:

$$P_{mix} = 100 \cdot \left(1 - \frac{M_{tot}}{W_{tot}}\right) = 100 * \left(1 - \frac{32,522}{923,59}\right) = 96,48\%$$

Зольність суміші:

$$S_{tot} = \left(1 - \frac{M_{tot}^s}{M_{mud} \cdot \frac{(100 - P_g)}{100} + M_{a.mud} \cdot \frac{(100 - P_g)}{100}}\right) \cdot 100\%$$

$$S_{tot} = \left(1 - \frac{22,31}{15,462 * \frac{100 - 6}{100} + 17,06 * \frac{100 - 27}{100}}\right) * 100 = 0,18\%$$

Об'єм осаду, що утворюється у контактних резервуарах:

$$W_{oc} = \frac{q_0 \cdot Q_d}{1000} = \frac{0,5 * 91600}{1000} = 45,8 \frac{\text{м}^3}{\text{добу}}$$

Приймаємо радіальні мулозгущувачі.

Максимальна годинна подачу активного мулу:

$$Q_{mud.a} = \frac{P_{max} \cdot q_{max.h}}{C \cdot 10^3} = \frac{205,5 \cdot 5522}{13,377 \cdot 10^3} = 84,87$$

Корисна площа поперечного перерізу радіального мулозгущувача:

$$F_{пол} = \frac{Q_{mud.a}}{q_0} = \frac{84,87}{0,3} = 282,91 \text{ м}^2$$

Діаметр одного мулоущільнювача:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{пол}}{\pi \cdot n}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 282,91}{3,14 \cdot 2}} = 13,42 \text{ м}$$

Висота робочої зони мулоущільнювача:

$$h = q_0 \cdot T_{ущ} = 0,3 \cdot 10 = 3 \text{ м}$$

Загальна висота мулоущільнювача:

$$H = h + h_{зАЛ} + h_{Б} = 3 + 0,7 + 0,3 = 4 \text{ м}$$

Максимальний витрата рідини, що відділяється в процесі ущільнення:

$$Q = Q_{mud.a} \cdot \frac{P_{mud.a} - P_{ex}}{100 - P_{ex}} = 84,84 \cdot \frac{99,5 - 97,3}{100 - 97,3} = 69,15 \text{ м}^3/\text{год}$$

Об'єм мулової частини мулоущільнювачів:

$$V = Q_{mud.a} \cdot \frac{100 - P_{mud.a}}{100 - P_{ex}} \cdot \frac{t_{мул}}{n} = 84,87 \cdot \frac{100 - 99,5}{100 - 97,3} \cdot \frac{8}{2} = 62,87 \text{ м}^3$$

Метантенки

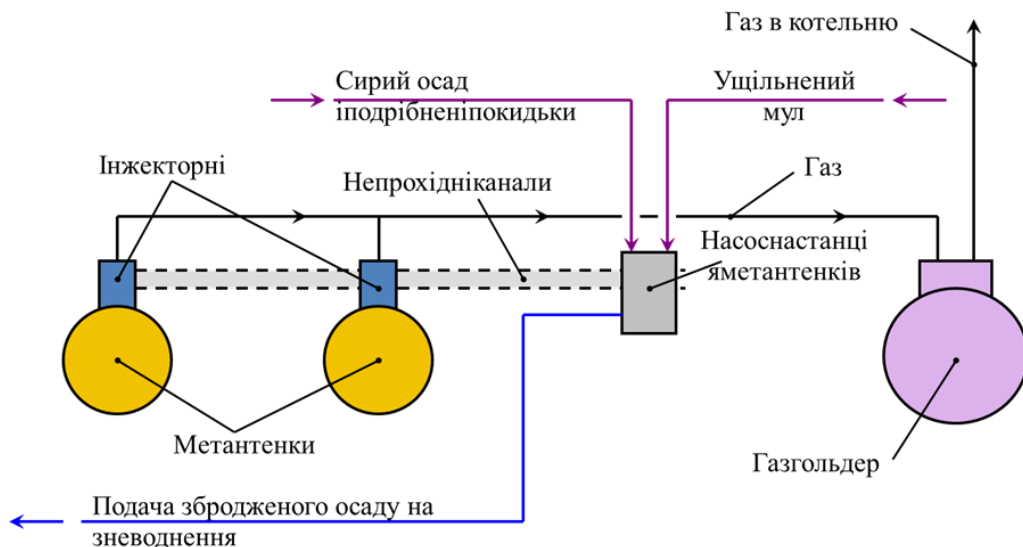


Рис.1.11. Схема підключення метантенків

Необхідна місткість метантенків:

$$W_{mt} = \frac{W_{tot} \cdot 100}{D_{mt}} = \frac{923,59 \cdot 100}{19} = 4861 \text{ м}^3$$

Об'єм одного метантенка:

$$W'_{mt} = \frac{W_{mt}}{n} = \frac{4861}{2} = 2430,5 \text{ м}^3$$

Приймаємо найближчий типовий проєкт метантенків за таблицею 1.17.

Таблиця 1.17. Геометричні розміри метантенків

Номер типового проєкту	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 проєкт: ТП 902-5-16.86

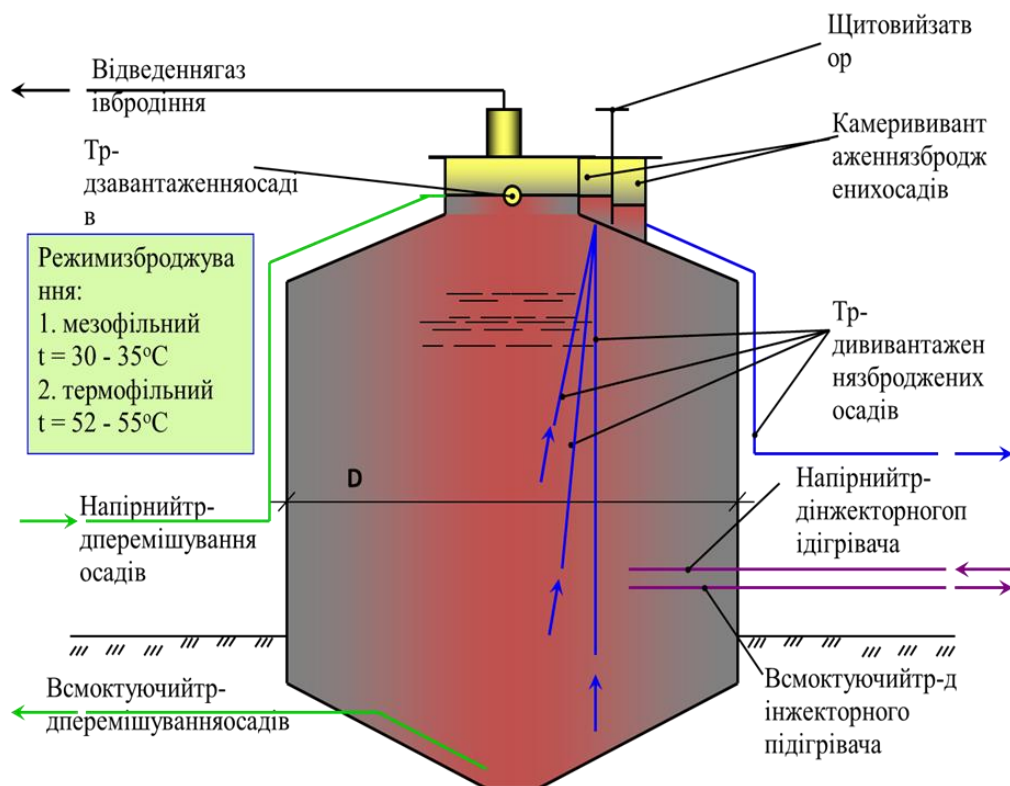


Рис.1.12. Схема метантенка.

Газгольдери

Ємність газгольдерів:

$$W_{rr} = \frac{Q_r \cdot \tau}{24} = \frac{10084,12 \cdot 3,5}{24} = 1470,6 \text{ м}^3$$

Приймаємо типовий проєкт: ТП 707-2-6

Механічне зневоднення забродженого осаду

Для зневоднення застосовуємо вакуум-фільтри.

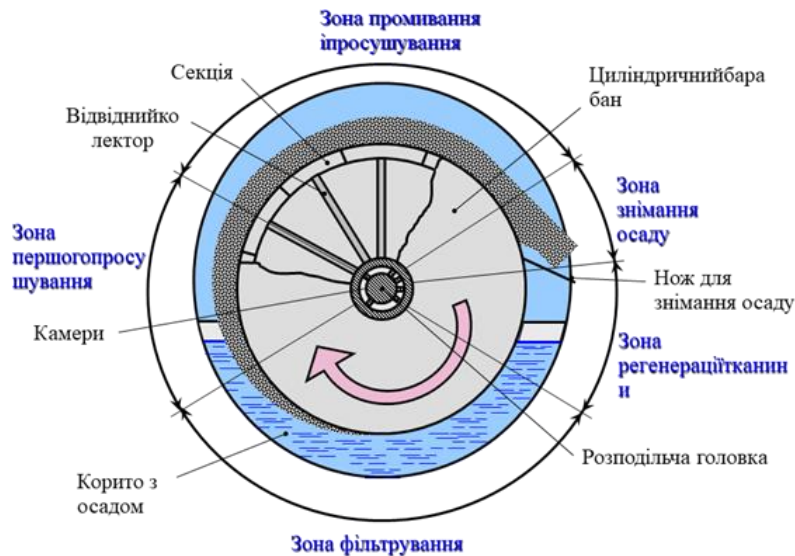


Рис.1.13. Барабанний вакуум-фільтр.

Необхідна площа фільтрації:

$$F_f = \frac{M_{tot}}{P_f \cdot n \cdot t} = \frac{32520}{20 \cdot 2 \cdot 8} = 101,6 \text{ м}^2$$

Зневоднення осадів в природних умовах

Корисна площа мулових майданчиків:

$$F = \frac{W_{ав.мул} \cdot 365}{h \cdot K} = \frac{185 \cdot 365}{1,5 \cdot 0,8} = 56270 \text{ м}^2$$

Приймаючи площу однієї карти $600 \text{ м}^2 = 20 \times 30 \text{ м}$., кількість карт:

$$n = \frac{F}{600} = \frac{56270}{600} = 93,78 \approx 94 \text{ карт.}$$

1.4 Каналізаційна насосна станція

Розраховуємо ординати графіка погодинного притоку води до насосної станції при $Q_{д.мак}=91600 \text{ м}^3/\text{доб}$ та коефіцієнті часової нерівномірності $K_ч=2,5$.

Таблиця 1.18. Визначення погодинної подачі на КНС

Години доби	% від $Q_{доб.мак}$	витрата, $\text{м}^3/\text{год}$	$Q_{міста}$, л/с
1	2	3	4
0-1	0,6	549,60	152,6667
1-2	0,6	549,60	152,6667
2-3	1,2	1099,20	305,3333
3-4	2	1832,00	508,8889
4-5	3,5	3206,00	890,5556
5-6	3,5	3206,00	890,5556
6-7	4,5	4122,00	1145,0000
7-8	10,2	9343,20	2595,3333
8-9	8,8	8060,80	2239,1111
9-10	6,5	5954,00	1653,8889
10-11	4,1	3755,60	1043,2222
11-12	4,1	3755,60	1043,2222
12-13	3,5	3206,00	890,5556
13-14	3,5	3206,00	890,5556
14-15	4,7	4305,20	1195,8889
15-16	6,2	5679,20	1577,5556
16-17	10,4	9526,40	2646,2222
17-18	9,4	8610,40	2391,7778
18-19	7,3	6686,80	1857,4444
19-20	1,6	1465,60	407,1111
20-21	1,6	1465,60	407,1111
21-22	1	916,00	254,4444
22-23	0,6	549,60	152,6667
23-24	0,6	549,60	152,6667
Всього	100	91600	25444,4444

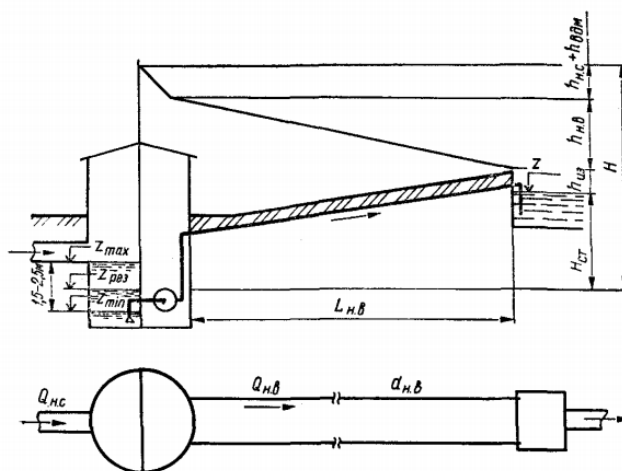


Рис.1.14. Схема для визначення розрахункового напору КНС

За таблицями Шевелева приймаємо:

$$Q_{н.в.} = \frac{Q_{н.с.}}{n} = \frac{2646,22}{2} = 1323,11 \frac{\text{л}}{\text{с}};$$

приймаємо труби чавунні, діаметром $d=900$ мм визначаємо $1000i$ та v :

$$1000i = 2,29 ;$$

$$v = 1,37 \text{ м/с.}$$

Необхідний напір насосної станції:

$$H_{н.с.} = H_{г\text{ео}} + \Sigma h$$

Сума втрат:

$$\Sigma h = +1,5 + 7,2135 + 0,5 = 11,2135 \text{ м}$$

Значення статичного напору визначається за формулою

$$H_{г\text{ео}} = z - z_{\text{рез}} = 114,8 - 108 = 6,8 \text{ м}$$

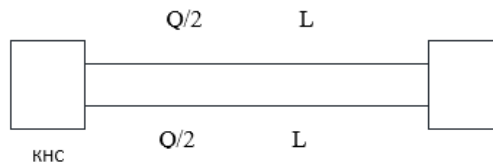
Визначення втрати напору в напірному водоводі:

$$h_{н.в.} = 1,05 * 1000i * L_{н.в.} = 1,05 * 2,29 * 3 = 7,2135 \text{ м}$$

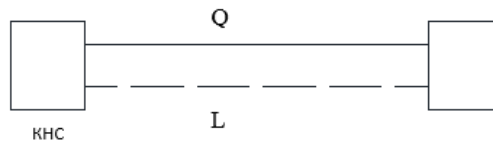
Необхідний напір:

$$H_{н.с.} = 6,8 + 11,2135 = 18,01 \text{ м};$$

Два водовода



Один водовод



Два водовода, одна перемичка, аварія

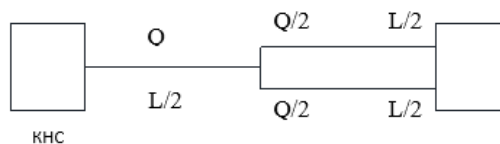


Рис.1.15. Схеми роботи водоводів

Результати розрахунків зводимо в таблицю 1.19.

Таблиця 1.19. Розрахунок характеристик напірних трубопроводів

№ п/п	Напори	Витрати, м ³ /год				
		0	3143,712	4763,2	9526,40	10479,04
		Відношення Q/Q(н.с.)				
		0	0,33	0,5	1	1,1
Два водоводи						
1	H(geo)	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
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	0,72	1,80	7,21	8,73
6	h (м)	0,00	0,05	0,13	0,50	0,61
7	H (2d)	6,80	7,92	9,60	18,0135	20,37
Один водоводи						
1	H(geo)	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
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	1,66	4,14	16,56	20,04
6	h (м)	0,00	0,05	0,13	0,50	0,61
7	H (2d)	6,80	8,86	11,94	27,3636	31,68
Два водовода одна перемичка. Аварія						
1	H(geo)	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
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	1,19	2,97	11,89	14,39
6	h (м)	0,00	0,05	0,13	0,50	0,61
7	H (2d)	6,80	8,39	10,77	22,6886	26,03

1.4.1. Вибір основного насосного обладнання

Вибір насосів виконуємо за сводними графіками, в залежності від необхідних розрахункових напорів і подач насосів.

- при 2 насосах $Q=4763,2 \text{ м}^3/\text{год}$;
- при 3 насосах $Q=3175,46 \text{ м}^3/\text{год}$.

Таблиця 1.20. Варіанти для вибору насосів

Марка насоса	пн	Qн , л/с	Qн , м3/год	Hгр	η	ηн.пр	N, кВт
СДВ 4000/28	2	1323,1111	4763,2	25	0,66	0,475556	420
СДВ 4000/28	3	882,07407	3175,46667	28,5	0,71	0,448757	360

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

З таблиці за більшим ККД приймаємо 3 насоси СДВ 4000/28

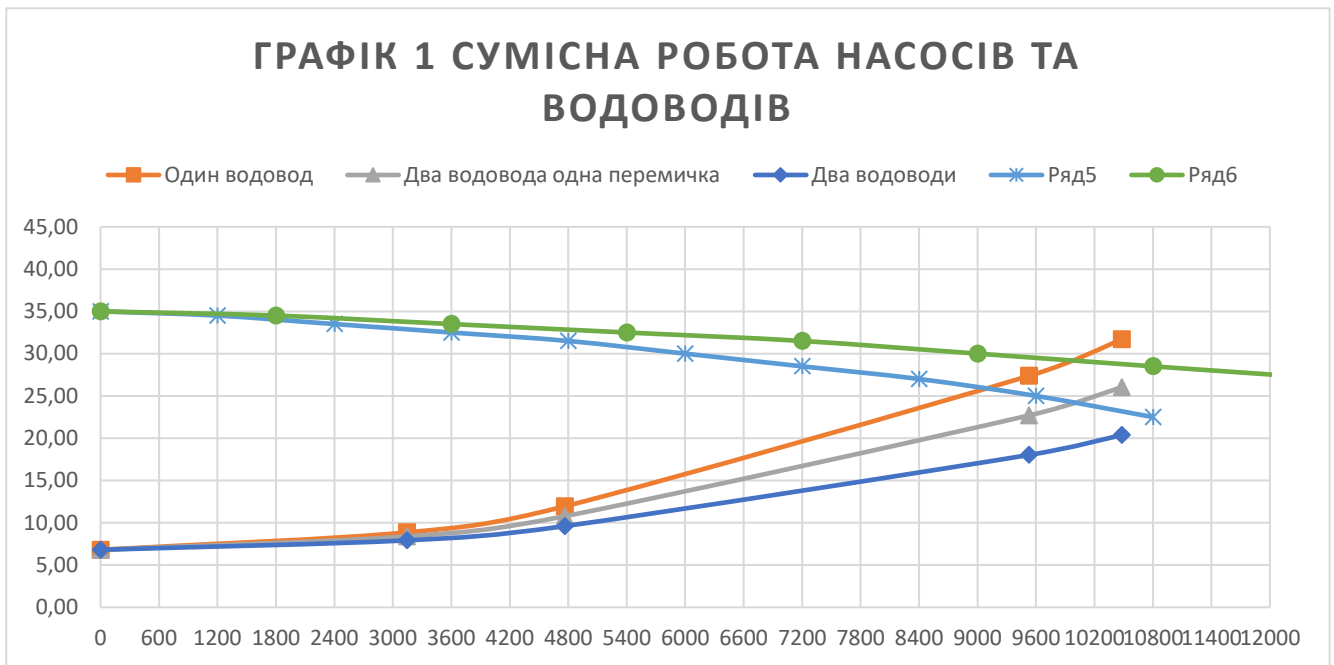


Рис.1.16. Графік сумісної роботи насосів та водоводів

САНІТАРНО-ТЕХНІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ БУДІВЛІ

Консультант / _____ /

Здобувач / _____ /

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

2.1 Технічна характеристика об'єкта

В рамках дипломної роботи проєктуємо інженерні системи багатоквартирного житлового будинку за такими вихідними даними:

- місто Чернігів;
- кількість поверхів: 12;
- кількість секцій: 1;
- висота технічного підпілля для розміщення обладнання: 2,3 м;
- висота житлового поверху: 3,1 м.

Інженерні мережі, якими оснащується будинок:

- господарсько-питний водопровід (В1);
- протипожежний водопровід (В2);
- **гаряче водопостачання** (закільцьована система Т3-Т4 з нагрівом в ІТП);
- **побутова каналізація** (К1);
- **дощова каналізація** (К2).

Сантехнічне обладнання квартир:

- кухонні мийки зі змішувачами;
- умивальники;
- ванни довжиною 1700 мм;
- унітази зі зливними бачками.

Холодне водопостачання об'єкта забезпечується за рахунок підключення до міської водопровідної мережі.

Гаряче водопостачання організовано локально — за допомогою індивідуального теплового пункту (ІТП), розміщеного в будівлі.

Відведення стічних вод здійснюється через систему побутової та дощової каналізації з подальшим відведенням у зовнішню міську каналізаційну мережу.

2.2 Базові розрахунки

Проектуємо 2 поливальні крани в цокольній частині будинку.

Таблиця 2.1. Основні параметри проєктованого будинку

Розміри в плані, м	Периметр, м	Кількість приладів води		Розрахункова кількість приладів води (N), шт.	
		Гарячої	Холодної	Гарячої	Холодної
12,6 x 22,0	69,2	10	16	16*12=192	10*12=120

Розраховуємо значення основних витрат будинку та зводимо в таблиці.

Таблиця 2.2. Добові витрати води

Загальна	Q(tot)	250	л/добу
Холодна	Q (с)	150	л/добу
Гаряча	Q(h)	100	л/добу

Таблиця 2.3. Середні годинні витрати

Загальна	q(tot)	10,41667	л/год
Холодна	q (с)	6,25	л/год
Гаряча	q (h)	4,166667	л/год

Таблиця 2.4. Максимальні добові витрати води одним споживачем

Загальна	Q max(tot)	360	л/добу
Холодна	Q max (с)	229,5	л/добу
Гаряча	Q max (h)	153	л/добу

Таблиця 2.5. Максимальні добові витрати води на господарсько-питні потреби

Загальна	Q мах.доб (tot)	69,12	л/добу
Холодна	Q мах.доб (с)	44,064	л/добу
Гаряча	Q мах.доб (h)	18,36	л/добу

Максимальна добова витрата холодної води:

$$Q_{\text{мах.доб}}^c = \frac{229,5}{1000} * 132 + 2,5 = 32,8 \frac{\text{л}}{\text{добу}};$$

Q мах.доб (с) =	46,564	л/добу
------------------	--------	--------

Q пол	2,5	л/добу
-------	-----	--------

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

Розрахунок внутрішньої системи холодного водопостачання здійснюється поетапно. На першому етапі визначаються водовитрати для кожної ділянки трубопроводу залежно від кількості встановлених сантехнічних приладів і прийнятих норм їх водоспоживання. Другий етап передбачає гідравлічний розрахунок мережі з урахуванням отриманих значень витрат.

У зв'язку з тим, що в проєкті реалізовано об'єднану систему господарсько-питного та протипожежного водопостачання, гідравлічний аналіз виконується окремо для двох експлуатаційних режимів: умов максимального споживання питної води та комбінованого режиму — споживання води з одночасним пожежогасінням.

В основі розрахунку лежить аксонометрична схема внутрішньої водопровідної мережі, яка дозволяє чітко визначити напрямок потоків, гілки системи та основні вузлові точки. Для кожної ділянки обчислюється розрахункова витрата води, підбирається оптимальний діаметр труби, а також проводиться розрахунок втрат напору внаслідок гідравлічного тертя.

Першочерговим кроком у розрахунку є визначення диктуючого приладу — найвіддаленішого сантехнічного пристрою в системі, який має найвищу одиничну витрату і розташований на найвіддаленішому стояку як по вертикалі, так і по довжині трубопроводу. У межах даного проєкту таким приладом є змішувач ванни, розташований на верхньому поверсі будівлі.

Від диктуючого приладу прокладається основна розрахункова гілка (магістраль), яка ділиться на окремі ділянки з постійними значеннями витрати та діаметра. При цьому на крайніх тупикових ділянках витрата не повинна бути меншою за секундну витрату приладу з найбільшим споживанням на відповідному стояку.

Розрахунок системи проводиться у напрямку від диктуючого приладу до точки підключення мережі до вводу. Для кожної ділянки здійснюється послідовне виконання типових розрахункових операцій, тому доцільним є подання результатів у табличному форматі для систематизації і подальшого аналізу.

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

Номер ділянки	Довжина ділянки L, м	Кількість приладів о яких подається вода поданій розрахунковій ділянці N, шт.	Розрахункова витрата на ділянці q c, л/с	Діаметр d, мм	Швидкість V, м/с	Втрати напору за довжиною, мм	
						1000 i, мм	на ділянці H (l) = 1000i*1, м
1	2	3	4	5	6	7	8
1-2	1,2	1	0,24	20	0,76	100,98	0,12
2-3	2,1	2	0,24	20	0,76	100,98	0,21
3-4	3,1	3	0,24	20	0,76	100,98	0,31
4-5	3,1	3	0,24	20	0,76	100,98	0,31
5-6	3,1	6	0,29	20	0,91	100,98	0,31
6-7	3,1	9	0,32	20	1	147,44	0,46
7-8	3,1	12	0,36	20	1,12	168,48	0,52
8-9	3,1	15	0,39	20	1,22	202,6	0,63
9-10	3,1	18	0,44	25	0,86	238,7	0,74
10-11	3,1	21	0,47	25	0,91	85,54	0,27
11-12	3,1	24	0,5	25	0,93	97,96	0,30
12-13	3,1	27	0,53	25	0,987	109,28	0,34
13-14	3,1	30	0,56	25	1,04	121,74	0,38
14-15	3,1	33	0,59	25	1,1	139	0,43
15-16	3,1	36	0,62	25	1,16	161,94	0,50
16-17	6,08	36	0,62	25	1,16	161,94	0,98
17-18	1,5	48	0,638	32	0,794	63,936	0,10
18-19	2,13	96	1,18	50	0,601	21,119	0,04
19-20	3,46	144	1,25	50	0,637	23,563	0,08
20-21	5,12	192	1,53	50	0,78	34,596	0,18
						ΣH (l)=	7,22

$$\Sigma H_{l,tot} = (1 + k_1) * \Sigma H_l = (1 + 0.2) * 7,22 = 8,66 \text{ м}$$

ΣH(l,tot)=	9,923	м
------------	-------	---

k(1)=	0,2	
-------	-----	--

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

Розрахунок гідравлічного режиму, що поєднує максимальне господарсько-питне водоспоживання з подачею води на пожежогасіння, розпочинається з визначення магістрального напрямку руху води. Цей напрямок прокладається від найбільш віддаленого по вертикалі та горизонталі пожежного крана, зазвичай розташованого на верхньому поверсі будівлі, до насосної установки або вводу в систему.

Для кожної розрахункової ділянки водопровідної мережі визначають секунду витрату води як суму максимального побутового споживання та нормативної витрати води на гасіння пожежі. У тих випадках, коли у підвалі будівлі розподільчі трубопроводи формують кільцеву схему, усі ділянки цього кільця приймаються однакового діаметра для забезпечення рівномірного розподілу потоку та мінімізації гідравлічного опору.

Таблиця 2.7. 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 * l, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1'-12'	34,1	0	2,5	2,5	50	1,274	87,94	3,00
12'-13'	0,8	0	2,5	2,5	50	1,274	87,94	0,07
13'-18	2,175	0,638	2,5	3,138	50	1,599	134,296	0,29
18-19	2,13	1,18	2,5	3,68	50	1,875	184,695	0,39
19-20	3,46	1,25	2,5	3,75	50	1,911	191,788	0,66
20-21	5,12	1,53	2,5	4,03	50	2,054	221,497	1,13
							ΣH (l)=	5,55

$$\Sigma H_{l,tot} = (1 + k_1) * \Sigma H_l = (1 + 0.2) * 5,55 = 6,66 \text{ м}$$

2.5 Лічильники для води

У рамках проєкту при встановленні водолічильників на вводах холодного водопроводу розрахунок їх параметрів здійснюється з урахуванням максимальної загальної витрати води, що включає як холодне, так і гаряче водопостачання.

Тип лічильника обирається залежно від номінального діаметра трубопроводу:

- крильчаті лічильники застосовуються при діаметрах від 15 до 50 мм;
- турбінні лічильники — для діаметрів у межах 50–250 мм.

Вибір діаметра лічильника базується на значенні середньогодинної витрати води за добу максимального споживання. Після вибору модель підлягає перевірці на відповідність двом основним умовам експлуатації:

- здатність пропускати розрахункову максимальну секундну витрату при допустимих втратах напору:
 - для крильчатих лічильників — не більше 5,0 м вод. ст.;
 - для турбінних — не більше 2,5 м вод. ст.;
- здатність працювати в умовах максимальної секундної витрати з урахуванням витрати на внутрішнє пожежогасіння; при цьому допустимі втрати напору не мають перевищувати 10 м.

У разі перевищення гранично допустимих втрат напору необхідно передбачити встановлення лічильника з більшим діаметром. Якщо водолічильник не призначений для пропуску пожежного потоку, у складі водовимірювального вузла передбачається обвідна лінія, обладнана засувкою з електроприводом. Така засувка автоматично відкривається в разі виникнення пожежі, забезпечуючи необхідний рівень витрати.

Втрати напору в лічильнику при пропуску розрахункової секундної витрати води:

$$H_{\text{ліч}} = S q^{\text{tot}^2} = 0,143 * 2,38^2 = 0,81 \leq 5 \text{ м}; - 1 \text{ умова виконується};$$

$$H_{\text{ліч}} = S q^{\text{tot}^2} = 0,143 * (2,38 + 2,5)^2 = 3,4 \text{ м}; - 2 \text{ умова виконується}.$$

Приймаємо лічильник діаметром 50 , $S = 0.143 \text{ м}/(\text{л}/\text{с})^2$

			S=	0,143	м/(л/с) ²
q(tot)=	2,38	л/с	H(ліч)=	0,810009	м
q(tot)=	4,88	л/с	H(ліч)=	3,405459	м

Таблиця 2.8. Характеристики водолічильників

Діаметр лічильника, мм	Експлуатаційна витрата, м ³ /год.	S, м/(л/с) ²
15	1,2	14,5
20	2	5,18
25	2,8	2,64
32	4	1,3
40	6,4	0,5
50	12	0,143
65	17	810×10 ⁻⁵
80	36	264×10 ⁻⁵
100	65	76,6×10 ⁻⁵

2.6 Гідравлічний розрахунок внутрішньоквартальної водопровідної мережі

Методика визначення водоспоживання на окремих ділянках та виконання гідравлічного розрахунку внутрішньоквартальної водопровідної мережі аналогічна до процедури розрахунку для внутрішньої водопровідної системи будівлі. При цьому коригувальний коефіцієнт нерівномірності споживання для внутрішньоквартальної мережі приймається як $k_1 = 0,1$.

Гідравлічний розрахунок виконується окремо для двох режимів роботи системи:

- максимального господарсько-питного водоспоживання;
- господарсько-питне споживання разом із витратою на пожежогасіння.

Такий підхід дозволяє забезпечити достовірність розрахунків, коректно визначити діаметри трубопроводів і забезпечити безперебійне функціонування мережі в нормальних та аварійних умовах.

Таблиця 2.9. Гідравлічний розрахунок внутрішньоквартальної водопровідної мережі для режиму максимального господарсько-питного водоспоживання

Номер ділянки	Довжина ділянки l, м	Кількість приладів з яких подається вода по даній розрахунковій ділянці N, шт.	Розрахункова витрата на ділянці q, л/с	Діаметр d, мм	Швидкість V, м/с	Втрати напору за довжиною, мм	
						1000i, мм	на ділянці H(l) = 1000i * l, м
1	2	3	4	5	6	7	8
ВК6-ВК5	47,2	192	2,38	50	1,213	80,09	3,78
ВК5-ВК11	72,8	572	6,24		80	1,242	45,493
ВК11-ВК10	4,5	902	9,74	100	1,241	33,972	0,15
ВК10-ВК9	34,6	1242	13,29	125	1,084	19,648	0,68
ВК9-ВК8	4,5	1562	16,69	125	1,361	30,289	0,14
ВК8-ВК2	66,82	1957	20,66	150	1,17	17,928	1,20
ВК2-ВК3	106,1	2372	24,78	150	1,403	25,32	2,69
ВК6-ВК5	47,2	192	2,38	50	1,213	80,09	3,78
						ΣH(l)=	11.95

Таблиця 2.10. Гідравлічний розрахунок внутрішньоквартальної водопровідної мережі для режиму максимального господарсько-питного водоспоживання + пожежа 2.5 л/с

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			1000i, мм	на ділянці H(l) = 1000i * l, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ВК6-ВК5	47,2	2,38	2,5	4,88	50	2,487	313,4	14,79
ВК5-ВК11	72,8	6,24	2,5	8,74	80	1,74	51,02	3,71
ВК11-ВК10	4,5	9,74	2,5	12,24	100	1,559	52,437	0,24
ВК10-ВК9	34,6	13,29	2,5	15,79	100	1,287	27,261	0,94
ВК9-ВК8	4,5	16,69	2,5	19,19	125	1,565	39,487	0,18
ВК8-ВК2	66,82	20,66	2,5	23,16	150	1,311	22,274	1,49
ВК2-ВК3	106,1	24,78	2,5	27,28	150	1,545	30,41	3,23
							ΣH(l)=	24.58

$$\Sigma H_{l,tot} = (1 + k_1) * \Sigma H_l = (1 + 0.1) * 11.95 = 27.03$$

2.7 Визначення необхідного напору в мережі холодного водопроводу

Необхідний напір у точці підключення до міської водопровідної мережі:

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

$$H_{\text{необх}} = 0.7 + 6.05 + 38.4 + 8,66 + 3.25 + 3 = 60,06 \text{ м}$$

$$\pm H_{\text{geod}} = 14.8 - 15.5 = 0.7 \text{ м};$$

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

$$H_{\text{geom}} = 0,5 + 0,7 + 37,2 = 38,4 \text{ м}$$

$$\Sigma H_{l,tot}^{\text{BH}} = 8,66 \text{ м};$$

$$H_{\text{ліч}} = 3,25 \text{ м};$$

$$H_f = 3 \text{ м};$$

При пожежі :

$$H_{\text{необх}} = 0.7 + 6.05 + 38,4 + 6,66 + 3.25 + 10 = 65,06 \text{ м}$$

$$H_f = 10 \text{ м};$$

$$\Sigma H_{l,tot}^{\text{BH}} = 6,66 \text{ м};$$

За завданням гарантований напір $H_g = 31 \text{ м}$.

2.8 Розрахунок насосної установки

Підвищувальні насосні установки проєктуються у випадках сталого або періодичного дефіциту тиску в системах водопостачання. Зазвичай вони розміщуються в приміщеннях теплових пунктів, бойлерних або котелень. Установлювати такі насоси безпосередньо під квартирами, офісами чи іншими аналогічними приміщеннями (за винятком пожежних насосів) заборонено. При розміщенні насосів у підвальних приміщеннях необхідно вживати заходів щодо зниження рівнів шуму та вібрації — через застосування віброфундаментів і вібровставок.

Підбір насосного обладнання здійснюється за двома основними критеріями: витратою води q , л/с і необхідним напором H , м. Крім того, установка повинна мати максимальний можливий коефіцієнт корисної дії η .

Залежно від режиму роботи внутрішньої водопровідної мережі, можливе використання насосів як із регульовальними (напірними або безнапірними) баками, так і без них. У межах даного проєкту передбачено варіант без встановлення бака.

Потужність насосної установки:

$$N = \frac{\rho g q H_{\text{нас}}}{1000 \eta} = \frac{1000 * 9.81 * 34,06}{1000 * 0.5} * 1.4 = 935,6 = 936 \text{ Вт}$$

$$H_{\text{нас}} = 65,06 - 31 = 34,06 \text{ м}$$

2.9 Розрахунок системи гарячого водопостачання

Таблиця 2.11. Гідравлічний розрахунок внутрішнього гарячого водопроводу на режим максимального господарсько-питного водоспоживання

Номер ділянки	Довжина ділянки l, м	Кількість приладів ояких подається вода поданий розрахунковій ділянці N, шт.	Розрахункова витрата на ділянці q c, л/с	Діаметр d, мм	Швидкість V, м/с	Втрати напору за довжиною, мм	
						1000 l, мм	на ділянці H (l) = 1000i*1, м
1	2	3	4	5	6	7	8
1-2	1,6	1	0,17	15	1,12	327,6	0,52
2-3	2,2	2	0,18	15	1,12	327,6	0,72
3-4	3,1	2	0,18	15	1,12	327,6	1,02
4-5	3,1	4	0,2	15	1,18	360,5	1,12
5-6	3,1	6	0,22	15	1,3	420,6	1,30
6-7	3,1	8	0,24	20	0,75	106	0,33
7-8	3,1	10	0,26	20	0,78	122	0,38
8-9	3,1	12	0,28	20	0,91	139	0,43
9-10	3,1	14	0,295	20	0,94	151	0,47
10-11	3,1	16	0,31	20	0,97	165	0,51
11-12	3,1	18	0,325	20	1,02	181	0,56
12-13	3,1	20	0,34	20	1,06	194	0,60
13-14	3,1	22	0,36	20	1,12	218	0,68
14-15	3,1	24	0,38	20	1,19	237	0,73
15-16	7,05	24	0,38	20	1,19	237	1,67
16-17	1,62	36	0,455	25	0,927	111,2	0,18
17-18	6,72	60	0,62	25	1,264	206,5	1,39
18-19	1,6	120	0,968	32	1,204	136,07	0,22
						ΣH (l)=	12,83

Визначаємо циркуляційну витрату в системі:

$$q^{cir} = \frac{\sum Q^{ht}}{\rho \cdot c \cdot \Delta t_w} = \frac{2.805}{1 \cdot 4.2 \cdot 3} = 0,222 \frac{\text{л}}{\text{с}}$$

Сума теплових втрат подавальних трубопроводів гарячої води:

$$\sum Q^{ht} = \sum q_{w.k} \cdot l_{w.k} + q_{w.s} \cdot l_{w.s} = 11 \cdot 80,46 + 7 \cdot 274,4 = 2,805 \text{ кВт}$$

Таблиця 2.12. Теплові втрати подавальних трубопроводів гарячої води

які прокладаються в підвалах, техпідпіллях, на горищі		які прокладаються в шахтах, каналах, штрабах	
№ ділянки	l wk=	l ws=	L - ділянки
1-2	1,63	0	1,63
2-3	22,33	117,6	138,3
3-4	31,27	156,8	48,14
4-5	41,6	196	49,53
5-6	45,7	235,2	43,3
6-7	54,9	235,2	48,4
7-8	77,66	274,4	22,76
8-9	80,46	274,4	2,8

Таблиця 2.13. Гідравлічний розрахунок циркуляційних трубопроводів

Номер ділянки	Теплові втрати, кВт			Циркуляційна витрата, л/с	Діаметр d, мм	Швидкість V, м/с	Втрати напору за довжиною, мм	
	q(w.k)·l(w.k)	q(w.s)·l(w.s)	Сумарна				1000 i, мм	на ділянці H(1) = 1000i·l, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1-2	17,93	0,0	0,02	0,001	10	0,025	0,276	0,0004
2-3	245,63	823,2	1,07	0,085	15	0,481	58,191	8,05
3-4	343,97	1097,6	1,44	0,114	20	0,363	22,785	1,10
4-5	457,60	1372,0	1,83	0,145	20	0,462	36,862	1,83
5-6	502,70	1646,4	2,15	0,171	25	0,349	15,711	0,68
6-7	603,90	1646,4	2,25	0,179	25	0,365	17,216	0,83
7-8	854,26	1920,8	2,78	0,22	25	0,448	26,005	0,59
8-9	885,06	1920,8	2,81	0,223	25	0,455	26,72	0,07
							ΣH(1)=	13,15

У процесі гідравлічного розрахунку циркуляційних ділянок системи гарячого водопостачання підбір діаметрів трубопроводів здійснюється на основі витрати циркуляційної води.

$$\text{Для відгалужень} - q_a^{cir} = q^{cir} \frac{Q_a^{ht}}{Q_a^{ht} + Q_d^{ht}} = 0.222 * \frac{1.0}{1.0 + 5.14} = 0.04 \frac{\text{л}}{\text{с}}$$

$$\text{Для прямого потоку} - q_d^{cir} = q^{cir} \frac{Q_d^{ht}}{Q_a^{ht} + Q_d^{ht}} = 0.222 * \frac{5.14}{1.0 + 5.14} = 0.19 \frac{\text{л}}{\text{с}}$$

$$Q_a^{ht} = 200.68 * \frac{5}{1000} = 1.0 \text{ кВт}$$

$$Q_d^{ht} = (274.4 * 18 + 39.76 * 5) / 1000 = 5.14 \text{ кВт}$$

Необхідний тиск циркуляційного насоса:

$$\Delta P_p = (1,2 \dots 1,4) \Sigma il + \Delta \Sigma P_{RV} + \Delta P_{TH} + \Delta P_{Ap} 1,2 * 8150 + 0 + 0 + 3000 = 12\,780 \text{ Па}$$

2.10 Розрахунок водонагрівальної установки

Для забезпечення потреб у гарячому водопостачанні передбачено застосування пластинчастого теплообмінника (водонагрівача). Розрахунок його параметрів починається з визначення необхідної теплової потужності, яка повинна забезпечувати нагрівання води в годину максимального споживання.

$$Q_{hr}^h = 1.16 * 0.968 * (55 - 2) + 2.805 = 62.32 \text{ кВт}$$

Загальна площа поверхні теплообміну в апараті:

$$F = \frac{Q_{hr}^h}{k * \Delta t_{max}} = \frac{62.32}{1.5 * 24.74} = 1.68 \text{ м}^2$$

Δt_{max} - середньологарифмічний температурний напір:

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

Кількість пластин у теплообміннику:

$$n = \frac{F}{f} + 2 = \frac{1.68}{0.6} + 2 = 4.79 \approx 5 \text{ шт.}$$

2.11 Конструювання системи водовідведення

2.11.1. Розрахунок і конструювання мережі внутрішньої господарсько-побутової системи водовідведення

Розрахункову витрата господарсько-побутових стічних для каналізаційного стояка визначаємо із залежності:

$$q^s = q^{tot} + q_0^s = 2.38 + 1.6 = 3,98 \text{ л/с}$$

Розміри каналізаційних труб для відведення стічних вод від окремих сантехнічних приладів, внутрішніх розводок та стояків приймаються конструктивно, без виконання індивідуального гідравлічного розрахунку. Підключення ванн, умивальників та кухонних мийок до внутрішньої каналізаційної мережі здійснюється за допомогою труб діаметром 50 мм, а унітазів — трубами діаметром 100 мм.

Прокладка горизонтальних трубопроводів на поверхах виконується з ухилом:

- для труб Ø50 мм — з ухилом $i = 0,03$
- для труб Ø100 мм — з ухилом $i = 0,02$

Діаметр стояків каналізації для всіх поверхів приймаємо рівним 100 мм.

Ухил – 0,02, $h/d = 0,545$, $V = 0.862 \text{ м/с}$.

Перевірка:

$$V \sqrt{\frac{H}{d}} \geq K$$

$$0.862\sqrt{0.545} = 0.63 \leq 0.6; \text{ - не підходить}$$

Приймаємо діаметри каналізаційних стояків **100 мм**.

Ухил – 0,015, $h/d = 0,6$, $V=0,77 \text{ м/с}$.

Перевірка:

$$V \sqrt{\frac{H}{d}} \geq K; \quad 0.77\sqrt{0.6} = 0.59 \geq 0.6; \text{ - підходить.}$$

Витрата дощових вод з покрівлі будинку (для плоских покрівель (ухил $\leq 1,5\%$)):

$$Q = \frac{Fq_{20}}{10000} = \frac{287,058 * 88.2}{10000} = 2,54 \text{ л/с}$$

2.11.2. Розрахунок внутрішньоквартальної (дворової) господарсько-побутової мережі водовідведення

У процесі проектування внутрішньої системи каналізації насамперед визначаються місця випусків каналізаційних трубопроводів із будівлі, точки їх підключення до оглядових колодязів, а також геодезичні позначки цих елементів. На основі цих даних виконується трасування внутрішньоквартальної каналізаційної мережі на території будівельного майданчика.

У межах цього етапу проектування необхідно передбачити по два каналізаційні випуски з кожної будівлі. Випуски мають бути послідовно об'єднані в єдиний колектор, який з'єднується з міською каналізаційною мережею в одній, оптимально розташованій точці. Для забезпечення самоплинного режиму роботи системи напрямок руху стічних вод необхідно орієнтувати від колодязів, розташованих на ділянках з вищими геодезичними відмітками, у бік нижчих відміток. Точку підключення до міської каналізації доцільно вибирати в найнижчій частині ділянки.

Мінімально допустимий діаметр трубопроводів внутрішньоквартальної мережі становить 150 мм, а мінімальний ухил їх прокладання приймається не меншим за 0,008 (у деяких випадках допускається 0,007).

Кількість сантехнічних приладів для кожного з будинків на території приймається орієнтовно — на основі розрахункового числа мешканців, пропорційно до кількості жителів у будинку, вже спроектованому в межах цього об'єкта.

На повздовжньому профілі каналізаційної мережі необхідно вказати всі перетини з трубопроводами інших інженерних систем для забезпечення належного проектного узгодження та уникнення конфліктів при прокладанні мереж.

№ буд	N приладів	q tot	q(s0)	q(s)
Буд 6	395	3,97	1,6	5,57
Буд 5	340	3,55	1,6	5,15
Буд 4	192	2,38	1,6	3,98
Буд 3	320	3,4	1,6	5
Буд 2				
Буд 1	380	3,86	1,6	5,46
				25,16

ГЕНПЛАН М 1:1000

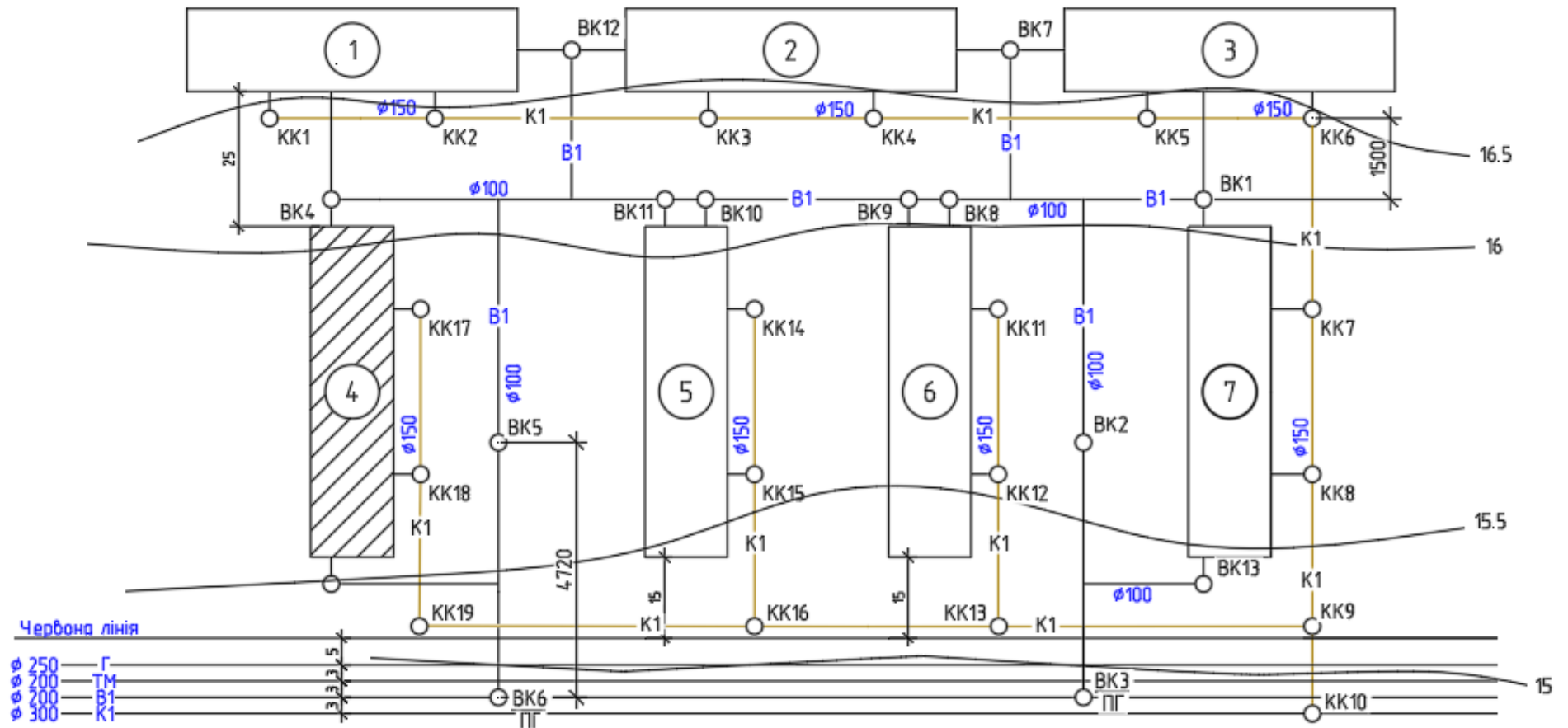


Рис.2.1. Генплан внутрішньоквартальної (дворової) мережі водовідведення

Таблиця 2.14. Гідравлічний розрахунок внутрішньоквартальної (дворової) мережі водовідведення

№№ ділянок	Довжина l, м	Розрахункова витрата q _{сiт} , л/с	Діаметр d, мм	Ухил		Наповнення h/d	Висота h, м	Швидкість V, м/с	Падіння ігр ' l, м	Відмітки, м								Глибина закладання лотка труби в м	
				Землі із	Труби ігр					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
1-2	30,6	5,46	150	-0,0010	0,006	0,495	0,07	0,627	0,18	16,45	16,48	15,02	14,84	14,95	14,77	15,10	14,92	1,50	1,71
2-3	50,6	5,46	150	0,0026	0,006	0,495	0,07	0,627	0,30	16,48	16,35	14,84	14,54	14,77	14,46	14,92	14,61	1,71	1,89
3-4	30,6	10,56	200	-0,0010	0,006	0,466	0,09	0,733	0,18	16,35	16,38	14,54	14,35	14,44	14,26	14,64	14,46	1,89	2,12
4-5	50,6	10,56	200	0,0000	0,006	0,466	0,09	0,733	0,30	16,38	16,38	14,35	14,05	14,26	13,96	14,46	14,16	2,12	2,42
5-6	30,6	15,56	200	-0,0039	0,006	0,589	0,12	0,806	0,18	16,38	16,50	14,05	13,87	13,93	13,75	14,13	13,95	2,42	2,75
6-7	35,3	15,56	200	0,0198	0,006	0,589	0,12	0,806	0,21	16,50	15,80	13,87	13,65	13,75	13,54	13,95	13,74	2,75	2,26
7-8	30,6	21,28	200	0,0049	0,010	0,592	0,12	1,096	0,31	15,80	15,65	13,65	13,35	13,54	13,23	13,74	13,43	2,26	2,42
8-9	28,14	35,98	250	0,0142	0,010	0,584	0,15	1,207	0,28	15,65	15,25	13,35	13,07	13,20	12,92	13,45	13,17	2,42	2,33
9-10	16,15	35,98	250	0,0341	0,010	0,584	0,15	1,207	0,16	15,25	14,70	13,07	12,91	12,92	12,76	13,17	13,01	2,33	1,94

№ буд	N приладів	q tot	q(s0)	q(s)
Буд 7	415	4,12	1,6	5,72
Буд 6	395	3,97	1,6	5,57
Буд 5	340	3,55	1,6	5,15
Буд 4	192	2,38	1,6	3,98
Буд 3	320	3,4	1,6	5
Буд 2	330	3,5	1,6	5,1
Буд 1	380	3,86	1,6	5,46
	2372	24,78	11,2	35,98

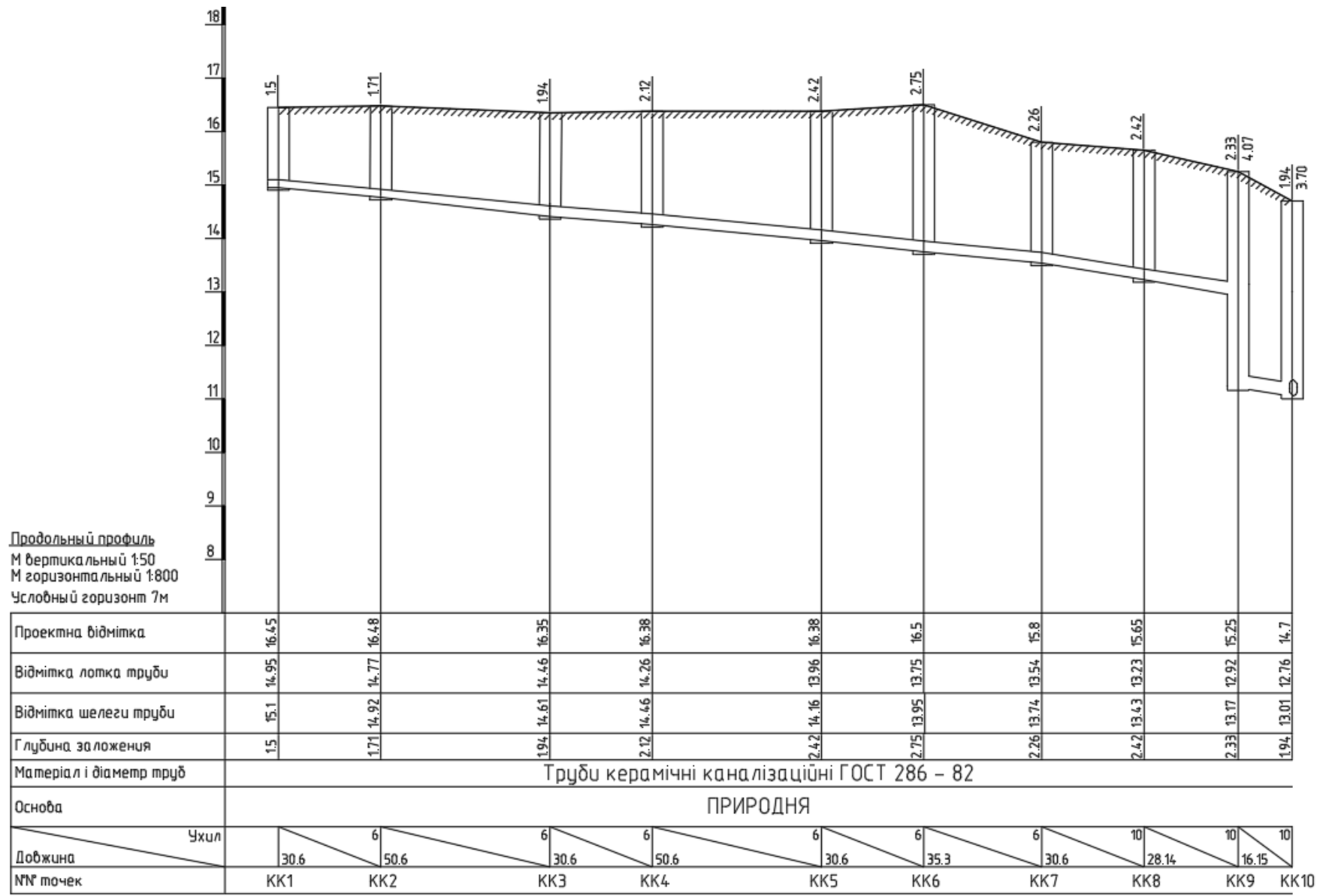


Рис.2.2. Поздовжній профіль внутрішньоквартальної господарсько-побутової водовідвідної мережі

***СОБІВАРТІСТЬ ВОДИ ТА ПОСЛУГ
ВОДОВІДВЕДЕННЯ***

Консультант / _____ /

Здобувач / _____ /

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

3.1 Розрахунок чисельності робітників основного і допоміжного виробництва каналізації

Чисельність працівників усіх професій, що залучені до основного та допоміжного виробництва у сфері водопровідно-каналізаційного господарства, визначається під час формування організаційної структури підприємства та планування фонду оплати праці.

Для проведення розрахунків розробляється штатний розпис. Основою для визначення кількісного складу персоналу є:

- потужність (продуктивність) каналізаційних очисних споруд,
- загальна протяжність водопровідних і каналізаційних мереж,
- галузеві нормативи чисельності.

Розрахунок чисельності персоналу виконується таблично (табл. 3.1), із розподілом на основних і допоміжних працівників.

До допоміжного персоналу належить молодший обслуговуючий персонал (МОП), до якого входять прибиральники, двірники тощо. Його кількість визначається за нормативними документами та умовно приймається на рівні 3–4 осіб. Слід ураховувати, що МОП не входить до графі «Чисельність робітників» — відповідно до класифікацій у статистичній звітності та нормативних матеріалах ця категорія враховується у графі «Чисельність працюючих». Це положення обов'язково враховується в подальших економічних розрахунках.

Таблиця 3.1. Розрахунок чисельності робітників основного і допоміжного виробництва водовідведення на 2025р.

№ 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 м3/добу	91,60	4,1 (4)	Дод 2,6
2	Очисна станція						
2.1	Приймальна камера						Дод 2.8
2.2	Грати з механічним очищенням	-	1	Тисяча м3/добу	91,60	3,8 (4)	Дод 2.8
2.3	Піскові майданчики	Оператор на піскових майданчиках	2	Тисяча м3/добу	91,60	3,6 (4)	Дод 2.8
2.4	Піскоуловлювачі	Оператор на піскоуловлювачах	2	Тисяча м3/добу	91,60	3,2 (3)	Дод 2.8
2.5	Первинний відстійник	Оператор на первинний відстійник	3	Тисяча м3/добу	91,60	6,5 (7)	Дод 2.8
2.6	Аеротенк	Оператор на аеротенк	3	Тисяча м3/добу	91,60	3,8 (4)	Дод 2.8
2.7	Вторинний відстійник	Оператор на вторинний відстійник	3	Тисяча м3/добу	91,60	6,5 (7)	Дод 2.8
2.8	Хлораторна	Оператор хлораторних установок	3	Тисяча м3/добу	91,60	3,7 (4)	Дод 2.8
2.9	Мулозгущувач	Оператор на мулозгущувач	2	Тисяча м3/добу	91,60	3,6 (4)	Дод 2.8
2.10	Мулонаносна станція	Машиніст насосних установок	3	Тисяча м3/добу	91,60	3,8 (4)	Дод 2.8
2.11	Метантенк	Оператор на метантенк	2	Тисяча м3/добу	91,60	3,6 (4)	Дод 2.8
2.12	Вакуум-фільтр	Оператор на вакуум-фільтр	2	Тисяча м3/добу	91,60	4,4 (4)	Дод 2.8
2.13	Мулові майданчики	Оператор на мулові майданчики	2	Тисяча м3/добу	91,60	3,6 (4)	Дод 2.8
2.14	Компресори	Машиніст компресорних установок	4	Тисяча м3/добу	91,60	3,8 (4)	Дод 2.8
3	Обслуговування каналізаційної мережі	Слюсар аварійно-відновлювальних робіт	4	км	57	11,3 (11)	Дод 2.7

Всього працюючих по підприємству: 76 чол.

Всього робітників 72 чол.

МОП 4 чол.

3.2 Розрахунок чисельності ІТП і службовців по водопроводу

Чисельність інженерно-технічного персоналу (ІТП) та службовців підприємства визначаємо відповідно до штатного розпису, з урахуванням обсягів виробничої діяльності, чисельності основних і допоміжних працівників, а також загальної кількості персоналу, задіяного у функціонуванні підприємства.

Розрахунок чисельності ІТП і службовців здійснюємо на основі чинних нормативів праці, із врахуванням специфіки технологічних процесів, структури управління, потреб у контролі якості, технічному обслуговуванні, бухгалтерському та адміністративному супроводі діяльності. Узагальнені дані оформлюємо у вигляді таблиці 3.2.

Таблиця 3.2. Розрахунок нормативної чисельності ІТП і службовців водопроводу на 2025р.

Функція управління	Структурний підрозділ	Перелік посад з виконанням відповідних функцій	Нормативна чисельність, чол.
2	3	4	5
Загальне керівництво основним виробництвом і кадрами	Управління, відділ кадрів	Начальник управління	1
		головний інженер	1
		інженер по кадрах	1
Оперативне керівництво спорудами каналізації	Очисні споруди водовідведення	Начальник очисної станції	1
Оперативне керівництво мережами водовідведення	Каналізаційні мережі	Начальник ділянки	1
		Головний диспетчер	1
		Інженери	3
		Техніки	2
Розвиток і технічна підготовка виробництва, охорона праці і техніки безпеки	Виробничий відділ праці	Начальник відділу	1
		інженери	1
		інженер по охороні праці техніці безпеки	1
Технічний контроль якості продукції	Хіміко-бактеріологічна лабораторія	Начальник лабораторії	1
		інженери	2
		лаборанти	2
Ремонт і технічне обслуговування енергетичного та іншого обладнання, будівель, споруд, мереж, КІПіА	Допоміжні цехи /ділянки/	Інженери усіх спеціальностей	3
		Начальник відділу	1

Техніко-економічне планування організація праці і заробітної плати, НОТ	Планово-економічний відділ	економісти	2
Бухгалтерський облік і Нб фінансова діяльність, організація взаєморозрахунків з споживачами, водозбут	Бухгалтерія	Головний бухгалтер	1
		бухгалтери	1
Господарчі функції /матеріально-технічне постачання, діловодство, господарське обслуговування/	Відділ матеріально- технічного постачання	Начальник відділу	1
		техніки	1
		комірники	1

Всього по підприємству: 30 чол.

3.3 Розрахунок фонду заробітної плати робітників, ІТП і службовців

Фонд заробітної плати основних категорій персоналу — робітників, інженерно-технічного персоналу та службовців — визначається виходячи з установленної чисельності працівників і розмірів місячних окладів, що діють на підприємстві з експлуатації систем водопостачання та водовідведення. Розрахунок фонду заробітної плати для робітників виконується з урахуванням тарифних розрядів, відповідних тарифних ставок та запланованого фонду робочого часу.

Преміювання робітників може становити від 20% до 40% від тарифної ставки.

Додатково передбачаються компенсації згідно з трудовим законодавством:

- доплата за нічні зміни — не менше 20% тарифної ставки за кожну годину роботи в нічний час;
- оплата праці у святкові дні — в подвійному розмірі.

Таблиця 3.3. Розрахунок фонду заробітної плати робітників, ІТП і службовців на 2025р.

№ п/п	Посада	Кількість	Встановлений місячний оклад	Річний фонд заробітної плати, грн	Премія із ФМЗ, %	Річна сума премії, грн	Загальний річний фонд заробітної плати ,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	23	9500	2622000	25%	655500	3277,5
17	Робітник 3 розряду	26	10000	3120000	25%	780000	3900
18	Робітник 4 розряду	15	10500	1890000	25%	472500	2362,5
19	Робітник 5 розряду	4	12000	576000	25%	144000	720
20	МОП	4	8000	384000	25%	96000	480

Всього: 106 чол. 17280 тис. грн

3.4 Розрахунок потреб електроенергії

Таблиця 3.4. Визначення добової потужності КНС

Години доби	Р% для кгод. мах	Qi, м3/г	Кількість працюючих насосів n, шт.	Витрата одного насоса Qн=Qi/n, м3/г	Потужність насоса за характеристикою N, кВт	N·n, кВт
1	2	3	4	5	6	7
0-1	0,6	549,60	1	549,6	200	200
1-2	0,6	549,60	1	549,6	200	200
2-3	1,2	1099,20	1	1099,2	240	240
3-4	2	1832,00	1	1832	270	270
4-5	3,5	3206,00	1	3206	350	350
5-6	3,5	3206,00	1	3206	350	350
6-7	4,5	4122,00	2	2061	320	640
7-8	10,2	9343,20	3	3114,4	340	1020
8-9	8,8	8060,80	3	2686,93	310	930
9-10	6,5	5954,00	2	2977	335	670
10-11	4,1	3755,60	1	3755,6	370	370
11-12	4,1	3755,60	1	3755,6	370	370
12-13	3,5	3206,00	1	3206	350	350
13-14	3,5	3206,00	1	3206	350	350
14-15	4,7	4305,20	2	2152,6	325	650
15-16	6,2	5679,20	2	2839,6	330	660
16-17	10,4	9526,40	3	3175,47	340	1020
17-18	9,4	8610,40	3	2870,13	330	990
18-19	7,3	6686,80	2	3343,4	355	710
19-20	1,6	1465,60	1	1465,6	250	250
20-21	1,6	1465,60	1	1465,6	250	250
21-22	1	916,00	1	916	220	220
22-23	0,6	549,60	1	549,6	200	200
23-24	0,6	549,60	1	549,6	200	200
Всього-го	100	91600	37	54532,53	7155	11460

$$\Sigma(N \cdot n) = 11460 \text{ кВт}$$

Витрата за кожен годину доби:

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

Кількість працюючих насосів визначаємо умовно, враховуючи максимально можливу подачу одного насоса в межах робочої зони.

Річна витрата активної електроенергії, що сплачується:

$$E^{\text{КНС}} = \frac{\Sigma(N \cdot n) \cdot 365}{\eta_{\text{дв}}} k_5 = \frac{11460 \cdot 365}{0.62} 1.05 = 635282,609 \text{ кВт} \cdot \text{г}$$

Вартість електроенергії каналізаційної насосної станції:

$$B_{\text{ел}} = C \cdot E^{\text{КНС}} = 8,4 \cdot 6365282,61 = 53\,468\,373,91 \text{ грн.}$$

Таблиця 3.5. 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. м3/рік	Витрата реагенту, тис.л	Вартість I тис.л реагенту грн	Загальна вартість реагенту грн
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Cl2	г/м3	3	33434,0	268,920	9730	2616591,6

Всього: 2 616 591,6 грн

Таблиця 3.6. Розрахунок амортизаційних відрахувань на 2025р.

№ 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	46224	15	3081,61
2	Каналізаційні насоси, шт.	-	5	
3	Колектори металеві напірні, 2 шт.	1101,2	10	110,12
4	Будинок ґрат-дробарок, з устаткуванням, тис.грн	6423	15	428,2
5	Пісковловлювачі залізобетонні тис. грн	206,5	15	13,77
6	Первинні відстійники, залізобетонні радіальні, тис.грн	3291,9	15	219,46
7	Аеротенки залізобетонні тис.грн	9876	15	658,4
8	Вторинні відстійники, залізобетонні радіальні, тис.грн	2775,7	15	185,05
9	Метантенки залізобетонні тис. грн	3062,5	15	204,17
10	Мулові площадки з природною основою, тис.грн	435,9	15	29,06
11	Мережі каналізаційні керамічні, тис.грн	2925	10	292,5
12	Мережі каналізаційні азбестоцементні, тис.грн	3666,6	10	366,66
13	Мережі каналізаційні залізобетонні, тис.грн	5046,8	10	504,68

Всього: 6 093 ,66 тис. грн

3.5 Розрахунок собівартості води

Таблиця 3.7. Кошторис витрат на послуги водовідведення та очищення стічних вод, грн

Стаття витрат	Кількість	Примітка
1	2	3
Заробітна плата робітників, ІТП і службовців	17 280 00	
Нарахування на заробітну плату (ЄСВ) в розмірі 22%	3 801 600	
Всього:	21 081 600	грн
Електроенергія	53 468 373,91	
Реагенти	2 616 591,6	
Амортизація	6 093 660	
Всього:	62 178 625,51	грн
Інші витрати	8 326 022,55	

Всього витрат: 91 586 248,06 грн

Собівартість послуг каналізації, грн/м³:

$$C = \frac{3}{Q_p} = \frac{91\,586\,248,06}{33434000} = 2,7393 \text{ грн/м}^3;$$

ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

Консультант / _____ /

Здобувач / _____ /

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

4.1 Характеристика споруди. Побудова плану споруди.

В плані споруда має габарити 64 x 72 м, глибиною 4,8 м. Ґрунт супісок. Крок колон 3 м. Стінові панелі плоскі ПС2-48-КГ1, ПС2-48-КГ1У, ПС2-48-КВ1. Висота плоских стінових панелей – 4,8 м.

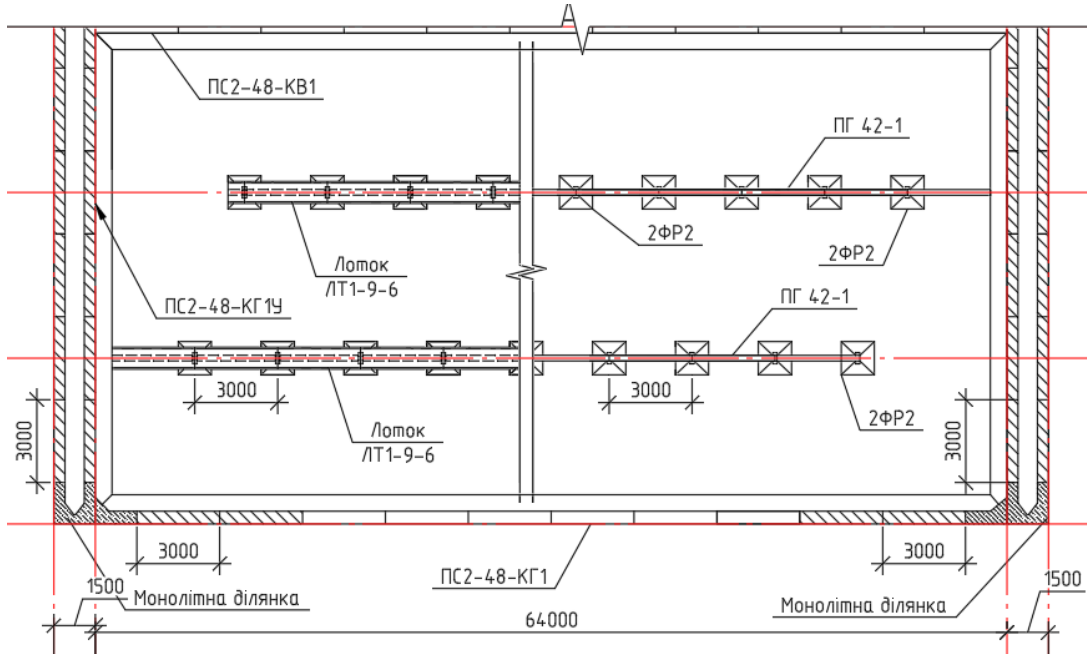


Рис. 4.1. Схематичний план 1 секції аеротенка з маркуванням конструкцій каркаса

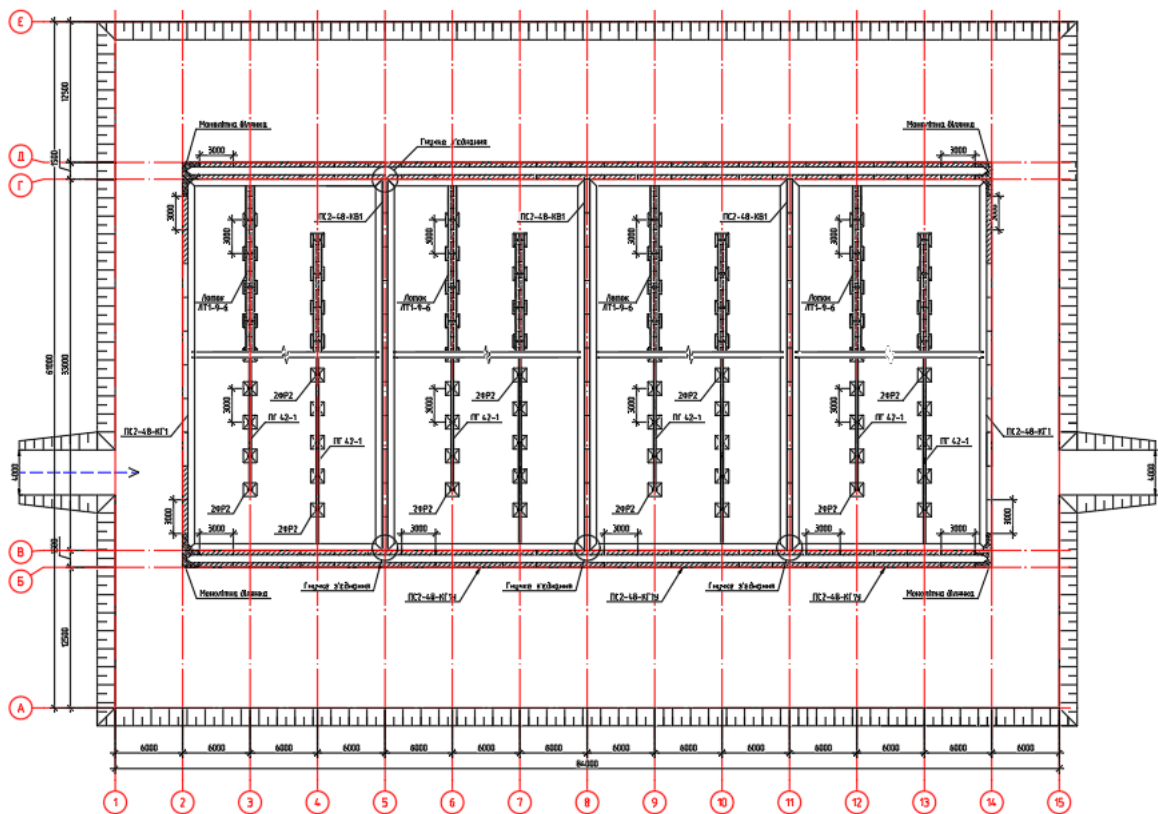


Рис. 4.2. Схематичний план аеротенка з маркуванням конструкцій каркаса

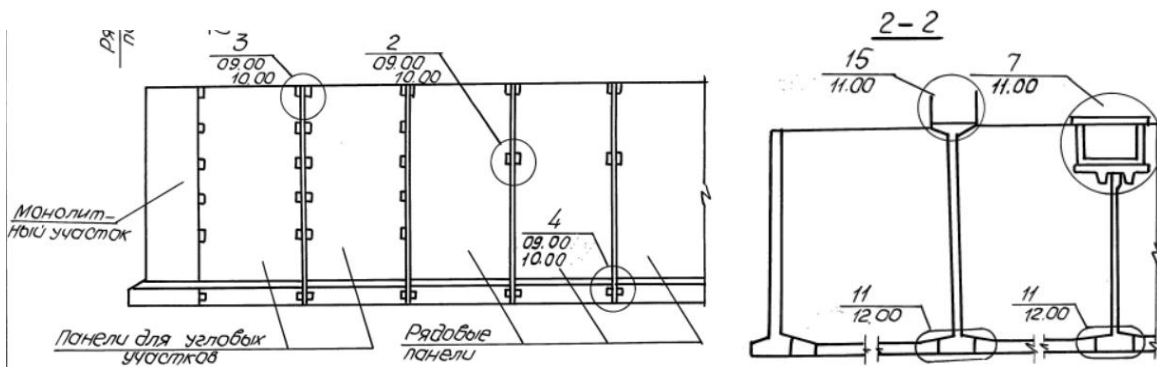


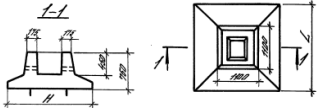
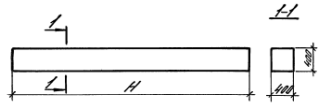
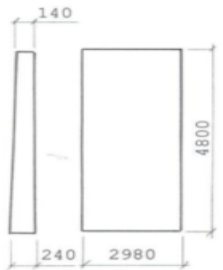
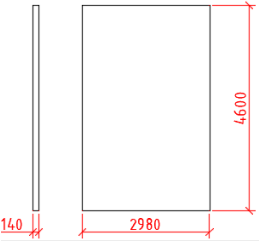
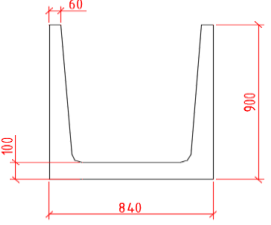
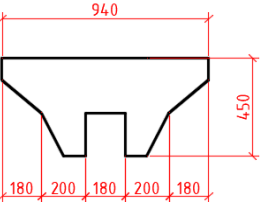
Рис. 4.3. Схематичні розрізи аеротенка з маркуванням конструкцій каркаса

4.2 Характеристики монтажних елементів

Таблиця 4.1. Характеристика монтажних елементів

№ п/п	Монтажні елементи	Марка	Ескіз	Маса елемента, т	Об'єм елемента, м ³
1	2	3	4	5	6
1	Стінова панель	ПС2-48-КГ1		6,7	2,69
2	Стінова панель	ПС2-48-КГ1У		6,7	2,69

Продовження таблиці 4.1.

№ n/n	Монтажні елементи	Марка	Ескіз	Маса елемента, т	Об'єм елемента, м ³
1	2	3	4	5	6
3	Фундамент під колону	2ФР2		4,18	1,67
4	Колона	3КР48		1,7	0,63
5	Стінова панель	ПС2- 48- КВ1		6,7	2,69
6	Перегородк а	ПГ- 42-1		4,38	1,75
7	Лоток	ЛТ1- 9-6		3,7	1,48
8	Балка	Б2		0,27	0,11

4.3 Поділ споруди на монтажні дільниці.

Аеротенк з розмірами у плані 33 м × 36 м будуємо двома монтажними дільницями.

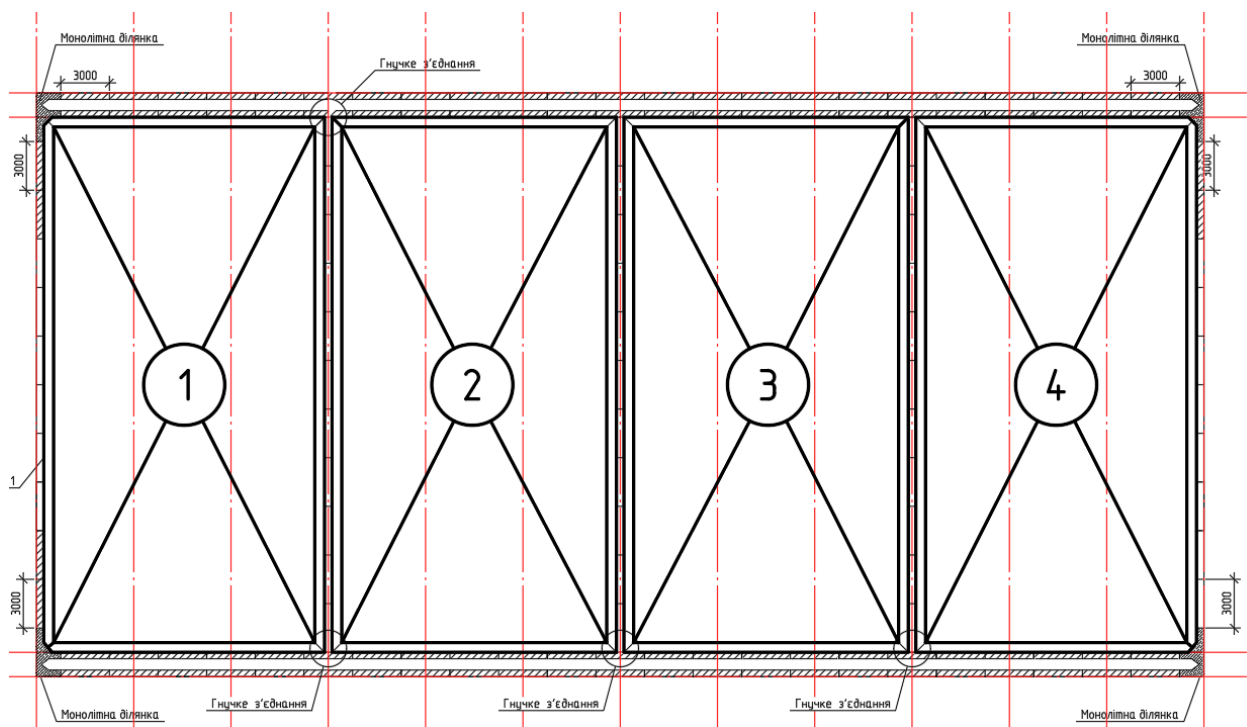


Рис. 4.4. Розбивка споруди «аеротенк» на монтажні дільниці

4.4 Підрахунок об'ємів робіт

Таблиця 4.2. Об'єм монтажних робіт

№ пор.	Найменування елементів	Марка елемен-та	Кількість елементів, шт.				Об'єм елемента, м ³	Об'єм елемен- тів, м ³	
			На дільницях						Всього
			1	2	3	4			
1	Стінова панель масою 6,7т	ПС2-48-КГ1	21	0	0	21	42	2,69	112,98
2	Стінова панель масою 6,7т	ПС2-48- КГ1У	20	24	24	20	88	2,69	236,72
3	Стінова панель масою 6,7т	ПС2-48- КВ1	10	11	21	21	63	2,69	169,47
4	Перегородка масою 4,38 т	ПГ-42-1	40	40	40	40	160	1,75	280
5	Лоток масою 3,43	ЛТ1-9-6	20	20	20	20	80	1,48	118,4
6	Фундамент під колону масою 4,18 т	2ФР2	40	40	40	40	160	1,67	267,2
7	Колона масою 1,7 т	ЗК48	40	40	40	40	160	0,63	100,8
8	Балка масою 0,27т	Б2	40	40	40	40	160	0,11	17,6
	Всього:								1303,17

4.5 Визначення об'ємів бетонних робіт.

Таблиця 4.3. Об'єм опалубних робіт

Марка моноліт-ної ділянки	Тип поверхні, яка покривається опалубним щитом	Розміри поверхні, мхм	Кількість поверхонь кожного типу, шт.	Площа одної поверхні, м ²	Площа опалубки за типом поверхні та загальна площа опалубки, м ²
УМ48-БГ1	1	1,59х4,28	2	6,80	13,60
	2	1,21х4,28	2	5,18	10,36
	3	0,28х4,28	1	1,98	1,98
Площа опалубки на одну монолітну ділянку, м ²					25,94
Площа опалубки на монтажну дільницю, м ²					103,76
Площа опалубки на споруду, м ²					207,52

Таблиця 4.4. Об'єм бетонних робіт

Монолітна ділянка УМ48-БГ1	Об'єм бетону, м ³
Об'єм бетонної суміші на одну монолітну ділянку, м ³	3,4
Об'єм бетонної на монтажну дільницю, м ³	6,8
Об'єм бетонної суміші на споруду, м ³	13,6

Таблиця 4.5. Об'єм арматурних робіт

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

Об'єм робіт з розбирання опалубки є рівним обсягу робіт з улаштування опалубки.

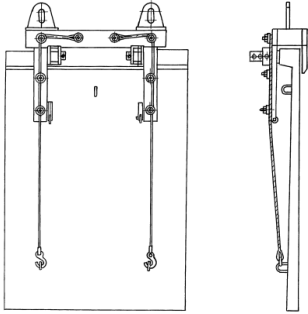
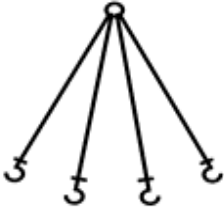
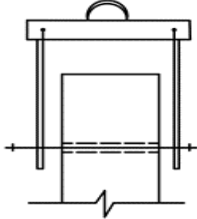

4.6 Визначення об'ємів робіт із закладання стиків.

Таблиця 4.6. Об'єм робіт із закладання стиків

№	Назва процесу	Одиниця вимірювання	Об'єм робіт				Об'єм робіт на споруду	
			Одиниця вимірювання	На ділянках				
				1	2	3		4
1	Зварювання випусків арматури панелей стін	10 м шва	0,432	22,03	15,12	19,44	26,78	83,38
2	Закладання швів дна паза днища бетоном з ущільненням	1 м ³	0,03	4,56	3,13	4,02	5,54	17,25
3	Заливання швів панелей стін бетоном механізовано	100 м	0,048	2,45	1,68	2,16	2,98	9,26
4	Замонолічування колон у стаканах фундаментів	1 стик	1	40,00	40,00	40,00	40,00	160,00
5	Закладання швів дна паза днища перегородки бетоном з ущільненням	1 м ³	0,03	3,58	3,58	3,58	3,58	14,30
6	Заливання швів перегородок бетоном механізовано	100 м	0,048	1,92	1,92	1,92	1,92	7,68
7	Електрозварювання балки з колоною	10м	0,062	2,48	2,48	2,48	2,48	9,92
8	Електрозварювання балки з перегородкою	10м	0,025	1,00	1,00	1,00	1,00	4,00
9	Закладання швів перегородок з балкою механізовано	1 м ³	0,1	4,00	4,00	4,00	4,00	16,00
10	Електрозварювання лотка з балками	10м	0,2	4,00	4,00	4,00	4,00	16,00

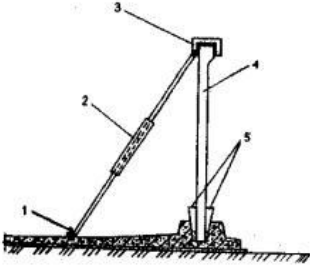
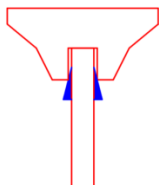
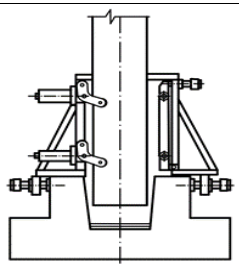

4.7 Вибір монтажних кранів

Таблиця 4.7. Засоби для захоплення конструкцій

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

4.8 Визначення монтажних характеристик конструкцій.

Таблиця 4.8. Засоби для тимчасового закріплення і вивірювання конструкцій

№ п/п	Найменування, характеристика, посилання на довідник із зазначенням сторінки	Принципова схема засобу	Висота над нижньою конструкцією, м	Маса, т
1	2	3	4	5
1	Підкос із струбциною та металеві клини для тимчасового закріплення стінових панелей с. 6 [17]		-	0,05
2	Сталеві клини для тимчасового затримання балок		-	0,005
3	Кондуктор для тимчасового закріплення колон та їх вивірювання с. 73 [16]		0,72	0,282
4	В'язі для кутових лотків		1,4	0,08

4.9 Технічний вибір монтажних кранів

Виконання монтажних робіт прийнято за схемою III (ширина аеротенка 33 м).

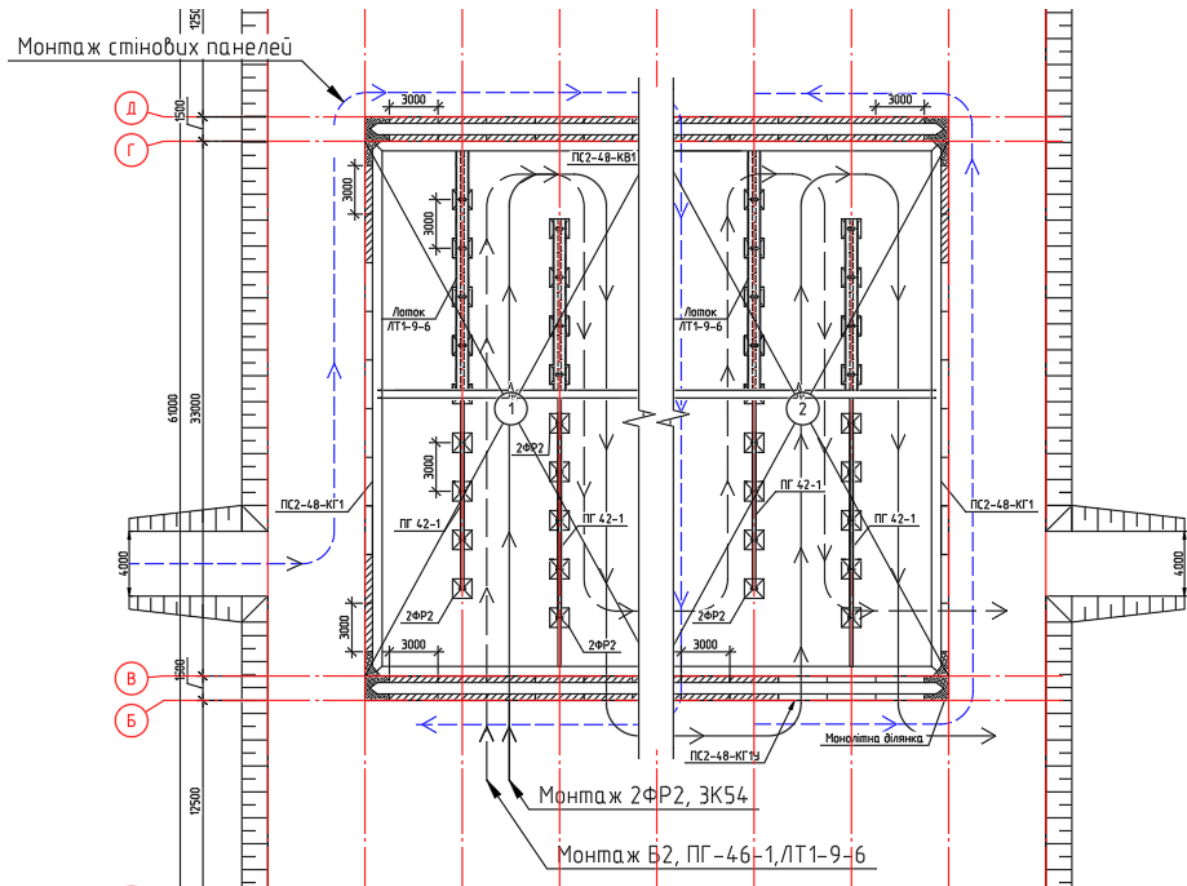
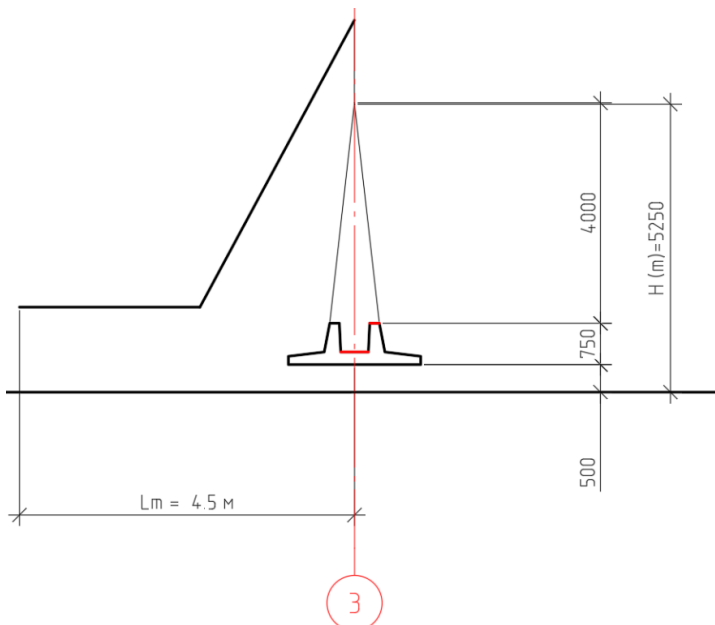


Рис.4.5. Схема проходок монтажних кранів

4.10 Визначення монтажних характеристик елементів.



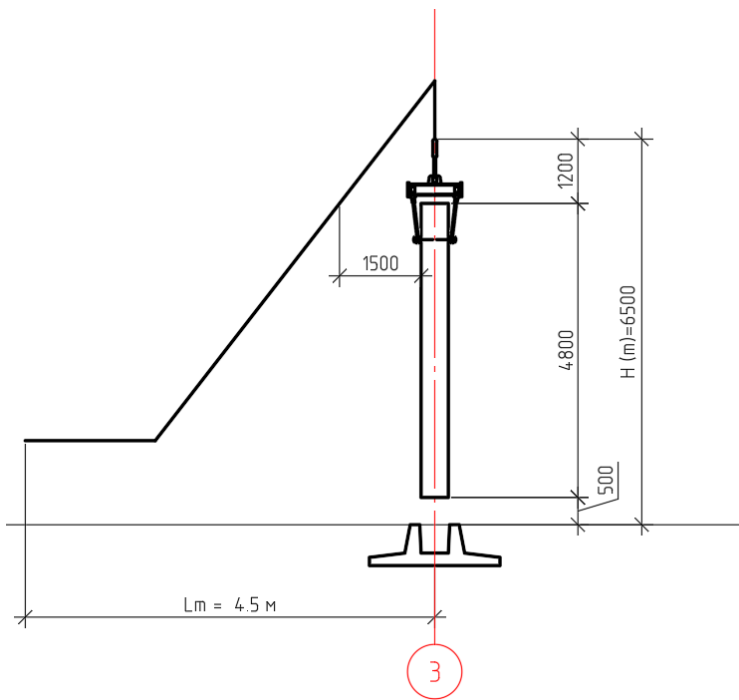
ФУНДАМЕНТНІ БЛОКИ - планується здійснювати монтаж при розташуванні крана на дні котлована на мінімальному вильоті стріли.

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

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

$$L_m = 4.5 \text{ м} = \text{min.}$$

Рис.4.6. Схема монтажу фундаментних блоків



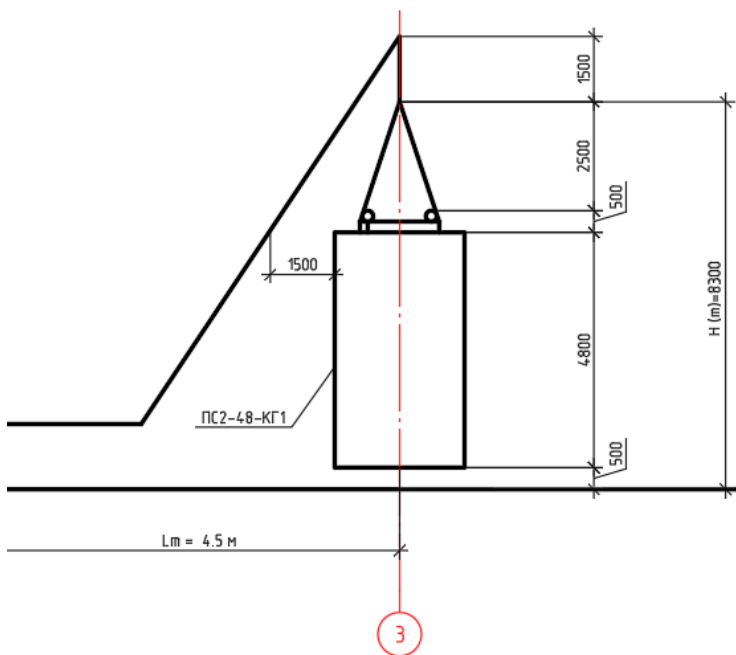
КОЛОНИ – планується монтаж здійснювати вздовж прольоту на мінімальному вильоті стріли крана.

$$Q_m = 1,7 + 0,135 = 1,835 \text{ т};$$

$$H_m = 0,5 + 4,8 + 1,2 = 6,5 \text{ м};$$

$$L_m = 4,5 \text{ м} = \text{min.}$$

Рис.4.7. Схема монтажу колон



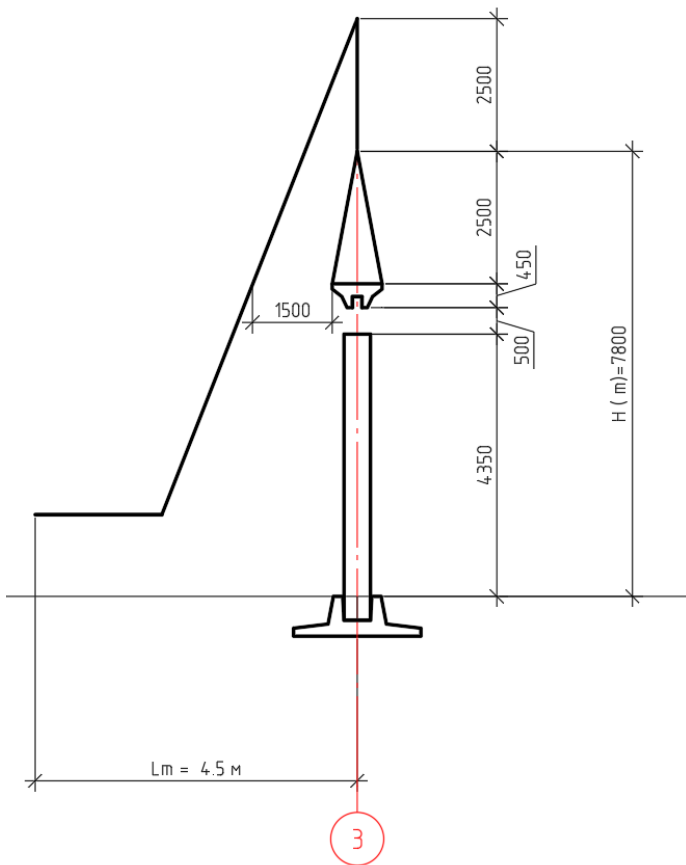
СТІНОВІ ПАНЕЛІ - монтаж планується здійснювати вздовж зовнішніх осей будівлі на мінімальному вильоті стріли крана.

$$Q_m = 6,7 + 0,15 + 0,05 = 6,9 \text{ т};$$

$$H_m = 0,5 + 4,8 + 0,5 + 2,5 = 8,3 \text{ м};$$

$$L_m = 4,5 \text{ м} = \text{min.}$$

Рис.4.8. Схема монтажу стінових панелей



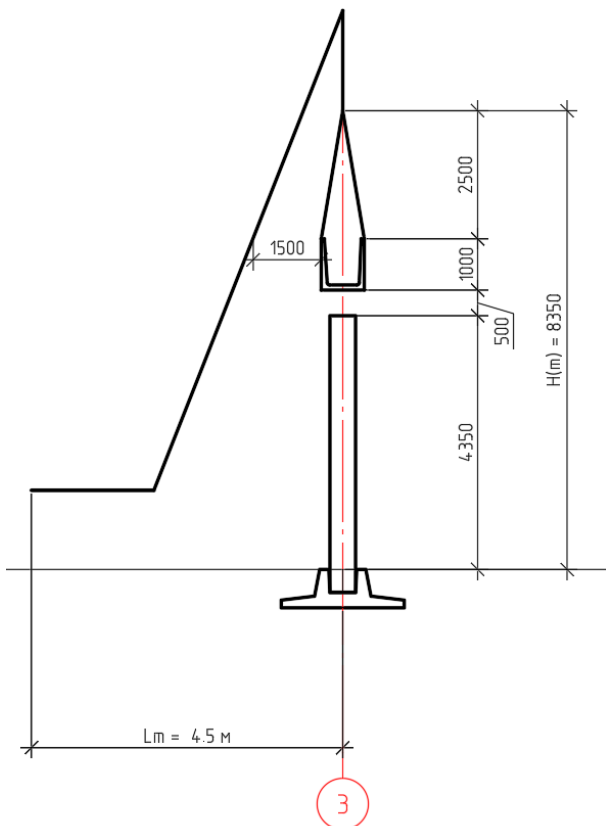
БАЛКИ - монтаж планується здійснювати
вздовж прольоту на мінімальному вильоті
стріли крана

$$Q_m = 0,27 + 0,05 = 0,32 \text{ т;}$$

$$H_m = 4,35 + 0,5 + 0,45 + 2,5 = 7,8 \text{ м;}$$

$$L_m = 4,5 \text{ м} = \text{min.}$$

Рис.4.9. Схема монтажу балок



ЛОТКИ - монтаж планується здійснювати
вздовж прольоту на мінімальному вильоті
стріли крана

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

$$H_m = 4,35 + 0,5 + 1,0 + 2,5 = 8,35 \text{ м;}$$

$$L_m = 4,5 \text{ м} = \text{min.}$$

Рис.4.10. Схема монтажу лотків

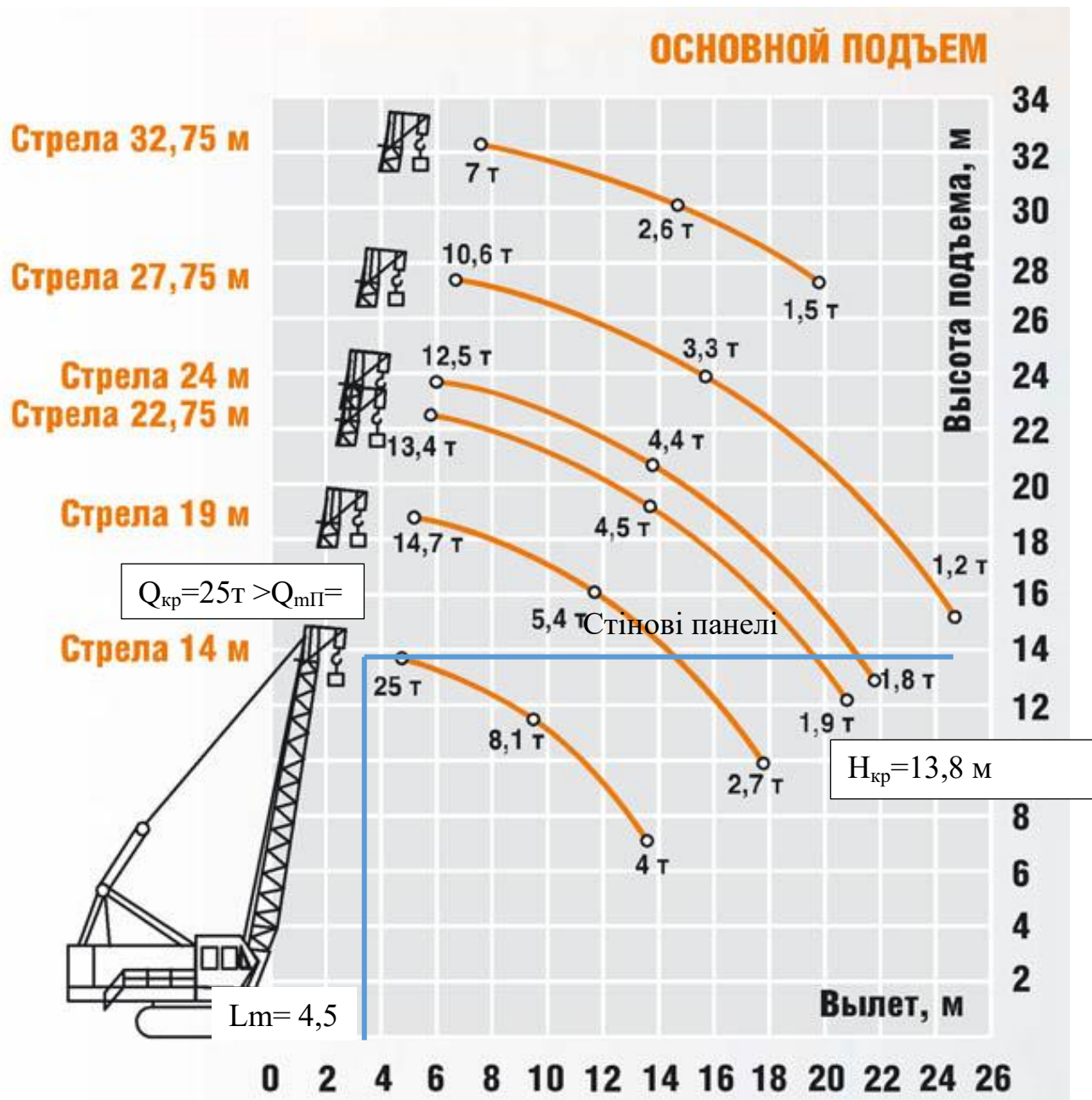


Рис.4.12. Гусеничний кран ДЕК-251. Діаграма вантажопідйомності

Таблиця 4.10. Калькуляція трудових витрат

№ пор.	Найменування процесів	Об'єм робіт		Обґрунтування за ГН, ЕНиР	Норма часу люди.-год. маш.-год.	Трудоємність люди.-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	193,00	Е §4-1-8, табл. 2, п. 10а, б	1,50	289,50	Монтажник 5р., 4р 3р 2р	1 1 1 1
	4,8 x 2,98 = 14,304 м2				0,37	71,41	Машиніст 6 р.	1
2	Зварювання випусків арматури панелей стін	10 м	83,38	Е §22-1-4, п. 4а	7,10	591,97	Зварювальник 5 р.	1
	57 x 0,432 = 24,624 м				-	-		1
3	Закладання швів дна паза днища бетонною сумішшю з ущільненням	1 м ³	17,25	Е §4-1-51, п. 1	5,80	100,07	Монтажник 4р., 3 р.	1 1
	0,03x2,98x57=6,71 м3				-	-		-
4	Заливання швів панелей стін бетонною сумішшю механізованим способом	100 м	9,26	Е §4-1-26, п. 2а	28,00	259,39	Монтажник 4р., 3 р.	1 1
	0,048x57=2,736 м3				-	-		-
5	Установка і в'язання арматури окремими стержнями монолітних ділянок стін аеротенка	1 т	1,98	Е §4-1-46, табл. 2, п. 12г	24,00	47,47	Арматурник 6р., 2 р.	1 1
					-	-		-
6	Влаштування опалубки монолітних ділянок стін аеротенка	1 м ²	133,68	Е §4-1-36, табл. 2, п. 8а	1,10	147,05	Тесляр 5р., 3 р.	1 1
					-	-		-
7	Укладання бетонної суміші в монолітні ділянки стін аеротенка до 5 м3	1 м ³	14,80	Е §4-1-49, табл. 3, п. 4д	1,20	17,76	Бетонник 4р., 2 р.	1 1
					-	-		-
8	Розбирання опалубки монолітних ділянок стін аеротенка	1 м ²	133,68	Е §4-1-36, табл. 2, п. 8б	0,35	46,79	Тесляр 5р., 3 р.	1 1
					-	-		-
9	Установка фундаментів масою до 5т	1 шт	160,00	Е §4-1-1, табл. 2, п. 8а, б	2,00	320,00	Монтажник 5р., 4р 3р 2р	1 1 1 1
					0,67	107,20		Машиніст 6 р.

10	Установка колон масою до 2т у стакани фундаментів за допомогою кондукторів	1 шт	160,00	Е §4-1-4, табл. 2, п. 2а, б	2,40	384,00	Монтажник 5р., 4р 3р 2р	1 1 2 1
					0,24	38,40	Машиніст 6 р.	1
11	Замонолічування колон у стаканах фундаментів	1 стик	160,00	Е §4-1-25, табл. 1, п. 1	0,81	129,60	Монтажник 4р., 3 р.	1 1
					-	-	-	-
12	Установка перегородок секцій аеротенка 4,6x2,98=13,71 м2	1 шт	160,00	Е §4-1-8, табл. 2, п. 18 а, б	1,00	160,00	Монтажник 5р., 4р 3р 2р	1 1 1 1
					0,25	40,00	Машиніст 6 р.	1
13	Закладання швів дна паза днища перегородки бетонною сумішшю з ущільненням 0,03x2,98x160=14,3 м3	1 м ³	14,30	Е §4-1-51, п. 1	5,80	82,96	Монтажник 4р., 3 р.	1 1
					-	-	-	-
14	Заливання швів перегородок бетонною сумішшю механізованим способом	100 м	7,68	Е §4-1-26, п. 2а	28,00	215,04	Монтажник 4р., 3 р.	1 1
					-	-	-	-
15	Установка балок масою до 1т	1шт	160,00	Е§4-1 4, табл. 2, п. 2а	1,1	176,00	Монтажник 5р., 4р 3р 2р	1 1 2 1
					0,22	35,20	Машиніст 6 р.	1
16	Елетрозварювання балки з колоною	10 м	9,92	Е §22-1-3, п. 1г	6,8	67,46	Зварювальник 5 р.	1
					-	-		
17	Елетрозварювання балки з перегородкою	10 м	4,00	Е §22-1-3, п. 1г	6,8	27,20	Зварювальник 5 р.	1
					-	-		
18	Установка лотків масою до 5т	1шт	80,00	Е §4-1-1, табл. 2, п. 8а, б	2,7	216,00	Монтажник 5р., 4р 3р 2р	1 1 2 1
					0,54	43,20	Машиніст 6 р.	1
19	Елетрозварювання лотка з балкою	10 м	16,00	Е §22-1-4, п. 4а	7,1	113,60	Зварювальник 5 р.	1
					-	-		

Таблиця 4.11. Технологічні розрахунки монтажу аеротенка

№	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, %
		Од. вимірювання	Кількість одиниць	за нормою	прийнята	Професія /розряд/	К-ть		
1	Установка панелей стін резервуара площею (п. 1)	1 шт	193,00	289,5:8 71,41:8 = 36,19 8,93	36 9	Монтажник 5р., 4 р., 3 р., 2 р. Машиніст 6 р.	1 1 1 1 1	36:4= 9 9:1= 9	100,52 99,18
2	Зварювання випусків арматури панелей стін (п. 2)	10 м	83,38	74,00 -	72 -	Зварювальник 5 р.	8	72:8= 9	102,77
3	Закладання швів дна паза днища і панелей стін бетонною сумішшю (п. 3-4)	1 м ³ 100 м	17,25 9,26	44,93 -	44 -	Монтажник 4р., 3 р.	2 2	44:4= 11	102,12
4	Бетонування монолітних ділянок стін аеротенка (п. 5-8)	1 т 1 м ² 1 м ³ 1 м ²	1,98 133,68 14,80 133,68	32,38 - - -	30 - - -	Арматурник 6р., 2 р., Тесляр 5р., 3 р., Бетонник 4р., 2 р.,	2 2 2 2	30:6= 5,0	107,95
5	Установка фундаментів, колон, замонолічування колон у стаканах фундаментів (п. 9-11)	1 шт 1 шт 1 стик	160,00 160,00 160,00	104,20 18,20	100 18	Монтажник 5р., 4 р., 3 р., 2 р. Машиніст 6 р.	2 2 4 2 2	100:10= 10 18:2=	104,20 101,11
6	Установка перегородок стін (п. 12)	1 шт	160,00	160:8 40:8 = 20,00 5,00	20 5	Монтажник 5р., 4 р., 3 р., 2 р. Машиніст 6 р.	1 1 1 1 1	20:4= 5 5:1= 5	100,00 100,00
7	Закладання швів дна паза днища і панелей стін бетонною сумішшю (п. 13-14)	1 м ³ 100 м	14,30 7,68	37,25 -	36 -	Монтажник 4р., 3 р.	4 4	36:8= 4,5	103,47
8	Установка балок та лотків (п.16,19)	1 шт 1 шт	160,00 80,00	49,00 9,80	49 10	Монтажник 5р., 4 р., 3 р., 2 р. Машиніст 6 р.	1 1 2 1 1	49:5= 9,8 9:1= 10	100,00 98,00
9	Електрозварювання балки з колонами і перегородками, лотка з балками (п.17-18, п.20)	10 м 10 м 10 м	9,92 4,00 16,00	26,03 - -	27 - -	Зварювальник 5 р.	3	27:3= 9	96,41
	Всього:			423,98 41,93	414 42				

Техніко-економічні показники визначено наступним чином:

- обсяг монтажу залізобетонних конструкцій (табл.2) $378,15 \text{ м}^3$;
- тривалість будівництва (табл. 12) 29 змін;
- трудомісткість роботи монтажних кранів (табл. 11) $42 \cdot 1 = 42$ маш.-змін;
- затрати праці робітників (табл. 11) $414 \cdot 1 = 414$ люд.-змін;
- виробіток у м^3 на 1 маш.-зм. $1303,17/42 = 31,04 \text{ м}^3/\text{маш.-зм.}$;
- виробіток у м^3 на 1 люд.-зм. $1303,17/414 = 3,149 \text{ м}^3/\text{люд.-зм.}$

ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Консультант / _____ /

Здобувач / _____ /

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

5.1 Охорона навколишнього середовища

Усі етапи очищення стічних вод проєкту організовані таким чином, щоб максимально зменшити концентрацію шкідливих речовин перед скиданням у водні об'єкти. Для цього застосовуються сучасні методи очищення: механічне фільтрування, біологічна обробка активним мулом, хімічна нейтралізація, ультрафіолетове знезараження, озонування та фільтрація через активоване вугілля.

На виході з очисних споруд передбачено встановлення моніторингових вузлів із приладами безперервного контролю якості води (БСК, ХСК, мутність, вміст фосфатів, амонію, нітратів). Встановлюються ліміти на скиди згідно з дозволом на спецводокористування.

Всі об'єкти системи водовідведення розміщуються з урахуванням зон санітарної охорони. В першому поясі (суворого режиму) заборонено будь-яке перебування сторонніх осіб, використання хімічних речовин, ведення господарської діяльності. У другому поясі обмежується будівництво, зберігання техніки та добрив. У третьому — організовується систематичний екологічний моніторинг стану довкілля.

Передбачено рекультивацію та озеленення територій, посадку дерев для створення буферних зон, установку біофільтрів для очищення повітря. Всі тверді залишки та осади транспортуються до станцій обробки та утилізації. Проєктом передбачено мінімізацію шуму, викидів, енергоспоживання та запровадження циркуляційних циклів для зменшення водоспоживання. Система каналізації та очисні споруди є не лише елементом інфраструктури, а й важливою частиною екологічної безпеки території міста.

5.2 Утилізація та поводження з осадами

Одним із ключових напрямів зменшення техногенного навантаження на навколишнє середовище в рамках проєкту є організація екологічно безпечного процесу поводження з осадами, які утворюються в результаті очищення стічних вод. Ці осади містять значну кількість органічних речовин, важких металів, токсичних сполук, патогенних мікроорганізмів, тому потребують спеціальної обробки перед утилізацією або повторним використанням.

Проєкт передбачає двоступеневу систему обробки осадів:

- на першому етапі — ущільнення та зневоднення (механічне і гравітаційне) для зменшення їх об'єму;
- на другому — стабілізація та знезараження шляхом анаеробного або аеробного зброджування, теплової обробки або компостування.

Після обробки осади можуть бути повторно використані як добриво (за умови відповідності санітарним нормам), або вивезені на полігони твердих побутових відходів у спеціально обладнаних герметичних контейнерах. Встановлюються регламенти на допустимий рівень важких металів, біологічної забрудненості та вологості.

Всі операції з транспортування, тимчасового зберігання, обробки і утилізації осадів здійснюються згідно з вимогами ДСП, ДБН, технічних регламентів та екологічного моніторингу. У місцях накопичення осаду передбачаються бетоновані підлоги з гідроізоляцією, системи збору фільтрату, дренажу та вентиляції.

З метою запобігання витокам забруднюючих речовин у ґрунт або водні горизонти запроваджуються подвійні контейнери для тимчасового зберігання, а також проводиться щоквартальний аналіз стану ґрунтів у прилеглий зоні. Всі роботи здійснюються персоналом, що пройшов підготовку з питань поводження з небезпечними відходами, у відповідному захисному одязі.

Крім того, проєкт передбачає дослідження перспектив утилізації висушеного мулу як альтернативного палива або компоненту для будівельних матеріалів, що дозволить скоротити обсяги захоронення та сприятиме циркулярній економіці. Загалом, система поводження з осадами реалізована з урахуванням вимог екологічної безпеки, сталого розвитку та раціонального природокористування.

5.3 Загальні вимоги з охорони праці

Загальні вимоги охоплюють створення системи безперервного моніторингу та управління умовами праці на всіх етапах виробничого процесу. До обов'язкових заходів належать організація безпечного робочого середовища, оптимізація навантажень, нормалізація мікроклімату, освітлення, шуму, вібрацій, а також встановлення санітарних обмежень на шкідливі фактори.

Всі працівники мають бути ознайомлені з положеннями законодавства та стандартів охорони праці, пройти відповідну підготовку, атестацію та медичний огляд. На підприємстві впроваджується система управління ризиками: ідентифікація небезпек, оцінка ризиків, планування заходів з їх усунення. Для кожного робочого місця розробляються інструкції з охорони праці та проводяться регулярні аудити дотримання правил безпеки.

5.4 Безпека на очисних спорудах

На території очисних споруд особливу небезпеку становлять біологічні агенти, токсичні гази, вибухонебезпечні середовища, а також контакт зі шкідливими рідинами та осадами. Для забезпечення безпеки працівників передбачено багаторівневу систему контролю доступу, обмеження перебування в небезпечних зонах, застосування сигналізацій та захисних систем.

Роботи у замкнутих просторах виконуються лише за наявності дозволу, в присутності страхувальної особи та з використанням засобів колективного захисту. Встановлено системи примусової вентиляції, газоаналізатори, аварійне освітлення, евакуаційні виходи. Поверхні споруд покриті протиковзкими матеріалами, що знижує ризик травм. Особлива увага приділяється запобіганню вторинному забрудненню навколишнього середовища через випадкові витіки.

5.5 Засоби індивідуального та колективного захисту

Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) є базовим елементом безпеки працівника. Усі ЗІЗ відповідають державним стандартам та сертифікатам відповідності. Обов'язковими є спеціальні костюми, протигази або респіратори, захисні окуляри, каски, рукавички, гумове взуття. Їх використання суворо контролюється, а зберігання — організовано у відповідно обладнаних приміщеннях.

Колективні засоби передбачають влаштування санітарних шлюзів, очисних бар'єрів, автоматичних систем припинення подачі реагентів у разі аварій, шумозахисних конструкцій, аварійних душових кабін. Усі зони підвищеної небезпеки маркуються візуально, обладнуються попереджувальними знаками та дистанційним відеоконтролем.

5.6 Електробезпека та пожежна безпека

Враховуючи підвищену вологість середовища, електробезпека є критично важливою. Використовується спеціальне електрообладнання з класом захисту IP67 або вище. Усі електроустановки мають відповідні схеми заземлення, ізоляцію, захисне відключення при перевантаженні або замиканні. Регулярно проводиться технічний огляд стану кабелів, щитків, автоматів.

Пожежна безпека реалізується шляхом створення систем раннього виявлення загорянь, пожежогасіння (вода, піногасіння, вуглекислотне гасіння), встановлення пожежних кранів і вогнегасників. Усі працівники зобов'язані пройти навчання та щорічну переатестацію з пожежної безпеки. На об'єкті створюється оперативна група з локалізації пожеж.

5.7 Санітарно-гігієнічні умови

Створення санітарно-побутових умов спрямоване не лише на збереження здоров'я працівників, а й на недопущення поширення збудників хвороб, які можуть потрапляти у навколишнє середовище через каналізаційні стоки. Облаштовано роздягальні, душові, туалети, кімнати для відпочинку, буфети. Усі приміщення обладнані вентиляцією, системами знезараження повітря, мийними і сушильними пристроями.

У місцях дотику з біологічно активними середовищами встановлюються бар'єрні дезінфекційні пункти, контейнери для утилізації ЗІЗ, дозатори з антисептиками. Проводиться постійна дезінфекція поверхонь, обладнання, інструментів. Працівники зобов'язані проходити планову вакцинацію та медогляди. Підприємство має контракти з медичними закладами на екстрене обслуговування.

Висновки

У сучасних умовах розвитку міських територій надзвичайно важливо організувати ефективну систему водовідведення, яка становить основну складову комунальної інфраструктури будь-якого населеного пункту. Її правильне функціонування забезпечує санітарно-гігієнічну безпеку населення, захищає водні ресурси від забруднення і сприяє підтриманню екологічної рівноваги.

Проектування та розрахунків мереж водовідведення, а також очисних споруд, потребують врахування багатьох суттєвих факторів, зокрема рельєфу місцевості, структури забудови, чисельності та динаміки населення, обсягів стічних вод і вимог до якості очищення згідно з діючими нормативами. Окрім того, важливим є вибір типу системи (повної чи часткової роздільної), способів очищення, схем розташування споруд, технологій знезараження та утилізації осадів.

В рамках дипломного проекту проведено комплексний аналіз побутової та дощової каналізації, виконано гідравлічні розрахунки окремих ділянок, розроблено проект системи очисних споруд, каналізаційної насосної станції, розглянуто санітарно-технічне обладнання будівлі та технологію будівництва аеротенка. Особлива увага приділена екологічним аспектам роботи споруд, відповідності проекту санітарно-гігієнічним нормам, а також можливостям повторного використання очищених стоків і осадів.

Список використаних джерел

1. ДБН В.2.5-75:2013 Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. - Мінрегіон України, 2013.
2. ДБН В.2.5-74:2013 Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – К.: Мінрегіон України, 2013.
3. Шевелев Ф.А., Шевелев А.Ф. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб. Справочное пособие. М., Стройиздат, 1984. – 116 с.
4. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4-171-10)
5. ДБН В.2.5-64:2012. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина 1. Проектування. – Київ: Мінрегіон України, 2013. – 113 с.
6. ДБН А.3.1-5-2016 Організація будівельного виробництва – К.: Мінрегіонбуд України, 2017. – 70 с.
7. Організація будівництва. За редакцією С.А. Ушацького. Підручник. К.: Кондор, 2007. – 520 с.
8. Кравчук А.М., Кравчук О.А. Водопостачання і водовідведення. К: КНУБА. 2013. – 180 с.
9. Санітарно-технічне обладнання будівель: методичні вказівки до виконання курсового проекту / уклад.: А.М. Кравчук, О.А. Кравчук. – Київ: КНУБА, 2022. – 46 с.
10. 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.
11. Розрахунок собівартості води та послуг водовідведення: методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи з дисципліни «Експлуатація систем водопостачання та водовідведення» / Уклад.: Дупляк О.В., Величко С.В. – К.: КНУБА, 2024. – 56 с.
12. 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.

- 13.Методичні вказівки і завдання до виконання курсового проекту «Очисні споруди водовідведення»./Укладачі О.А. Василенко та інші. – К. КНУБА. 2018.- 34 с.
- 14.Експлуатація систем водопостачання і водовідведення: методичні вказівки до виконання розрахунково-графічних робіт/ уклад. О.В. Дупляк – К.: КНУБА, 2012. – 40 с.
- 15.Прокопчук І.Т., Дупляк О.В., Прокопчук С.І. Експлуатація споруд і обладнання водопостачання і водовідведення: К.: КНУБА. 2009.- 200 с.