

**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»

**Система водовідведення та очистка стічних вод в
населеному пункті**

Галузь знань:

19 «Архітектура та будівництво»

Спеціальність:

192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Освітньо-професійна програма:

«Водопостачання та водовідведення»

IV курс, група ВВ-21

Здобувач:

Доценко В.Р.

(підпис)

Керівник

доцент Уряднікова І.В.

(підпис)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: інженерних систем та екології

Кафедра: водопостачання та водовідведення

Ступінь вищої освіти: бакалавр

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Спеціальність: 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Освітня програма: «Водопостачання та водовідведення»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Віктор ХОРУЖИЙ, д.т.н., проф.

“ _____ ” _____ 2025 року

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

Здобувач **Доценко Володимир Романович**

1. Тема кваліфікаційної роботи

Система водовідведення та очистка стічних вод в населеному пункті

Керівник роботи Уряднікова Інга Вікторівна. доцент

затверджені наказом КНУБА № 424/24/25 від 24.03. 2025 року

2. Термін подання здобувачем роботи 20.06.2025р

3. Вихідні данні: генеральний план міста, кількість мешканців, кількість районів, дані промислових підприємств, геологічні вишукування, рівень ґрунтових вод.

4. Перелік розділів основної частини кваліфікаційної роботи:

Р.1. Водовідвідна мережа

Р.2. КНС

Р.3. Очисні споруди

Р.4. Технологія будівельного виробництва

Р.5. Охорона праці

6. Графічний матеріал за розділами

Р.1. Генеральний план населеного пункту

Р.2. Профілі

Р.3. КНС

Р.4. Очисна станція

Р.5. Профілі руху стічних вод на ОС

7. Календарний план виконання роботи:

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

8. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

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

9. Дата видачі завдання __. __. 2025 р.

Керівник

(підпис)

(власне ім'я та прізвище)

Здобувач

(підпис)

(власне ім'я та прізвище)

РЕЗЮМЕ (SUMMARY) до атестаційної випускної роботи здобувача:	Доценко Володимир Романович Dotsenko Volodymyr Romanovych		
ЗВО	Київський національний університет будівництва і архітектури		
Тема (українською та англійською)	Система водовідведення та очистка стічних вод в населеному пункті The water drainage system and wastewater treatment in the settlement		
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	доцент Уряднікова І.В.		
Обсяг роботи:	пояснювальна записка, стор.	розділів	креслень формату А1
	89	5	5
Розділ 1	Водовідвідна мережа		
Розділ 2	КНС		
Розділ 3	Очисні споруди		
Розділ 4	Технологія будівельного виробництва		
Розділ 5	Охорона праці		
Висновки по роботі:	Запроектовано систему водовідведення та очищення стічних вод для населеного пункту		
Ключові слова: Keywords:	водовідведення, насос, мережа трубопроводів, очисні споруди drainage, pump, pipeline network, treatment facilities		

Здобувач _____
(підпис)

_____ (власне ім'я та прізвище)

Керівник _____
(підпис)

_____ (власне ім'я та прізвище)

“ ___ ” _____ 2025 р.

ЗМІСТ

Вступ	6
1. Мережі водовідведення міста	8
2. Насосна станція водовідведення	20
3. Очисні споруди водовідведення	37
4. Технологія будівельного виробництва	72
5. Охорона праці	83
Література	88

ВСТУП

Консультант

/ _____ /

Здобувач(ка)

/ _____ /

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

Стічні води утворюються при використанні природного або водопровідної води для побутових цілей і технологічних процесів промислових підприємств. До стічних вод відносяться також атмосферні опади - дощові і талі води, що випадають на територіях міст, населених місць і промислових підприємств. Стічні води можуть містити в своєму складі і мінеральні забруднення, шкідливі і токсичні речовини. Всі стічні води здатні порушити санітарно-епідеміологічне благополуччя населення міст. Вони є джерелом забруднення навколишнього природного середовища.

Системи водовідведення усувають всі негативні наслідки від впливу стічних вод на навколишнє природне середовище. Після очищення стічні води зазвичай скидаються у водойми.

Об'єктом водовідведення є житлові квартали міста, підприємства які знаходяться в населеному пункті, комунально-побутові та громадські організації міста.

Проект розроблено згідно завдання кафедри «Водопостачання та Водовідведення».

В населеному пункті проектується централізована повна роздільна система водовідведення.

Стічні води від населення та промислових підприємств по самоплинним колекторам поступають на каналізаційну насосну станцію, звідки по двом напірним водоводам поступають на комплекс очисних споруд. На очисних спорудах передбачена повна механічна і біологічна очистка. Стічні води міста очищаються на спорудах механічної очистки, а після цього надходять на аеротенки з вторинними відстійниками. Для знезараження стічних вод проектом передбачено можливість знезараження стічних вод перед їх скидом реагентом-окислювачем.

Обробка осаду і надлишкового активного мулу передбачена на мулових майданчиках.

МЕРЕЖА

Консультант / _____ /

Здобувач(ка) / _____ /

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

1. Вихідні дані

1) Щільність населення, тис. чол./км²

І район – 45

ІІ район – 35

2) Ступінь благоустрою жилої забудови

І район – 3 ($q = 230\text{л}/\text{доб}$)

ІІ район – 2 ($q = 180\text{л}/\text{доб}$)

3) Глибина залягання ґрунтових вод, м – 5

4) Дані про промислові підприємства зведені до табл. 1

Таблиця 1.

№ під.	Підприємство	Кількість змін	Кількість продукції, що виробляється			Питоме водовідведення на одиницю продукції, м ³	Кількість працюючих		Процент працюючих в цехах з підвищеним тепловідділенням	Процент тих, хто користується душем	Завислі речовини	БСК
			одиниця виміру	за добу	за максимальну зміну		всього	в максимальну зміну				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Олійний завод	3	Т	90	50	6	170	100	20	50	180	260
2	Хлібзавод	3	Т	160	60	4	300	120	50	60	280	280
3	Механічний завод	3	Т	1400	600	0,6	1000	400	30	60	450	530

1.2. Визначення витрати побутових стічних вод від населення

Сумарна витрата стічних вод від населення

Таблиця 2.

№ кварталу	Площа жилих кварталів, км ²	Щільність населення, чол./км ²	Кількість мешканців, чол.	Питоме водовідведення, л/чол. доб	Середня величина водовідведення			Загальні коефіцієнти нерівномірності		Витрата			
					м ³ /доб	м ³ /год	л/с	K _{gen max}	K _{gen min}	Max		Min	
										м ³ /год	л/с	м ³ /год	л/с
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	3,00	450 00	135000	230	31050	1293,75	359,37	1,52	0,64	1966,5	546,25	828	230
2	2,61	350 00	91350	180	16443	685,12	190,3	1,62	0,6	1109,9	308,3	411,1	114,2
Σ=	5,61		226350		47493	1978,87	549,67	1,5	0,66	2968,3	824,53	1306,05	362,79

Середня величина водовідведення:

$$Q_{\text{сер.доб}} = \frac{N_i \cdot n_w}{1000}, \text{ м}^3/\text{доб};$$

де N_i – кількість населення, чол.;

n_w – питоме водовідведення, л/чол.доб.

Максимальна (мінімальна) витрати:

$$q_{\text{max(min)}} = K_{\text{gen. max(min)}} \cdot Q_{\text{сер.доб}}, \text{ м}^3/\text{доб};$$

де $K_{\text{gen. max(min)}}$ – коефіцієнт нерівномірності водовідведення.

Середнє водовідведення з кожного житлового кварталу

Таблиця 3.

№ кварталу	Площа, км ²	Щільність населення, чол./км ²	Кількість мешканців у кварталі, чол.	Питомий стік, л/(с·км ²)	Середня витрата, л/с
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
1	0,066	45000	2970	120	7,92
2	0,11	45000	4950	120	13,2
3	0,14	45000	6300	120	16,8
4	0,069	45000	3105	120	8,28
5	0,11	45000	4950	120	13,2
6	0,093	45000	4185	120	11,16
7	0,12	45000	5400	120	14,4
8	0,098	45000	4410	120	11,76
9	0,058	45000	2610	120	6,96
10	0,097	45000	4365	120	11,64
11	0,094	45000	4230	120	11,28
12	0,09	45000	4050	120	10,8
13	0,051	45000	2295	120	6,12
14	0,084	45000	3780	120	10,08
15	0,082	45000	3690	120	9,84
16	0,081	45000	3645	120	9,72
17	0,087	45000	3915	120	10,44
18	0,14	45000	6300	120	16,8
<i>1</i>		<i>3</i>			
19	0,14	45000	6300	120	16,8
20	0,14	45000	6300	120	16,8
21	0,074	45000	3330	120	8,88
22	0,12	45000	5400	120	14,4
23	0,12	45000	5400	120	14,4
24	0,12	45000	5400	120	14,4
25	0,055	45000	2475	120	6,6
26	0,095	45000	4275	120	11,4
27	0,095	45000	4275	120	11,4
28	0,09	45000	4050	120	10,8
29	0,055	45000	2475	120	6,6
30	0,09	45000	4050	120	10,8
31	0,084	45000	3780	120	10,08
32	0,055	45000	2475	120	6,6
Σ₁=	3,00		135000		360,36

33	0,12	35000	4200	72,9	8,7
34	0,12	35000	4200	72,9	8,7
35	0,13	35000	4550	72,9	9,5
36	0,1	35000	3500	72,9	7,3
37	0,096	35000	3360	72,9	7,0
38	0,13	35000	4550	72,9	9,5
39	0,087	35000	3045	72,9	6,3
40	0,09	35000	3150	72,9	6,6
41	0,13	35000	4550	72,9	9,5
42	0,086	35000	3010	72,9	6,3
43	0,09	35000	3150	72,9	6,6
44	0,11	35000	3850	72,9	8,0
45	0,13	35000	4550	72,9	9,5
46	0,075	35000	2625	72,9	5,5
47	0,078	35000	2730	72,9	5,7
48	0,13	35000	4550	72,9	9,5
49	0,14	35000	4900	72,9	10,2
50	0,11	35000	3850	72,9	8,0
51	0,13	35000	4550	72,9	9,5
52	0,11	35000	3850	72,9	8,0
53	0,11	35000	3850	72,9	8,0
54	0,087	35000	3045	72,9	6,3
55	0,086	35000	3010	72,9	6,3
56	0,074	35000	2590	72,9	5,4
57	0,057	35000	1995	72,9	4,1
ΣII=	2,61		91350		190
Σ=	5,61		226350		550,36

Питомий стік:

$$q_0 = \frac{P \cdot n_w}{86400}, \text{ л/(с} \cdot \text{км}^2\text{)};$$

де P – щільність населення, чол./км²;

n_w – питоме водовідведення, л/чол.доб.

Середня витрата:

$$Q_{\text{ср.}} = S_i \cdot q_0, \text{ л/с};$$

де S_i – площа кварталу, чол./км²;

q_0 – питомий стік, л/чол.доб.

Зведена відомість водовідведення

Таблиця 5.

Об'єкт	Водовідведення		
	середньодобове, м ³ /доб	Максимальне годинне, м ³ /год	розрахункове, л/с
Місто	47493	2968,3	824,53
ППр № 1	1745.28	40,32	11,2
ППр № 2	2173.82	34,27	9,52
ППр № 3	3317.76	58,32	16,2
Разом:	54729.86	3101,22	861,45

Питоме водовідведення побутових стічних вод від промислових підприємств приймаємо в залежності від характеру виробництва. В цехах зі значним тепловиділенням (> 80 кДж на 1 м³/год) витрата приймається 45 л/чол. за зміну, а в цехах зі звичайними умовами роботи відповідно 25 л/чол. за зміну.

Максимальна секундна витрата стічних вод від побутових приміщень промислового підприємства за зміну визначається за формулою:

$$q = q_{\max}^z + q_{\max}^x = \frac{45 \cdot 2,5 \cdot N_z}{T \cdot 3600} + \frac{25 \cdot 3 \cdot N_x}{T \cdot 3600}, \text{ л/с};$$

де T – тривалість зміни, год.;

N_z і N_x – чисельність працюючих відповідно у гарячих і холодних цехах, чол.

1.3. Визначення водовідведення від промислових підприємств

Таблиця 4.

Порядковий номер	Підприємство	Зміна	Кількість робітників по змінах у цехах	Години роботи	Кількість продукції, що випускається	Одиниця виміру продукції	Питома водовідведення на одиницю продукції, м ³	Виробничі стічні води				Господарчо-фекальні води				Душові сітки					
								за зміну, м ³	Коефіцієнт нерівномірності		Максимальне водовідведення	Питоме водовідведення, л/чол.	за зміну, м ³	Максимальне водовідведення		Кількість робітників на 1 душову сітку	Витрата душової сітки, л/год	Кількість душових сіток	Витрата за зміну, м ³	Секундна витрата, л/с	Розрахункова витрата води, л/с
м ³ /год	л/с	м ³ /год	л/с	м ³ /год	л/с																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	Олійний завод	I	80/20	8-16	50	Т	6,0	300	1	37,5	10,4	25/45	2/0,9	1,04	0,29	10	375	5	1,88	0,5	11,2
		120	15	4,2	0,7/0,32			0,36		0,1	2		0,75	0,21	4,5						
		120	15	4,2	0,7/0,32			0,36		0,1	2		0,75	0,21	4,5						
2	Хлібзавод	I	60/60	8-16	60	Т	4,0	240		30	8,3		1,5/2,7	1,39	0,39	10	8	3,0	0,83	9,52	

3	Механічний завод	II	45/45	16-24	50	T	0,6	200		25	6,9		1,12/2,02	1,08	0,3	10		6	2,25	0,62	7,82
		III	45/45	0-8	50			200		25	6,9		1,12/2,02	1,08	0,3			6	2,25	0,62	7,82
		I	280/120	8-16	600			360		45	12,5		7/5,4	4,32	1,2			24	9	2,5	16,2
		II	210/90	16-24	400			240		30	8,3		5,25/4,05	3,24	0,9			18	6,75	1,88	11,1
		III	210/90	0-8	400			240		30	8,3		5,25/4,05	3,24	0,9			18	6,75	1,88	11,1

1.4. Визначення розрахункової витрати стічних вод

Таблиця 6.

Розрахункова ділянка	Номери кварталів		Середня витрата від житлових кварталів				Загальні коефіцієнти нерівномірності		Розрахункова витрата, л/с						
	власних	притоку	власних	притоку	транзит	сумарна	K _{gen max}	K _{gen min}	Від житлових кварталів		Зосереджена			Загальна	
									max	min	приток	транзит	сумарна	max	min
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Головний колектор 1-ГКНС															
1-2	35	-	9,5	-	-	9,5	2,14	0,44	20,33	4,18	-	-	-	20,33	4,18
2-3	-	-	-	-	9,5	9,5	2,14	0,44	20,33	4,18				20,33	4,18
3-4	-	-	-	-	9,5	9,5	2,14	0,44	20,33	4,18	9,52	-	9,52	29,85	13,7
4-5	-	38	-	9,5	9,5	19	1,92	0,49	36,48	9,31	-	9,52	9,52	46	18,83
5-6	-	-	-	-	19	19	1,92	0,49	36,48	9,31	11,2	9,52	20,72	57,2	30,03
6-7	-	41	-	9,5	19	28,5	1,84	0,51	52,44	14,53	-	20,72	20,72	73,16	35,25
7-8	-	44,45	-	17,5	28,5	46	1,73	0,54	79,58	24,84	-	20,72	20,72	100,3	45,56
8-9	-	50,51	-	17,5	46	63,5	1,67	0,56	106,04	35,56	-	20,72	20,72	126,76	56,28

9-10	-	54,55	-	12,6	63,5	76,1	1,65	0,57	125,56	43,38	-	20,72	20,72	146,28	64,1
10-11	-	-	-	-	76,1	76,1	1,65	0,57	125,56	43,38	-	20,72	20,72	146,28	64,1
11-12	-	33,34,36,37,39,40,42,43, 46-49,52,53,56,57	-	113,9	76,1	190	1,58	0,6	300,2	114	-	20,72	20,72	320,92	134,72
12-13	32	-	6,6	-	190	196,6	1,58	0,6	310,63	117,96	-	20,72	20,72	331,35	138,68
13-14	31	3,7,6,8,11,12,15,16,19, 20,23,24,27,28,	10,08	180,36	196,6	387,04	1,53	0,64	592,17	247,71	16,2	20,72	36,92	629,09	284,63
14- ГКНС	-	1,2,4,5,9,10,13,14,17,18, 21,22,25,26,29,30	-	163,32	387,04	550,36	1,5	0,66	824,53	362,79	-	36,92	36,92	861,45	399,71
Колектор 15-11															
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>	<i>15</i>	<i>16</i>
15-16	-	33,34	-	17,4	-	17,4	1,95	0,47	33,93	8,18	-	-	-	33,93	8,18
16-17	-	36,37	-	14,3	17,4	31,7	1,82	0,52	57,69	16,48	-	-	-	57,69	16,48
17-18	-	39,40	-	12,9	31,7	44,6	1,74	0,54	77,60	24,08	-	-	-	77,60	24,08
18-19	-	42,43	-	12,9	44,6	57,5	1,68	0,56	96,6	32,2	-	-	-	96,6	32,2
19-20	-	46,47	-	11,2	57,5	68,7	1,66	0,56	114,04	38,47	-	-	-	114,04	38,47
20-21	-	48,49	-	19,7	68,7	88,4	1,62	0,58	143,21	51,27	-	-	-	143,21	51,27
21-22	-	52,53	-	16	88,4	104,4	1,6	0,59	167,04	61,6	-	-	-	167,04	61,6
22-11	-	56,57	-	9,5	104,4	113,9	1,6	0,59	182,24	67,20	-	-	-	182,24	67,20
Колектор 23-13															
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>	<i>15</i>	<i>16</i>
23-24	-	3	-	16,8	-	16,8	1,96	0,48	32,93	8,06	-	-		32,93	8,06
24-25	-	-	-	-	16,8	16,8	1,96	0,48	32,93	8,06	16,2	-	16,2	49,13	24,26
25-26	-	7	-	14,4	16,8	31,2	1,82	0,52	56,78	16,22	-	16,2	16,2	72,98	32,42

26-27	-	6,8	-	22,92	31,2	54,12	1,69	0,55	91,46	29,77	-	16,2	16,2	107,66	45,97
27-28	-	11,12	-	22,08	54,12	76,2	1,65	0,57	125,73	43,43	-	16,2	16,2	141,93	59,63
28-29	-	15,16	-	19,56	76,2	95,76	1,61	0,59	154,17	56,5	-	16,2	16,2	170,37	72,7
29-30	-	19,20	-	33,6	95,76	129,36	1,59	0,59	205,68	76,32	-	16,2	16,2	221,88	92,52
30-31	-	23,24	-	28,8	129,36	158,16	1,58	0,6	249,89	94,9	-	16,2	16,2	266,09	111,1
31-13	-	27,28	-	22,2	158,16	180,36	1,58	0,6	284,97	108,22	-	16,2	16,2	301,17	124,42
Колектор 32-14															
32-33	-	1,2	-	21,12	-	21,12	1,89	0,5	39,9168	10,56	-	-	-	39,92	10,56
33-34	-	4,5	-	21,48	21,12	42,6	1,75	0,54	74,55	23,00	-	-	-	74,55	23,00
34-35	-	9,10	-	18,6	42,6	61,2	1,68	0,56	102,81	34,27	-	-	-	102,81	34,27
35-36	-	13,14	-	16,2	61,2	77,4	1,64	0,57	126,94	44,12	-	-	-	126,94	44,12
36-37	-	17,18	-	27,24	77,4	104,64	1,6	0,59	167,42	61,74	-	-	-	167,42	61,74
37-38	-	21,22	-	23,28	104,64	127,92	1,59	0,59	203,39	75,47	-	-	-	203,39	75,47
38-39	-	25,26	-	18	127,92	145,92	1,59	0,6	232,01	87,55	-	-	-	232,01	87,55
39-14	-	29,30	-	17,4	145,92	163,32	1,58	0,6	258,05	97,99	-	-	-	258,05	97,99

1.5. Гідралічний розрахунок мережі

Таблиця 7.

Розрахункові ділянки	Розрахункова витрата, л/с	Довжина l , м	Діаметр, мм	Похил, i	Швидкість, м/с	Наповнення		Падіння, $H=i \cdot l$	Позначки, м			Глибина закладання, м			Матеріал труб	Основа під труби, тип
						h/d	h, м		поверхні землі	поверхні рідини	лотка потоку	на початку	у кінці	середня		

									на початку	у кінці	на початку	у кінці	на початку	у кінці					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Головний колектор 1-ГКНС																			
1-2	20,33	370	250	0.003	0.7	0.6	0.15	1.11	66,9	67	65.55	64.44	65.4	64.29	1.5	2.71	2.1		
2-3	20,33	60	250	0.003	0.7	0.6	0.15	0.18	67	66,7	64.44	64.26	64.29	64.11	2.71	2.59	2.65		
3-4	29,85	250	300	0.0025	0.7	0.59	0.18	0.62	66,7	65,4	64.26	63,64	64,08	63,46	2.62	1,94	2,28		
4-5	46	180	300	0,0035	0,85	0,7	0,21	0,63	65,4	64,25	63,64	63,01	63,43	62,8	1,97	1,45	1,71		
5-6	57,2	130	450	0,005	1,03	0,37	0,16	0,65	64,25	63,6	62,81	62,16	62,65	62	1,6	1,6	1,6		
6-7	73,16	310	450	0,005	1,09	0,43	0,19	1,55	63,6	62,3	62,16	60,61	61,73	60,18	1,87	2,12	1,99		
7-8	100,3	320	450	0,005	1,2	0,55	0,25	1,6	62,3	60,8	60,61	59,01	60,06	58,46	2,24	2,34	2,29		
8-9	126,76	240	450	0,0045	1,22	0,62	0,28	1,08	60,8	59,7	59,01	57,93	58,39	57,31	2,41	2,39	2,4		
9-10	146,28	70	450	0,0045	1,25	0,62	0,28	0,31	59,7	59,3	57,59	57,28	57,31	57,00	2,39	2,3	2,34		
10-11	146,28	1030	450	0,0045	1,25	0,62	0,28	4,63	59,3	57,00	57,28	52,65	57,00	52,37	2,3	4,63	3,46		
11-12	320,92	540	800	0,0025	1,26	0,52	0,42	1,35	57,00	56,00	52,44	51,09	52,02	50,67	4,98	5,33	5,15		
12-13	331,35	550	900	0,0025	1,27	0,44	0,4	1,37	56,00	55,6	50,97	49,6	50,57	49,2	5,43	6,4	5,91		
13-14	629,09	1180	1300	0,0018	1,28	0,37	0,48	2,12	55,6	54,00	49,28	47,16	48,8	46,68	6,8	7,32	7,06		
14-ГКНС	861,45	280	1100	0,0015	1,30	0,65	0,71	0,42	54,0	53,0	47,16	46,74	46,45	46,03	7,55	6,97	7,26		
Колектор 15-11																			
15-16	33,93	270	300	0.004	0.84	0.55	0.16	1.08	67,3	66,2	66.02	64.88	65.86	64.72	1.5	1.48	1.49		
16-17	57,69	230	350	0.007	1.19	0.50	0.17	1.61	66,2	64,6	64.84	63.23	64.67	63.06	1.53	1.54	1.53		
17-18	77,60	230	350	0.006	1.2	0.64	0.22	1.38	64,6	63,6	63.23	61.85	63.01	61.63	1.59	1.97	1.78		

18-19	96,6	200	400	0.005	1.2	0.64	0.26	1.00	63,6	62,6	61.84	60.84	61.58	60.58	2.02	2.02	2.02			
19-20	114,04	330	400	0.005	1.22	0.7	0.28	1.65	62,6	60,8	60.84	59.19	60.56	58.91	2.04	1.89	1.96			
20-21	143,21	260	400	0.005	1.23	0.7	0.28	1.3	60,8	59,7	59.19	57.89	58.91	57.61	1.89	2.09	1.99			
21-22	167,04	180	450	0.006	1.45	0.67	0.3	1.08	59,7	58,6	57.86	56.78	57.56	56.48	2.14	2.12	2.13			
22-11	182,24	80	450	0.025	2.59	0.47	0.21	2	58,6	57.00	56.69	54.69	56.48	54.48	2.12	2.52	2.32			
Колектор 23-13																				
23-24	32,93	140	300	0.0045	0.9	0.55	0.16	0.63	67,4	66,8	66.06	65.43	65.9	65.27	1.5	1.53	1.51			
24-25	49,13	130	350	0.005	1.01	0.5	0.17	0.65	66,8	66,2	65.39	64.74	65.22	64.57	1.58	1.63	1.6			
25-26	72,98	230	450	0.006	1.1	0.35	0.16	1.38	66,2	64,6	64.63	63.25	64.47	63.09	1.73	1.51	1.62			
26-27	107,66	230	450	0.0045	1.17	0.55	0.25	1.03	64,6	63,6	63.25	62.22	63	61.97	1.6	1.63	1.61			
27-28	141,93	200	500	0.007	1.5	0.5	0.25	1.4	63,6	62,3	62.17	60.77	61.92	60.52	1.68	1.78	1.73			
28-29	170,37	320	550	0.007	1.5	0.47	0.15	2.24	62,3	60,7	60.62	58.38	60.47	58.23	1.83	2.47	2.1			
29-30	221,88	270	600	0.0055	1.52	0.52	0.31	1.48	60,7	59,7	58.49	57.01	58.18	56.7	2.52	3	2.76			
30-31	266,09	220	600	0.005	1.53	0.63	0.38	1.1	59,7	58,6	57.01	55.91	56.63	55.53	3.07	3.07	3.07			
31-13	301,17	190	600	0.015	2.39	0.46	0.28	2.85	58,6	55,6	55.81	52.96	55.53	52.68	3.07	2.92	2.99			
Колектор 32-14																				
32-33	39,92	250	350	0.008	1.14	0.4	0.14	2	66,3	64,3	64.94	62.94	64.8	62.8	1.5	1.5	1.5			
33-34	74,55	230	350	0.006	1.19	0.62	0.22	1.38	64,3	63,2	62.94	61.56	62.72	61.34	1.58	1.86	1.72			
34-35	102,81	200	400	0.005	1.2	0.65	0.26	1	63,2	62,2	61.55	60.55	61.29	60.29	1.91	1.91	1.91			
35-36	126,94	320	450	0.005	1.28	0.6	0.27	1.6	62,2	60,7	60.51	58.91	60.24	58.64	1.96	2.06	2.01			
36-37	167,42	280	500	0.0045	1.32	0.64	0.32	1.26	60,7	59,9	58.91	57.65	58.59	57.33	2.11	2.57	2.34			
37-38	203,39	220	550	0.0055	1.5	0.52	0.29	1.21	59,9	58,7	57.57	56.36	57.28	56.0	7	2.62	2.64	2.63		
38-39	232,01	210	550	0.01	1.93	0.51	0.28	2.1	58,7	56,9	56.35	54.25	56.07	53.97	2.64	2.93	2.78			
39-14	258,05	60	550	0.025	2.82	0.44	0.24	1.5	56,9	54,00	54.21	52.71	53.97	52.47	2.93	1.53	2.23			

КНС

Консультант

/ _____ /

Здобувач(ка)

/ _____ /

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

2. РОЗРАХУНОК ГКНС

2.1. Розрахунок погодинного водовідведення

Погодинне водовідведення розраховується за формулою:

$$Q_{\text{Год}}=Q_{\text{доб.мах}}*k_2/100$$

Таблиця 2.1.

Година	k ₂	Q _{Год} , м ³ /год
0-1	3	1641,9
1-2	3,2	1751,36
2-3	2,5	1368,25
3-4	2,6	1422,98
4-5	3,5	1915,55
5-6	4,1	2243,93
6-7	4,5	2462,85
7-8	4,9	2681,77
8-9	4,9	2681,77
9-10	5,6	3110,2
10-11	4,9	2681,77
11-12	4,7	2572,31
12-13	4,4	2408,12
13-14	4,1	2243,93
14-15	4,1	2243,93
15-16	4,4	2408,12
16-17	4,3	2353,39
17-18	4,1	2243,93
18-19	4,5	2462,85
19-20	4,5	2462,85

20-21	4,5	2462,85
21-22	4,8	2627,04
22-23	4,6	2517,58
23-24	3,3	1806,09

Діаграма погодинного надходження стічних вод до насосної станції

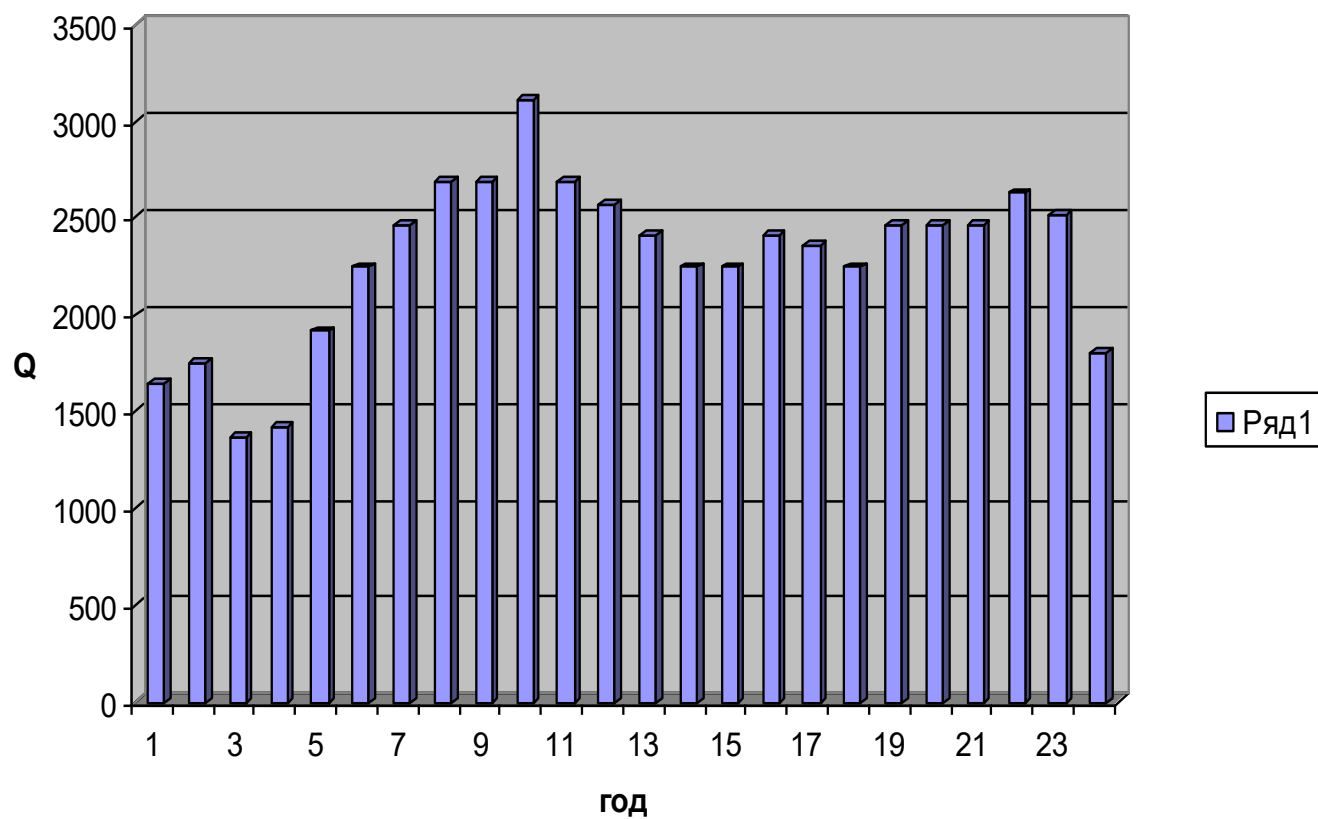


рис.2.1 Надходження стічних вод до КНС

2.2. Визначення подачі насосної станції

Максимальна подача насосної станції дорівнює максимальній погодинній витраті:

$$Q_{н.с} = q_{\text{погод. max.}}$$

$$Q_{н.с} = 3101.22 \text{ м}^3/\text{год} = 861,45 \text{ л/с}$$

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

$$Q_{н.в.} = \frac{Q_{н.с.}}{n}$$

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

$$Q_{н.в.} = \frac{3101.22}{2} = 1550.61 \text{ м}^3/\text{год} = 430,72 \text{ л/с}$$

По таблицям Шевелевих в залежності від $Q_{н.в.}$ приймаємо труби залізобетонні, $D=730 \text{ мм}$ визначаємо значення $1000i$ та v :

$$1000i = 4,29$$

$$v = 1,52 \text{ м/с}$$

Необхідний напір в каналізаційній насосній станції визначається за формулою:

$$H_{н.с.} = H_{\text{гео}} + h_{н.в.} + h_{н.с} + h_{вдв.} + h_{вил}$$

де $H_{\text{гео}}$ – геодезичний напір $H_{\text{гео}} = 57 - 43,53 = 13,47 \text{ м}$

$h_{вил}$ – втрати виливу, $h_{вил} = 0,5 \text{ м}$

$h_{вдв.}$ – втрати на водомірі, приймаємо $h_{вдв.} = 1,5 \text{ м}$

$h_{н.с} = 2,5 \text{ м}$

$h_{н.в.}$ - втрати напору в напірному трубопроводі,

$h_{н.в.} = (1,05 \dots 1,1) 1000i L$; де L – довжина напірного трубопроводу, $L = 0,63$

км

$1000i$ – втрата напору на 1 км трубопроводу в метрах водяного стовпчика

$$h_{н.в.} = 1,05 * 6,48 * 3,4 = 2,84 \text{ м}$$

$$H_{н.с.} = 13,47 + 2,5 + 1,5 + 2,84 + 0,5 = 20,81 \text{ м}$$

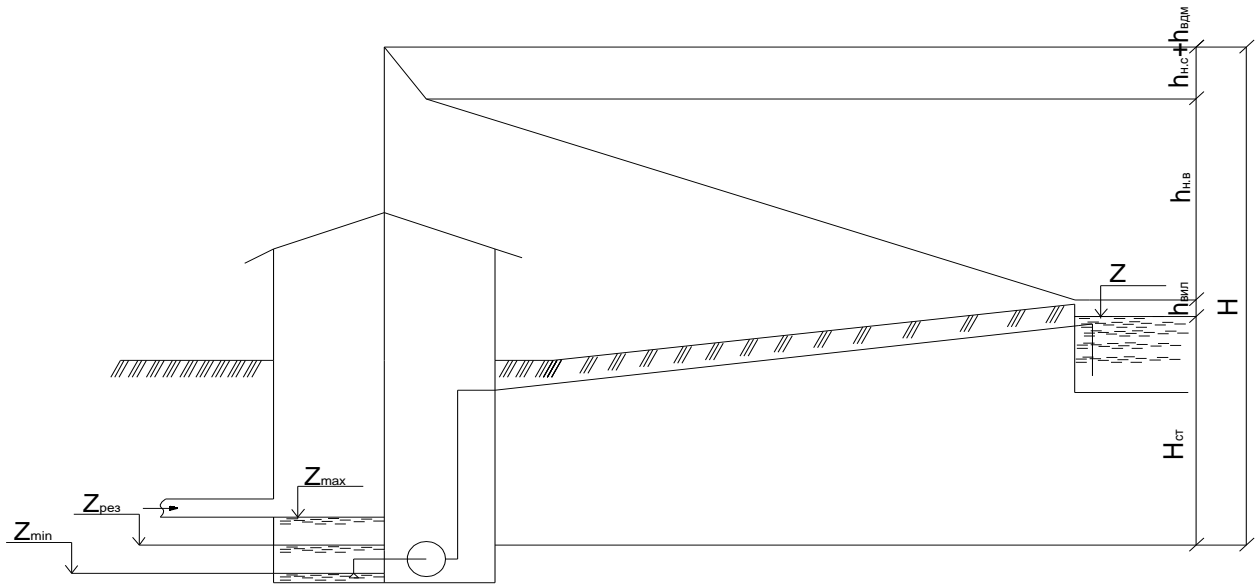


Рис. 2.2 Висотна схема

2.3. Вибір насосів

Вибір насоса виконується за сводним графіком, в залежності від необхідних розрахункових напорів і подач насосів.

Визначаємо кількість насосів за формулою

$$Q_{н} = \frac{Q_{нс}}{n},$$

де $Q_{нс}$ – витрата насосної станції, n – кількість насосів

$$Q_{н} = 3101,22 / 2 = 1550,61 \text{ м}^3/\text{год}$$

Приймаємо 2 насоса типу S31306M3B511 фірми Grundfos

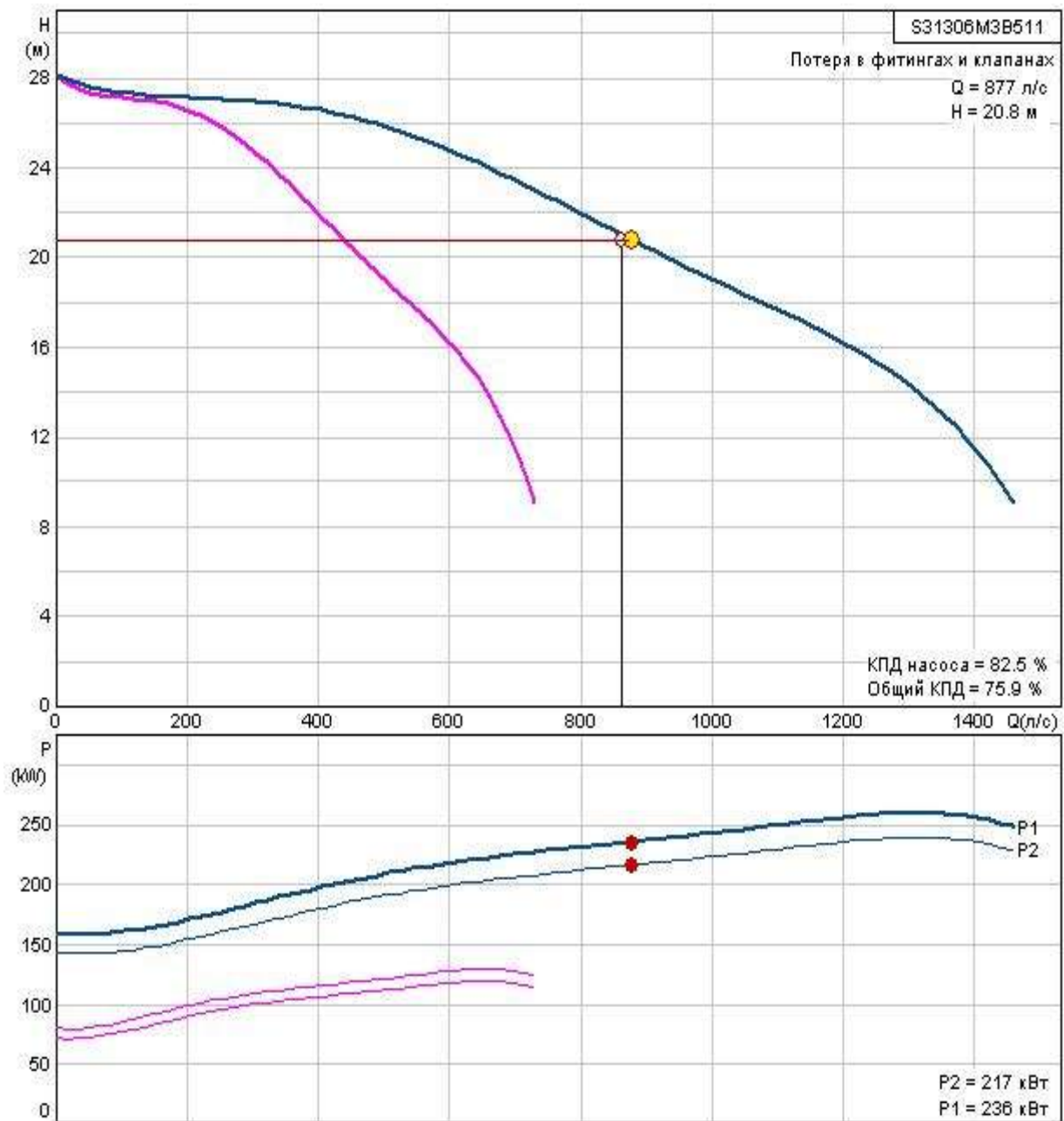


Рис. 2.3 Характеристика Q-H насоса S31306M3B511

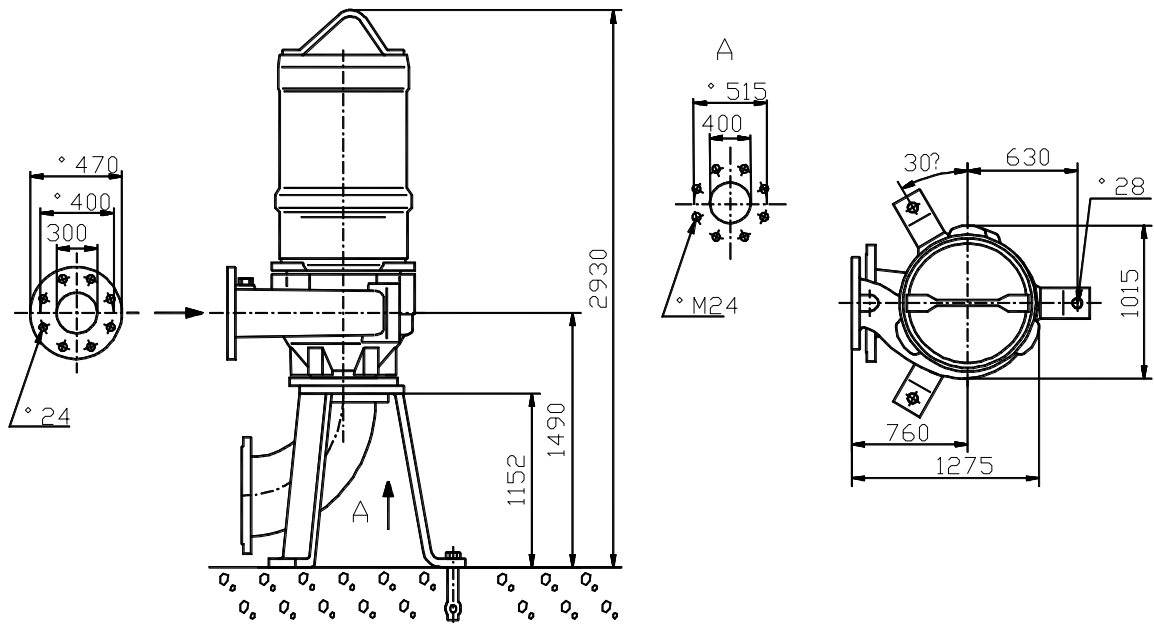


Рис. 2.4 Габаритне креслення насоса

2.5. Розрахунок характеристик напірних водоводів

Таблиця 2.9.

№	Значення втрат, м	Відносна втрата				
		0	284,28	430,72	861,45	1033,74
		0	0,33	0,5	1	1,2
Два водоводи						
1	Нст	13,47	13,47	13,47	13,47	13,47
2	hвил	0	0,055	0,12	0,5	0,72
3	hвдв	0	0,16	0,37	1,5	2,16
4	hn.в	0	0,31	0,71	2,84	4,09
5	hn.с	0	0,068	0,62	2,5	3,6
6	Σ	13,47	14,06	15,29	20,81	24,04
Два водоводи (дві перемички)						
7	Нст	13,47	13,47	13,47	13,47	13,47
8	hвил	0	0,055	0,12	0,5	0,72
9	hвдв	0	0,16	0,37	1,5	2,16

10	hн.в	0	0,62	1,45	5,68	8,18
11	hн.с	0	0,068	0,62	2,5	3,6
12	Σ	13,47	14,37	16,03	23,65	28,13
Два водоводи (одна перемичка)						
13	Hст	13,47	13,47	13,47	13,47	13,47
14	hвил	0	0,055	0,12	0,5	0,72
15	hвдв	0	0,16	0,37	1,5	2,16
16	hн.в	0	0,78	1,77	7,1	10,22
17	hн.с	0	0,068	0,62	2,5	3,6
18	Σ	13,47	14,53	16,35	25,07	30,17
Один водовод (аварія)						
19	Hст	13,47	13,47	13,47	13,47	13,47
20	hвил	0	0,055	0,12	0,5	0,72
21	hвдв	0	0,16	0,37	1,5	2,16
22	hн.в	0	1,25	2,54	11,36	16,36
23	hн.с	0	0,068	0,62	2,5	3,6
24	Σ	13,47	15,00	17,12	29,33	36,31

Категорія надійності каналізаційної насосної станції – 1

Кількість резервних насосів приймаємо в залежності від кількості робочих насосів та від категорії надійності. Кількість резервних насосів – 2.

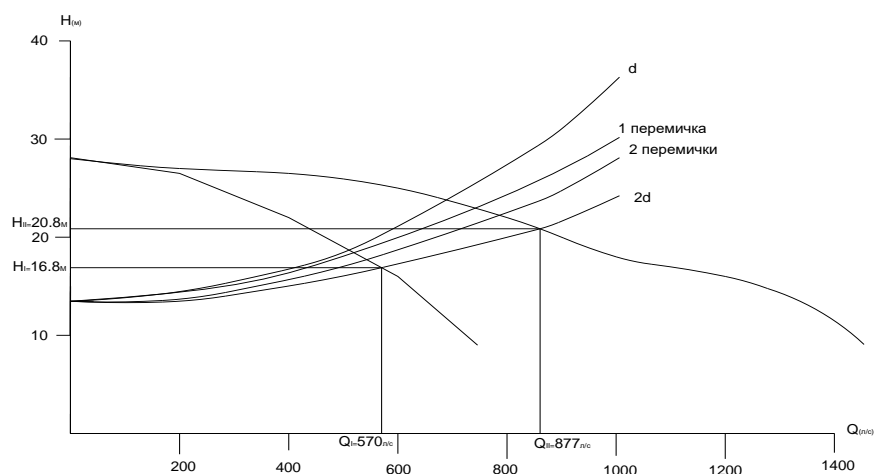


Рис. 2.5 Графік сумісної роботи насосів і водоводів

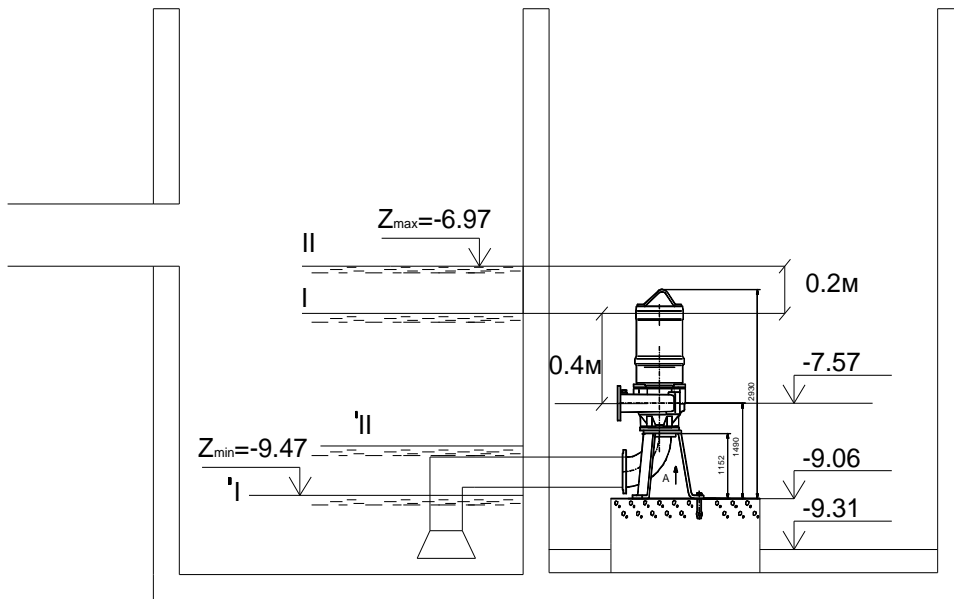


Рис. 2.6 Визначення відмітки осі насоса

2.6. Визначення діаметрів трубопроводів в насосній станції

Визначення діаметру всмоктуючих трубопроводів насосів

$$Q_n = \frac{Q_{nc}}{n},$$

де Q_{nc} – витрата насосної станції, n – кількість насосів

$$Q_n = 3101,22 / 2 = 1550,61 \text{ м}^3/\text{год} = 430,72 \text{ л/с}$$

Приймаємо сталеві труби діаметром $D=600\text{мм}$ для витрати $Q=430,72 \text{ л/с}$ при швидкості $v=1,44\text{м/с}$.

Визначення діаметру напірних трубопроводів насосів

Приймаємо $D=500\text{мм}$ для витрати $Q=430,72 \text{ л/с}$ при швидкості $v=2,06\text{м/с}$

Визначення діаметру напірного колектору насосної станції

Витрату напірного колектору $Q_{н.к.}$, визначаємо за формулою:

$$Q_{н.к} = \frac{Q_{i.н}}{n}$$

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

$$Q_{н.к} = \frac{3101.22}{2} = 1550,61 \text{ м}^3/\text{год} = 430,72 \text{ л/с}$$

Приймаємо D=500мм для витрати Q=430,72 л/с при швидкості v= 2,06
(швидкості входять в рекомендований інтервал).

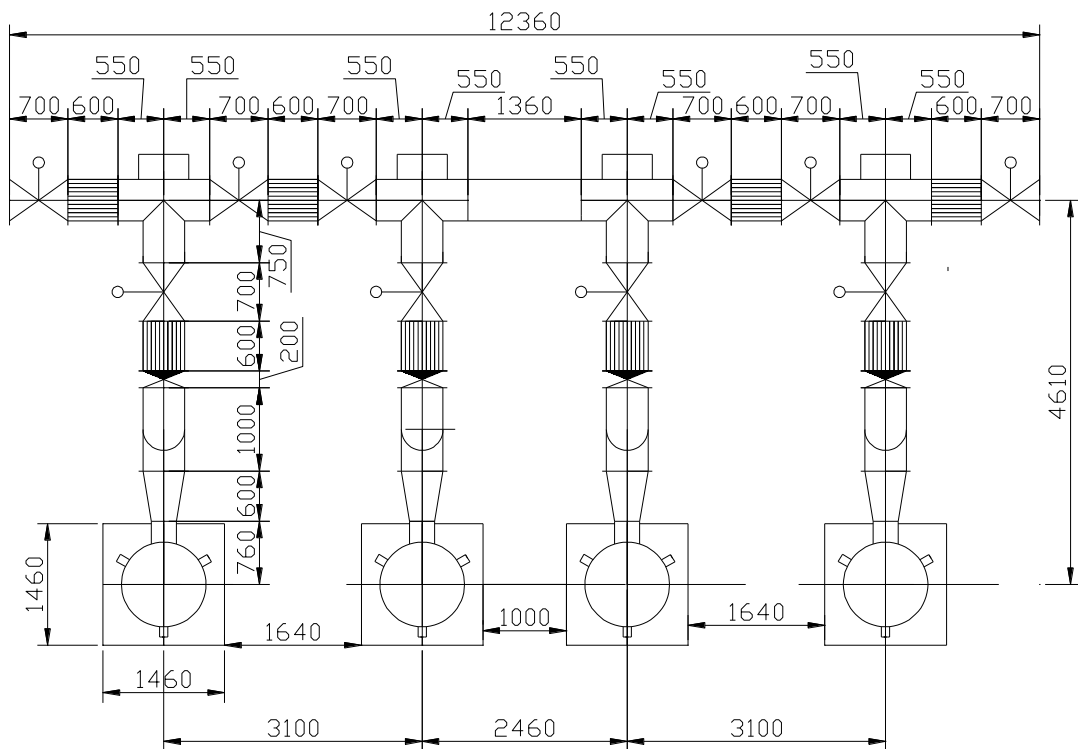


Рис. 2.7 Визначення розмірів машинної зали

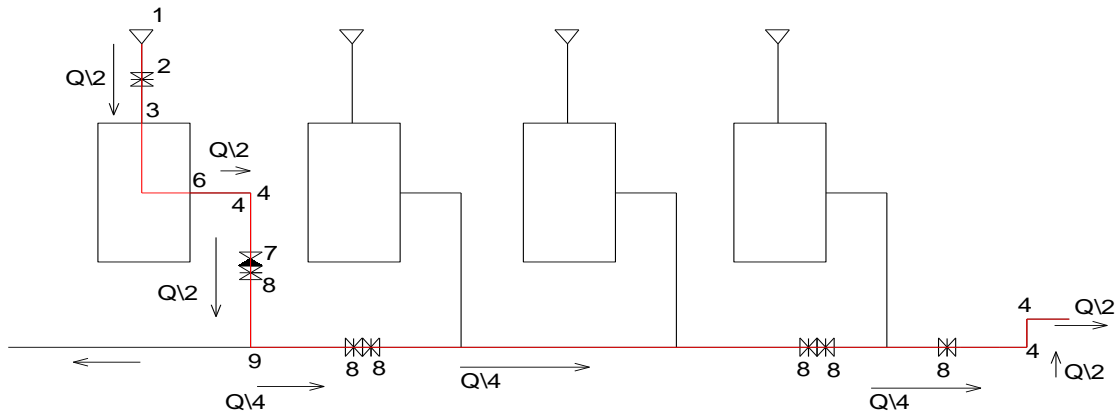


Рис. 2.8 Уточнення втрат напору в насосній станції

Розрахунки по уточнення втрат напору в насосній станції зводимо в таблицю.

Визначення витрат напору в насосній станції

Таблиця 10.

№	Місцеві втрати	d мм	Q л/с	ξ	V м/с	$V^2/2g$,М	$\xi \cdot V^2/2g$,М
1	Оголовок	600	430.72	0,5	1,44	0,106	0,053
2	Засувка	600	430.72	0,2	1,44	0,106	0,021
3	Звужуючий перехід	400	430.72	0,1	2,52	0,32	0,032
4	Коліно	500	430.72	0,6	2,06	0,22	0,13
6	Розширюючий перехід	500	430.72	0,25	2,06	0,22	0,055
7	Зворотній клапан	500	430.72	1,7	2,06	0,22	0,37
8	Засувка	500	107.68	0,2*6	0,52	0,014	0,017
9	Трійник	500	107.68	1,6	0,52	0,014	0,022
10	Σ						0,7

$$h_{nc} = \Sigma \xi v^2/2g; \quad \text{Втрати в насосній станції дорівнюють 0,7 м}$$

2.7. Підбір підйомно-транспортного обладнання

Так як вага агрегата складає 1350 кг, приймаємо марку автомобіля ГАЗ – 51А.

Вантажопідйомність та габаритні розміри вантажного автомобіля

Таблиця 2.11.

Вантажопідйомність	2,5т
Розміри автомобіля <ul style="list-style-type: none"> • довжина • ширина • висота 	<p>5725мм</p> <p>2250 мм</p> <p>2130 мм</p>
Розміри платформи <ul style="list-style-type: none"> • довжина • ширина • висота(навантажувальна) 	<p>3070 мм</p> <p>2070 мм</p> <p>1200 мм</p>
Мінімальні розміри монтажного майданчика <ul style="list-style-type: none"> • довжина • ширина 	<p>3770 мм</p> <p>3470 мм</p>

Виходячи з того, що максимальна вага монтуємого агрегату не перевищує 1350 кг, в якості підйомно-транспортного обладнання насосної станції приймаємо підвісний кран з електричним приводом. Технічні характеристики крану з електроприводом приведені у таблиці:

Таблиця 2.12.

Довжина крана $L, м$	Вантажопідйомність $B, т$	Прольот, $L_{п, м}$	Розміри, мм					Потужність електродвигуна, $кВт$	Номер двогавра підкранової рейки	Вага крана, $кг$
			$H + h_1$	l_1	l_2	C	B			
8,4	2	6	1360	710	1500	1500	1850	4,5	30	1135

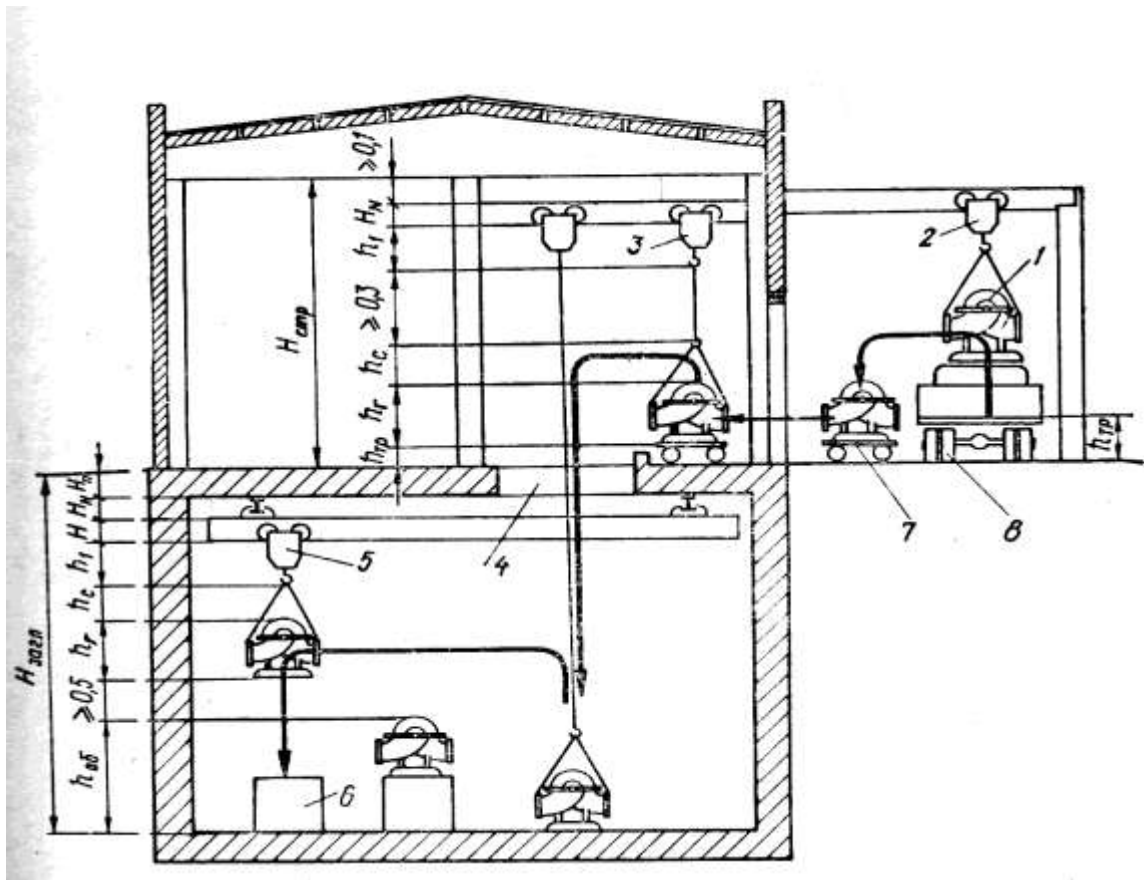


Рис. 2.9 Визначення висот НС

$$H = 3,18 + 0,5 + 1,7 + 1,545 + 0,3 + 0,1 = 7,32 \text{ м}$$

Приймаємо заглиблений тип насосної станції тому, що $H_{\text{загл}} \geq H; 9,31 \geq 7,32$

Визачення висоти надземної частини

$$H_{\text{надз.ч}} = h_{\text{мп}} + 0,3 + h_r + h_c + h_l + h_2 + 0,2 = 2,13 + 0,5 + 2,93 + 0,5 + 1,36 + 0,3 = 7,72 \text{ м}$$

Висоту надземної частини приймаємо 8,4м.

2.8. Приймальний резервуар та його обладнання

Приймальний резервуар представляє собою регулюючу ємність, яка дозволяє забезпечити тривалу рівномірну роботу насосів в найбільш економічному режимі при нерівномірному притоці стічних вод.

Мінімальна місткість приймального резервуару повинна прийматися не менше максимальної подачі одного із насосів в продовж 5 хвилин, що відповідає включенням насоса не більше трьох разів на годину. Максимальна подача насоса визначається по графіку сумісної роботи одного насоса та двох водоводів. $Q_n = 2052 \text{ м}^3/\text{год}$

- мінімальний об'єм приймального резервуару

$$W_{np.min} \geq \frac{1}{12} \cdot Q_n = \frac{1}{12} \cdot 2052 = 171 \text{ м}^3$$

- площа дна приймального резервуару:

$$S_{\text{дна.п.р}} = 8 \cdot 12 = 96 \text{ м}^2$$

- висота між граничними позначками рівня стічної води в приймальному резервуарі:

$$h = A_{\max} - A_{\min} = 9.47 - 6.97 = 2.5 \text{ м}$$

Тоді отримана місткість приймального резервуару буде:

$$W_{np} = S \cdot h = 96 \cdot 2.5 = 240 \text{ м}^3$$

Максимальна подача каналізаційної насосної станції становить 861.45 л/с. Приймаємо три ґратки-дробарки марки РД – 600, дві з яких робочі та одна резервна.

Технічні данні ґратки-дробарки

Таблиця 2.13.

Марка ґратки-дробарки	Розміри, мм				Потужність електродвигуна, кВт	Загальна маса, кг
	Найбільша висота Н	Найбільша ширина В	Зовнішній діаметр барабана D	Ширина щілини		
РД - 600	2170	1250	635	10	1,5	1800

2.9. Проектування електричної частини насосної станції

Підбір трансформаторів

Необхідна потужність трансформаторів визначається за формулою:

$$S = k \sum P_n / \eta_{дв} \cos \varphi + S_2 + S_3,$$

Де S_2 – потужність допоміжних двигунів (допоміжні насоси, дренажні насоси, аварійні, двигуни вентиляторів, електроприводи до засувки тощо)

S_3 – енергія на опалення та освітлення

k – коефіцієнт попиту за потужністю, $k=1$ при двох працюючих двигунах

$\eta_{дв}$ – ККД електродвигуна, $\eta_{дв}=0,92$

P_n – номінальні потужності електродвигунів основних насосів

Таблиця 14.

Тип електродвигуна	Потужність P_n , кВт	Напруга U , кВ	$\eta_{дв}$	$\cos \varphi$
	141		0,92	0,82

$$S = 1 * 2 * 141 / (0,92 * 0,82) + 30 = 403 \text{ кВ*А}$$

Приймаємо до установки 2 трансформатори потужністю 300 кВ*А кожен. При виході з ладу одного трансформатора перевантаження іншого буде складати:

$403/300 = 1,325$; $33\% < 40\%$ - можна приймати 2 трансформатори без резервних.

Для потреб станції приймаємо один трансформатор потужністю 160 кВ*А.

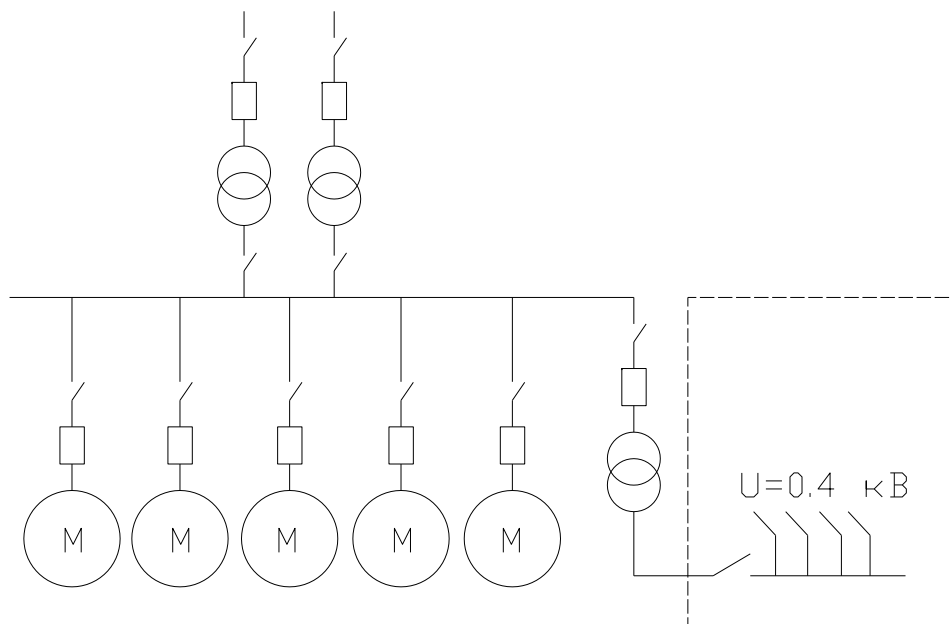


Рис. 2.10 Електрична частина НС

2.10. Підбір решіток дробарок

Так як добовий (мах) притік насосної станції становить 28 тис м³/добу ,то з табл. 2б обираємо решітку дробарку марки :РД-600

Приймаємо дві решітки:

- робочих-1;
- резервних-1

Її характеристики:

- сумарна площа прохідного перерізу 0,455 м²
- швидкість в щілинах-1,22 м/с

В даній насосній станції подача більше 25 тис тис м³/добу, тому решітки – дробарки без ручної очистки

Технічні дані решіток дробарок типу РД-600

- найбільша висота Н=2170; найбільша ширина В=1250;
- наружний діаметр барабана D=635; ширина щілин-10
- загальна маса-1800

ОЧИСНІ СПОРУДИ

Консультант

/ _____ /

Здобувач(ка)

/ _____ /

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

3. Принципова схема очистки стічних вод міста

3.1 Визначення розрахункових параметрів схеми

Визначаємо кількість мешканців:

$$N_{\text{м}} = \frac{Q_{\text{ноб}} \cdot 1000}{a} = \frac{93000 \cdot 1000}{245} = 379600 \text{ ос.}$$

Визначаємо концентрацію завислих речовин і БПК_{повн} в побутових стічних водах від населення:

I район

$$C_{\text{мI}} = \frac{65 \cdot 1000}{a} = \frac{65 \cdot 1000}{230} = 283 \text{ г/м}^3$$

$$L_{\text{мI}} = \frac{75 \cdot 1000}{a} = \frac{75 \cdot 1000}{230} = 326 \text{ г/м}^3$$

II район

$$C_{\text{мII}} = \frac{65 \cdot 1000}{a} = \frac{65 \cdot 1000}{180} = 361 \text{ г/м}^3$$

$$L_{\text{мII}} = \frac{75 \cdot 1000}{a} = \frac{75 \cdot 1000}{180} = 417 \text{ г/м}^3$$

де 65 та 75 (г/ос·добу) – відповідно, нормативна добова маса завислих речовин та БПК_{повн} в стічних водах з розрахунку на одного мешканця.

Визначаємо загальну добову витрату побутових і промислових стічних вод:

$$Q_{\text{заг}} = Q_{\text{ноб}} + Q_1 + Q_2 + Q_3 = 47493 + 1745.28 + 2173.82 + 3317.76 = 54729.86 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Визначаємо концентрацію завислих речовин і БПК_{повн} в суміші промислових і побутових стічних вод:

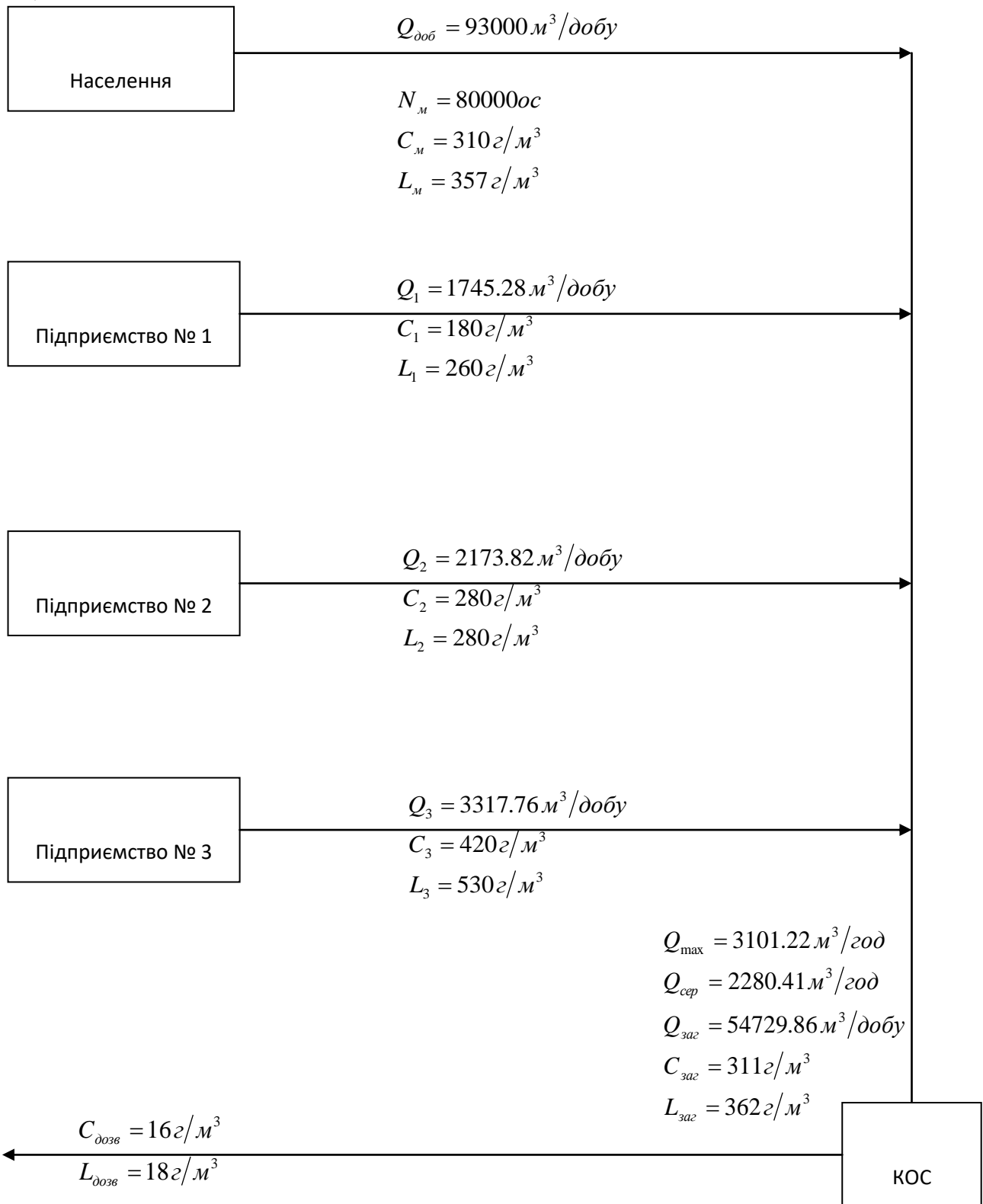
$$C_{\text{заг}} = \frac{\sum(Q_{\text{инно}} \cdot C_{\text{инно}}) + \sum(Q_i \cdot C_i)}{Q_{\text{ноб}} + \sum Q_i} = \frac{(31050 \cdot 283 + 16443 \cdot 361) + (1745,28 \cdot 180 + 2173,82 \cdot 280 + 3317,76 \cdot 420)}{54729,86} = 311 \text{ г/м}^3$$

$$L_{\text{заг}} = \frac{\sum(Q_{\text{инно}} \cdot L_{\text{инно}}) + \sum(Q_i \cdot L_i)}{Q_{\text{ноб}} + \sum Q_i} = \frac{(31050 \cdot 326 + 16443 \cdot 417) + (1745,28 \cdot 260 + 2173,82 \cdot 280 + 3317,76 \cdot 530)}{54729,86} = 362 \text{ г/м}^3$$

де Q_i – добова витрата кожного підприємства;

C_i – концентрація завислих речовин для кожного підприємства;

L_i – концентрація БПК_{повн} для кожного підприємства.



Перелік основних технологічних споруд

Передбачається до проектування:

1. **Блок механічної очистки:** ґрати, пісковловлювачі, первинні відстійники;
2. **Блок біологічної очистки:** аеротенки чи біофільтри, вторинні відстійники;
3. **Блок знезараження:** хлораторна, змішувач, контактний резервуар;
4. **Блок обробки осаду і надлишкового активного мулу (або біологічної плівки):** мулоущільнювачі, метантенки, газгольдери, вакуум-фільтри, резервні мулові майданчики.

3.2. Розрахунок основних технологічних споруд

3.2.1 Ґрати

Визначаємо розрахункову секундну витрату стічних вод для ґрат:

$$q_{\max} = \frac{Q_{\max}}{3600} = \frac{3101.22}{3600} = 0.86 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Діапазон розрахункової витрати на 1 ґрати при 2-х і 3-х робочих агрегатах:

$$q'_{(2)} = \frac{q_{\max}}{2} = \frac{0.86}{2} = 0.43 \text{ м}^3/\text{с}; \quad q'_{(3)} = \frac{q_{\max}}{3} = \frac{0.86}{3} = 0.29 \text{ м}^3/\text{с}$$

Приймаємо 2 ґрати типу РМУ-2 з орієнтованою максимальною висотою шару води в каналі $H_{\max} = 0.7 \text{ м}$, номінальні розміри каналу $B \times H = 1000 \times 1000 \text{ мм}$ з товщиною стержнів $S_{\text{ст}} = 6 \text{ мм}$, кількість прозорів $n_{\text{пр}} = 39$ (шириною $b = 16 \text{ мм}$).

Розраховуємо загальну ширину прозорів:

$$b_{\text{заг}} = \frac{b_{\text{пр}} \cdot n_{\text{пр}}}{1000} = \frac{16 \cdot 39}{1000} = 0.624 \text{ м}.$$

Розраховуємо загальну корисну площу прозорів:

$$F_{\text{заг}} = H_{\max} \cdot b_{\text{заг}} = 0.7 \cdot 0.624 = 0.44 \text{ м}^2.$$

Розраховуємо швидкість руху води в прозорах при попередній визначеній кількості робочих ґрат:

$$V_{\text{пр}} = \frac{q'}{F_{\text{заг}}} = \frac{0,43}{0,44} = 0,98 \text{ м/с} .$$

$V_{\text{пр}}$ знаходиться в діапазоні $0,8 \dots 1 \text{ м/с}$, тому ґрати підібрані вірно.

Визначаємо кількість затриманих на ґратах забруднень для чого розраховуємо-мо приведену кількість населення для загального потоку стічних вод міста:

$$N_{\text{пр}} = N_{\text{м}} + N_{\text{екв}} = 80000 + 35635 = 115635 \text{ ос} ,$$

де $N_{\text{екв}}$ – умовна (еквівалентна) кількість мешканців, які могли б внести таку ж масу забруднень (завислих речовин), як весь сумарний потік промислових стічних вод підприємств:

$$N_{\text{екв}} = \frac{\sum(Q_i \cdot C_i)}{65} = \frac{1745,28 \cdot 180 + 2173,82 \cdot 280 + 3317,76 \cdot 420}{65} = 35635 \text{ ос} .$$

Загальна добова маса затриманих на ґратах забруднень розраховується за параметрами $m_{\text{забр}}$ та $\gamma_{\text{забр}}$:

$$M_{\text{забр}} = \frac{N_{\text{пр}} \cdot m_{\text{забр}} \cdot \gamma_{\text{забр}}}{1000 \cdot 365} = \frac{115635 \cdot 8 \cdot 750}{1000 \cdot 365} = 1900,85 \text{ кг/добу} .$$

Кількість молотків дробарок типу Д-3

2 дробарки типу А $P_{\text{др}}=300$ (кг/год)

Розраховуємо втрати напору на ґратах:

$$h_{\text{гр}} = \xi \cdot \frac{V_{\text{пр}}^2}{2 \cdot g} \cdot P = 0,83 \cdot \frac{0,96^2}{2 \cdot 9,81} \cdot 3 = 0,14 \text{ м} ,$$

де ξ – коефіцієнт місцевого опору, який залежить від форми стержня;

P – коефіцієнт, що враховує забрудненість поверхні ґрат під час експлуатації (рекомендовано приймати $P = 3$);

$$\xi = \beta \cdot \left(\frac{S_{cm}}{b} \right)^{4/3} \cdot \sin \alpha = 2,42 \cdot \left(\frac{8}{16} \right)^{4/3} \cdot \sin 60^\circ = 0,83,$$

де β – коефіцієнт, який залежить від форми поперечного перерізу стержня решітки (для прямокутних стержнів $\beta = 2,42$);

α – кут нахилу решітки ($\alpha = 60 \dots 70^\circ$).

3.2.2 Пісковловлювачі та піскові майданчики

Тип пісковловлювача приймаємо згідно з рекомендаціями [3] р.11.2: для $Q_{заз} \leq 64000 \text{ м}^3/\text{добу}$ раціонально є конструкція з горизонтальним обертанням води навколо вертикальної осі, а для витрат $Q_{заз} > 64000 \text{ м}^3/\text{добу}$ – керовані горизонтальні пісковловлювачі з поздовжнім рухом рідини. Для $Q_{заз} = 54729,86 \text{ м}^3/\text{добу}$ приймаємо пісковловлювачі з горизонтальним обертанням води навколо вертикальної осі.

Для такого пісковловлювачі необхідно визначити кількість відділень, їх ширину, глибину та довжину.

Згідно [3] табл. 11.4 можливі 2 типорозміри відділень:

А: шириною $b = 3 \text{ м}$, глибиною $h = 2,1 \text{ м}$ та довжиною $l = 12 \text{ м}$;

Б: шириною $b = 4,5 \text{ м}$, глибиною $h = 2,8 \text{ м}$ та довжиною $l = 18 \text{ м}$.

Враховуючи, що згідно [2] табл. 28, дозволений діапазон швидкостей води при максимальній витраті складає $0,08 \dots 0,12 \text{ м/с}$, визначаємо діапазон можливих втрат стічної води через 1 відділення для обох варіантів типорозмірів:

$$q_{від} = 0,09 \cdot b \cdot h \cdot 3600;$$

$$q_{від} = 0,09 \cdot 3 \cdot 2,1 \cdot 3600 = 2041,2 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$q_{від} = 0,09 \cdot 4,5 \cdot 2,8 \cdot 3600 = 4082,4 \text{ м}^3/\text{год},$$

а також, відповідно, необхідну кількість відділень:

$$n_{\text{від}} = \frac{Q_{\text{max}}}{q_{\text{від}}};$$

$$n_{\text{від(А)}} = \frac{3101,22}{2041,2} = 1,52 \approx 2; \quad n_{\text{від(В)}} = \frac{3101,22}{4082,4} = 0,76 \approx 1.$$

Згідно з рекомендаціями [3] табл. 11.4 остаточно приймаємо до проектування два відділення типу (А).

Визначаємо фактичну швидкість руху води:

$$V_{\text{факт}} = \frac{Q_{\text{max}}}{n' \cdot b \cdot h \cdot 3600} = \frac{3101,22}{2 \cdot 3 \cdot 2,1 \cdot 3600} = 0,08 \text{ м/с},$$

де $n' = 2$ – фактична кількість відділень.

$V_{\text{факт}}$ знаходиться в діапазоні $0,08 \dots 0,12 \text{ м/с}$, тому на даному етапі пісковловлювачі підібрані вірно.

Визначаємо фактичну тривалість перебування води в пісковловлювачі:

$$t_{\text{факт}} = \frac{L}{V_{\text{факт}}} = \frac{20}{0,11} = 181,8 \text{ с},$$

де L – довжина пісковловлювача.

Перевіряємо відповідність $t_{\text{факт}} \geq t_{\text{min}}$ ($181,8 \text{ с} > 30 \text{ с}$) за рекомендаціями [2] п. 6.28 $t_{\text{min}} = 30 \text{ с}$.

Необхідна площа карт піскових майданчиків розраховується за залежністю:

$$F_{\text{пм}} = \frac{W_{\text{пк}}}{a_{\text{пм}}},$$

де $a_{\text{пм}} = 3 \text{ м}^3 / \text{м}^2$ за рік – нормативне навантаження на піскові майданчики згідно [2] п. 6.33;

$W_{\text{пк}}$ – річний об'єм піску після його підсушування на майданчику до кінцевої вологості:

$$W_{\text{пк}} = W_{\text{п}_0} - V_{\text{впр}},$$

де $W_{\text{п}_0}$ – річний об'єм піску початкової вологості;

$V_{\text{впр}}$ – втрати води з піску при його підсушуванні до кінцевої вологості.

Розрахунки доцільно виконувати в такій послідовності:

1. Об'єм затриманого піску W_{Π_0} :

$$W_{\Pi_0} = \frac{m_n \cdot N_{\text{пр}} \cdot 365}{1000} = \frac{0,02 \cdot 115635 \cdot 365}{1000} = 844,13 \text{ м}^3/\text{рік},$$

де m_n – нормативний об'єм піску на одну особу [2] п. 6.31.

2. Маса затриманого в пісковловлювачі піску M_n :

$$M_n = W_{\Pi_0} \cdot \gamma_n = 844,13 \cdot 1500 = 1266195 \text{ кг/рік},$$

де $\gamma_n = 1500 \text{ кг/м}^3$ – об'ємна вага піску за [1] п. 6.31.

3. Маса води в цьому піску $M_{\text{вп}}$ та її об'єм $V_{\text{вп}}$:

$$M_{\text{вп}} = \frac{M_n \cdot 60}{100} = \frac{1266195 \cdot 60}{100} = 759717 \text{ кг/рік};$$

$$V_{\text{вп}} = \frac{M_{\text{вп}}}{\gamma_e} = \frac{759717}{1000} = 759,72 \text{ м}^3/\text{кг},$$

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

4. Маса води в підсушеному піску $M_{\text{ек}}$:

$$M_{\text{ек}} = \frac{M_n \cdot (100 - 60) \cdot P_{\text{нк}}}{100 \cdot (100 - P_{\text{нк}})} = \frac{1266195 \cdot (100 - 60) \cdot 47,5}{100 \cdot (100 - 47,5)} = 458242 \text{ кг/рік}.$$

5. Об'єм втраченої води при підсушуванні піску $V_{\text{впк}}$:

$$V_{\text{впк}} = \frac{M_{\text{вп}} - M_{\text{ек}}}{\gamma_e} = \frac{759717 - 458242}{1000} = 301,47 \text{ м}^3/\text{рік}.$$

6. Кінцевий об'єм підсушеного піску $W_{\text{нк}}$:

$$W_{\text{нк}} = W_{\Pi_0} - V_{\text{впк}} = 844,13 - 301,47 = 542,66 \text{ м}^3/\text{рік}.$$

7. Необхідна площа піскових майданчиків $F_{\text{пм}}$:

$$F_{\text{пм}} = \frac{W_{\text{нк}}}{a_{\text{пм}}} = \frac{542,66}{3} = 180,89 \text{ м}^2,$$

$a_{\text{пм}} = 3 \text{ м}^3/\text{м}^2$ за рік – нормативне навантаження на піскові майданчики згідно [1] п. 6.33.

8. Кількість карт піскових майданчиків – 2 карти розмірами 10×20 м. Площею однієї карти 200 м².

3.2.3 Первинні відстійники

Вибираємо тип відстійника згідно з [3] п.12.2.1, 12.2.2, 12.2.3. Для даної витрати підходять два варіанти відстійників: горизонтальні $Q > 15000 \text{ м}^3/\text{добу}$ радіальні $Q \geq 20000 \text{ м}^3/\text{добу}$. Перевагу віддаємо радіальним відстійникам.

Визначаємо проектну ефективність первинного відстійника E_{np} :

$$E_{np} = \frac{C_{en1} - C_{ex1}}{C_{en1}} \cdot 100\% ,$$

де C_{en1} – в схемі з не аерованими пісковловлювачами дорівнює 95...96% від $C_{заг}$;

C_{ex1} – кількість завислих речовин, яка міститься в стічній воді після первинних відстійників, приймається згідно рекомендацій [1] с.237 ($C_{ex(max)} \dots C_{ex(min)}$);

$$C_{en1} = 311 \cdot 0,95 = 295,4 \text{ г/м}^3 ;$$

$$C_{ex1} = 100 \dots 150 \text{ г/м}^3 ;$$

$$E_{np(min)} = \frac{295,4 - 150}{295,4} \cdot 100\% = 49,22\% ;$$

$$E_{np(max)} = \frac{295,4 - 100}{295,4} \cdot 100\% = 66,1\% .$$

Так як $E_{np(min)} < 50\%$, можливо обійтись без попередньої аерації.

Розрахунок первинного відстійника.

1. Приймаємо розрахунковий ефект $E_{1\text{розр}}$ кратний 5%:

$$50\% \geq E_{1\text{розр}} \geq 49.2 ;$$

$$50\% \geq 50\% \geq 49.2\% .$$

2. Визначаємо розрахункову гідравлічну крупність осідаючих речовин (u_0 , мм/с) згідно [2] ф. 30:

$$u_0 = \frac{1000 \cdot H_{set} \cdot K_{set}}{t_{set} \cdot \left(\frac{K_{set} \cdot H_{set}}{h_1} \right)^{n_2}},$$

де H_{set} – глибина відстійника за [3] табл. 12.6

$$H_{set} = 3,4 \text{ м при } D_{set} = 18;24;30 \text{ м};$$

$$H_{set} = 4 \text{ м при } D_{set} = 40 \text{ м};$$

K_{set} – коефіцієнт, що враховує тип відстійника за [1] табл. 31; $K_{set} = 0,45$;

h_1 – глибина еталонного циліндру за [1] табл. 30; $h_1 = 500 \text{ мм} = 0,5 \text{ м}$;

n_2 – параметр, що враховує можливу агломерацію завислих речовин; може бути розрахований за формулою кафедри гідравліки та водовідведення;

$t_{set} = 1816 \text{ с}$ – розрахункова тривалість відстоювання стічної води в еталонному циліндрі, приймається за [1] табл. 30 .;

$$n_2 = \frac{0,15 \cdot E_{1\text{розр}}}{C_{en1}^{0,6}} + \frac{3,53}{C_{en1}^{0,035}} - 2,95 = \frac{0,15 \cdot 50}{295,4^{0,6}} + \frac{3,53}{295,4^{0,035}} - 2,95 = 0,19 ;$$

$$u_0 = \frac{1000 \cdot 3,4 \cdot 0,45}{1816 \cdot \left(\frac{0,45 \cdot 3,4}{0,5} \right)^{0,19}} = 0,68 \text{ мм/с при } D_{set} = 18;24;30 \text{ м};$$

$$u_0 = \frac{1000 \cdot 4 \cdot 0,45}{1816 \cdot \left(\frac{0,45 \cdot 4}{0,5} \right)^{0,19}} = 0,78 \text{ мм/с при } D_{set} = 40 \text{ м.}$$

3. Визначаємо номінальну пропускну спроможність відстійника (q_{set} , м³/год) за [2] ф. 33:

$$q_{set} = 2,8 \cdot K_{set} \cdot (D_{set}^2 - d_{en}^2) \cdot (u_0 - v_{tb}),$$

де D_{set} – діаметр відстійника, м;

d_{en} – діаметр впускного пристрою, м; може бути визначений за [6] табл. 3;

v_{tb} – турбулентна складова швидкості осідання завислих речовин (мм/с); приймається в залежності від швидкості руху на середині радіуса (v_w) за [6] табл. 32; в попередніх розрахунках величина v_w приймається рівною „0”, а після визна-чення необхідної кількості відстійників – перевіряється через розрахунок фактич-ної швидкості води на середині радіуса відстійника;

$$q_{set} = 2,8 \cdot 0,45 \cdot (18^2 - 0,4^2) \cdot 0,68 = 277,5 \text{ м}^3/\text{год при } D_{set} = 18 \text{ м};$$

$$q_{set} = 2,8 \cdot 0,45 \cdot (24^2 - 0,9^2) \cdot 0,68 = 492,8 \text{ м}^3/\text{год при } D_{set} = 24 \text{ м};$$

$$q_{set} = 2,8 \cdot 0,45 \cdot (30^2 - 1,2^2) \cdot 0,68 = 776,3 \text{ м}^3/\text{год при } D_{set} = 30 \text{ м};$$

$$q_{set} = 2,8 \cdot 0,45 \cdot (40^2 - 1,5^2) \cdot 0,78 = 1570,27 \text{ м}^3/\text{год при } D_{set} = 40 \text{ м.}$$

4. Визначаємо розрахункову ($n_{1\text{розп}}$) і проектну ($n_{1\text{пр}}$) кількості відстійників та фактичну витрату через один відстійник ($q_{set\phi}$):

$$n_{1\text{розп}} = \frac{Q_{max}}{q_{set}};$$

$$n_{1\text{розр}} = \frac{3101,22}{277,5} = 11,2 \text{ шт}; \quad n_{1\text{розр}} = \frac{3101,22}{492,8} = 6,3 \text{ шт}; \quad n_{1\text{розр}} = \frac{3101,22}{776,3} = 3,99 \text{ шт};$$

$$n_{1\text{розр}} = \frac{3101,22}{2013,2} = 1,5 \text{ шт}.$$

Таблиця 16.

Параметри	D_{set} – діаметр відстійника			
	18	24	30	40
u_0	0,68	0,68	0,68	1
q_{set}	277,5	492,8	776,3	2013,2
$n_{1\text{розр}}$	11,2	6,3	4	1,5
$n_{1\text{пр}}$	12	7	4	2
$n_{1\text{проект}}$	–	–	4	–

$$q_{\text{set ф}} = \frac{Q_{\text{max}}}{n_{1\text{проект}}} = \frac{3101,22}{4} = 775,3 \text{ м}^3/\text{год}$$

Приймаємо **4** відстійника діаметром **30 м** з витратою $775,3 \text{ м}^3/\text{год}$ через 1 відстійник.

5. Перевіряємо фактичне значення v_w на середині радіуса відстійника:

$$v_w = \frac{q_{\text{set ф}} \cdot 1000}{\frac{\pi \cdot D_{\text{set}}}{2} \cdot H_{\text{set}} \cdot 3600} = \frac{775,3 \cdot 1000}{\frac{3,14 \cdot 30}{2} \cdot 3,4 \cdot 3600} = 1,34 \text{ мм/с}.$$

6. Визначаємо фактичну гідравлічну крупність затриманих завислих речовин $u_{0\phi}$ згідно [1] ф. 23:

$$u_{0\phi} = \frac{q_{\text{set}}}{2,8 \cdot K_{\text{set}} \cdot (D_{\text{set}}^2 - d_{\text{en}}^2)} = \frac{775,3}{2,8 \cdot 0,45 \cdot (30^2 - 1,2^2)} = 0,68 \text{ м/год}.$$

7. Визначаємо фактичну тривалість відстоювання t_{set} :

$$t_{\text{set}} = \frac{1000 \cdot H_{\text{set}} \cdot K_{\text{set}}}{u_0 \cdot \left(\frac{K_{\text{set}} \cdot H_{\text{set}}}{h_1} \right)^{n_2}} = \frac{1000 \cdot 3,4 \cdot 0,45}{0,68 \cdot \left(\frac{0,45 \cdot 3,4}{0,5} \right)^{0,19}} = 2028 \text{ с}.$$

8. Визначаємо ефект власне відстійника в блоці:

$$E_{1\phi\text{set}} = 51, \% \text{ – за [1] табл. 30}$$

9. Визначаємо фактичну концентрацію завислих речовин після первинних відстійників:

$$C_{\text{ex1}\phi\text{л.}\phi} = \frac{C_{\text{en1}} \cdot (100 - E_{1\phi\text{вл}})}{100} = \frac{295,4 \cdot (100 - 51,1)}{100} = 144,4 \text{ г/м}^3.$$

3.2.4 Аеротенки

Вибираємо тип аеротенку: згідно [1] п. 6.140 при відсутності залпових над-ходжень токсичних речовин, використовуємо аеротенки-витискувачі.

Визначаємо необхідність регенерації активного мулу згідно [1] п. 6.141, для чого розраховуємо значення БПК₂₀ стічної води, що потрапляє до аеротенку:

$$L_{\text{en. аер}} = L_{\text{заг}} \cdot K_{\text{ex}},$$

де K_{ex} – коефіцієнт зниження БПК₂₀ в системі механічного очищення.

Згідно [1] табл. 25, норматив за БПК₂₀ на одну особу для неосвітленої стічної води L' і для освітленої води L'' складають відповідно 75 та 40 г/ос.добу, звідки:

$$K_{\text{ex}} = \frac{40}{75} = 0,533,$$

отже

$$L_{\text{en. аер}} = 362 \cdot 0,533 = 192,95 \text{ мг/л}.$$

Так, як $L_{\text{en. аер}} = 192,95 \text{ мг/л} > 150 \text{ мг/л}$ – потрібна регенерація активного мулу.

Розрахунок аеротенку з регенерацією активного мулу

1. Призначаємо орієнтований діапазон і поточні значення АМ a_i :

$$a_i = 3; 3,3; 3,6; 3,9 \text{ г/л},$$

та мінімальний дозволений ступінь рециркуляції АМ R_i згідно [1] п. 6.145 прим. 2 ($R_i = 0,3$).

2. Розраховуємо 4 значення дози АМ в регенераторі a_r за [1] ф.55:

$$a_r = a_i \cdot \left(\frac{1}{R_i} + 1 \right);$$

$$a_{1r} = 3 \cdot \left(\frac{1}{0,3} + 1 \right) = 13 \text{ г/л}; \quad a_{2r} = 3,3 \cdot \left(\frac{1}{0,3} + 1 \right) = 14,3 \text{ г/л};$$

$$a_{3r} = 3,6 \cdot \left(\frac{1}{0,3} + 1 \right) = 15,6 \text{ г/л}; \quad a_{4r} = 3,9 \cdot \left(\frac{1}{0,3} + 1 \right) = 16,9 \text{ г/л}.$$

3. Розраховуємо 4 значення тривалості аерації t_{at} за [1] ст.55:

$$t_{at} = \frac{2,5}{\sqrt{a_i}} \cdot \lg \frac{L_{en. aer}}{L_{ex}};$$

$$t_{1at} = \frac{2,5}{\sqrt{3}} \cdot \lg \frac{192,95}{18} = 1,49 \text{ год}; \quad t_{2at} = \frac{2,5}{\sqrt{3,3}} \cdot \lg \frac{192,95}{18} = 1,42 \text{ год}; \quad t_{3at} = \frac{2,5}{\sqrt{3,6}} \cdot \lg \frac{168}{18} = 1,36 \text{ год};$$

$$t_{4at} = \frac{2,5}{\sqrt{3,9}} \cdot \lg \frac{168}{18} = 1,3 \text{ год}.$$

4. Розраховуємо 4 значення питомої швидкості окислення ρ за [1] ф.56, приймаючи замість a_i значення a_r :

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

де $\rho_{max} = 85 \text{ мг/г} \cdot \text{год}$ – максимальна швидкість окислення, приймається за [1] табл. 40;

$C_0 = 2 \text{ мг/л}$ – концентрація розчиненого кисню у воді;

$K_l = 0,33 \text{ мг/л}$ – константа, яка характеризує властивості органічних забруднюючих речовин і приймається за [1] табл. 40;

$K_0 = 0,625 \text{ мг/л}$ – константа, яка характеризує вплив кисню і приймається за [2] табл. 40;

$\varphi = 0,07$ л/г – коефіцієнт інгібування продуктами розпаду АМ,
приймається за [1] табл. 40;

$$\rho_1 = 85 \cdot \frac{18 \cdot 2}{18 \cdot 2 + 33 \cdot 2 + 0,625 \cdot 18} \cdot \frac{1}{1 + 0,07 \cdot 13} = 14,1465 \text{ мг/г} \cdot \text{год};$$

$$\rho_2 = 85 \cdot \frac{18 \cdot 2}{18 \cdot 2 + 33 \cdot 2 + 0,625 \cdot 18} \cdot \frac{1}{1 + 0,07 \cdot 14,3} = 13,5032 \text{ мг/г} \cdot \text{год};$$

$$\rho_3 = 85 \cdot \frac{18 \cdot 2}{18 \cdot 2 + 33 \cdot 2 + 0,625 \cdot 18} \cdot \frac{1}{1 + 0,07 \cdot 15,6} = 12,9158 \text{ мг/г} \cdot \text{год};$$

$$\rho_4 = 85 \cdot \frac{18 \cdot 2}{18 \cdot 2 + 33 \cdot 2 + 0,625 \cdot 18} \cdot \frac{1}{1 + 0,07 \cdot 16,9} = 12,3774 \text{ мг/г} \cdot \text{год}.$$

4. Для 4 значень a_i і 4 значень ρ , розраховуємо 4 значення загальної тривалості окислення органічних речовин t_0 за [1] ф. 54:

$$t_0 = \frac{L_{en. aer} - L_{ex}}{R_i \cdot a_r \cdot (1 - s) \cdot \rho},$$

де $s = 0,3$ – приймається за [2] табл. 40;

$$t_{10} = \frac{192,95 - 18}{0,3 \cdot 13 \cdot (1 - 0,3) \cdot 14,1465} = 4,53 \text{ год};$$

$$t_{20} = \frac{192,95 - 18}{0,3 \cdot 14,3 \cdot (1 - 0,3) \cdot 13,5032} = 4,31 \text{ год};$$

$$t_{30} = \frac{192,95 - 18}{0,3 \cdot 15,6 \cdot (1 - 0,3) \cdot 12,9158} = 4,14 \text{ год};$$

$$t_{40} = \frac{192,5 - 18}{0,3 \cdot 16,9 \cdot (1 - 0,3) \cdot 12,3774} = 3,98 \text{ год}.$$

5. Розраховуємо 4 значення тривалості регенерації АМ t_r за [1] ф. 57:

$$t_r = t_0 - t_{at};$$

$$t_{1r} = 4,53 - 1,4 = 3,13 \text{ год}; \quad t_{2r} = 4,31 - 1,33 = 2,98 \text{ год};$$

$$t_{3r} = 4,14 - 1,28 = 2,86 \text{ год}; \quad t_{4r} = 3,98 - 1,23 = 2,75 \text{ год}.$$

6. Розраховуємо 4 значення навантаження на АМ q_i за залежністю:

$$q_i = \frac{24 \cdot (L_{en. aer} - L_{ex})}{(1-s) \cdot [a_i \cdot (1+R_i) \cdot t_{at} + a_r \cdot R_i \cdot t_r]};$$

$$q_{1i} = \frac{24 \cdot (192,95 - 18)}{(1-0,3) \cdot [3 \cdot (1+0,3) \cdot 1,49 + 13 \cdot 0,3 \cdot 3,13]} = 332,9 \text{ мг/г} \cdot \text{добу};$$

$$q_{2i} = \frac{24 \cdot (192,95 - 18)}{(1-0,3) \cdot [3,3 \cdot (1+0,3) \cdot 1,42 + 14,3 \cdot 0,3 \cdot 2,98]} = 317,77 \text{ мг/г} \cdot \text{добу};$$

$$q_{3i} = \frac{24 \cdot (192,95 - 18)}{(1-0,3) \cdot [3,6 \cdot (1+0,3) \cdot 1,36 + 15,6 \cdot 0,3 \cdot 2,86]} = 303,72 \text{ мг/г} \cdot \text{добу};$$

$$q_{4i} = \frac{24 \cdot (192,95 - 18)}{(1-0,3) \cdot [3,9 \cdot (1+0,3) \cdot 1,3 + 16,9 \cdot 0,3 \cdot 2,75]} = 292,12 \text{ мг/г} \cdot \text{добу}.$$

7. Розраховуємо 4 значення мулового індексу J_i за [1] ст. 52:

$$R_i = \frac{a_i}{\frac{1000}{J_i} - a_i} \Rightarrow \frac{R_i \cdot 1000}{J_i} - R_i \cdot a_i = a_i \Rightarrow \frac{R_i \cdot 1000}{J_i} = a_i \cdot (1 + R_i) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow J_i = \frac{R_i \cdot 1000}{a_i \cdot (1 + R_i)} = \frac{1000}{a_i \cdot \left(\frac{1}{R_i} + 1\right)}; a_r = a_i \cdot \left(\frac{1}{R_i} + 1\right) \Rightarrow J_i = \frac{1000}{a_r};$$

$$J_{1i} = \frac{1000}{13} = 76,9 \text{ см}^3/\text{г}; J_{2i} = \frac{1000}{14,3} = 69,9 \text{ см}^3/\text{г};$$

$$J_{3i} = \frac{1000}{15,6} = 64,1 \text{ см}^3/\text{г}; J_{4i} = \frac{1000}{16,9} = 59,2 \text{ см}^3/\text{г}.$$

Таблиця 3.17.

$a_i, \text{г/л}$	3	3,3	3,6	3,9
$q_i, \text{мг/г} \cdot \text{добу}$	332,9	317,77	303,72	292,12
$J_i, \text{см}^3/\text{г}$	76,9	69,9	64,1	59,2

З графіку визначаємо, що оптимальна доза АМ буде: $a_{i(omm)} = 3,15$ г/л. При дозі АМ $a_{i(omm)} = 3,15$ г/л будуть такі значення роботи аеротенку:

$$a_{r(omm)} = 13,65 \text{ г/л};$$

$$t_{at(omm)} = 1,45 \text{ год};$$

$$\rho_{(omm)} = 13,78 \text{ мг/г} \cdot \text{год};$$

$$t_{0(omm)} = 4,42 \text{ год};$$

$$t_{r(omm)} = 2,97 \text{ год};$$

$$J_{i(omm)} = 73,26 \text{ см}^3/\text{г}.$$

8. Визначаємо розрахункові об'єми:

– зони аерації $W_{at \text{ розр}}$ за [1] ф. 58:

$$W_{at \text{ розр}} = t_{at} \cdot (1 + R_i) \cdot q_w,$$

де $t_{at} = 2$ год – тривалість аерації;

$R_i = 0,3$ – ступінь рециркуляції активного мулу;

$$q_w = Q_{\text{сер}} = 2280,41 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$W_{at \text{ розр}} = 2 \cdot (1 + 0,3) \cdot 2280,41 = 5929 \text{ м}^3;$$

– зони регенерації $W_{r \text{ розр}}$ за [2] ф. 59:

$$W_{r \text{ розр}} = t_r \cdot R_i \cdot q_w,$$

де $t_r = t_{r(omm)} = 2,43$ год;

$R_i = 0,3$ – ступінь рециркуляції активного мулу;

$$q_w = Q_{\text{сер}} = 2280,41 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$W_{r\text{розр}} = 2,97 \cdot 0,3 \cdot 2280,41 = 2031,84 \text{ м}^3;$$

– загальний об'єм $W_{\text{заг}} = W_{at\text{розр}} + W_{r\text{розр}} = 5929 + 2031,84 = 7960,84 \text{ м}^3$.

9. Визначаємо геометричні розміри аеротенку:

– кількість секцій аеротенку n_c ;

– кількість коридорів в секції аеротенку n_k ;

– кількість зон аерації n_a ;

– кількість зон регенерації n_p ;

$$\text{Визначаємо: } K'_p = \frac{W_{r\text{розр}}}{W_{at\text{розр}}} = \frac{2031,84}{5929} = 0,34.$$

За розрахунком $K'_p = 0,34$ приймаємо варіант Д ($n_k = 4$; $n_a = 3$; $n_p = 1$;

$K_p = 0,333$).

Так, як $K'_p = 0,34 > K_p = 0,333$, то:

$$W_{at} = W_{at\text{розр}} = 5929 \text{ м}^3;$$

$$W_r = W_{at\text{про}} \cdot K_p = 5929 \cdot 0,333 = 1974,36;$$

$$W'_{\text{заг}} = W_{at} + W_r = 5929 + 1974,36 = 7903,36 \text{ м}^3.$$

Складаємо допоміжну таблицю

Таблиця 3.18.

$H_{\kappa}, м$	3,2	4,4
$B_{\kappa}, м$	4,5	4,5
$L_{\kappa}, м$	36...66	36...66
$F_{at} = \frac{W'_{заг}}{H_{\kappa}}, м^2$	2469,8	1796,2
$L'_{\kappa} = \sqrt{F_{at} \cdot 0,4}, м$	31,43	26,8
$L''_{\kappa}, м$ (кратність 1,5 м)	36	42
$B_{at} = \frac{F_{at}}{L''_{\kappa}}, м$	68,6	-
$n_c \cdot n_{\kappa} = N = \frac{B_{at}}{B_{\kappa}}$	15,24	-
$n_c \cdot n_{\kappa}$ ($n_{\kappa} = 4$)	4 x 4=16	-

За даними таблиці можливі такі варіанти геометричних розмірів аеротенку:

1. $n_c = 4$; $n_{\kappa} = 4$; $H_{\kappa} = 3,2$ м; $B_{\kappa} = 4,5$ м; $L_{\kappa} = 36$ м; $W_{заг} = 8294,4$ м³

За меншим можливим значенням $W_{заг}$, кращим є такий варіант:

$n_c = 4$; $n_{\kappa} = 4$; $H_{\kappa} = 3,2$ м; $B_{\kappa} = 4,5$ м; $L_{\kappa} = 36$ м;

$W_{заг} = 8294,4$ м³ > $W'_{заг} = 7903,36$ м³,

який приймається до проектування за фактичними параметрами:

$W_{атфакт} = 2073,6 \cdot 3 = 6220,8$ м³ > $W_{атрозра} = 5929$ м³;

$$W_{r \text{ факт}} = 8294.4 / 4 = 2073,6 \text{ м}^3 > W_{r \text{ розр}} = 2031,84 \text{ м}^3 ;$$

$$F_{at \text{ факт}} = \frac{W_{at \text{ факт}}}{H_{\kappa}} = \frac{6220,8}{3,2} = 1944 \text{ м}^2 ;$$

$$F_{r \text{ факт}} = \frac{W_{r \text{ факт}}}{H_{\kappa}} = \frac{2073,6}{3,2} = 648 \text{ м}^2 ;$$

$$t_{at \text{ факт}} = \frac{W_{at \text{ факт}}}{(1 + R_i) \cdot q_w} = \frac{6220,8}{(1 + 0,3) \cdot 2280,41} = 2,1 \text{ год} ;$$

$$t_{r \text{ факт}} = \frac{W_{r \text{ факт}}}{R_i \cdot q_w} = \frac{2073,6}{0,3 \cdot 2280,41} = 3,03 \text{ год} .$$

10. Розрахунок витрат повітря аеротенку:

Загальна годинна витрата повітря:

$$Q_{air \text{ заг}} = Q_{air(at)} + Q_{air(r)} ,$$

де $Q_{air(at)}$ – витрата повітря в зоні аерації:

$$Q_{air(at)} = F_{at \text{ факт}} \cdot I_{at} ,$$

де I_{at} – інтенсивність аерації в зоні аерації:

$$I_{at} = \frac{q_{air} \cdot H_{\kappa}}{t_{at \text{ факт}}} ;$$

$Q_{air(r)}$ – витрата повітря в зоні регенерації:

$$Q_{air(r)} = F_{r \text{ факт}} \cdot I_{at(r)} ,$$

де $I_{at(r)}$ – інтенсивність аерації в зоні регенерації:

$$I_{at(r)} = \frac{q_{air} \cdot H_{\kappa}}{t_{r \text{ факт}}},$$

де q_{air} – питома витрата повітря, яка визначається за [2] ф. 61:

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

де $q_0 = 1,1$ – питома витрата кисню за [1] п. 6.157, ф. 61;

$K_1 = 2,05$ – коефіцієнт, що враховує тип аератора за [1] табл. 42 в залежності від $f_{az}/f_{at} = 0,6$;

$K_2 = 2,08$ – коефіцієнт, що залежить від глибини занурення аераторів h_a

$$h_a = H_{\kappa} - 0,2 = 3,2 - 0,2 = 3 \text{ м};$$

$K_3 = 0,8$ – коефіцієнт якості води, приймається як для міських стічних вод без СПАР за [1] п. 6.157;

K_T – температурний коефіцієнт, який розраховується за [1] ф. 62 в залежності від T_{CB} :

$$K_T = 1 + 0,02 \cdot (T_{CB} - 20) = 1 + 0,02 \cdot (17 - 20) = 0,94;$$

C_a – розчинність кисню у стічній воді за [1] ф. 63 в залежності від h_a та C_T ;

C_T – теоретична розчинність кисню у воді при температурі T_{CB} , яка може прийматись за [4] табл. 27 або по залежності кафедри гідравліки та водовідведення:

$$C_T = 19,37 - (46 \cdot T_{CB})^{0,34} = 19,37 - (46 \cdot 16)^{0,34} = 9,9 \text{ мг/л};$$

$$C_a = \left(1 + \frac{h_a}{20,6}\right) \cdot C_T = \left(1 + \frac{3}{20,6}\right) \cdot 9,9 = 11,34 \text{ мг/л};$$

$C_0 = 2 \text{ мг/л}$ – концентрація кисню в аеротенку, приймається за [1] п. 6.157;

$$q_{air} = \frac{1,1 \cdot (192,95 - 18)}{2,05 \cdot 2,08 \cdot 0,92 \cdot 0,8 \cdot (11,34 - 2)} = 6,56 \text{ м}^3 \text{ повітря/м}^3 \text{ СВ};$$

$$I_{at} = \frac{6,56 \cdot 3,2}{2,1} = 10 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{год};$$

$$I_{at(r)} = \frac{6,56 \cdot 3,2}{3,03} = 6,93 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{год};$$

$$Q_{air(at)} = 1944 \cdot 10 = 19440 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$Q_{air(r)} = 648 \cdot 6,93 = 4490,64 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$Q_{air \text{ зар}} = 19440 + 4490,64 = 23930,64 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Вибираємо повітродувну станцію продуктивністю $25000 \text{ м}^3/\text{год}$ з 4 установленими агрегатами марки ТВ – 80 – 1,6. Розміри будівлі станції: $30 \times 18 \text{ м}$. Об'єм будівлі 6420 м^3 .

3.2.5 Вторинні відстійники

Вибираємо тип відстійника згідно [3] р. 12.2.1, 12.2.2, 12.2.3, для даної витрати підходить два типи відстійників: горизонтальні з $Q > 15000 \text{ м}^3/\text{добу}$ і радіальні з $Q \geq 20000 \text{ м}^3/\text{добу}$. Перевагу надаємо радіальним відстійникам.

Розрахунок вторинних відстійників полягає у визначенні їх кількості n_{setII} та розмірів D_{setII} .

Основним розрахунковим параметром є гідравлічне навантаження на поверхню q_{ssa} , яке для відстійників в схемах з аеротенками розраховується за [1] ф. 67:

$$q_{ssa} = \frac{4,5 \cdot K_{ss} \cdot H_{setII}^{0,8}}{(0,11 \cdot J_i \cdot a_i)^{0,5-0,01 \cdot a_i}},$$

де $K_{ss} = 0,4$ – коефіцієнт використання об'єму зони відстоювання для радіальних відстійників;

H_{setII} – глибина відстійника за [3] табл. 12.6;

$H_{setII} = 3,7$ м при $D_{setII} = 18; 24; 30$ м ;

$H_{setII} = 4,35$ м при $D_{setII} = 40$ м ;

a_i – розрахункова максимальна концентрація завислих речовин в стічних водах після вторинних відстійників, приймається за такими міркуваннями:

$$C_{дозв} \geq a_i > 10 \text{ мг/л.}$$

Приймаємо $a_i = 12$ мг/л

$$16 \geq 12 > 10 \text{ мг/л}$$

$a_i = 3,15$ мг/л ;

$J_i = 73,26$ см³/Г ;

$$q_{ssa(1)} = \frac{4,5 \cdot 0,4 \cdot 3,7^{0,8}}{(0,11 \cdot 73,26 \cdot 3,15)^{0,5-0,01 \cdot 12}} = 1,5 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{год} ;$$

$$q_{ssa(1)} = \frac{4,5 \cdot 0,4 \cdot 4,35^{0,8}}{(0,11 \cdot 73,26 \cdot 3,15)^{0,5-0,01 \cdot 12}} = 1,71 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{год} .$$

За отриманими значеннями q_{ssa} розраховується необхідна площа вторинних відстійників F_{setII} та їх кількість n_{setII} при різних значеннях f'_{set} – площі поверхні одного відстійника. Відповідні розрахунки зводимо до таблиці.

Таблиця 3.19.

$D_{setII}, м$	18	24	30	40
$d_{en}, м$	0,7	0,9	1,2	1,5
$H_{setII}, м$	3,7	3,7	3,7	4,35
$q_{ssa}, м^3 / м^2 \cdot год$	1,5	1,5	1,5	1,71
$F_{setII} = \frac{Q_{cep}}{q_{ssa}}, м^2$	1520,27	1520,27	1520,27	1333,57
$f'_{set} = \pi \cdot \frac{(D_{setII}^2 - d_{en}^2)}{4}, м^2$	254	451,5	705,4	1252
$n_{setII\ позр} = \frac{F_{setII}}{f'_{set}}$	5,98	3,37	2,15	1,06
$n_{setII\ np}$	6	4	3	2

Приймаємо 3 відстійників діаметром 30 м.

3.2.6 Блок знезараження стічних вод

Блок знезараження складається з хлораторної, змішувача і контактного резервуару.

3.2.6.1 Хлоратори

Підбираємо кількість хлораторів типу ЛОНИИ – 100.

Розраховуємо годинну кількість потрібного активного (газоподібного) хлору, кг/год:

$$G_{\text{хл}} = \frac{Q_{\text{max}} \cdot d_{\text{хл}} \cdot K_{\text{хл}}}{1000},$$

де $Q_{\text{max}} = 3101.22 \text{ м}^3/\text{год}$ – розрахункова максимальна годинна витрата стічних вод;

$d_{\text{хл}} = 3 \text{ г/л}$ – доза активного хлору за [1] п. 6.223 в залежності від схеми очистки стічних вод;

$K_{\text{хл}} = 1,5$ – коефіцієнт можливого збільшення дози хлору за [1] п. 6.223 прим. 2;

$$G_{\text{хл}} = \frac{3101.22 \cdot 3 \cdot 1,5}{1000} = 13,95 \text{ кг/год}.$$

Приймаємо **2** робочих і **1** резервний хлоратор ЛОНИИ – 100 з продуктивністю 11,7 кг/год.

3.2.6.2 Змішувачі

В якості змішувача приймаємо „Лоток Паршалья” за [3] табл. 16.2 в залежності від $Q_{\text{заг}}$:

$$Q_{\text{заг}} = 54729.86 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Розміри змішувача типу „Лоток Паршалья”, м:

Таблиця 3.20.

Пропускна здатність, $\text{м}^3/\text{добу}$	A	B	C	D	E	H_A	H'	H	L	l'	t	l''	b
32000 – 80000	1,73	0,9	1,3	1,68	1,7	0.61	0,59	0.63	6,6	7,4	11	13,97	1

3.2.6.3 Контактні резервуари

В якості контактного резервуару використовуємо горизонтальний відстійник.

Визначаємо загальний розрахунковий об'єм контактного резервуару

$$W_{\text{кр розр}}, \text{ м}^3 :$$

$$W_{кр\ розр} = \frac{Q_{\max} \cdot t_{\text{конт}} \cdot K_{\text{хл}}}{60} = \frac{3101.22 \cdot 30 \cdot 1.5}{60} = 2325.91 \text{ м}^3,$$

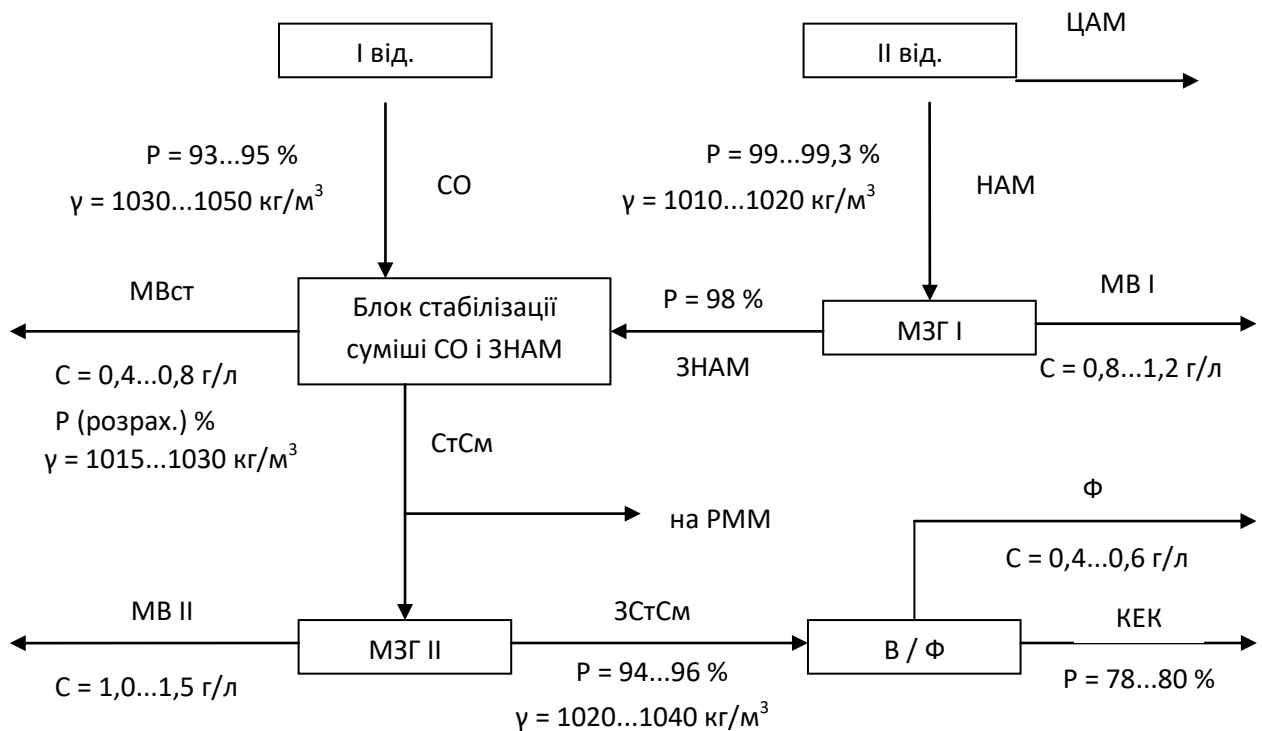
де $t_{\text{конт}} = 30 \text{ хв}$ – тривалість контакту хлорної води із стічною водою [1] п. 6.228.

За розрахунком $W_{кр\ розр} = 2325.91 \text{ м}^3$ і даних за табл. 9 у методичці визначаємо кількість та розміри відділень резервуару:

- ширина відділення $B_{\text{від}} = 9 \text{ м}$;
- довжина відділення $L_{\text{від}} = 42 \text{ м}$;
- глибина відділення $H_{\text{від}} = 2,8 \text{ м}$;
- кількість відділень $n_{\text{від}} = 4 \text{ шт}$;
- загальний фактичний об'єм контактного резервуару $W_{кр\ факт}, \text{ м}^3$:

$$W_{кр\ факт} = B_{\text{від}} \cdot L_{\text{від}} \cdot H_{\text{від}} \cdot n_{\text{від}} = 9 \cdot 42 \cdot 2,8 \cdot 4 = 4233,6 \text{ м}^3 > 2325,91 \text{ м}^3.$$

3.2.7 Блок обробки твердої фази забруднень



3.2.7.1 Мулозгущувачі НАМ І ступеня

Схема балансу об'ємів НАМ і ЗНАМ (м³/доб):

НАМ	ЗНАМ
-----	------

W _{НАМ}	W _{МВ I}
	W _{ЗНАМ}

Схема балансу мас НАМ і ЗНАМ (кг/доб):

НАМ	ЗНАМ
-----	------

M _{НАМ}	M _{р НАМ}	M _{МВ I}
	M _{ТВ НАМ}	M _{ТВ ЗНАМ}

Визначаємо масу твердої частини НАМ:

$$M_{тв НАМ} = \frac{P_i \cdot Q_{заг}}{1000},$$

де P_i – приріст АМ, г/м³, за [2] ф. 60:

$$P_i = 0,8 \cdot C_{ex1} + K_g \cdot L_{en} = 0,8 \cdot 144,4 + 0,3 \cdot 192,95 = 173,4 \text{ г/м}^3,$$

де $K_g = 0,3$ – коефіцієнт приросту АМ за [1] п. 6.148 для міських СВ;

$$M_{тв НАМ} = \frac{173,4 \cdot 54729,86}{1000} = 9490,16 \text{ кг/доб.}$$

Визначаємо масу рідкої частини НАМ:

$$M_{р НАМ} = \frac{M_{тв НАМ} \cdot P_{НАМ}}{(100 - P_{НАМ})} = \frac{9490,16 \cdot 99,3}{(100 - 99,3)} = 1346247 \text{ кг/доб.},$$

де $P_{НАМ} = 99...99,3 \%$.

Визначаємо загальну масу НАМ:

$$M_{\text{НАМ}} = M_{\text{тв НАМ}} + M_{\text{р НАМ}} = 9490,16 + 1346247 = 1355737,16 \text{ кг/доб.}$$

Визначаємо загальний об'єм НАМ:

$$W_{\text{НАМ}} = M_{\text{НАМ}} / \gamma_{\text{НАМ}} = 1355737,16 / 1020 = 1329,1 \text{ м}^3 / \text{доб.},$$

де $\gamma_{\text{НАМ}} = 1020 \text{ кг/м}^3$.

За схемою балансу мас НАМ і ЗНАМ приймаємо:

$$M_{\text{тв НАМ}} = M_{\text{тв ЗНАМ}} = 9490,16 \text{ кг/доб.}$$

Визначаємо масу рідкої частини ЗНАМ:

$$M_{\text{р ЗНАМ}} = \frac{M_{\text{тв ЗНАМ}} \cdot P_{\text{ЗНАМ}}}{(100 - P_{\text{ЗНАМ}})} = \frac{9490,16 \cdot 98}{(100 - 98)} = 465017,84 \text{ кг/доб.},$$

де $P_{\text{ЗНАМ}} = 98 \%$ за [1] табл. 58.

Визначаємо масу мулової води після МЗГ І:

$$M_{\text{МВ}} = M_{\text{р НАМ}} - M_{\text{р ЗНАМ}} = 1346247 - 465017,84 = 881229,16 \text{ кг/доб.}$$

Визначаємо об'єм мулової води після МЗГ І:

$$W_{\text{МВ}} = M_{\text{МВ}} / \gamma_{\text{МВ}} = 881229,16 / 1000 = 881,23 \text{ м}^3 / \text{доб.},$$

де $\gamma_{\text{МВ}} = 1000 \text{ кг/м}^3$.

Визначаємо загальну масу ЗНАМ:

$$M_{\text{ЗНАМ}} = M_{\text{тв ЗНАМ}} + M_{\text{р ЗНАМ}} = 9490,16 + 465017,84 = 474508 \text{ кг/доб.}$$

Визначаємо загальний об'єм ЗНАМ:

$$W_{\text{ЗНАМ}} = W_{\text{НАМ}} - W_{\text{МВ}} = 1329,1 - 881,23 = 447,87 \text{ м}^3 / \text{доб.}$$

Розраховуємо необхідний об'єм мулозгущувача МЗГ I:

$$V_{\text{МЗГ I}} = \frac{W_{\text{ЗНАМ}}}{24} \cdot t_{\text{ср.зг}} + \frac{W_{\text{МВ}}}{24} \cdot t_{\text{накоп}} = \frac{447,87}{24} \cdot 10 + \frac{881,23}{24} \cdot 2 = 260,05 \text{ м}^3,$$

де $t_{\text{ср.зг}} = 10 \text{ год}$ – середня тривалість згущення за [1] табл. 58;

$t_{\text{накоп}} = 2 \text{ год}$ – середня тривалість накопичення мулової води.

Визначаємо кількість та розміри вертикальних МЗГ I (за площею):

$$F_{\text{МЗГ I}} = \frac{W_{\text{НАМ}}}{86400 \cdot v_{\text{ц.т.}}} + \frac{W_{\text{МВ}} \cdot 1000}{86400 \cdot v_{\text{МЗГ I}}} = \frac{1329,1}{86400 \cdot 0,1} + \frac{881,23 \cdot 1000}{86400 \cdot 0,1} = 102,15 \text{ м}^2,$$

де $v_{\text{ц.т.}} = 0,1 \text{ м/с}$ – швидкість руху НАМ в центральній трубі

мулозгущувача;

$v_{\text{МЗГ I}} = 0,1 \text{ мм/с}$ – швидкість руху води у вертикальному МЗГ I,

приймається за [1] табл. 58.

Для визначення необхідної кількості вертикальних МЗГ I різних діаметрів, складаємо таблицю:

Таблиця 3.21.

Параметр	Діаметр МЗГ I D_e , м				Примітки
	4	6	9	12	
$d_{\text{ен}}, \text{ м}$	0,2	0,25	0,3	0,35	
$f_{\text{МЗГ I}}, \text{ м}^2$	12,5	28,2	63,5	113	$\frac{\pi \cdot (D_e^2 - d_{\text{ен}}^2)}{4}$
$n_{\text{МЗГ I розрах}}$	8.17	3.62	1.61	0.9	$\frac{F_{\text{МЗГ I}}}{f_{\text{МЗГ I}}}$
$n_{\text{МЗГ I факт}}$	9	4	2	1	Бажано 2; 3; 4

Приймаємо **два** вертикальних МЗГ I діаметром 9 м та площею $F_{\text{МЗГ I}} = 127 \text{ м}^2$.

3.2.7.2 Метантенки для зброджування ЗНАМ і СО І відстійників

Визначаємо масу твердої частини сирого осаду І відстійників:

$$M_{\text{тв СО}} = \frac{Q_{\text{зар}} \cdot (C_{\text{ен1}} - C_{\text{ек1бл.ф}})}{1000} = \frac{54729.86 \cdot (295,4 - 144,4)}{1000} = 8264,21 \text{ кг/доб.}$$

Визначаємо об'єм сирого осаду І відстійників:

$$W_{\text{СО}} = \frac{M_{\text{тв СО}} \cdot 100}{(100 - P_{\text{СО}}) \cdot \gamma_{\text{СО}}} = \frac{8264,21 \cdot 100}{(100 - 94) \cdot 1040} = 132,44 \text{ м}^3/\text{доб.},$$

де $P_{\text{СО}} = 94 \%$ – вологість сирого осаду;

$$\gamma_{\text{СО}} = 1040 \text{ кг/м}^3 \text{ – густина сирого осаду.}$$

Визначаємо масу рідини сирого осаду І відстійників:

$$M_{\text{р СО}} = \frac{M_{\text{тв СО}} \cdot P_{\text{СО}}}{(100 - P_{\text{СО}})} = \frac{8264,21 \cdot 94}{(100 - 94)} = 129472,62 \text{ кг/доб.}$$

Визначаємо загальну масу сирого осаду:

$$M_{\text{СО}} = M_{\text{тв СО}} + M_{\text{р СО}} = 8264,21 + 129472,62 = 137736,83 \text{ кг/доб.}$$

Вологість суміші сирого осаду та згущеного НАМ в метантенку:

$$P_{\text{см}} = \frac{M_{\text{р СО}} + M_{\text{р ЗНАМ}}}{M_{\text{СО}} + M_{\text{ЗНАМ}}} \cdot 100 = \frac{129472,62 + 465017,84}{137736,83 + 474508} \cdot 100 \approx 97,1 \%$$

Визначаємо розрахунковий об'єм метантенку:

$$V_{\text{мт розр}} = \frac{W_{\text{СО}} + W_{\text{ЗНАМ}}}{D_{\text{мт}}} = \frac{132,44 + 447,87}{10} = 5803 \text{ м}^3,$$

де D_{mt} – добове завантаження метантенку в залежності від режиму зброджування та від $P_{сми} = 97,3\%$; дорівнює 10%/доб при мезофільному режимі зброджування.

За визначеним $V_{mt\ розр} = 5803\text{ м}^3$ добираємо типорозмір (згідно [3] табл. 36.5) та кількість (не менше 2) метантенків.

Таблиця 3.22.

Номер проекту	Діаметр, м	Корисний об'єм одного резервуару, м ³	Висота, м			Будівельний об'єм, м ³	
			верхнього конусу	циліндричної частини	нижнього конусу	будівлі обслуговування	кіоску газової мережі
902-2-230	20	4000	2,9	10,6	3,5	2520	174

Конструктивні розміри метантенків кількістю 2 шт.; $V_{mt\ заг} = 8000\text{ м}^3$:

3.2.7.3 Газгольдери

Визначаємо масу беззольної речовини сирого осаду:

$$M_{бз\ CO} = M_{мс\ CO} \cdot \frac{(100 - P_{г\ CO})}{100} \cdot \frac{(100 - Z_{CO})}{100} =$$

$$= 8264,21 \cdot \frac{(100 - 5)}{100} \cdot \frac{(100 - 27)}{100} = 5731,2 \text{ кг/доб},$$

де $P_{г\ CO}$, Z_{CO} – відповідно, гігроскопічна вологість і зольність сирого осаду, приймаємо за [1] стор. 281, відповідно, 5 та 27 %.

Визначаємо масу беззольної речовини ЗНАМ:

$$M_{бз\ ЗНАМ} = M_{мс\ ЗНАМ} \cdot \frac{(100 - P_{г\ АМ})}{100} \cdot \frac{(100 - Z_{АМ})}{100} =$$

$$= 9490,16 \cdot \frac{(100 - 6)}{100} \cdot \frac{(100 - 25)}{100} = 6690,6 \text{ кг/доб},$$

де $P_{z AM}$, Z_{AM} – відповідно, гігроскопічна вологість і зольність активного мулу, приймаємо за [1] стор. 281, відповідно, 6 та 25 %.

Визначаємо масу беззольної речовини стабілізованої суміші:

$$M_{\text{бз сум}} = M_{\text{бз CO}} + M_{\text{бз ЗНАМ}} = 5731,2 + 6690,6 = 12421,8 \text{ кг/доб.}$$

Визначаємо максимально можливий теоретичний ступінь зброджування органічної речовини стабілізованої суміші:

$$R_{\text{lim}} = \frac{R_{\text{lim CO}} \cdot M_{\text{бз CO}} + R_{\text{lim ЗНАМ}} \cdot M_{\text{бз ЗНАМ}}}{M_{\text{бз сум}}},$$

де $R_{\text{lim CO}}$, $R_{\text{lim ЗНАМ}}$ – відповідно, максимально можливий теоретичний ступінь зброджування сирого осаду і активного мулу, приймаємо за [1] п. 6.353;

$$R_{\text{lim CO}} = 53\%; R_{\text{lim ЗНАМ}} = 44\%;$$

$$R_{\text{lim}} = \frac{53 \cdot 5731,2 + 44 \cdot 6690,6}{12421,8} = 48,15\%.$$

Визначаємо розпад беззольної речовини стабілізованої суміші:

$$R_r = R_{\text{lim}} - K_r \cdot D_{\text{mm}},$$

де K_r – параметричний коефіцієнт згідно [1] табл. 61 в залежності від режиму зброджування та від $P_{\text{сум}} = 97,1\%$; дорівнює 0,4 при мезофільному режимі зброджування;

D_{mm} – добове завантаження метантенку в залежності від режиму зброджування та від $P_{\text{сум}} = 97,3\%$; дорівнює 10%/доб при мезофільному режимі зброджування;

$$R_r = 48,15 - 0,4 \cdot 10 = 44,15\%$$

Визначаємо ступінь розпаду беззольної речовини:

$$A = R_r / 100 = 44,15 / 100 = 0,441 \text{ кг}_{\text{розп бз}} / \text{кг}_{\text{бз}}.$$

Визначаємо питомий вихід газу при зброджуванні стабілізованої суміші:

$$Y = \frac{A \cdot m_r}{\gamma_r} = \frac{0,441 \cdot 1}{1} = 0,441 \text{ м}^3 / \text{кг}_{\text{бз}},$$

де m_r – питомий вихід газу (кг) на 1 кг розпадаючої беззольної речовини, приймаємо за [1] п. 6.354, дорівнює $1 \text{ кг}_{\text{газу}} / \text{кг}_{\text{розп. бз}}$;

γ_r – об’ємна маса газу, приймаємо за [1] п. 6.354, дорівнює $1 \text{ м}^3 / \text{кг}_{\text{бз}}$.

Визначаємо добовий об’єм газу при зброджуванні стабілізованої суміші:

$$W_r = M_{\text{бз сум}} \cdot Y = 12421,8 \cdot 0,441 = 5478 \text{ м}^3 / \text{доб.}$$

Визначаємо необхідний об’єм газгольдерів:

$$V_{\text{гзг}} = \frac{W_r}{24} \cdot t_{\text{накоп. г}},$$

де $t_{\text{накоп. г}}$ – тривалість накопичення газу в газгольдері, приймається за [1] п. 6.359, дорівнює 3 год;

$$V_{\text{гзг}} = \frac{5478}{24} \cdot 3 = 684,75 \text{ м}^3.$$

За визначеним $V_{\text{гзг}} = 684,75 \text{ м}^3$ добираємо типорозмір (згідно [3] табл. 36.6) та кількість (не менше 2) газгольдерів.

Конструктивні розміри газгольдерів кількістю 2 шт., $V_{\text{гзг заг}} = 1200 \text{ м}^3$.

Таблиця 3.23.

Номер типового проекту	Об’єм газгольдеру, м ³	Внутрішній діаметр, мм		Висота, мм			Витрата матеріалу, т
		резервуару	колоколу	газгольдеру	резервуару	колоколу	
7-07-03/66	600	11480	10680	15400	7390	7610	41,1

3.2.7.4 Вакуум-фільтри

Визначаємо необхідну площу робочої поверхні вакуум-фільтрів:

$$F_{\text{в.ф.}} = \frac{M_{\text{тв. CO}} + M_{\text{тв. ЗНАМ}}}{b \cdot t_{\text{в.ф.}} \cdot n_{\text{в.ф.}}},$$

де b – навантаження за сухою речовиною на поверхню вакуум-фільтра, приймаємо за [1] табл. 62, дорівнює $25 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{год}$;

$t_{\text{в.ф.}} = 6 \text{ год/змін}$ – тривалість роботи вакуум-фільтру на протязі 8-годинної зміни;

$n_{\text{в.ф.}} = 2 \text{ змін/доб}$ – кількість змін роботи вакуум-фільтру на протязі доби;

$$F_{\text{в.ф.}} = \frac{8264,21 + 9490,16}{25 \cdot 6 \cdot 2} = 59,18 \text{ м}^2.$$

Конструктивні розміри вакуум-фільтрів кількістю 2 шт., $F_{\text{в.ф. заг}} = 120 \text{ м}^2$.

Таблиця 23.

Показник	
Площа робочої поверхні вакуум-фільтру, м^2	40
Діаметр барабану, мм	3000
Довжина барабану, мм	4400
Частота обертів барабану, об/хв.	0,436-1,178
Об'єм рідини в кориті, л	3000
Потужність приводу електродвигуна, кВт	3,4-4,1
Габаритні розміри, мм	6650×4300×3640
Маса, кг	
фільтру з приводами	17880
найбільш важкого вмонтованого вузла	10300

3.2.7.5 Резервні мулові майданчики (РММ)

РММ проектується в розрахунку на зневоднення до 20% річного об'єму стабілізованої суміші.

Визначаємо добовий об'єм стабілізованої суміші:

$$W_{\text{см.с}} = W_{\text{СО}} + W_{\text{ЗНАМ}} = 132,44 + 447,84 = 580,28 \text{ м}^3/\text{доб}.$$

Визначаємо площу робочої частини РММ:

$$F_{\text{роб РММ}} = W_{\text{Ст.С}} \cdot 0,2 \cdot \frac{365}{a_{\text{ММ}}},$$

де $a_{\text{ММ}} = 1,5 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{рік}$ – річне навантаження на мулові майданчики, приймається за [2] табл. 64;

$$F_{\text{роб РММ}} = 580,28 \cdot 0,2 \cdot \frac{365}{1,5} = 28240,3 \text{ м}^2.$$

Визначаємо площу зимового наморожування на РММ:

$$F_{\text{зим}} = W_{\text{Ст.С}} \cdot 0,2 \cdot \frac{t_{\text{зим}}}{h_{\text{зим}}} \cdot K_{\text{зим}},$$

де $t_{\text{зим}}$ – тривалість зимового наморожування, приймається за [1] рис.3 для України 25 дорівнює діб;

$h_{\text{зим}}$ – висота шару зимового наморожування, приймається за [1] п. 6.395, дорівнює 0,8 м;

$K_{\text{зим}}$ – коефіцієнт резервування площі РММ для зимового заморожування, приймається за [2] п. 6.395, дорівнює 0,2;

$$F_{\text{зим}} = 580,28 \cdot 0,2 \cdot \frac{25}{0,8} \cdot 0,2 = 725,35 \text{ м}^2.$$

Визначаємо загальну площу РММ:

$$F_{\text{РММ}} = F_{\text{зим}} + F_{\text{роб РММ}} = 725,35 + 28240,3 = 28965,65 \text{ м}^2.$$

За отриманим значенням $F_{\text{РММ}} = 28965,65 \text{ м}^2$ проектуємо необхідну кількість карт РММ, виходячи із рекомендованих розмірів окремих карт.

Приймаємо **20 карт РММ** розмірами:

- ширина 30 м;
- довжина 50 м;
- площа однієї карти 1500 м^2 .

Загальна площа усіх карт складає: $F_{\text{заг РММ}} = 30000 \text{ м}^2$.

ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

Консультант

/ _____ /

Здобувач(ка)

/ _____ /

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

4. Технологія будівельного виробництва

4.1. Визначення розмірів котловану:

Об'ємні споруди в даному випадку – радіальний відстійник влаштовуємо заглибленим. Розміри котловану в плані визначаються, окрім розмірів споруди, також схемою монтажу (в загальному випадку – схемами виконання технологічних процесів).

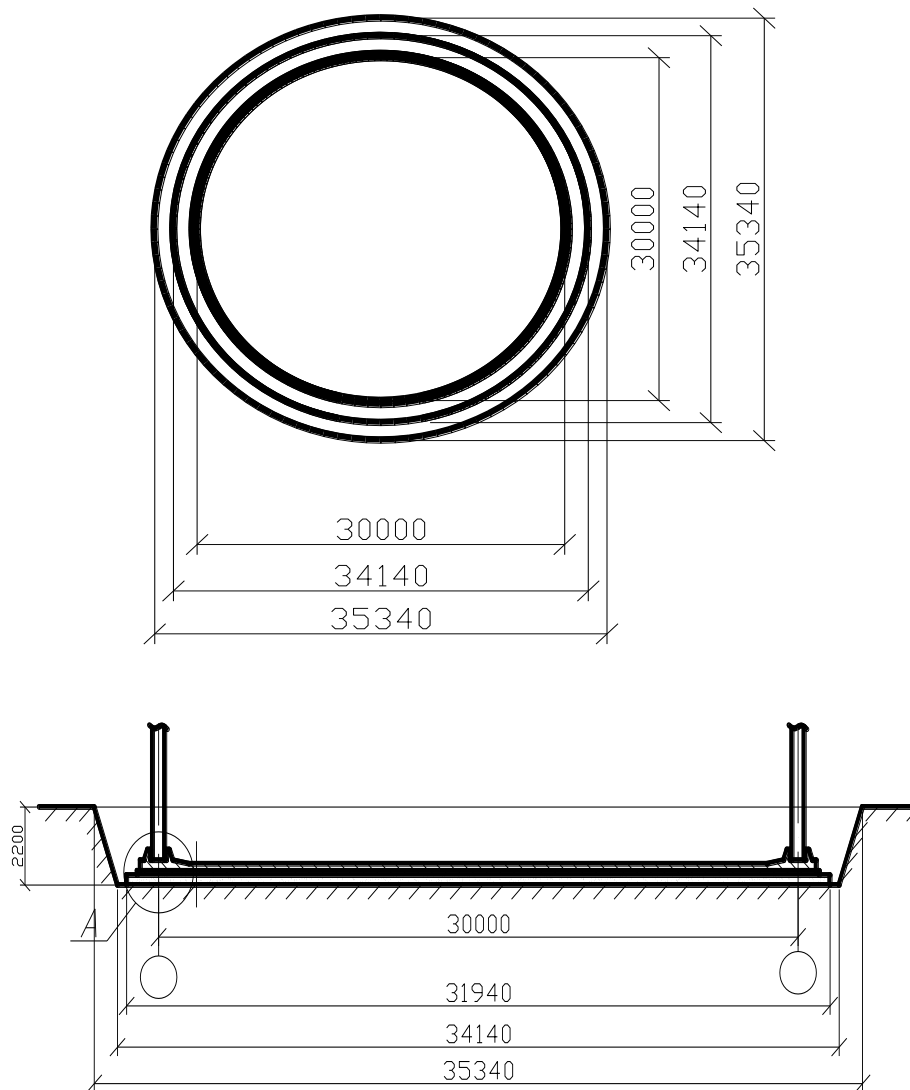


Рис.4.1 Визначення мінімальних розмірів котловану.

Мінімальні розміри котловану для споруди (рис.4.1):

$$A_{\kappa \min}^D = B_{\kappa \min}^D = A_{cn} + 2 \cdot \epsilon_p,$$

де $A_{\kappa \min}^D$ – довжина котловану по дну;

$B_{\kappa \min}^D$ – ширина котловану по дну;

A_{cn} – довжина споруди (вона ж ширина);

ϵ_p – відстань між спорудою і основою укопу; $\epsilon_p = 0.6$ м

$$A_{\kappa \min}^D = B_{\kappa \min}^D = 31.94 + 2 \cdot 0.6 = 33.14 \text{ [м]}$$

Розміри споруди A_{cn} і B_{cn} визначаються між зовнішніми, що найбільше виступають, поверхнями елементів споруди.

Такими поверхнями в спорудах водопостачання та водовідведення є зовнішні (умовні грані щебеневої підготовки (рис.4.2).

Довжина A_{cn} і ширина B_{cn} споруди будуть рівними, оскільки споруда круглої форми, і складають (рис.4.1):

$$A_{cn} = B_{cn} = A_{cn}^{HM} + 2 \cdot (\epsilon_{cm} + \epsilon_{cd}),$$

де A_{cn}^{HM} – номінальна довжина (ширина) споруди між крайніми модульними вісями;

ϵ_{cm} – відстань між модульною розливочною віссю зовнішньої стіни та її зовнішньою поверхнею;

ϵ_{cd} – відстань між зовнішньою поверхнею зовнішньої стіни та гранню щебеневої підготовки.

$$A_{cn}^{HM} = B_{cn}^{HM} = 30 \text{ [м]}$$

$$A_{cn} = B_{cn} = 30 + 2 \cdot (0.45 + 0.4 + 0.12) = 31.94 \text{ [м]}$$

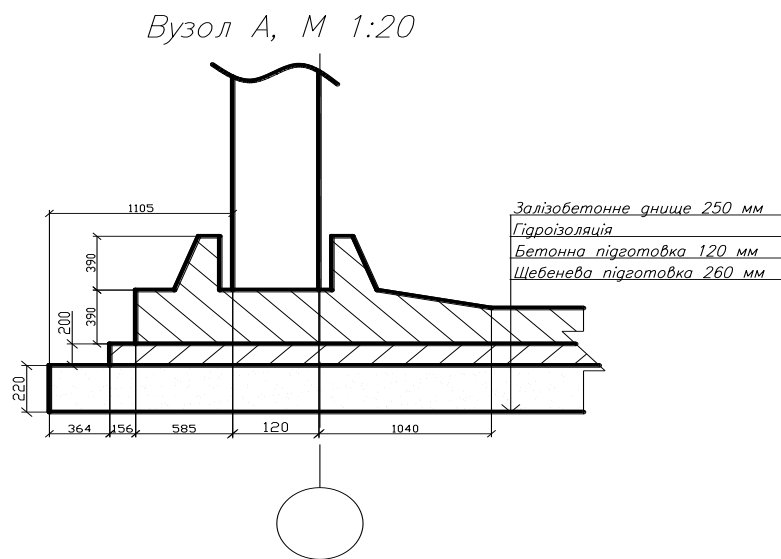


Рис.4.2 Елемент фундаменту

4.2.Визначення об'єму земляних робіт

Глибина котловану 2,9м. Для супісків коефіцієнт закладання укосів $m=0,65$. Тоді величина закладання укосів: $A=m \cdot H=0.65 \cdot 2.9=1.9\text{м}$

Ширину виїзної траншеї приймаємо рівною 4,5м, як для одностороннього руху. Коефіцієнт закладання вихідної траншеї приймаємо $m=10$.

Визначення загального об'єму ґрунту при розробці котловану

Загальний об'єм виїмки визначається як сума об'ємів котловану, виїзної траншеї.

$$V_{\text{заг}}=V1+V2+V3+V4+V5$$

$V1$ -об'єм центральної частини котловану;

$V2$ -об'єм кутової піраміди;

$V3, V5$ -об'єм торцевого призматоїда;

V4-об'єм виїзної траншеї

$$V1=56,4*406*2,9=17402,78\text{ м}^3$$

$$V2=4(m^2H^3)/3=4*(0.65^2*2.9^3)/3=8.13\text{ м}^3$$

$$V3=2(mH^2B)/3=237.16\text{ м}^3$$

$$V4=2H/6(3b+2mH*(m-m)/m))*(m-m)=2*2.9/(3*4.5+2*0.65*2.9*(10-0.65)/10)*(10-0.65)=506.27\text{ м}^3$$

$$V5=2(mH^2B/2)=2(0.65*2.9^2*106.4/2)=447.4\text{ м}^3$$

Тоді загальний об'єм складає:

$$V_{заг}=17402,78+8,13+237,16+506,27+447,4=18601,74$$

Об'єм зворотної засипки складається з: об'єма пазух, виїзних траншей, обсіпки споруди вище поверхні ґрунту.

$$V_{обс+взаг}=V_{заг}-8V_{спор}=18601-8*737,6=12700,74\text{ м}^3$$

$$V_{спор}=2.9*3.14*9^2=737.6\text{ м}^3$$

Об'єм засипки споруди:

$$V_{обс}=V_{ус.кон}-V_{спор}$$

$V_{ус.кон}$ – об'єм посіченого конуса;

$$V_{ус.кон}=1/3\Pi*3,14(10^2+10*11,3+11,3)=463,52\text{ м}^3$$

$$V_{спор.надп}=1,3*3,14*9^2=330,64\text{ м}^3$$

Об'єм обсіпки одного радіального відстійника:

$$V_{обс1}=463,52-330,64=132,38\text{ м}^3$$

Об'єм обсіпки сімох радіальних відстійників:

$$V_{обс8}=7*132,38=1063,04\text{ м}^3$$

Таким чином об'єм ґрунту, що повинен залишитися на бровці котловану:

$$V_{заг}=V_{наз}+V_{втр}+V_{обс8}=12700,94+1063,04=13763,98\text{ м}^3$$

В зв'язку з тим, що при зворотній засипці ґрунт ущільнюється до його нормальної щільності, що практично не можливо, деяка кількість ґрунту залишається. Визначимо цей об'єм:

$$V_{\text{зал}} = V_{\text{вал}}(1 - 1/K_{\text{оп}}) = 13763,98(1 - 1/1,04) = 529,35 \text{ м}^3$$

Об'єм ґрунту який необхідно вивезти:

$$V_{\text{мп}} = V_{\text{заг}} - V_{\text{зал}} = 18601,74 - 13234,36 = 5367,11 \text{ м}^3$$

Баланс ґрунту при розробці котловану:

$$V_{\text{зал}} = V_{\text{заг}} + V_{\text{мп}} = 13234,63 + 5367,11 = 18601,74 \text{ м}^3$$

Результати розрахунків заносимо в таблицю

Виймка	Об'єм, м ³	Призначення резерву	Об'єм, м ³
Котловани	18095,47	Засипка пазух	13193,74
Траншея	506,27	Влаштування Обсипки	40,89
Всього	18601,74	Всього	13234,6

4.2. Вибір схеми розробки ґрунту в котловані та вибір землерийної машини

Для більш ефективної організації робіт по влаштуванню котловану розробляють спочатку центральну частину на транспорт. Частину, що залишилася розробляють на вимет.

Ширину траншеї поверху для розробки на транспорт визначаємо:

$$B_{\text{мп}} = V_{\text{мп}} * B_k / V_{\text{заг}} = 5367,11 * 59,3 / 18601,74 = 17,12 \text{ м}$$

Тоді:

$$V_{\text{в}} = (59,3 - 17,12) = 21,09 \text{ м}$$

Розрахункові параметри екскаватора для вибору найбільш відповідної машини визначають для ділянок котловану, який підлягає розробці на вимет, а потім перевіряють для виконання процесу при розробці на транспорт.

При розробці котловану на вимет розраховують необхідний радіус вивантаження ґрунту і глибину котловану.

$$R_{\text{мп}} = 8,2 + 0,5 + 0,65 + *2,9 + 10,545 = 20,69 \text{ м}$$

Вибір ескаватора

Технічна характеристика:

В залежності від типу ґрунта і глибини котловану підбираємо одноківшовий ескаватор з зворотньою лопатою типу ЭО-6525, з такими характеристиками:

- тип ходового пристрою – пневмоколісний
- місткість ковша – $0,65 \text{ м}^3$
- маса – 20,9 т
- радіус копання на рівні стоянки:
 - найбільший $R_1=9.2 \text{ м}$
 - найменший $R = 5.0 \text{ м}$
- найбільша висота:
 - підйому ковша $H_1=3.1 \text{ м}$
 - вивантаження $R_2=8.0 \text{ м}$
- радіус вивантаження $R_2=8.0 \text{ м}$
- глибина котловану нижче рівня копання $H_2 = 3 \text{ м}$

Розробка котловану ескаватором з зворотньою лопатою

- Забій нормальної ширини.
- Лобова проходка з вивантаженням ґрунту у автотранспорт на два боки.

Максимальна ширина полоси:

$$B_{\max} = 2 \cdot \sqrt{R_0^2 - l_n^2} = 2 \cdot \sqrt{7.11^2 - 1.75^2} = 13.78 \text{ [м]},$$

де $l_n = 1.75$ – крок стоянок ескаватору;

R_0 – радіус копання:

$$R_0 = 0.9 \cdot R_{\max} = 0.9 \cdot 7.9 = 7.11 \text{ [м]}$$

Ширина забою:

$$B = (1.5 \div 1.9) \cdot R_0 = 1.7 \cdot 7.11 = 12.1 \text{ [м]}$$

Відстань від вісі проходки екскаватора до вісі руху машини.

$$l_m = b_1 - m \cdot h - 1 - \frac{b_{mp}}{2} = 6,89 - 1,1 \cdot 1 - 1,2 = 3,39$$

Транспортний засіб для перевезення шару землі
ЗИЛ ММЗ-552.

Бічна проходка

Ширина проходки:

$$B_o = b_2 + b_1 = 4,221 + 6,48 = 10,63 \text{ [м]},$$

де $b_1 = \sqrt{R_0^2 - l_n^2} = \sqrt{6,75^2 - 1,75^2} = 6,48 \text{ [м]}$ – ширина полоси від вісі руху екскаватора до внутрішньої верхньої бровки котловану;

$b_2 = 0,7 \cdot R_{cm.o} = 0,7 \cdot 6,03 = 4,221 \text{ [м]}$ – ширина полоси від вісі руху екскаватора до вісі котловану;

$$R_{cm.o} = 0,9 \cdot R_{cm} = 0,9 \cdot 6,85 \text{ [м]}$$

$$R_{cm} = R_{max} - m \cdot h = 7,5 - 1,47 = 6,03 \text{ [м]} \text{ – найменший}$$

радіус зрізання на рівні стоянки екскаватора

де $R_{max} = 7,5 \text{ [м]}$ – найбільший радіус копання на рівні стоянки;

$$m \cdot h = 0,67 \cdot 2,2 = 1,47 \text{ [м]},$$

де $m = 0,67$ – коефіцієнт відкосу ґрунту;

$$h = 2,2 \text{ [м]} \text{ – глибина котловану}$$

$$S = \sqrt{F \cdot k_p} = \sqrt{7 \cdot 2,9 \cdot 1,1} = 4,7 \text{ м}$$

Необхідна мінімальна відстань по горизонталі від основи відвалу до верху відкосу виїмки при використанні бульдозера для переміщення відвалу, в нашому випадку складатиме 1 м.

Тоді:

$$R1mp = 4,7 + 1 + 0,65 \cdot 2,9 + 7,03/2 = 10,65 \text{ м}$$

Визначаємо величину зміщення в сторону відвалу:

$$I = R1mp - R1k = 10,65 - 8,1 = 2,55 \text{ м}$$

Приймаємо 2,5 м

Визначаємо довжину відвалу:

$$l_{від} = 5 \cdot h_{від} = 5 \cdot 2,7 = 13,5 \text{ м}$$

Довжина транспортування ґрунту бульдозером при першій проходці екскаватора:

$$l_{нб}^1 = 13,5 + 1 + 2,9 \cdot 0,65 + 7,0 = 22,95 \text{ м}$$

Довжина транспортування ґрунту бульдозером при другій проходці екскаватора:

$$l_{нб}^2 = 13,5 + 1 + 2,9 \cdot 0,65 = 15,95 \text{ м}$$

Екскаватор викопує за собою ґрунт рухаючись при цьому циклічно (щоб забезпечити необхідний радіус вивантаження) і виконує навантаження ґрунту на транспорт, що підїжджає з обох сторін.

Послідовність бічної проходки

Ширина:

$$B_n = 1,8 \cdot R_{\max} = 1,8 \cdot 7,5 = 13,5 \text{ [м]}$$

Ширина проходки:

$$B_o = b_2 + b_1 = 5,905 + 4,725 = 10,63 \text{ [м]}$$

$$\Delta b = b_2 - m \cdot h = 4,221 - 1,47 = 2,75 \text{ [м]}$$

Розрахунок графіку руху транспорту при розробці котловану

1. Необхідність в транспортних засобах дає змогу забезпечити безперервність роботи екскаватора (марки ЭО – 6525).
2. В момент відїзду навантаженої транспортної одиниці, повинна бути готова для розвантаження транспортної одиниці.
3. Необхідність в транспортному засобі визначається з урахуванням їх використання, виходячи з того, що вони також використовуються безперервно.
4. Безперервність використання транспортного засобу досягається розробкою схеми їх роботи.

5. число транспортних засобів визначається, так:

Для необхідності розрахунків приймаємо транспортний засіб ЗИЛ – ММЗ – 555.

$$N = \frac{t_n + t_{np} + t_p + t_{mp} + t_{mp} + t_{mp}}{t_n + t_{mp}} = \frac{2.06 + 10.4 + 1 + 0.3 + 0.6 + 1.3}{2.98 + 0.3} = 7$$

де t_n – час погрузки ґрунту в транспортний засіб, хв; t_{np} – час пробігу транспортногo засобу від місця завантаження до місця розвантаження і повернення; t_p – час розвантаження транспортного засобу (таб.7), хв; t_{mn} – час маневрування машини при встановленні її під завантаження (таб.7), хв; t_{mp} – час маневрування машини при встановленні її під розвантаження (таб.7), хв; t_{mn} – протяжність технологічних розрахунків в роботі транспортного засобу, хв;

6. Визначення часу завантаження ґрунту в транспортний засіб, t_n :

$$t_n = \frac{M \cdot t_y}{60 \cdot K_T} = \frac{3.04 \cdot 24.5}{60 \cdot 0.6} = 2.06 \text{ хв}$$

де M – кількість ковшів екскаватора, яка забезпечує наповнення кузова транспортного засобу; t_y – протяжність циклу екскаватора (таб.5), сек; K_m – коефіцієнт транспорту (таб.8):

$$M = \frac{P}{\rho \cdot K_1} = \frac{4.5}{1.65 \cdot 0.895} = 3.04$$

де P – вантажопідйомність транспортного засобу (таб.1), т; ρ – середня щільність ґрунту в нормальному стані (таб.2), т/м³; K_1 – коефіцієнт наповнення ковша щільним ґрунтом:

$$K_1 = \frac{K_n}{K_p} = \frac{1.02}{1.14} = 0.895$$

де K_n – Коефіцієнт наповнення ковша екскаватора розпушеним ґрунтом,

Марка транспорт у	ґрунт	Група ґрунта	Об'єм ковша м^3	$t_{ц}$ сек.	K_T (0,55.. 0,6)	P т	ρ т/м^3	t_p сек.	$t_{мп}$ сек.	$t_{мр}$ сек.	$t_{тп}$ сек.	L км.	V_{cp} км/год
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ЗИЛ – ММЗ – 555	супіс ок	1	1	24 ,5	0,6	4,5	1,65	1	0,3	0,6	1,3	2,6	30

(0,95...1,02); K_p – коефіцієнт розпушення ґрунту, (1,12...1,17).

7. Визначення часу пробігу транспортного засобу, t_{np} :

$$t_{np} = \frac{2 \cdot L \cdot 60}{V_{cp}} = \frac{2 \cdot 2,6 \cdot 60}{30} = 10,4$$

де L – відстань від місця завантаження до місця розвантаження (вихідні дані); V_{cp} – швидкість руху транспортного засобу, км/год.

ОХОРОНА ПРАЦІ

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

5.1 Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів, що виникають при експлуатації очисних споруд.

На станції очищення стічної води присутні небезпечні і шкідливі фактори. Аналіз заходів щодо їхнього усунення наведено в таблицях.

Шкідливі фактори

Таблиця 5.1

Найменування шкідливого фактора	Чим викликаний шкідливий фактор	До чого приводить вплив шкідливих факторів	Норма	Засоби передбачені проектом по його усуненню
1	2	3	4	5
Зниження температури у виробничих приміщеннях і спорудженнях	Низькою температурою навколишнього середовища	До захворювань обслуговуючого персоналу	18 ⁰ С	Пристрій опалення будинку, теплоізоляція, пристрій захисту екранів.
Підвищення вологості повітря в приміщенні фільтрів	Випаром води	Дискомфорт, погіршення самопочуття	60% у холодний час року 75% у теплий час року	Устаткування місцевими чи відсіками постачені кришками
Підвищений рівень шуму і вібрації(у маш. залі НС і приміщенні де встановлене технічне обладнання)	Роботою обладнання	Підвищення кровеносного тиску, дратливість, депресії	95дБ	Пристрій динамічного віброгасителя, застосування звукобірних матеріалів
Недостатня освітленість робочої	Конструкцією	До захворювання і	150лк у маш.зал	Переносний освітлювальний

зони		травматизму	300лк у лаб	прилад
Вплив газу(хлору)	Аваріями і необережністю	До отруєнь	$1\text{м}^2 / \text{м}^3$	Устаткування в приміщеннях з втяжкою з 6- кратним повітрообміном
Підвищене забруднення повітря в робочій зоні пило утворюючими речовинам	Вантажними операціями	Отруєння обслуговуючого персоналу	$0,1-10,0 \text{ м}^2 / \text{м}^3$	Застосування респіраторів

5.2 Небезпечні виробничі фактори

Таблиця 5.2

Назва небезпечного фактору	Чим викликаний небезпечний фактор	До чого приводить вплив небезпечних факторів	Засоби передбачені проектом по його усуненню
1	2	3	4
Елементи обладнання, що рухаються (лебідки, мішалки)	Обертальним і поступальним рухом	До травматизму і втрати працездатності	Визначення і вивіска попереджувальних знаків
Предмети, що відлітають (при вібрації заглушок з використанням трубопроводів, при розр. труб)	Відлітання предметів	До травматизму і втрати працездатності	Дотримання правил ТБ
Утворення вибухонебезпечних	Скупчення газів	До травматизму і втрати	Вентиляція і дотримання правил

газових сумішей (у замкнутому просторі)		працездатності	ТБ
Небезпечний рівень напруги в електричному ланцюзі.	Порушення ін. експлуатації установок, неправильна організація праці	Враження електричним струмом	Влаштування заземлення та занулення, дотримання правил ТБ

5.4 Техніка безпеки при укладанні трубопроводів.

Проектом передбачаються наступні заходи:

- точне розміщення всіх діючих підземних комунікацій на місцевості фіксується металевими табличками з відповідними знаками та надписами;
- роботи поблизу перенесених комунікацій або при їх перетині виконуються під керівництвом виконроба. В охоронних зонах діючих електрокабелів і газопроводів під наглядом виконроба та робітників електро господарства;
- в безпосередній близькості від діючої підземних комунікацій (2м по горизонталі, 1м над комунікаціями) ґрунт розробляти вручну лопатами;

Якщо в землі виявленні вибухонебезпечні матеріали, роботи припинити, вивести всіх людей із вибухонебезпечної зони і організувати охорону цієї зони. Повідомити органам місцевої влади про небезпеку.

Виробництво на ділянках з патогенним забрудненням ґрунту (звалищах, скотомогильниках, кладовищах), виконуються після письмового узгодження з органами державного надзору.

Всі котловани в населеному пункті і траншеї огорожуються Колодязі огорожуються, або перекриваються суцільним настилом. Огородження виконується з інвентарних збірних елементів стійких до

зовнішніх впливів. На них встановлюють попереджувальні знаки та написи а в нічний час підключають освітлювальні прилади.

Грунт із котловану і траншей видаляється на відстань 0.5 м від бровок

Профілактичні засоби боротьби з оповзнями зсувами і обвалами ґрунта використовують слідуєчі роботи:

-закріплення підшви укосів палями розміщеними в шаховому порядку. Влаштування підпірних стінок із твердих порід на розчині достатньої міцності. Обвалення нависаючих козирків засобами механізації. Зменшення кута відкосу.

-найбільшу небезпеку при укладанні трубопроводів викликають роботи, пов'язані з вантажо-розвантажуванням труб, їх транспортуванням і укладанням в траншею, обробкою і закладкою стиків ізоляцією.

Місця проведення електрозварювальних робіт на трубопроводах захищають від атмосферних опадів, вітру, сонячних промінів тимчасовими навісами.

Перед початком робіт по опусканню трубопроводів в траншею перевіряють засоби опускання труб – стропи, канати і трубоукладальні засоби та машини. Не допускається скочування трубопроводу в траншею за допомогою ломів і ваг.

При опусканні в траншею різної трубопровідної арматури вантажопідйомними механізмами забороняється закріпляти стропи за маховики, штоки і ригелі засувки і шиберів. Стропування арматури дозволяється тільки за корпус.

Робота людей в незакріплених траншеях і колодязях небезпечна, тому постійно ведеться контроль за станом укосів. При рухливості ґрунту, або ослабленні кріплень траншеї всі люди негайно виходять із траншеї на безпечне місце до часу усунення наслідки зсуву ґрунту.

ЛІТЕРАТУРА

1. Державні будівельні норми України (ДБН В.2.5-64:2012) "Зовнішні мережі та споруди водопостачання і водовідведення". – Київ: Мінрегіонбуд України, 2012. – 145 с.
2. Шаповалов, О. І. Технічне обслуговування систем водовідведення: навчальний посібник. – Одеса: Видавництво ОНУ, 2010. – 276 с.
3. Тарасенко, Л. Г. Очисні споруди і технології: підручник. – Київ: Наукова думка, 2011. – 458 с.
4. Хоружий П.Д., Ткачук О.А. Водопровідні системи і споруди: Навч. посібник. - К.: Вища шк., 1993. - 230 с.
5. Хоменко, Г. М. Гідравлічні розрахунки в системах водопостачання та водовідведення. – Харків: Видавництво ХНУМГ, 2014. – 280 с.
6. Довідник по сільськогосподарському водопостачанню та каналізації / П.Д. Хоружий, В.О. Орлов, О.А. Ткачук та ін.; За ред. П.Д. Хоружого - К.: Урожай, 1992.-296 с.
7. Чернишов, Ю. О. Основи проектування систем водовідведення. – Київ: Видавничий дім "Академія", 2015. – 345 с.
8. Хоменко, Г. М. Гідравлічні розрахунки в системах водопостачання та водовідведення. – Харків: Видавництво ХНУМГ, 2014. – 280 с.
9. Шатило, М. О. Управління якістю водних ресурсів. – Київ: Видавництво "Екологія", 2016. – 320 с.
10. Батура Г. М. Методичні вказівки до курсової роботи “Виконання земляних робіт”.
11. Хохлачева Г. Н. Методичні рекомендації до виконання курсового проекту з монтажу будівельних конструкцій. Монтаж одноповерхового промислового будинку. Рівне, 2002 р.
12. Інженерні рішення з охорони праці в будівництві», Київ, «Основа», 2011.

13. НАОП 9.0.20.-1.01-96 Правила «Охорона праці під час експлуатації систем водопостачання і каналізації».
14. Попович, С. В. Екологічна безпека водних ресурсів: навчальний посібник. – Київ: Академперіодика, 2013. – 288 с.
15. Сафонов В.В. Інженерні рішення з охорони праці при розробці дипломних проектів інженерно-будівельних спеціальностей: Навчальний посібник . – К.: Основа, 2011. – 480 с.
16. Андреєв, Ю. М. Водопостачання та водовідведення: підручник для вузів. – Київ: Либідь, 2008. – 512 с.