

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ
ФАКУЛЬТЕТ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ ТА ЕКОЛОГІЇ
КАФЕДРА ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ**

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЗДОБУВАЧА СТУПЕНЯ ВИЩОЇ ОСВІТИ МАГІСТР
ЗА ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНОЮ ПРОГРАМОЮ**

на тему:

**«Водовідведення та очистка стічних вод населеного пункту з розробкою
технології попередньої очистки промислових стічних вод від
підприємства»**

Кузьмін Гліб Володимирович

Київ 2024 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет інженерних систем та екології
Кафедра водопостачання та водовідведення

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
водопостачання та водовідведення
_____Хоружий В.П.
„___” _____ 2024 року

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЗДОБУВАЧА СТУПЕНЯ ВИЩОЇ ОСВІТИ МАГІСТР
ЗА ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНОЮ ПРОГРАМОЮ**

**«Водовідведення та очистка стічних вод населеного пункту з розробкою
технології попередньої очистки промислових стічних вод від
підприємства»**

<i>Я як здобувач вищої освіти КНУБА розумію і підтримую політику закладу з академічної доброчесності. Я не надавав(-ла) і не одержував(-ла) незгодовану допомогу під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.</i>	Здобувач: Кузьмін Гліб Володимирович Спеціальність: 192. Будівництво та цивільна інженерія Освітня програма: Водопостачання та водовідведення Керівник: Нечипор О.М к.т.н., доцент Рецензент: Хоружий В.П., д.т.н., професор <i>Ідентичність підтверджую</i>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Київ 2024 р.

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет інженерних систем та екології

Випускова кафедра: водопостачання та водовідведення

Освітній ступінь: магістр

Спеціальність: 192. Будівництво та цивільна інженерія

Освітня програма: Водопостачання та водовідведення

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

В.П. Хоружий

« _____ » _____ 2024 року

ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
ЗДОБУВАЧА СТУПЕНЮ ВИЩОЇ ОСВІТИ МАГІСТР
за освітньо-професійною програмою

Кузьмін Гліб Володимирович

(Прізвище, ім'я та по батькові)

1. Тема роботи: «Водовідведення та очистка стічних вод населеного пункту з розробкою технології попередньої очистки промислових стічних вод від підприємства»

затверджені наказом ректора КНУБА № _____ від _____ 2024 року

2. Керівник роботи Нечипор Оксана Михайлівна, к.т.н,

доц.

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

3. Строк подання здобувачем роботи до захисту: 25.12.2024

4. Вихідні дані до проекту:

Щільність населення в районах, тис.чол./км²: I^й район – 40; II^й район – 28.

Ступінь благоустрою жилої забудови : I^й район – 3; II^й район – 2.

Витрати підприємств: Підприємство №1 – 4200 м³/доб, підприємство №2 – 2700 м³/доб, підприємство №3 – 5300 м³/доб,

5. Зміст пояснювальної записки по розділам:

Р. 1. Проектування мережі водовідведення міста;

Р. 2. Розрахунок очисних споруд водовідведення міста;

Р. 3. Санітарно-технічне обладнання будинку;

Р. 4. Локальні очисні споруди промислового підприємства;

Р. 5. Охорона навколишнього середовища;

Р. 6. Охорона праці.

6. Графічний матеріал по розділам

Р. 1. Генеральний план з розводкою мереж водовідведення; Профіль колектора.

Р. 2. Очисні споруди водовідведення міста, розріз руху стічних вод по спорудам

Р. 3. Санітарно-технічне обладнання будинку

Р. 4. Загальний план локальних очисних споруд промислового підприємства.

7. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

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

8. Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1.	08.10.24
Розділ 2.	23.10.24
Розділ 3.	09.11.24
Розділ 4.	23.11.24
Розділ 5.	12.11.24
Розділ 6.	07.12.24
Остаточне оформлення роботи	21.12.24
Направлення роботи для перевірки на плагіат	23.12.24
Попередній захист роботи на кафедрі	24.12.24
Направлення роботи на рецензування	26.12.24

9. Дата видачі завдання 04.10.2024

Керівник: _____ / Нечипор О.М. /

Здобувач: _____ / Кузьмін Г.Б. /

РЕЗЮМЕ (summary)		<i>Кузьмін Гліб Володимирович</i>	
до кваліфікаційної роботи здобувача:		<i>Gleb Kuzmin</i>	
Назва ЗВО	Київський національний університет будівництва і архітектури		
Тема (українською та англійською)	«Водовідведення та очистка стічних вод населеного пункту з розробкою технології попередньої очистки промислових стічних вод від підприємства» «Drainage and wastewater treatment of a settlement with the development of technology for preliminary treatment of industrial wastewater from the enterprise»		
Освітній ступень	Магістр за освітньо-професійною програмою навчання		
Факультет	Інженерних систем та екології		
Кафедра	Водопостачання та водовідведення		
Спеціальність	192. Будівництво та цивільна інженерія		
Освітня програма	Водопостачання та водовідведення		
Керівник	Нечипор Оксана Михайлівна		
Обсяг роботи:	пояснювальна записка, стор.	розділів	креслень формату А1
		6	8
Розділ 1	Проектування мережі водовідведення міста;		
Розділ 2	Розрахунок очисних споруд водовідведення міста		
Розділ 3	Санітарно-технічне обладнання будинку		
Розділ 4	Локальні очисні споруди промислового підприємства		
Розділ 5	Охорона навколишнього середовища		
Розділ 6	Охорона праці		
Ключові слова: Водовідведення, очисні споруди водовідведення, стічні води, мережі міста, забруднення, осад.			
Keywords: Wastewater, wastewater treatment plants, city networks, pollution, sludge.			

Укладач: _____ / Кузьмін Г.Б. /

Керівник: _____ / Нечипор О.М. /

“ ___ ” _____ 2024

Зміст

ВСТУП	7
Розділ №1. Проектування мережі водовідведення міста	8
Розділ №2. Розрахунок очисних споруд водовідведення	21
Розділ №3. Санітарно-технічне обладнання будинку	63
Розділ №4. Локальні очисні споруди промислового підприємства.....	76
Розділ №5. Охорона навколишнього середовища	97
Розділ №.6 Охорона праці	118
Список літератури	123

ВСТУП

Забезпечення ефективного водовідведення та очистки стічних вод є критично важливим завданням для сучасних населених пунктів, особливо враховуючи швидкі темпи урбанізації та індустріалізації. Відсутність належної системи водовідведення може призводити до серйозних екологічних проблем, таких як забруднення водних ресурсів, зниження якості питної води та негативний вплив на здоров'я населення. Особливо актуальною є проблема очищення промислових стічних вод, які можуть містити шкідливі хімічні сполуки та важкі метали.

Актуальність цієї роботи полягає в розробці ефективних технологій попередньої очистки промислових стічних вод, що дозволить знизити навантаження на очисні споруди населеного пункту та покращити якість води, що надходить у навколишнє середовище. Використання сучасних методів та технологій очистки води сприятиме зменшенню впливу промислових підприємств на екологічний стан регіону.

Основною метою даної дипломної роботи є аналіз існуючих систем водовідведення та очистки стічних вод, а також розробка нових технологічних рішень для попередньої очистки промислових стічних вод. У роботі буде розглянуто сучасні методи механічної, хімічної та біологічної очистки води, їхні переваги та недоліки, а також можливості інтеграції цих технологій в існуючі системи водовідведення.

Завдяки впровадженню розроблених технологій попередньої очистки промислових стічних вод можна очікувати покращення екологічного стану населеного пункту, зниження ризику забруднення водних ресурсів та підвищення якості життя населення. Це, у свою чергу, сприятиме стійкому розвитку регіону та забезпеченню екологічної безпеки для майбутніх поколінь.

Розділ №1.

Проектування мережі водовідведення міста

								Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА		8

Розрахунок водовідвідної мережі міста

Дані про промислові підприємства:

№ пор	Назва підприємств	Кількість змін	Кількість продукції, що виробляє			Питоме водовідведення на одиницю продукції м ³	Кількість працюючих х		Відсоток працюючих в цехах з підвищенням тепловідленням	Відсоток тих, хто користується душем
			Одиниці виміру	За добу	За максимальну зміну		Всього	В максимальну зміну		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Молокозавод	3	т	100	40	2,0	400	150	30	5
2	Машинобудівний завод	3	шт.	300	110	3	800	300	20	40
3	Завод з виготовлення фарфору	3	шт.	150	60	2,5	700	300	20	40

Водовідвідна мережа побутових і виробничих стічних вод

Питоме водоспоживання згідно ступеню благоустрою району і даних експлуатації системи водопостачання міста-аналога складає:

для району I – $n_{w1}=250$ л/чол.доб, а району II – $n_{w2}=230$ л/чол.доб.

Враховуючи, що питоме водоспоживання дорівнює питомому водовідведенню, розраховується питомий стік для районів міста

$$q_{01}=40000*250/86400=115,7 \text{ л/с}$$

$$q_{02}=28000*230/86400=74,5 \text{ л/с}$$

Середні витрати стічних вод з кожного кварталу

№ кварталу	Розміри кварталу, км*км	Площа кварталу, км ²	Щільність населення, Р	К-ть жителів у кварталі, N чол	Норма водовідведення	Питомий стік	Середні витрати кв-лу
1 район							
1	0,57x0,25	0,1425	40000	5700	250	115,74	16,49
2	0,59x0,2	0,118	40000	4720	250	115,74	13,66
3	0,61x0,21	0,1281	40000	5124	250	115,74	14,83
4	0,68x0,25	0,17	40000	6800	250	115,74	19,68
5	0,67x0,2	0,134	40000	5360	250	115,74	15,51
6	0,67x0,23	0,1541	40000	6164	250	115,74	17,84
7	0,57x0,27	0,1539	40000	6156	250	115,74	17,81
8	0,63x0,25	0,1575	40000	6300	250	115,74	18,23
9	0,56x0,21	0,1176	40000	4704	250	115,74	13,61
10	0,56x0,26	0,1456	40000	5824	250	115,74	16,85
11	0,54x0,24	0,1296	40000	5184	250	115,74	15,00
12	0,53x0,22	0,1166	40000	4664	250	115,74	13,50
13	0,53x0,18	0,0954	40000	3816	250	115,74	11,04
14	0,53x0,29	0,1537	40000	6148	250	115,74	17,79
15	0,55x0,24	0,132	40000	5280	250	115,74	15,28
16	0,47x0,26	0,1222	40000	4888	250	115,74	14,14
17	0,46x0,24	0,1104	40000	4416	250	115,74	12,78
18	0,55x0,24	0,132	40000	5280	250	115,74	15,28
19	0,57x0,27	0,1539	40000	6156	250	115,74	17,81
20	0,54x0,26	0,1404	40000	5616	250	115,74	16,25
21	0,49x0,23	0,1127	40000	4508	250	115,74	13,04
22	0,54x0,1	0,054	40000	2160	250	115,74	6,25
		2,8742		114968			332,66
2 район		-		-			-

23	0,49x0,29	0,1421	28000	3979	230	74,54	10,59
24	0,54x0,23	0,1242	28000	3478	230	74,54	9,26
25	0,56x0,26	0,1456	28000	4077	230	74,54	10,85
26	0,54x0,28	0,1512	28000	4234	230	74,54	11,27
27	0,56x0,2	0,112	28000	3136	230	74,54	8,35
28	0,57x0,28	0,1596	28000	4469	230	74,54	11,90
29	0,59x0,26	0,1534	28000	4295	230	74,54	11,43
30	0,6x0,15	0,09	28000	2520	230	74,54	6,71
31	0,48x0,29	0,1392	28000	3898	230	74,54	10,38
32	0,47x0,23	0,1081	28000	3027	230	74,54	8,06
33	0,47x0,26	0,1222	28000	3422	230	74,54	9,11
34	0,5x0,22	0,11	28000	3080	230	74,54	8,20
35	0,5x0,19	0,095	28000	2660	230	74,54	7,08
36	0,47x0,29	0,1363	28000	3816	230	74,54	10,16
37	0,45x0,27	0,1215	28000	3402	230	74,54	9,06
38	0,45x0,9	0,405	28000	11340	230	74,54	30,19
39	0,46x0,3	0,138	28000	3864	230	74,54	10,29
40	0,46x0,3	0,138	28000	3864	230	74,54	10,29
41	0,48x0,23	0,1104	28000	3091	230	74,54	8,23
42	0,5x0,32	0,16	28000	4480	230	74,54	11,93
43	0,5x0,18	0,09	28000	2520	230	74,54	6,71
		2,9518		82650			220,02

Визначення кількості промислових стічних вод

№ з/п	Підприємство	Зміни	Од. виміру продукції	Кіл-ть випускної продукції за зміну	Норма води на од. продукції мЗ/т	Промисловий стік		
							за зміну	мЗ/год
		8-16	т	40	2	80	10	2,8
1	Молокозавод	16-24	т	30	2	60	7,5	2,1
		24-8	т	30	2	60	7,5	2,1
				100		200	25	6,9
		8-16	шт	110	3	330	41,25	11,5
2	Машинобудівний завод	16-24	шт	95	3	285	35,63	9,9
		24-8	шт	95	3	285	35,625	9,9
				300		900	112,5	31,3
		8-16	шт	60	2,5	150	18,8	5,2
3	Завод з виготовлення фарфору	16-24	шт	45	2,5	112,5	14,1	3,9
		24-8	шт	45	2,5	112,5	14,1	3,9
				150		375	46,9	13,0

Визначення кількості господарсько-фекальних вод з підприємства

№ з/п	Підприємство	Зміни	К-ть працюючих по змінах і цехах			Норма водовідведення л/чол за зміну		Водовідведення		
			гарячі цехи	холодні цехи	всього	гарячі цехи	холодні цехи	за зміну	м³/год	л/с
1	Молоко завод	1 8-16	45	105	150	45	25	4,65	0,58	0,16
		2 16-24	37,5	87,5	125	45	25	3,87	0,48	0,13
		3 0-8	37,5	87,5	125	45	25	3,87	0,48	0,13
					400					
2	Машинобудівний завод	1 8-16	60	240	300	45	25	8,70	1,09	0,30
		2 16-24	50	200	250	45	25	7,25	0,91	0,25
		3 0-8	50	200	250	45	25	7,25	0,91	0,25
					800					
3	Завод з виготовлення фарфору	1 8-16	60	240	300	45	25	8,70	1,09	0,30
		2 16-24	40	160	200	45	25	5,80	0,73	0,20
		3 0-8	40	160	200	45	25	5,80	0,73	0,20
					700					

Стічні води від душових

№ з/п	Назва підприємства	Зміна	К-ть працюючих	% корист. душем	К-ть людей що приймають душ	К-ть душових сіток	Душові витрати
1	Молокозавод	1 8-16	150	50	75	19	5,86
		2 16-24	125		62,5	16	7,03
		3 0-8	125		62,5	16	5,86
2	Машинобудівний завод	1 8-16	300	40	120	15	4,69
		2 16-24	250		100	13	5,63
		3 0-8	250		100	13	4,69
3	Завод з виготовлення фарфору	1 8-16	300	40	120	15	3,75
		2 16-24	200		80	10	5,63
		3 0-8	200		80	10	3,75

Загальна кількість стічних вод від промислових підприємств

№ з/п	Промислові підприємства	Зміна	Характеристика стоку			Загалом	Розрахункові витрати л/с
			Промстік	Побутовий	Душовий		
1	Молокозавод	1 8-16	2,8	0,16	5,86	8,82	9,26
		2 16-24	2,1	0,13	7,03	9,26	
		3 0-8	2,1	0,13	5,86	8,09	
2	Машинобудівний завод	1 8-16	11,5	0,3	4,69	16,49	16,49
		2 16-24	9,9	0,25	5,63	15,78	
		3 0-8	9,9	0,25	4,69	14,84	
3	Завод з виготовлення фарфору	1 8-16	5,2	0,3	3,75	9,25	9,73
		2 16-24	3,9	0,2	5,63	9,73	
		3 0-8	3,9	0,2	3,75	7,85	

Сумарні витрати стічних вод від населення

Райони	Площа кв-лів	Щільність населення Р, чол/км ²	К-ть мешканців	Питоме водовід.	Середнє водовід.			Загальний коеф. нерівномірності		Мінімальні витрати		Максимальні витрати	
					м3/добу	м3/год	л/с	Kgen.max	Kgen.min	м3/год	л/с	м3/год	л/с
1	2,8742	40000	114968	250	7983,84	1197,576	332,66	1,5418	0,6265	750,28	208,41	1846,42	512,90
2	2,9518	28000	82650	230	5280,48	792,072	220,02	1,57	0,608	481,58	133,77	1243,55	345,43
	5,826		197618		13264,32	1989,648	552,68	1,4968	0,6632	1319,53	366,54	2978,11	827,25

Зведена відомість водовідведення по місту

Об'єкт	Водовідведення		
	середньодобове	максимальна година	Розрах. л/с
1 район	7983,84	1846,42	512,9
2 район	5280,48	1243,55	345,43
Місто в цілому	13364,32	2978,11	827,25
Молокозавод			9,26
Машинобудівний завод			16,49
Завод з виготовлення фарфору			9,73
			862,73

Визначення розрахункових витрат стічних вод

№ ділянки	№ площ		Середні витрати жилих кварталів			Заг. коефіцієнт нерівномірності		Розрахункові витрати						
								Житлові кв-ли		Зосереджені			Загалом	
	Власні	Приток	Власні	Приток	Загальні	Kgen.min	Kgen.max	Min	Max.	Власні	Приток	Загалом	Qmin	Qmax
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Колектор1-КНС														
1 - 2	-	7	-	17,81	17,8	0,4890	1,9440	8,7091	34,6226	9,730	-	9,730	18,4391	34,6226
2 - 3	-	1,7,8	-	52,53	52,5	0,5520	1,6950	28,9966	89,0384	-	9,730	9,730	28,9966	98,7684
3 - 4	-	1,2,7,8,9	-	79,80	79,8	0,5738	1,6404	45,7892	130,9039	-	9,730	9,730	45,7892	140,6339
4 - 5	-	1-3,7-10	-	111,48	111,5	0,5917	1,5971	65,9627	178,0447	-	9,730	9,730	65,9627	187,7747
5 - 6	-	1-4,7-11	-	146,16	146,2	0,5969	1,5885	87,2429	232,1752	-	9,730	9,730	87,2429	241,9052
6 - 7	-	1-5,7-12	-	175,17	175,2	0,6013	1,5812	105,3297	276,9788	-	9,730	9,730	105,3297	286,7088
7 - 8	13	1 -12	11,04	193,01	204,1	0,6056	1,5740	123,5727	321,1747	-	9,730	9,730	123,5727	330,9047
8 - 9	22	1 - 13	6,25	204,05	210,3	0,6065	1,5724	127,5470	330,6757	-	9,730	9,730	127,5470	340,4057
9 - 10	30	1 - 13,14 - 29	6,71	406,32	413,0	0,6595	1,5217	272,3933	628,5078	-	9,730	9,730	272,3933	638,2378
10 - 11	38	1 - 30	30,19	413,03	443,2	0,6701	1,5142	297,0017	671,1237	-	9,730	9,730	297,0017	680,8537
11 - 12	41	1 - 40, 42	8,23	537,78	546,0	0,6918	1,4972	377,7297	817,4862	-	35,480	35,480	377,7297	852,9662
12 - КНС	43	1 - 42	6,71	546,01	552,7	0,6921	1,4968	382,5375	827,3113	-	35,480	35,480	382,5375	862,7913
Бічний колектор 14-9														
14-15	-	14, 23	-	28,3800	28,3800	0,5140	1,8441	14,5873	52,3356	-	-	-	14,5873	52,3356
15-16	-	14, 15,23,24	-	52,9200	52,9200	0,5523	1,6942	29,2277	89,6571	-	-	-	29,2277	89,6571
16-17	-	14-16,23-25	-	77,9100	77,9100	0,5723	1,6442	44,5879	128,0996	-	-	-	44,5879	128,0996
17-18	-	14-17,23-26	-	101,9600	101,9600	0,5903	1,5995	60,1870	163,0850	-	-	-	60,1870	163,0850
18-19	-	14-18,23-27	-	125,5900	125,5900	0,5938	1,5936	74,5753	200,1402	-	-	-	74,5753	200,1402
19-20	-	14-19,23-28	-	155,3000	155,3000	0,5983	1,5862	92,9160	246,3369	-	-	-	92,9160	246,3369
20-21	-	14-20,23-29	-	182,9800	182,9800	0,6024	1,5793	110,2272	288,9803	-	-	-	110,2272	288,9803
21-9	-	14-21,23-29	-	196,0200	196,0200	0,6044	1,5760	118,4745	308,9275	-	-	-	118,4745	308,9275
Бічний колектор 22-11														
22-23	-	31	-	10,4	10,4	0,4520	2,0920	4,6918	21,7150	-	-	-	4,6918	21,7150
23-24	-	31,32	-	18,44	18,44	0,4922	1,9312	9,0762	35,6113	-	-	-	9,0762	35,6113
24-25	-	31-33	-	27,55	27,6	0,5127	1,8493	14,1249	50,9482	-	9,2600	9,2600	14,1249	60,2082
25-26	-	31-34	-	35,8	35,8	0,5263	1,7947	18,8152	64,1605	-	9,2600	9,2600	18,8152	73,4205
26-27	-	31-35	-	42,8	42,8	0,5380	1,7480	23,0425	74,8668	-	25,7500	25,7500	23,0425	100,6168
27-28	-	31-36,39,40,42	-	85,50	85,50	0,5784	1,6290	49,4532	139,2795	-	25,7500	25,7500	49,4532	165,0295
28-11	-	31-37,39,40,42	-	94,56	94,6	0,5857	1,6108	55,3838	152,3172	-	25,7500	25,7500	55,3838	178,0672

Гідралічний розрахунок водовідвідної мережі

Роз. діл.	Роз. витрата, л/с	Дов, м	Д-тр, мм	Ухил	Шв. м/с	Наповнення		Падіння, Н = іl, м	Відмітки, м						Глибина залягання, м	
						h/d	h, м		Пов. землі		Поверхні води		Лотка			
						п-ток	кінець		п-ток	кінець	п-ток	кін.	п-ток	кінець		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Головний колектор 1 - КНС																
1 - 2	34,62264	275	300	0,005	0,92	0,53	0,16	1,38	30,30	29,50	28,66	27,28	28,50	27,13	1,80	2,38
2 - 3	98,76835	250	450	0,003	0,98	0,61	0,27	0,75	29,50	28,70	27,25	26,50	26,98	26,23	2,53	2,48
3 - 4	140,63392	325	500	0,003	1,07	0,64	0,32	0,98	28,70	27,70	26,50	25,52	26,18	25,20	2,53	2,50
4 - 5	187,774708	320	500	0,0035	1,19	0,75	0,38	1,12	27,70	26,60	25,58	24,46	25,20	24,08	2,50	2,52
5 - 6	241,90516	275	600	0,003	1,22	0,67	0,40	0,83	26,60	25,80	24,38	23,56	23,98	23,16	2,62	2,65
6 - 7	286,708804	300	600	0,0035	1,34	0,71	0,43	1,05	25,80	23,50	23,58	22,53	23,16	22,11	2,65	1,40
7 - 8	330,9047	600	600	0,0035	1,52	0,72	0,43	2,10	23,50	23,80	22,54	20,44	22,11	20,01	1,40	3,80
8 - 9	340,40572	610	600	0,0045	1,6	0,71	0,43	2,75	23,80	23,30	22,13	19,38	21,70	18,96	2,10	4,35
9 - 10	638,237751	635	1000	0,0035	1,01	0,75	0,75	2,22	23,10	24,50	21,75	19,53	21,00	18,78	2,10	5,72
10 - 11	680,853724	635	1000	0,0035	1,02	0,8	0,80	2,22	24,50	23,50	19,58	17,36	18,78	16,56	5,72	6,95
11 - 12	852,966172	520	1200	0,0035	1,03	0,69	0,83	1,82	23,50	23,30	19,41	17,59	18,58	16,76	4,92	6,54
12 - КНС	862,791296	250	1200	0,0045	1,04	0,7	0,84	1,13	23,30	21,00	17,60	16,47	16,76	15,63	6,54	5,37
Бічний колектор 14 - 9																
14-15	52,335558	250	350	0,003	0,83	0,62	0,22	0,75	33,20	32,00	31,57	30,82	31,35	30,60	1,85	1,40
15-16	89,657064	300	450	0,0025	0,89	0,6	0,27	0,75	32,00	31,00	30,77	30,02	30,50	29,75	1,50	1,25
16-17	128,099622	275	450	0,005	1,27	0,61	0,27	1,38	31,00	29,70	30,02	28,65	29,75	28,38	1,25	1,33
17-18	163,08502	250	500	0,0035	1,17	0,67	0,34	0,88	29,70	29,10	28,66	27,79	28,33	27,45	1,38	1,65
18-19	200,140224	325	500	0,0045	1,34	0,71	0,36	1,46	29,10	27,80	27,81	26,34	27,45	25,99	1,65	1,81
19-20	246,33686	300	550	0,005	1,48	0,66	0,36	1,50	27,80	26,50	26,30	24,80	25,94	24,44	1,86	2,06
20-21	288,980314	250	550	0,005	1,52	0,75	0,41	1,25	26,50	25,20	24,85	23,60	24,44	23,19	2,06	2,01
21-9	308,92752	175	600	0,007	1,63	0,64	0,38	1,23	25,20	23,00	23,52	22,30	23,14	21,91	2,06	1,09
Бічний колектор 22 - 11																
22-23	21,71496	275	250	0,004	0,74	0,56	0,14	1,10	33,80	32,50	32,19	31,09	32,05	30,95	1,75	1,55
23-24	35,611328	300	300	0,0055	0,95	0,52	0,16	1,65	32,50	31,30	31,06	29,41	30,90	29,25	1,60	2,05
24-25	60,208215	250	350	0,0055	1,09	0,56	0,20	1,38	31,30	30,30	29,40	28,02	29,20	27,83	2,10	2,48
25-26	73,420525	225	400	0,004	1,02	0,56	0,22	0,90	30,30	29,00	28,00	27,10	27,78	26,88	2,53	2,13
26-27	100,61684	325	400	0,0045	1,14	0,66	0,26	1,46	29,00	27,50	27,14	25,68	26,88	25,41	2,13	2,09
27-28	165,0295	300	500	0,004	1,24	0,65	0,33	1,20	27,50	26,40	25,74	24,54	25,41	24,21	2,09	2,19

Дощова водовідвідна мережа

Згідно завданню дощова мережа проектується для району з кварталами 1,2,3,4,5,6,7,8,9,11,10,12,13. Скид дощових вод передбачено в річку. Розрахункова витрата дощових вод на ділянці мережі визначається за формулами:

$$q_r \frac{\beta \cdot z_{mid} \cdot A^{1,2}}{t_r^{1,2n-0,1}} \cdot F \quad (1)$$

$$A = q_{20} 20^n \left(1 + \frac{\lg P}{\lg m_r}\right)^\gamma \quad (2)$$

$$t_r = t_{con} + t_{can} + t_r \quad (3)$$

Виходячи з вихідних даних визначаються постійні величини, які входять в розрахункові формули і відповідають кліматичним умовам міста.

$$n=0,71 \quad \beta=0,65$$

$$q_{20}=90 \text{ л/с}$$

$$m_r=110; \quad \gamma=1,54$$

Враховуючи умови розташування колектора, приймаємо період одноразового перевищення розрахункової інтенсивності дощу рівний 1 рік. Тоді величина А буде дорівнювати

$$A = 90 \cdot 20^{0,64} \cdot (1 + \lg 1 / \lg 110)^{1,54} = 612,2$$

Визначення середнього значення коефіцієнту стоку для заданого району згідно вихідних даних:

Крівлі, асфальт, при $A=612,2$; $z=0,28$ (32%);

Бруківка $z=0,224$ (6%);

Булижні мостові $z=0,145$ (8%);

Чорне щєбіночне покриття доріг $z=0,125$ (4%);

Гравійно садово-паркові доріжки $z=0,09$ (11%);

Жорствяні стежинки $z=0,064$ (17%);

Газони $z=0,038$ (22%);

$$z_{mid} = 0,28 \cdot 0,32 + 0,224 \cdot 0,06 + 0,145 \cdot 0,08 + 0,125 \cdot 0,04 + 0,09 \cdot 0,11 + 0,064 \cdot 0,17 + 0,038 \cdot 0,22 = 0,192$$

Для розрахунку витрат дощових вод за формулою (1) визначимо деякі величини, які не будуть змінюватись вздовж розрахункової ділянки мережі.

$$A=612,2; \quad A^{1,2}=612,2^{1,2}=2209,38$$

При відсутності внутрішньо квартальної дощової мережі час концентрації стоку приймається 5...10 хвилин. Приймаємо $t_{con}=3$ хв, а $t_{can}=7$ хвилин

Протікання дощових вод по трубах до перерізів(хв.)

$$t_p = 0.017 \sum l_p/v_p$$

$$t_p = 0,017(275/1+250/1+325/1+300/1+275/1+275/1) = 28,9 \text{ (хв.)}$$

Розрахункова тривалість протікання по поверхні і трубах:

$$t_r = t_{con} + t_{can} + t_p = 38.9 \text{ (хв.)}$$

Побудова графіка залежності питомої витрати від часу:

t_r (хв.)	$q_0 = z_{mid} A^{1.2} / t_r^{1.2n-0.1}$
5	144,78
10	91,11
15	69,49
20	57,34
25	4,4
30	43,7
35	39,46
40	36,1
45	33,25
50	31,1
55	29,17
60	27,53

Розрахунки зводимо в таблицю

Гідравлічний розрахунок дощової водовідвідної мережі

№ ділянки	Довжина l, мм	Площа стоку, км ²			Швидкість, м/с	Час протікання, хв		Питома витрата, л/(с·га)	Розрахункова витрата, л/с	Діаметр, мм	Похил, і	Пропускна здатність при h/d=1	Падіння, h=i·l, м	Позначки				Глибина закладання, м	
		Прилегла	Вище розташована	Сумарна		По ділянці	Від початку							Поверхні землі		Лотка труби		На початку	В кінці
														На початку	В кінці	На початку	В кінці		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1_2	275	9,73	-	9,73	1,2	4,675	11,675	22,765	221,5	700	0,0014	0,61	0,385	30,30	29,50	28,10	27,72	2,2	1,79
2_3	250	-	27,54	27,54	1,2	4,25	15,925	18,501	509,53	900	0,001	0,75	0,25	29,50	28,70	27,52	27,27	1,99	1,44
3_4	325	-	62,26	62,26	1,2	5,525	21,45	15,164	944,08	1200	0,001	0,75	0,325	28,70	27,70	26,97	26,64	1,74	1,06
4_5	320	-	89,53	89,53	1,2	5,44	26,89	13,039	1167,3	1300	0,0076	0,77	2,432	27,70	26,60	26,54	24,11	1,16	2,49
5_6	275	-	121,21	121,21	1,2	4,675	31,565	11,715	1419,9	1400	0,0071	0,8	1,9525	26,60	25,80	24,01	22,06	2,59	3,7445
6_7(p)	300	-	127,34	127,34	1,2	5,1	36,665	10,599	1349,7	1400	0,0071	0,76	2,13	25,80	23,50	22,06	19,93	3,74	3,5745

Гідравлічний розрахунок дюкера

Довжина дюкера 1800 м, середня витрата 0,86 л/с. Швидкість руху стічних вод в колекторі до дюкера і після нього 1,2 м/с, середня гідравлічна крупність транспортуючої суміші $U_0=0,12$ м/с, кінематична в'язкість стічної води $1,5 \cdot 10^{-6}$ м²/с. Глибина залягання підвідного колектора 6,5 м.

$$Q_{\max} = 1,29 \text{ м}^3/\text{с}; Q_{\min} = 0,57 \text{ м}^3/\text{с}$$

При першому наближенні приймаємо швидкість стічних вод 1,2 м/с, знаходимо діаметр трубопроводів.

$$d = 1,13 \cdot \sqrt[4]{4 \cdot Q / \Pi V_d}; d = 0,684 \text{ м}, d = 700 \text{ мм}.$$

Необхідну по умовам не замулювання швидкість руху стічних вод в ньому знаходимо за формулою:

$$V_{\min} = 14,54 \cdot U_0 \cdot R^{0,2} = 14,54 \cdot 0,12 \cdot (0,7/4)^{0,2} = 1,23 \text{ м/с}$$

Швидкість руху стічних вод при пропусканні максимальної витрати по двох трубопроводах діаметром 900 мм: $V_{\max} = 1,29 \cdot 4/2 \cdot 3,14 \cdot 0,7^2 = 1,68$ м/с $1,68 > 1,23$

Перевіряємо швидкість руху при пропуску мінімальної витрати по двом трубопроводам: $V_{\min} = 0,57 \cdot 4/2 \cdot 3,14 \cdot 0,7^2 = 0,742 < 1,23$

Оскільки отримана швидкість руху значно нижче мінімальної незамулюючої, то необхідно конструювати дюкер таким чином, щоб при мінімальній витраті працював один трубопровід, тоді швидкість:

$$V = 0,57 \cdot 4/3,14 \cdot 0,7^2 = 1,48 \text{ м/с}$$

$$Re = 1,68 \cdot 0,7 / 1,5 \cdot 10^{-6} = 784000; \text{ для сталевих труб } \Delta = 0,08; a_2 = 79;$$

$$1/\sqrt{\xi} = -2 \lg((0,08/13,68 \cdot 17,5) + 79/784000) = 15,48$$

$$\xi = 1/15,48^2 = 0,004; \sum \xi = 0,5 + 1 + 4 \cdot 0,08 + 1 + 3 = 4,82$$

Втрати напору в дюкері при пропусканні q_{\max} по двом трубопроводам:

$$h = 0,15 + (4,82 + 0,004 \cdot 1800/0,7) \cdot 1,68^2/2 \cdot 9,81 = 2,19 \text{ м}$$

В умовах аварійної роботи дюкера втрати напору вираховуємо також з урахуванням швидкості стічних вод:

$$V = 4 \cdot 1,29/3,14 \cdot 0,7^2 = 3,35 \text{ м/с}$$

Знаходимо гідравлічний коефіцієнт тертя і втрати напору в дюкері:

$$Re = 3,35 \cdot 0,7 / 1,5 \cdot 10^{-6} = 1563333$$

$$1/\sqrt{\xi} = -2 \lg((0,08/13,68 \cdot 17,5) + 79/1563333) = 15,72; \xi = 1/15,72^2 = 0,004$$

$$h = 0,15 + (4,82 + 0,004 \cdot 1800/0,7) \cdot 3,35^2/2 \cdot 9,81 = 8,72 \text{ м}$$

При роботі одного трубопроводу для пропускання розрахункової витрати в підвідному колекторі стічна рідина не буде переливатись через горловину колодязя вхідної камери дюкера.

Розділ №2.
Розрахунок очисних
споруд
водовідведення

								Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА		21

1. Визначення розрахункових витрат і концентрацій забруднень стічних вод

Визначення добової витрати від населення міста:

$$Q_d^W = \frac{N_p * q_0}{1000}, \text{ м}^3/\text{добу}.$$

Де N_p - чисельність населення міста (района); q_0 - норма водовідведення в л/добу на 1 жителя.

Витрата міста загалом:

$$Q_d^W = Q_{\text{міста}} = Q_I + Q_{II} = 53000 + 40000 = 93000, \text{ м}^3/\text{добу}.$$

Де Q_I ; Q_{II} - витрата з першого та другого районів міста.

Визначення середніх (годинних та секундних) витрат:

а) Годинна витрата:

$$q_{mid.h}^W = \frac{Q_d^W}{24} = \frac{93000}{24} = 3875 \text{ м}^3/\text{год.};$$

б) Секундна витрата:

$$q_{mid.s}^W = \frac{q_{mid.h} * 1000}{3600} = \frac{3875 * 1000}{3600} = 1076,4 \text{ л/с.};$$

Визначення максимальних (годинних та секундних) витрат:

с) Годинна витрата:

$$q_{max.h}^W = K_{gen.max} * q_{mid.h}^W = 1,47 * 3875 = 5696,25 \text{ м}^3/\text{год.};$$

д) Секундна витрата:

$$q_{max.s}^W = K_{gen.max} * q_{mid.s}^W = 1,47 * 1076,4 = 1582,31 \text{ л/с.};$$

Визначення мінімальних (годинних та секундних) витрат:

е) Годинна витрата:

$$q_{min.h}^W = K_{gen.min} * q_{mid.h}^W = 0,69 * 3875 = 2673,75 \text{ м}^3/\text{год.};$$

f) Секундна витрата:

$$q_{min.s}^W = K_{gen.min} * q_{mid.s}^W = 0,69 * 1076,4 = 742,72 \text{ л/с.};$$

Витрати стічних вод промислових підприємств

Визначаємо годинні та секундні витрати від промислових підприємств:

• Годинні витрати:

a) Середні: $q_{mid.h}^P = \frac{1}{T} * Q_d^P, \text{ м}^3/\text{год};$

Підприємство №1: $q_{mid.h1}^P = \frac{1}{T} * Q_d^P = \frac{1}{8} * 4200 = 525 \text{ м}^3/\text{год};$

Підприємство №2: $q_{mid.h2}^P = \frac{1}{T} * Q_d^P = \frac{1}{8} * 2700 = 337,5 \text{ м}^3/\text{год};$

Підприємство №3: $q_{mid.h3}^P = \frac{1}{T} * Q_d^P = \frac{1}{8} * 5300 = 662,5 \text{ м}^3/\text{год};$

b) Максимальні: $q_{max.h}^P = K_h * q_{mid.h}^P, \text{ м}^3/\text{год.};$

Підприємство №1: $q_{max.h1}^P = K_h * q_{mid.h}^P = 1,25 * 525 = 656,25 \text{ м}^3/\text{год};$

Підприємство №2: $q_{max.h2}^P = K_h * q_{mid.h}^P = 1,25 * 337,5 = 421,8 \text{ м}^3/\text{год};$

Підприємство №3: $q_{max.h3}^P = K_h * q_{mid.h}^P = 1,25 * 662,5 = 828,13 \text{ м}^3/\text{год};$

Де Q_d^P - добова витрата стічних вод промислового підприємства, $\frac{\text{м}^3}{\text{год}}$; T - тривалість роботи промислового підприємства протягом доби, годин; K_h - коефіцієнт годинної нерівномірності відведення виробничих стічних вод.

• Секундні витрати:

c) Середні: $q_{mid.s}^P = \frac{q_{mid.h}^P * 1000}{3600}, \text{ л/с};$

Підприємство №1: $q_{mid.s1}^P = \frac{q_{mid.h1}^P * 1000}{3600} = \frac{525 * 1000}{3600} = 145,83 \text{ л/с};$

$$\text{Підприємство №2: } q_{mid.s2}^P = \frac{q_{mid.h2}^P * 1000}{3600} = \frac{337,5 * 1000}{3600} = 93,75 \text{ л/с;}$$

$$\text{Підприємство №3: } q_{mid.s3}^P = \frac{q_{mid.h3}^P * 1000}{3600} = \frac{662,5 * 1000}{3600} = 184,03 \text{ л/с;}$$

$$d) \text{ Максимальні: } q_{max.s}^P = \frac{q_{max.h}^P * 1000}{3600}, \text{ л/с;}$$

$$\text{Підприємство №1: } q_{max.s1}^P = \frac{q_{max.h1}^P * 1000}{3600} = \frac{656,25 * 1000}{3600} = 182,3 \text{ л/с;}$$

$$\text{Підприємство №2: } q_{max.s2}^P = \frac{q_{max.h2}^P * 1000}{3600} = \frac{421,8 * 1000}{3600} = 117,2 \text{ л/с;}$$

$$\text{Підприємство №3: } q_{max.s3}^P = \frac{q_{max.h3}^P * 1000}{3600} = \frac{828,13 * 1000}{3600} = 230,04 \text{ л/с;}$$

Зведемо всі розрахунки до таблиці:

Джерела утворення стічних вод	Добова витрата, м ³ /год	Годинні витрати, м ³ /год		Секундні витрати, л/с	
		Середні	Максимальні	Середні	Максимальні
Населення	$Q_d^W = 93000$	$q_{mid.h}^W = 3875$	$q_{max.h}^W = 569625$	$q_{mid.s}^W = 1076,4$	$q_{max.s}^W = 1582,31$
Промисловість	$Q_d^P = \sum Q_{di}^P = 12200$	$\sum q_{mid.hi}^P = 1525$	$\sum q_{max.hi}^P = 1906,18$	$\sum q_{mid.si}^P = 423,61$	$\sum q_{max.si}^P = 529,54$
Разом	$Q_d = Q_d^W + \sum Q_{di}^P = 105200$	$q_{mid.h} = 5400$	$q_{max.h} = 7602,43$	$q_{mid.s} = 1500$	$q_{max.s} = 2111,85$

Кількість мешканців в кожному районі:

$$N_{(oc)} = \frac{Q_d^W (\text{м}^3/\text{доб}) \cdot 1000 (\text{л}/\text{м}^3)}{q_0 \left(\frac{\text{л}}{\text{ос}} * \text{доб}\right)};$$

Знайдемо кількість населення для кожного з районів:

$$N_{(oc)1} = \frac{53000 * 1000}{245} = 216\,326 \text{ осіб;}$$

$$N_{(oc)2} = \frac{40000 * 1000}{190} = 210\,526 \text{ осіб.}$$

Кількість населення всього міста:

$$N_{(oc)} = N_{(oc)1} + N_{(oc)2} = 216\,326 + 210\,526 = 426\,852 \text{ осіб.}$$

Загальна добова витрата з населеного пункту дорівнює:

$$Q_{\text{заг}} \left(\frac{\text{м}^3}{\text{доб}} \right) = Q_I + Q_{II} + Q_1 + Q_2 + Q_3 = 53000 + 40000 + 4200 + 2700 + 5300 = 105\,200 \left(\frac{\text{м}^3}{\text{доб}} \right).$$

Визначення концентрацій забруднень стічних вод

а) Концентрація забруднень госп-побутових стічних вод від населення, для кожного району:

- по завислим речовинам, $\frac{\text{мг}}{\text{дм}^3}$: $C_P^W = \frac{a}{q_0} * 1000$

$$C_{P1}^W = \frac{65}{245} * 1000 = 265,31 \text{ мг/дм}^3; C_{P2}^W = \frac{65}{190} * 1000 = 342,11 \text{ мг/дм}^3;$$

- по БСК_{повн}, мг/дм^3 : $L_P^W = \frac{a_1}{q_0} * 1000$

$$L_{P1}^W = \frac{75}{245} * 1000 = 306,12 \text{ мг/дм}^3; L_{P2}^W = \frac{75}{190} * 1000 = 394,74 \text{ мг/дм}^3.$$

де q_0 - норма водовідведення, л/добу на 1 жителя;

$a = 65$ г/добу завислих речовин на одного жителя;

$a_1 = 75$ г/добу БСК_{повн} непроясненої рідини в розрахунку на одного жителя;

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

- по завислим речовинам, $\frac{\text{мг}}{\text{дм}^3}$: $C_{\text{заг}} = \frac{Q_1 C_1 + Q_2 C_2 + Q_{N1} C_{N1} + Q_{N2} C_{N2} + Q_{N3} C_{N3}}{Q_1 + Q_2 + Q_{N1} + Q_{N2} + Q_{N3}} =$

$$\frac{53000 * 265,31 + 40000 * 342,11 + 4200 * 180 + 2700 * 280 + 5300 * 420}{105200} = 299,3 \frac{\text{мг}}{\text{дм}^3};$$

- по БСК_{повн}, $\frac{\text{мг}}{\text{дм}^3}$: $L_{\text{заг}} = \frac{Q_1 L_1 + Q_2 L_2 + Q_{N1} L_{N1} + Q_{N2} L_{N2} + Q_{N3} L_{N3}}{Q_1 + Q_2 + Q_{N1} + Q_{N2} + Q_{N3}} =$

$$\frac{53000 * 306,12 + 40000 * 394,74 + 4200 * 260 + 2700 * 280 + 5300 * 530}{105200} = 348,6 \frac{\text{мг}}{\text{дм}^3}.$$

- по завислих речовинах, мг/дм³: $C_{en} = C_{заг} * K_c = 299,3 * 1,08 = 323,2 \frac{\text{мг}}{\text{дм}^3}$;

- по БСК_{повн}, $\frac{\text{мг}}{\text{дм}^3}$: $L_{en} = L_{заг} * K_L = 348,6 * 1,03 = 359,1 \frac{\text{мг}}{\text{дм}^3}$;

Де $K_c = 1,08 - 1,10$ – коефіцієнт, що враховує збільшення концентрації забруднення по зважених речовинах за рахунок надходження мулової води після обробки осаду; $K_L = 1,02 - 1,05$ - коефіцієнт, що враховує збільшення концентрації забруднення по БСК_{повн} за рахунок надходження мулової води після обробки осаду;

Освітлених стічних вод:

$$L_{осв} = L_{en} * \frac{40}{75} = 359,1 * \frac{40}{75} = 191,5 \frac{\text{мг}}{\text{дм}^3}.$$

Визначення приведенного числа жителів

а) Приведене число жителів по завислих речовинах:

$$N_H^C = N + N_{екв}^C;$$

Де N - число жителів міста; $N_{екв}^C$ -еквівалентне число жителів по завислих речовинах:

$$N_{екв}^C = \frac{\sum(Q_{di}^P * C_{pi}^P)}{a};$$

Де $a = 65$ г/добу завислих речовин на одного жителя;

$$\text{Підприємство №1: } N_{екв1}^C = \frac{\sum(Q_{d1}^P * C_{p1}^P)}{a} = \frac{4200 * 180}{65} = 11\ 631 \text{ осіб};$$

$$\text{Підприємство №2: } N_{екв2}^C = \frac{\sum(Q_{d2}^P * C_{p2}^P)}{a} = \frac{2700 * 280}{65} = 11\ 631 \text{ осіб};$$

$$\text{Підприємство №3: } N_{екв3}^C = \frac{\sum(Q_{d3}^P * C_{p3}^P)}{a} = \frac{5300 * 420}{65} = 34\ 247 \text{ осіб};$$

Приведена кількість жителів за завислими речовинами: $N_{priv}^{ЗВ} = N + N_{ekv} = N_1 + N_2 + N_{ekv1} + N_{ekv2} + N_{ekv3} = 216\,326 + 210\,526 + 11\,631 + 11\,631 + 34\,247 = 484\,361$ осіб.

2. Визначення необхідного ступеня очищення стічних вод

Основними показниками забруднень міських стічних вод є концентрація завислих речовин і БСК_{повн}

а) Необхідний ступінь очищення стічних вод по завислим речовинам, %:

$$\mathcal{E} = \frac{C_{en} - C_{ex}}{C_{en}} * 100 = \frac{323,2 - 15}{323,2} * 100 = 95,4\%;$$

Де $C_{ex} = 15 \frac{\text{мг}}{\text{дм}^3}$ - концентрація завислих речовин у стічних водах, що допускаються, до спуска у водойму;

Необхідний ступінь очищення стічних вод по завислим речовинам на первинних відстійниках при подачі на аеротенки:

$$\mathcal{E} = \frac{C_{en} - C_{ex}}{C_{en}} * 100 = \frac{323,2 - 150}{323,2} * 100 = 53,6\%;$$

Де $C_{ex} = 150 \frac{\text{мг}}{\text{дм}^3}$ - концентрація завислих речовин у стічних водах, що допускаються, до спуска у водойму;

б) Необхідний ступінь очищення за БСК_{повн}:

$$\mathcal{E}_{\text{БСК}} = \frac{L_{en} - L_{ex}}{L_{en}} * 100 = \frac{359,1 - 15}{359,1} * 100 = 95,8\%;$$

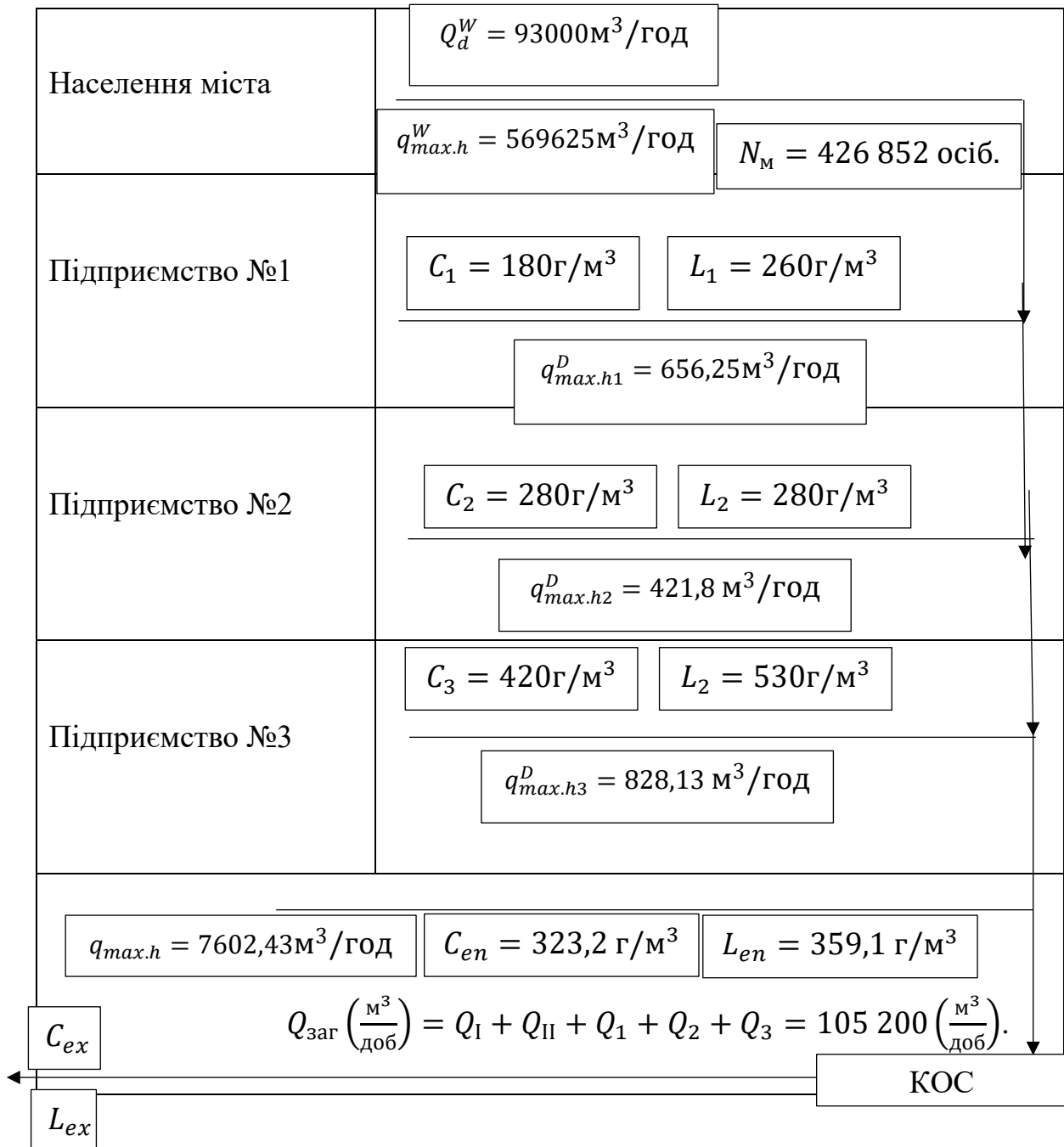
Де $L_{ex} = 15 \frac{\text{мг}}{\text{дм}^3}$ - концентрація органічних забруднень по БСК_{повн} у стічних водах, що допускаються, до спуска у водойму;

$$\mathcal{E}_{\text{БСКосв}} = \frac{L_{осв} - L_{ex}}{L_{осв}} * 100 = \frac{191,5 - 15}{191,5} * 100 = 92,2\%;$$

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

Вибір методу очищення стічних вод, як правило, роблять на підставі отриманих результатів визначення необхідного ступеня очищення. Якщо по одному з показників забруднень: по завислих речовинах, або по БСКповн - ступінь необхідного очищення перевершує 80 %, рекомендується застосовувати повне біологічне очищення стічних вод.

Блок- схема системи водовідведення



Для комплексу повної біологічної очистки без доочищення стічних вод такий перелік може бути наступним:

- а) блок механічної очистки;
 - ґрати; піскоуловлювачі; первинні відстійники (можливо з переаератором);
- б) блок біологічної очистки;
 - аеротенки чи біофільтри; вторинні відстійники;
- в) блок знезаражування;
 - хлораторна; змішувач; контактний резервуар;
- г) блок обробки осаду і надлишкового активного мулу (або біологічної плівки);
 - мулозгущувачі; метантенки; газгольдери; вакуум-фільтри, або інші споруди механічного зневоднення; резервні мулові майданчики.

4. Розрахунок споруд механічного очищення стічних вод

Приймальна камера

Приймальна камера призначається для прийому стічних вод, що надходять на очисні споруди, гасіння швидкості потоку рідини й сполучення трубопроводів з відкритим лотком. Розміри прийомної камери визначають залежно від величини витрати стічних вод.

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

Решітки і решітки-дробарки. Решітки

Для затримки великих плаваючих покидьків на очисних спорудженнях установлюють решітки зі стрижнями прямокутної форми із прозорами не більше 16 мм. Решітки оснащуються механізованими граблинами для зняття

покидьків. При числі робочих решіток до трьох включно - дві резервні. Розрахунок решіток роблять на пропуск максимальної секундної витрати міських стічних вод ($q_{\max s}$, м³/с). Стічна рідина поступає до решіток по прямокутних каналах. Розміри каналів і лотків на очисній станції визначають по таблицях гідравлічного розрахунку каналізаційних мереж Лукіних або Федорова на витрату:

$$q_c = 1,4 \cdot q_{\max s} = 1,4 * 2,11 = 2,954 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Перетин каналу повинен бути таким, щоб співвідношення глибини потоку води h_k до ширини лотка B_k становило 0,5+0,75 (найвигіднішим перетином прямокутного каналу з гідравлічної точки зору є таке, при якому $B_k=2h_k$).

$$B_k = 1250 - 2000 \text{ мм};$$

Ухили i для каналів приймають 0,0008-0,005;

Швидкість руху води в каналі приймають 0,9+1,0 м/с.;

Висота води в каналі $h_k=0,9$ м;

Ширина каналу $B_k=1,6$ м.

Розрахунок решіток

Розрахунок решіток складається з визначення розмірів решітки і камери решіток, втрат напору в решітці і кількості затримуваних забруднень.

- Число прозорів у решітці: $n = \frac{q_{\max,s} \left(\frac{\text{м}^3}{\text{с}} \right)}{b \cdot h_k \cdot v_p} * K_3 = \frac{2,11}{0,016 * 0,9 * 0,9} * 1,05 = 171.$

$$\text{Де } q_{\max,s} \left(\frac{\text{м}^3}{\text{с}} \right) = \frac{q_{\max,h} \left(\frac{\text{м}^3}{\text{год}} \right)}{3600} = \frac{7602,43}{3600} = 2,11 \left(\frac{\text{м}^3}{\text{с}} \right);$$

b - ширина прозорів між стрижнями решітки, м; $b = 0,016$ м; h_k - глибина води в каналі перед решіткою, м (глибина води перед решіткою звичайно приймається рівною глибині в каналі, що підводить СВ); V - швидкість руху води в прозорах решітки: $v = 0,8 - 1,0$ м/с; $q_{max,s}$ - максимальна секундна витрата, м³/с; K_3 - коефіцієнт, що враховує стиснення потоку решітками і затриманими забрудненнями (приймають рівним 1,05).

- Загальна ширина решіток, м:

$$B_p = S * (n - 1) + b * n = 0,008 * (171 - 1) + 0,016 * 171 = 4,1 \text{ м.}$$

Де S - товщина стрижнів решітки, м: $S = 0,008$ м., b - ширина прозорів між стрижнями решітки, м; $b = 0,016$ м;

- Ширина однієї решітки, м:

$$B_p^i = \frac{B_p}{n_p} = \frac{4,1}{2} = 2 \text{ м.}$$

Де n_p - кількість прийнятих робочих решіток - 2.

Приймаються механізовані решітки з прозорами 16 мм. Максимальні витрати, що надходять на решітки:

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

$$q'_{(2)} \left(\text{м}^3/\text{с} \right) = \frac{q_{max,s} \left(\text{м}^3/\text{с} \right)}{2} = \frac{2,11}{2} = 1,05 \left(\text{м}^3/\text{с} \right).$$

Діапазони витрат q' (м³/с) орієнтовано відповідають швидкості руху води в прозорах ґрат від 0,8 до 1,0 м/с.

Приймається до попереднього проектування тип ґрат і їх робоча кількість. H_{max} - орієнтована максимальна висота шару води в каналі ґрат прийнята з урахуванням резерву глибини каналу – (h_k), $h_k = H_{max}$

Рекомендовані типорозміри ґрат МГ та РМУ для діапазонів q' ($\text{м}^3/\text{с}$)

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

За отриманим діапазоном розрахункової витрати на 1 ґрати при 2х робочих агрегатах $q'_{(2)} = 1,05 \left(\text{м}^3/\text{с} \right)$, обираємо механізовані ґрати МГ-8Т, з такими орієнтованою максимальною висотою шару води в каналі ґрат: H_{max} , м. = 1,5 м. Інші характеристики приймаємо з таблиці «Основні показники механізованих решіток»

Таблиця «Основні показники механізованих решіток»

Марки	Номинальні розміри каналу $B \times H$, мм		Ширина канала на місці установки решітки А,	Число прозорів	Товщина стержнів
	B	H	мм		мм
МГ-5Т	2000	3000	2290	84	8
МГ-6Т	2000	2000	2290	84	8
МГ-7Т	800	1400	950	31	8
МГ-8Т	1400	2000	1570	55	8
МГ-9Т	1000	1200	1140	39	8
МГ-10Т	1000	2000	1200	39	8
МГ-11Т	1000	1600	1200	39	8
МГ-12Т	1600	2000	1790	64	8
РМУ-1	600	800	685	21	6
РМУ-2	1000	1000	1550	39	6
РМУ-3	1000	2000	1550	39	6
РМУ-4	1500	2000	2035	60	6
РМУ-5	2000	2000	2535	84	6
РМУ-6	2000	2500	2535	84	6
РМУ-7	2500	3000	3035	107	6

Отже, основні показники механізованої решітки МГ-8Т:

Мирки	Номінальні розміри каналу В x Н, мм		Ширина каналу на місці установки решітки А, мм	Число прозорів	Товщина стержнів
	В	Н			
МГ-8Т	1400	2000	1570	55	8

- Загальна ширина прозорів: $b_{\text{заг}}(\text{м}) = \frac{b_{\text{пр}}(\text{мм}) \cdot n_{\text{пр}}}{1000(\text{мм/м})} = \frac{16 \cdot 55}{1000} = 0,88 \text{ м.}$

Де $b_{\text{пр}}$ - 16 мм

- Загальна корисна площа прозорів: $F_{\text{заг}}(\text{м}^2) = H_{\text{max}}(\text{м}) \cdot b_{\text{заг}}(\text{м}) = 1,5 \cdot 0,88 = 1,32 \text{ м}^2.$
- Швидкість руху води в прозорах: $V_{\text{пр}}(\text{м/с}) = \frac{q(\text{м}^3/\text{с})}{F_{\text{заг}}(\text{м}^2)} = \frac{1,05}{1,32} = 0,8 \text{ м/с.}$
- Розрахуються втрати напору на ґратах за формулою:

$$h_{\text{гр}}(\text{м}) = \xi \cdot \frac{V_{\text{пр}}^2}{2 \cdot g} \cdot P = 0,67 \cdot \frac{0,8^2}{2 \cdot 9,81} \cdot 3 = 0,066 \text{ м. ,}$$

де ξ - коефіцієнт місцевого опору для круглих стержнів:

$$\xi = \beta \cdot \left(\frac{s}{b}\right)^{4/3} \cdot \sin \alpha = 1,79 \cdot \left(\frac{8}{16}\right)^{4/3} \cdot \sin 70 = 0,67. ,$$

$$\alpha = 60 \div 70^\circ$$

де: β - коефіцієнт, що залежить від форми поперечного перерізу стержнів ґрат ($\beta = 2,42$ - для стержнів прямокутної форми; $\beta = 1,79$ - для круглих стержнів; $\beta = 1,83$ - для прямокутних з заокругленими ребрами); P - коефіцієнт, що враховує забрудненість поверхні ґрат під час експлуатації: 3;

Таким чином, для забезпечення розрахункової швидкості руху стічних вод у каналі перед решіткою і в прозорах решітки необхідно понизити дно каналу за решіткою на величину $(h_{\text{впр}}) = (h_{\text{заг}})$

$$h_{\text{заг}} = 3 \cdot h_{\text{гр}} = 3 \cdot 0,066 = 0,2 \text{ м.}$$

- Довжина розширення перед решіткою, м:

$$l_1 = \frac{B'_p - B_K}{2 \cdot \tan \varphi} = 1,37 \cdot (B'_p - B_K) = 1,37 \cdot (2 - 1,4) = 0,82 \text{ м.}$$

де: $\varphi = 20^\circ$ - кут розширення каналу в плані; B_K - ширина каналу, що підводить, перед решіткою, м.

- Загальна довжина камери решітки, м:

$$l_p = l_1 + l_K + l_2 = 0,82 + 1,5 + 0,41 = 2,73 \text{ м.}$$

де: l_2 - довжина звуження камери після решітки, м: $l_2 = 0,5 \cdot l_1$

l_K - довжина камери решітки і площадки за нею, м; $l_K \geq 1,5$ м.

- Загальна будівельна висота камери решітки, м:

$$H_{\text{кр}} = h_k + h_{\text{wp}} + h_B = 1,5 + 0,2 + 0,5 = 2,2 \text{ м.}$$

Де h_B - перевищення борта камери решітки над рівнем води, $h_B = 0,5$ м;

$$h_k = H_{\text{max}} = 1,5 \text{ м.};$$

$$h_{\text{wp}} = h_{\text{заг}} = 0,2 \text{ м.}$$

Кількість відходів, що буде затримуватися на решітках розраховують за приведеною кількістю жителів: (норматив ДБН – 8 дм³/чол.-рік)

$$\text{За рік: } W_{\text{відх}}^{\text{рік}} = \frac{8 \cdot N_{\text{priv}}^{\text{ЗВ}}}{1000} = \frac{8 \cdot 484\,361}{1000} = 3874,9 \frac{\text{м}^3}{\text{рік}}$$

$$\text{За добу: } W_{\text{відх}}^{\text{доб}} = \frac{W_{\text{відх}}^{\text{рік}}}{365} = \frac{3874,9}{365} = 10,62 \frac{\text{м}^3}{\text{доб}},$$

$N_{\text{priv}}^{\text{ЗВ}}$ - приведена кількість жителів за завислими речовинами.

При щільності відходів $\rho = 0,750 \text{ т/м}^3$ їх добова кількість, вологість 80% становить (т/доб): $G_{\Pi} = \rho_{\Pi} \cdot W_{\text{відх}}^{\text{доб}} = 0,750 * 3874,9 = 2906,2 \text{ (т/доб)}$.

Решітки та дробарки влаштовуються в окремій будівлі, яка споруджується за типовим проектом для розрахункової витрати.

Піскоуловлювачі

Піскоуловлювачі необхідно передбачати для виділення зі стічних вод важких мінеральних домішок при продуктивності очисних споруджень понад $100 \text{ м}^3/\text{доб}$. Тип піскоуловлювачів (горизонтальний, тангенційний, аерований) необхідно вибирати з урахуванням продуктивності очисних споруджень,

Згідно зі значенням загальних витрат приймаємо аеровані горизонтальні пісковловлювачі. Для аерованого горизонтального пісковловлювача необхідно визначити кількість відділень, їх ширину, глибину та довжину.

Можливі 2 типорозміри відділень:

(А) - шириною $b=3 \text{ м}$; глибиною $h=2,1 \text{ м}$; довжиною $L= 12 \text{ м}$;

(Б) - шириною $b=4,5 \text{ м}$; глибиною $h= 2,8 \text{ м}$; довжиною $L= 18 \text{ м}$.

Враховуючи, що дозволений діапазон швидкості води при максимальній витраті складає $0,08 \dots 0,12 \text{ м/с}$, для затримання піску приймається аеруємий пісковловлювач. Гідравлічна крупність $U_0=18,7 \text{ мм/с}$

Розрахункові витрати:

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

Значення K_3

Діаметр часток піску, що затримуються, мм	Гідравлічна крупність піску u_0 , мм/с	Значення K_s в залежності від типу піскоуловлювачів та відношення ширини B до глибини H аерованих піскоуловлювачів			
		горизонтальні	аеровані		
			$B:H=1$	$B:H=1,25$	$B:H=1,5$
0,15	13,2	-	2,62	2,50	2,39
0,20	18,7	1,70	2,43	2,25	2,08
0,25	24,2	1,30	-	-	-

Визначення конструктивних розмірів піскоуловлювачів

Витрата, тис. м ³ /добу Q_d	Число відділень n	Основні розміри відділення, м			Номер типового проекту
		ширина	довжина	Н глибина	
70 - 140	3	3	12 + 3	2,1	902-2-372.83
140 - 200	4				902-2-373.83
200 - 400	3	4,5	18 + 3	2,8	902-2-374.83
240 - 280	4				902-2-375.83

Аеровані піскоуловлювачі являють собою горизонтальні резервуари, у яких уздовж однієї зі стінок, по всій довжині, на відстані 45-60 мм від дна встановлюють аератори з дірчастих труб. У поперечному перетині днище має ухил $i = 0,2-0,4$ до піскового пристінного лотку.

За загальною витратою $Q_d = 105\,200 \frac{\text{м}^3}{\text{доб}}$, приймаємо номер типового проекту 902-2-372.83 з такими розмірами: $B=3$ м; $L=12$ м; $H=2,1$ м.

При розрахунку горизонтальних й аерованих піскоуловлювачів варто визначити їхню довжину за формулою:

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

де H_s – розрахункова глибина піскоуловлювача, м (для аерованих піскоуловлювачів приймається рівній половині загальної глибини H)
 K_s – коефіцієнт, що залежить від гідравлічної крупності й типу піскоуловлювачів; v_s – швидкість руху стічних вод, м/с, u_0 – гідравлічна

крупність піску, мм/с ,

Приймаємо $L_s = 18$ м. Число відділень $n = 3$.

Площа дзеркала води піскоуловлювачів:

$$F_s = \frac{q_{max\ s}}{u_0} \cdot 10^3 = \frac{2,1}{18,7} * 10^3 = 112,3 \text{ м}^2.$$

Де $q_{max\ s}$ – максимальний секундний приплив стічних вод на ОС, м³/с,
 u_0 – гідравлічна крупність затримуваних часток, мм/с.

Загальна ширина піскоуловлювачів при максимальному припливі стічних вод:

$$B_s = \frac{F_s}{L_s} = \frac{112,3}{18} = 6,2 \text{ м.}$$

Розрахункова ширина одного відділення піскоуловлювача, м:

$$b_s = \frac{B_s}{n_s} = \frac{6,2}{3} = 2,1 \text{ м.}$$

Приймаємо $b_s = 3$ м.

Тривалість протікання при максимальному припливі, с:

$$t_{ПП} = \frac{L_s \cdot B_s \cdot H_s}{q_{max\ s}} = \frac{18 * 6,2 * 2,1}{2,1} = 111,6 \text{ с.}$$

Якщо $t_{PP} > 30$ с, відповідно параметри піскоуловлювачів підібрані вірно.

Остаточно приймаємо до проектування 2 або 3 відділення типорозміру (А) або від 2 до 4 відділень типорозміру (Б). Після вибору фактичної кількості відділень (n') визначаємо фактичну швидкість руху води, яка повинна знаходитись в межах 0,08...0,12 м/с :

$$v_{факт} \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right) = \frac{Q_{max} (\text{м}^3 / \text{год})}{n' \cdot b(\text{м}) \cdot h(\text{м}) \cdot 3600 \left(\frac{\text{с}}{\text{год}} \right)} = \frac{7602,43}{3 * 3 * 2,1 * 3600} = 0,1 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Витрата повітря, що подається в аеровані піскоуловлювачі, м³/год:

$$q_{air} = F_s \cdot I = 112,3 \cdot 4 = 449,2 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$$

де F_s - розрахункова площа дзеркала води, м^2 , I - інтенсивність аерації, = $3+5 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$. Видалення піску з пісколовок здійснюється гідро-елеваторами на піскові майданчики або в піскові бункери.

Кількість та вологість піску, затриманого в піскоуловлювача з згідно нормативів							
Тип піскоуловлювача	Гідравлічна крупність піску u_{ϕ} , мм/с	Швидкість руху стічних вод, м/с, при припливі		Глибина H , м	Кількість затриманого піску, л/ (жит.добу)	Вологість піску, %	Вміст піску в осаді, %
		мінімальному	максимальному				
Горизонтальний	18,7-24,2	0,15	0,30	0,5-2,0	0,02	60	55-60
Аерований	13,2-18,7	-	0,08-0,12	0,7-3,5	0,03	40	90-95
Тангенціальний	18,7-24,2	-	-	-	0,02	60	70-75

Піскові майданчики

Для підсушування піску, що надходить із піскоуловлювачів, необхідно передбачати майданчики з обмежувачими валиками висотою 1+2 м. Для підсушування затриманого в піскоуловлювачі піску належить запроєктувати піскові майданчики - 2, або 4-прямокутні карти розмірами $B \times L$, де B - ширина карти; L – довжина карти за такими типорозмірами:

Встановлення розмірів піскових майданчиків				
B , м	10	15	15	20
L , м	20	20	25	25
<u>Площа</u>	1	2	3	4
<u>карти:</u>	200	300	375	500

- Об'єм піску, затриманого піскоуловлювачами:

$$W_s = \frac{0,03 \cdot N_{priv}}{1000} = \frac{0,3 \cdot 484\,361}{1000} = 14,53 \text{ (м}^3/\text{доб)}.$$

Необхідна площа при навантаженні $3 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{рік}$ і умови періодичного вивозу піску буде:

$$F_s = \frac{W_s \cdot 365}{3} = \frac{14,53 \cdot 365}{3} = 1767,81 \text{ (м}^2\text{)}.$$

Площа 1 карти при 4 картах: $\frac{F_s}{4} = \frac{1767,81}{4} = 442 \text{ м}^2$.

Приймаємо 4 карти розмірами:

B,м	20 м
L,м	25 м

Первинні відстійники

Для видалення грубодисперсних домішок зі стічних вод застосовують відстоювання. Залежно від продуктивності рекомендується приймати первинні відстійники:

- вертикальні - до 20 тис. м³/доб;
- горизонтальні - понад 15 тис. м³/доб;
- радіальні - понад 20 тис м³/доб;
- освітлювачі-перегнивачі - до 30 тис. м³/доб;
- двох'ярусні - до 10 тис. м³/доб.

Оскільки витрати стічних вод перевищують 20 тис. м³/доб, приймаємо радіальні первинні відстійники. Число відстійників варто приймати: первинних - **не менш двох**, вторинних - **не менш трьох** за умови, що всі відстійники є робочими.

Розрахунок первинних відстійників

Розрахунок первинних відстійників слід робити по кінетиці випадання завислих речовин з урахуванням необхідного ефекту посвітління.

- Необхідний ефект освітлення:

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

де C_{en} – концентрація суміші стічних вод по зважених речовинах, що надходять у первинні відстійники, мг/дм³;

C_{cdp} – концентрація завислих речовин у проясненій воді, що надходить в аеротенки мг/дм³. Концентрація завислих речовин у прояснених стічних водах, що подаються в аеротенки або на біологічні фільтри на повне очищення, не повинна перевищувати 100-150 мг/дм³. У іншому випадку

необхідно передбачати спорудження для інтенсифікації роботи первинних відстійників.

Якщо має місце нерівність $\mathcal{E}_{ocb} > 50\%$ обов'язковою умовою є передаерація.

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

$$C_{en1} = 0,93 * C_{zag} = 0,93 * 299,3 = 278,4 \frac{\text{мг}}{\text{дм}^3}.$$

$$\mathcal{E}_{ocb} = \frac{C_{en1} - (150\text{г/м}^3)}{C_{en1}} * 100\% = \frac{278,4 - 150}{278,4} * 100\% = 46,1\%.$$

Так як $\mathcal{E}_{ocb} = 46,1\% < 50\%$, передаерація не потрібна.

- Розрахункове значення гідравлічної крупності u_0 необхідно визначати за формулою:

$$U_0 = \frac{1000 H_{set} \cdot K_{set}}{t_{set} \left(\frac{H_{set} \cdot K_{set}}{h_1} \right)^{n_2}} = \frac{1000 * 3,1 * 0,45}{616 * \left(\frac{0,45 * 3,1}{0,5} \right)^{0,25}} = 1,75 \text{ м}^3/\text{с};$$

де K_{set} - коефіцієнт використання об'єму проточної частини відстійника:

- для радіальних - **0,45**;

H_{set} - глибина проточної частини відстійника, м;

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

t_{set} – тривалість відстоювання, с, що відповідає заданому ефекту очищення й отримана в лабораторному циліндрі в шарі $h_1 = 0,5$ м :

За значеннями C_{enl} і Δ_{ocb} шляхом інтерполяції знаходять t_{set}

Ефект освітлення, Δ_{ocb}	Значення t_{set} с, в шарі $h_1=500$ мм при концентрації завислих речовин, мг/дм ³			
	100	200	300	400
20	600	300	-	-
30	900	540	320	260,0
40	1320	650	450	390,0
50	1900	900	640	450,0
60	-	3600	2600	1830,0

n_2 - показник ступеня, що залежить від агломерації суспензії в процесі осадження; для міських стічних вод – 0,25.

- Продуктивність одного відстійника q_{set} (м³/год), варто визначати за формулою:

$$q_{set} = 2,8K_{set}(D_{set}^2 - d_{en}^2)(u_0 - v_{tb}), (\text{м}^3/\text{год})$$

$$= 2,8 * 0,45 * (24^2 - 1,6^2) * (1,75 - 0,05) = 1228,3 \text{ м}^3/\text{год}.$$

K_{set} – коефіцієнт використання об'єму проточної частини відстійника
 D_{set} – діаметр відстійника, м; d_{en} – діаметр впускного пристрою, м; u_0 – значення гідравлічної крупності; v_{tb} – турбулентна складова, мм/с, залежить від швидкості потоку у відстійнику v_{ω} , мм/с.

v_{ω} , мм/с	5	10	15
v_{tb} , мм/с	0	0,05	0,1

Відстійники	Коефіцієнт використання об'єму K_{set}	Робоча глибина відстійної частини H_{set} , м	Ширина B_{set} , м	Швидкість робочого потоку v_{ω} , мм/с	Уклон днища до мулового прямокутника
Горизонтальний	0,5	1,5 - 4,0	$2H_{set} - 5H_{set}$	5 - 10	0,005 - 0,050
Радіальний	0,45	1,5 - 5,0	-	5 - 10	0,005 - 0,050

- Після встановлення продуктивності одного відстійника q_{set} , м³/год, встановлюють необхідну кількість відстійників:

$$n = \frac{q_{\max h}}{q_{\text{set}}} = \frac{7602,43}{1228,3} = 6,2; \text{ Приймаємо } 7 \text{ відстійників.}$$

Розміри відстійника $D_{\text{set}} = 24\text{м}$.

- Перевіряють фактичну швидкість:

$$V_{\phi} = \frac{q_{\max h}}{3,6\pi \cdot R_{\text{set}} \cdot H_{\text{set}} \cdot n} = \frac{7602,43}{3,6 * 3,14 * 12 * 3,1 * 4} = 4,52 \approx 5 \frac{\text{мм}}{\text{с}}$$

R_{set} – радіус відстійника. $R_{\text{set}} = D_{\text{set}} / 2 = 24 / 2 = 12 \text{ м}$.

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

$$Q_{\text{mud}} = \frac{Q(C_{\text{en1}} - 150)}{(100 - P_{\text{mud}})\gamma_{\text{mud}} \cdot 10^4} = \frac{105\,200 * (278,4 - 150)}{(100 - 95) * 1,06 * 10^4} = 254,9 \frac{\text{м}^3}{\text{добу}}$$

де Q – середня добова витрата стічних вод, м³/добу ($Q_{\text{доб}}$); P_{mud} – вологість осаду, %; - 95 %; γ_{mud} – щільність осаду, г/см³ - 1,06; C_{en1} – концентрація завислих речовин у воді, що подається у відстійник.

$$M_{\text{mud}} = \frac{Q_d(C_{\text{en1}} - 150)}{10^6}, \frac{\text{т}}{\text{доб}} = \frac{105\,200 * (278,4 - 150)}{10^6} = 13,5 \frac{\text{т}}{\text{доб}}$$

де Q_d – середня добова витрата стічних вод, м³/добу

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

Аеротенки

Аеротенки застосовують для повного і неповного біологічного очищення стічних вод. Аеротенки являють собою резервуари, у яких стічна вода, яка очищається, і активний мул насичуються повітрям і перемішуються.

Концентрація завислих речовин у стічних водах, що надходять в аеротенк після споруджень механічного очищення, не повинна перевищувати 100-150 мг/дм³, а допустима БСКповн залежить від типу аеротенка.

При очищенні суміші виробничих і побутових СВ повинні

дотримуватися вимоги по активній реакції середовища (6,5-8,5), температурі (6-30°C), сольовій сполуці (10 г/дм³), наявності шкідливих речовин і т.д.

Регенерацію активного мулу необхідно передбачати при БСКповн стічних вод, що надходять в аеротенки, понад 150 мг/дм³, а також при наявності у воді шкідливих виробничих домішок. Так як $L_{осв} = 191,5 \frac{мг}{дм^3} > 150 \text{ мг/дм}^3$, регенерація активного мулу необхідна

Аеротенки-витиснювачі з регенераторами

Ступінь рециркуляції активного мулу R_i , в аеротенках визначають за формулою: $R_i = \frac{a_i}{\frac{1000}{J_i} - a_i} = \frac{2,5}{\frac{1000}{70} - 2,5} = 0,21$

де a_i , - доза мулу в аеротенку, г/дм³; для аеротенка-витиснювача з регенераторами приймають $a_i = 1,5-3,5 \text{ г/дм}^3$ у діапазоні БСКповн – 150-300 мг/дм³; Приймаємо $a_i = 2,5 \text{ г/дм}^3$; J_i , - муловий індекс, см³/г; приймають орієнтовно для міських стічних вод 70-100 см³/г. Приймаємо $J_i = 70 \text{ см}^3/\text{г}$;

Величина R , повинна бути не менше 0,3 для відстійників з мулососами, 0,4 - з муловими скребками, 0,6 - при самопливному видаленні мулу. Тому, якщо при розрахунку величина R , менше вище вказаних величин, то приймаємо R , рівну максимальній величині.

Тривалість перебування стічних вод у самому аеротенку:

$$t_{at} = \frac{2,5}{\sqrt{a_i}} \text{I}g \frac{L_{ен}^i}{L_{ex}} = \frac{2,5}{\sqrt{2,5}} \text{I}g \frac{191,5}{15} = 1,74 \text{ год.}$$

де $L_{ен}^i$ - БСКповн вихідної стічної води з урахуванням зниження БСКповн при первинному відстоюванні, мг/дм³. Ефективність зниження БСКповн при відстоюванні без інтенсифікації приймають 10+20%. $L_{ен}^i = L_{осв}$

L_{ex} - БСКповн очищеної стічної води, мг/дм³, приймають із розрахунку необхідного ступеня очищення (при повному біологічному очищенні приймають $L_{ex} = 15-20 \text{ мг/дм}^3$).

Тривалість перебування стічних вод в аеротенку повинна бути не менш 2 годин. А якщо менше, приймаємо 2 год.

Доза мулу в регенераторі:

$$a_r = a_i \left(\frac{1}{R_i} + 1 \right) = 2,5 * \left(\frac{1}{0,21} + 1 \right) = 14,4 \text{ мг/дм}^3.$$

При проектуванні аеротенків змішувачів і витиснювачів з регенераторами питома швидкість окислювання визначається при дозі мулу a_r :

$$\rho = \rho_{\max} \frac{L_{ex} C_0}{L_{ex} C_0 + K_L C_0 + K_0 L_{ex}} \cdot \frac{1}{1 + \varphi \cdot a_r} = 85 * \frac{15 * 2}{15 * 2 + 33 * 2 + 0,625 * 15} \cdot \frac{1}{1 + 0,07 * 14,4} = 12,05 \frac{\text{мг}}{\text{г} * \text{год}};$$

де ρ_{\max} - максимальна швидкість окислювання, мг/(г·год). Для міських стічних вод $\rho_{\max} = 85$ мг/(г·год); C_0 - концентрація розчиненого кисню, мг/дм³: $C_0 = 2$ мг/дм³; K_L - константа, що характеризує властивості органічних забруднюючих речовин: $K_L = 33$ мг БСКповн/дм³; K_0 - константа, що характеризує вплив кисню: $K_0 = 0,625$ мг/дм³; φ - коефіцієнт інгібування продуктами розпаду активного мулу, дм³/г: $\varphi = 0,07$ дм³/г.

Тривалість окислювання органічних забруднюючих речовин:

$$t_0 = \frac{L_{en} - L_{ex}}{R_i a_r (1 - s) \rho} = \frac{191,5 - 15}{0,21 * 14,4 * (1 - 0,3) 12,05} = 6,92 \text{ год.}$$

де S – зольність мулу. Приймається $S = 0,3$. $L_{en} = L_{ocв}$

Тривалість регенерації:

$$t_r = t_0 - t_{at} = 6,92 - 1,74 = 5,18 \text{ год.}$$

Для визначення навантаження на мул визначається час перебування стічних вод в системі аеротенк-регенератор:

$$t = (1 + R_i) \cdot t_{at} + R_i t_r = (1 + 0,21) * 1,74 + 0,21 * 5,18 = 3,19 \text{ год};$$

Середня доза мулу в системі:

$$a_{im} = \frac{(1+R_i) \cdot t_{at} a_i + R_i t_r a_r}{t} = \frac{(1+0,21) \cdot 1,74 \cdot 2,5 + 0,21 \cdot 5,18 \cdot 14,4}{3,19} = 6,56 \text{ год};$$

$$\text{Навантаження на мул: } q_i = \frac{24 \cdot (L_{en} - L_{ex})}{a_{im}(1-s) \cdot t} = \frac{24 \cdot (191,5 - 15)}{6,56(1-0,3) \cdot 3,19} = 290 \text{ мг/(г} \cdot$$

добу);

$$\text{Об'єм аеротенка: } W_{at} = t_{at} \cdot (1 + R_i) \cdot q_{\max h} = 1,74 \cdot (1 + 0,21) \cdot 7602,43 = 16\,006,2 \text{ м}^3;$$

$$\text{Місткість регенератора: } W_r = t_r R_i q_{\max h} = 5,15 \cdot 0,21 \cdot 7602,43 = 8270$$

$$\text{Загальна місткість аеротенку: } W = W_{at} + W_r = 16\,006,2 + 8270 = 24\,276,2;$$

$$\text{Відсоток регенерації: } \frac{W_r}{W} \cdot 100\% = \frac{8270}{24276,2} \cdot 100\% = 34\%;$$

Кількість коридорів аеротенка приймається відповідно до відсотка регенерації. Так як відсоток регенерації складає 34%, приймаємо трьохкоридорний аеротенк:

$$\text{Площа аеротенка: } F = \frac{W}{H_{at}} = \frac{24276,2}{4,5} = 5395 \text{ м}^2;$$

де, H_{at} – робоча глибина аеротенка, м. Приймається = 3-6 м.

Розміри типових аеротенків-витиснювачів				
Число коридорів	Розміри коридору, м			Число рядів фільтросів від першого коридору до четвертого
	ширина	робоча глибина	довжина	
2	4,5	3,2: 4,4	36-60	2+1
	6	4: 4,5	48-72	2+2
	9	4: 4,5	78-108	3+2
3	4,5	3,2: 4,4	36-60	2+2+1
	6	4: 4,5	48-72	3+2+1
	9	4: 4,5	78-108	3+3+2
4	4,5	3,2: 4,4	36-66	3+2+1+1
	6	4,4: 5	54-84	3+2+2+1
	9	4,4: 5	84-114	3+3+2+2

Приймаємо аеротенк-витиснювач з трьома коридорами, $V = 9 \text{ м}$; $H_{at} = 4,5 \text{ м}$.

Довжина одного коридору аеротенка:

$$L = \frac{F}{B \cdot n \cdot m} = \frac{5395}{6 * 3 * 3} = 100 \text{ м.}$$

де, В – ширина коридору аеротенка, м.; n – число коридорів, шт.; m – число секцій, шт. (m>2 шт.).

Фактичний об'єм однієї секції:

$$W_{\phi} = B \cdot L \cdot H_{at} \cdot n = 6 * 100 * 4,5 * 3 = 8100 \text{ м}^3;$$

Фактичний час перебування стічної рідини, що обробляється в системі «аеротенк-регенератор» складає: $t_{\phi} = \frac{W_{\phi} \cdot m}{q_{\text{W}}^a} = \frac{8100 * 3}{7602,43} = 3,2 \text{ год.};$

Визначення витрати повітря

Питому витрату повітря, м³/м³, при очищенні стічних вод у аеротенку визначають за формулою:

$$q_{air} = \frac{q_0(L_{en} - L_{ex})}{K_1 \cdot K_2 \cdot K_T \cdot K_3(C_a - C_0)} = \frac{1,1 * (191,5 - 15)}{1,68 * 2,6 * 1,02 * 0,85 * (11,1 - 2)}$$
$$= 5,63 \frac{\text{м}^3}{\text{м}^3};$$

де q_0 – питома витрата кисню повітря в мг/мг знятої БСКповн, приймають при очищенні до БСКповн 15-20 мг/дм³ - $q_0=1,1$ мг/мг; K_1 – коефіцієнт враховуючий тип аератора; для дрібно- бульбашкових аераторів приймають по таблиці залежно від відношення площ аерованої зони і аеротенка far/fat . При застосуванні фільтросних пластин, як дрібнобульбашкових аераторів, величина $far/fat = 0,2$ і $K_1 = 1,68$. K_2 - коефіцієнт залежний від глибини занурення аератора (h_a). При застосуванні фільтросних пластин глибину занурення аератора приймають:

$$h_a = H_{at} - 0,2 = 4,5 - 0,2 = 4,3 \text{ м.}$$

$h_a, \text{ м}$	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	3	4	5	6
K_2	0,4	0,46	0,6	0,8	0,9	1	2,08	2,52	2,92	3,3
$J_{a, \text{ мгл}}, \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{ч})$	48	42	38	32	28	24	4	3,5	3	2,5

Приймаємо $K_2 = 2,6$

K_T – коефіцієнт, що враховує температуру стічних вод, визначають за формулою:

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

T_w – середньомісячна температура стічних вод за літній період, приймається $= 20 \text{ }^\circ\text{C}$; K_3 – коефіцієнт якості води, прийнятий для міських стічних вод $= 0,85$; C_a – Розчинність кисню повітря у воді, мг/л, визначають за формулою:

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

h_a – глибина занурення аератора, м; C_T – розчинність кисню повітря у воді, мг/л, залежно від середньомісячної температури стічних вод за літній період (T_w) і атмосферного тиску

**Залежність розчинності кисню повітря у воді,
 C_T , мг/л, від температури, T_w , при тиску 760 мм рт. ст.**

$T_w, \text{ }^\circ\text{C}$	$C_T, \text{ мг/л}$	$T_w, \text{ }^\circ\text{C}$	$C_T, \text{ мг/л}$	$T_w, \text{ }^\circ\text{C}$	$C_T, \text{ мг/л}$
1	14,23	11	11,08	21	8,89
2	13,84	12	10,83	22	8,83
3	13,48	13	10,6	23	8,68
4	13,13	14	10,37	24	8,53
5	12,8	15	10,15	25	8,38
6	12,48	16	9,95	26	8,22
7	12,17	17	9,74	27	8,07
8	11,87	18	9,64	28	7,92
9	11,59	19	9,35	29	7,77
10	11,33	20	9,17	30	7,63

C_0 – середня концентрація кисню у аеротенку, мг/л: $C_0 = 2 \text{ мг/дм}^3$.

Інтенсивність аерації, $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$, визначають за формулою:

$$J_a = \frac{q_{air} \cdot H_{at}}{t_{at}} = \frac{5,63 \cdot 4,5}{1,74} = 14,6 \frac{\text{м}^3}{\text{м}^2 \cdot \text{год}}$$

де H_{at} – робоча глибина аеротенка, м; t_{at} – період аерації, год.

Годинна витрата повітря складе:

$$Q_{air} = q_{air} \cdot q_w^a = 5,63 \cdot 7602,43 = 42\,801,7 \text{ м}^3/\text{год},$$

де q_w^a – годинна витрата стічної води $q_{\max h}$, $\text{м}^3/\text{год}$.

Добова витрата повітря для аерації стічних вод в аеротенках буде:

$$Q_{\text{пов}} = Q_{\text{заг}} \cdot q_{air} = 105\,200 \cdot 5,63 = 592\,276 \frac{\text{м}^3}{\text{доб}}$$

Визначення кількості аераторів.

Фільтросні пластини. При застосуванні як аераторів фільтросних пластин, необхідна кількість пластин може бути визначена, виходячи з питомої витрати повітря 80-100 л/хв на стандартну пористу пластину розміром 30×30 см.

$$\text{Загальне число пластин: } n = \frac{Q_{air} \cdot 1\,000}{100 \cdot 60} = \frac{42\,801,7 \cdot 1000}{100 \cdot 60} = 7134 \text{ шт.}$$

Підбор повітродувок.

Розрахунок повітродувок складається в підборі діаметрів, визначенні втрати напору в них і підборі повітродувок.

Повітроводи розраховують виходячи з найбільш економічно вигідної швидкості руху повітря: у розподільних і загальному повітроводах $V = 10\text{-}20 \text{ м/с}$; у повітропідводящих стояках $V = 4\text{-}10 \text{ м/с}$

Необхідний загальний напір при розподілі повітря фільтросами буде:

$$H = h_{\text{тр}} + h_{\text{м}} + h_{\text{ф}} + h_{\text{а}} \text{ м} = 0,3 + 0,35 + 0,7 + 4,3 = 5,65 \text{ м. ;}$$

де $h_{\text{тр}}$ – втрати напору по довжині повітроводів від повітродувки до найбільш вилученого стояка - 0,2-0,4 м; $h_{\text{м}}$ – втрати напору на місцеві опори - 0,3-0,35 м; $h_{\text{ф}}$ – втрати напору у фільтросних пластинах - 0,5-0,8 м; $h_{\text{а}}$ –

глибина занурення аератора (від поверхні води до фільтросів), м.

Тиск, що розвиває повітродувка: $\rho = 0,1 + 0,01 \cdot h_a$ МПа = $0,1 + 0,01 \cdot 4,3 = 0,143$ МПа;

На потреби станції приймають додатково 10% від сумарної витрати повітря.

Розрахункова витрата повітря, м³/год:

$$Q_{air}^1 = 1,1 \cdot Q_{air} = 1,1 \cdot 42\,801,7 = 47\,081,87 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$$

Підбираємо повітродувки, не менш 2-х.

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

Приймаємо три повітродувні станції з маркою повітродувок –ТВ-300-1,6 (3 робочі, 1 резервна).

Вторинні відстійники

Вторинні відстійники призначені для розділення мулової суміші та ущільнення затриманого мулу, або для затримання біологічної плівки, що надходить зі стічною водою з біофільтрів.

Гідравлічне навантаження для відстійників після аеротенків визначають за формулою:

$$q_{ssa} = \frac{4,5 \cdot K_{ss} \cdot H_{set}^{0,8}}{(0,1 \cdot J_i \cdot a_i)^{0,5-0,01a_t}} = \frac{4,5 \cdot 0,4 \cdot 3,65^{0,8}}{(0,1 \cdot 70 \cdot 2,5)^{0,5-0,01 \cdot 13}} = 1,76$$

де K_{ss} - коефіцієнт використання об'єму зони відстоювання, для радіальних відстійників - 0,4; H_{set} - глибина проточної частини відстійників,

м (табл.15), при $\varnothing 40=3,65$ м.

Геометричні розміри вторинних радіальних відстійників

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

J_i - муловий індекс, см³/г, приймаємо з розрахунку аеротенків по остаточному навантаженню на мул q_i ; a_i - концентрація активного мулу в аеротенку, г/дм³, приймаємо з розрахунку аеротенків $a_i = 2,5$; a_t - концентрація мулу в проясненій воді, ($a_t = 10 - 15$ мг/дм³)

Загальна площа дзеркала води для всіх типів вторинних відстійників після аеротенків дорівнює:

$$F_{ssa} = \frac{q_{maxh}}{q_{ssa}} = \frac{7602,43}{1,76} = 4319,6 \text{ м}^2$$

де q_{maxh} - максимальна годинна витрата стічних вод.

Площа дзеркала води для одного відстійника складе:

$$f_{ssa} = \frac{F_{ss}}{n} = \frac{4319,6}{4} = 1079,9, \text{ м}^2$$

де n - число відстійників варто приймати не менш 3, за умови, що всі відстійники є робочими.

Для радіальних і вертикальних відстійників діаметр дорівнює:

$$D_{ssa} = \sqrt{\frac{4 \cdot f_{ssa}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1079,9}{3,14}} = 37,09 \text{ м},$$

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

Приймаємо типовий проект: 902-2-90/75

Об'єм мулової камери.

Для II відстійників після аеротенків об'єм мулової камери передбачають

рівним об'єму осаду, що випав, за період не більше 2 год, а для відстійників після біофільтрів не більше 2 діб. Гідростатичний тиск при видаленні осадів з відстійників приймають не менш, кПа (м вод.ст.):

- первинних 15 (1,5),
- вторинних - 12 (1,2) після біофільтрів і 9 (0,9) - після аеротенків.

Знезараження стічних вод

Потрібну кількість активного хлору визначаємо по формулі (кг/год):

$$q_{cl} = \frac{a \cdot q_{maxh}}{1000} \cdot 1,5 = \frac{3 \cdot 7602,43}{1000} \cdot 1,5 = 34,21 \frac{\text{кг}}{\text{год}}$$

де a - розрахункова доза активного хлору, приймають після повного біологічного очищення – 3 г/м³; q_{maxh} - максимальна часова витрата стічних вод, м³/год;

По q_{cl} , кг/ч, підбирають хлоратори (табл. 16). При числі робочих хлораторів < 2 передбачається 1 резервний, а при числі робочих хлораторів більше двох - 2 резервних.

Характеристика хлораторів

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

Приймаємо 4 робочих і 2 резервних, марка хлоратора ЛК-10П.

Типовий проєкт приймаємо 901-7-15,85.

Основні дані типових хлораторних, що працюють на газоподібному хлорі

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

Визначають кількість ємностей для зберігання хлору.

Для зберігання хлору застосовуються балони $W=40$ л при $q_{Cl} < 2$ кг/год, або контейнери $W=800$ л.

На складі хлору повинен бути передбачений 30-ти добовий запас хлору, тому кількість ємностей визначається за формулою:

$$n = \frac{q_{Cl} \cdot 24 \cdot 30}{W \cdot \gamma_{Cl}} = \frac{34,21 \cdot 24 \cdot 30}{0,8 \cdot 1400} = 21,99 \approx 22 \text{ шт.}$$

γ_{Cl} - об'ємна вага хлору = 1400 кг/м³.

Змішувачі.

Для змішання стічної води з хлором можуть бути застосовані змішувачі будь-якого типу, установлені перед контактними резервуарами.

При добовій витраті стічних вод до 1400 м³/доб застосовують йоржеві змішувачі, для більших витрат - змішувачі типу «лоток Паршалья».

Приймаємо ТП 902-2-98 з пропускною здатністю 80-160 м³/доб.

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

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

Контактні резервуари.

Контактні резервуари проектують як первинні відстійники без скребків (вертикальні й горизонтальні). Вертикальні відстійники використовують на середніх і малих очисних станціях. Приймаємо горизонтальні контактні резервуари:

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

Ємність контактних резервуарів:

$$W_k = q_{maxh} \cdot T_k = 7602,43 \cdot 0,5 = 3801,22 \text{ м}^3;$$

T_k - тривалість контакту стічних вод з хлором, приймаємо 0,5 години.

Площа дзеркала води відстійника:

$$F_k = \frac{W_k}{n \cdot H} = \frac{3801,22}{3 \cdot 3,3} = 383,96 \text{ м}^2;$$

де n - число контактних резервуарів; $n \geq 2$ шт;

H - глибина проточної частини відстійника, (робоча глибина) м.

Для горизонтальних відстійників, довжина секції:

$$L_k = \frac{F_k}{B_k} = \frac{383,96}{9} = 42,66 \text{ м};$$

Приймаємо горизонтальні контактні резервуари: при $q_{maxh} = 7602,43 \text{ м}^3/\text{год}$ - ТП 902-2-334, кількість секцій $n=3$, ширина $B_k=9$ м, робоча глибина $h=3,3$ м.

Визначається кількість стисненого повітря, яке подається в горизонтальні контактні резервуари при видаленні осаду по формулі:

$$Q_{air} = I_a^k \cdot F_k \cdot n = 0,5 * 383,96 * 3 = 575,94 \text{ м}^3/\text{год};$$

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

Кількість осаду складе:

$$W_{oc} = \frac{q_0 \cdot Q_d}{1000} = \frac{0,5 * 105\,200}{1000} = 52,6 \frac{\text{м}^3}{\text{доб}};$$

де q_0 - кількість осаду, що випадає в контактних резервуарах, л/($\text{м}^3 \cdot \text{доб}$), після повного біологічного очищення стічних вод приймається $0,5 \text{ л}/(\text{м}^3 \cdot \text{доб})$ при вологості 98%. Муловий приямок розраховують на дводобовий об'єм осаду.

Спори для обробки осадів стічних вод

Встановлення об'єму осадів

У процесі обробки міських стічних вод на очисних станціях водовідведення утворюються осади наступних типів:

Великі покидьки, які затримані на решітках (розрахунок решіток):

За рік:

$$W_{відх}^{рік} = \frac{8 \cdot N_{priv}^{зв}}{1000} = \frac{8 * 484\,361}{1000} = 3874,9 \frac{\text{м}^3}{\text{рік}};$$

За добу:

$$W_{відх}^{доб} = \frac{W_{відх}^{рік}}{365} = \frac{3874,9}{365} = 210,62 \frac{\text{м}^3}{\text{доб}};$$

Пісок (і йому подібні важкі мінеральні домішки), що осідає в піскоуловлювачах:

$$W_s = \frac{0,03 \cdot N_{priv}}{1000} = \frac{0,03 * 484\,361}{1000} = 14,53 \frac{\text{м}^3}{\text{доб}};$$

Сирий осад, затримуваний у первинних відстійниках:

$$W_{mud} = Q_{mud} = \frac{Q(C_{en1}-150)}{(100-P_{mud})\gamma_{mud} \cdot 10^4} = \frac{105\,200(278,4-150)}{(100-45)1,06 \cdot 10^4} = 254,9;$$

Кількість сирого осаду по сухій речовині, т/доб, буде (первинні

відстійники): $M_{mud} = 13,5$ т/доб ; Гігроскопічна вологість $P_g = 5-6\%$, і зольності $S_{mid} = 25-27\%$

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

$$M_{mud}^s = \frac{M_{mud} \cdot (100 - P_g) \cdot (100 - S_{mud})}{10^4} = \frac{13,5 \cdot (100 - 6) \cdot (100 - 27)}{10^4} = 9,26 \frac{\text{т}}{\text{доб}};$$

Надлишковий активний мул або біологічна плівка, затримувані у вторинних відстійниках.

Кількість сирого осаду по сухій речовині:

$$M_{mud.a} = \frac{P_i \cdot Q_d}{10^6} = \frac{177,45 \cdot 105\,200}{10^6} = 18,67;$$

Де Q_d – добова витрата стічних вод, м³/добу,

P_i – приріст активного мулу: $P_i = 0,8 \cdot C_{cdp} + K_g \cdot L_{en} = 0,8 \cdot 150 + 0,3 \cdot 191,5 = 177,45$.

C_{cdp} – концентрація завислих речовин, що надходять в аеротенк, 150 мг/дм³

L_{en} – БСКповн, що надходить в аеротенк стічної води (з урахуванням зниження БСК при первинному відстоюванні) $L_{ocv} = 191,5$

K_g – коефіцієнт приросту: 0,3

Об'єм мулу:

$$W_{mud.a} = \frac{M_{mud.a} \cdot 100}{(100 - P_{mud.a}) \cdot \rho_{mud.a}} = \frac{18,67 \cdot 100}{(100 - 99,5) \cdot 1,03} = 3625,24;$$

$P_{mud.a}$ – вологість надлишкового активного мулу приймається рівною = 99,5%, $\rho_{mud.a}$ – густина активного мулу - 1,03 т/м³.

Об'єм ущільненого надлишкового активного мулу визначається за формулою:

$$W_u = \frac{M_{mud.a} \cdot 100}{100 - P_{ex}} = \frac{18,67 \cdot 100}{100 - 97,3} = 691,5$$

P_{ex} – вологість мулу після ущільнення, 97,3 %.

Кількість надлишкового активного мулу по абсолютно сухій беззольній речовині буде:

$$M_{mud.a}^S = \frac{M_{mud.a} \cdot (100 - P_g) \cdot (100 - S_{mud.a})}{10^4}$$

$$= \frac{18,67 \cdot (100 - 6) \cdot (100 - 27)}{10^4} = 12,81;$$

Гігроскопічна вологість $P_g = 5-6\%$, і зольності $S_{mid} = 25-27\%$

Кількість суміші по сухій речовині, визначається (сума сирого осаду і активного мулу): $M_{tot} = M_{mud} + M_{a.mud} = 13,5 + 18,67 = 32,17;$

по абсолютно сухій беззольній речовині: $M_{tot}^S = M_{mud}^S + M_{a.mud}^S = 9,26 + 12,81 = 22,07;$

Об'єм осаду: $W_{tot} = W_{mud} + W_u = 254,9 + 691,5 = 946,4;$

Середня вологість суміші: $P_{mix} = 100 \cdot \left(1 - \frac{M_{tot}}{W_{tot}}\right) = 100 \cdot \left(1 - \frac{32,17}{946,4}\right) = 96,6\%$

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

$$\left(1 - \frac{22,07}{13,5 \cdot \frac{(100 - 6)}{100} + 18,67 \cdot \frac{(100 - 6)}{100}}\right) \cdot 100 = 27,02\%;$$

Об'єм осаду, що утворюється у контактних резервуарах:

$$W_{oc} = 3801,22 \frac{\text{м}^3}{\text{доб}};$$

Всі осади повинні бути піддані спеціальній обробці. Ціль обробки полягає в необхідності знезаражування і використання їх у народному господарстві як добриво.

Ущільнення осадів

Приймаємо радіальні мулозгущувачі.

Розрахунок мулозгущувачів виконують на максимальну годинну подачу активного мулу:

$$Q_{mud.a} = \frac{P_{max} \cdot q_{max.h}}{C \cdot 10^3} = \frac{213,8 \cdot 7602,43}{14,4 \cdot 10^3} = 112,87;$$

$q_{max.h}$ — максимальногодинна витрата стічних вод, C - концентрація

надлишкового активного мулу, що ущільнюється - приймається рівною дозі мулу в регенераторі аеротенка a_r

P_{max} - максимальний приріст надлишкового активного мулу, $г/м^3$:

$$P_{max} = K_M \cdot (P_i - a_t) = 1,3 \cdot (177,45 - 13) = 213,8 \frac{г}{м^3};$$

K_M - коефіцієнт місячної нерівномірності приросту мулу, - 1,15+1,3;

P_i - приріст активного мулу; a_t -концентрація активного мулу, що виноситься з вторинних відстійників у водойму – 10-15 $мг/дм^3$ (вторинні відстійники)

Корисна площа поперечного перерізу радіального мулозгущувача:

$$F_{пол} = \frac{Q_{mul.a}}{q_0} = \frac{112,87}{0,3} = 376,23 \text{ м}^2;$$

q_0 - розрахункове навантаження на площу дзеркала ущільнювача.

Приймається в залежності від концентрації активного мулу, що надходить на ущільнення :

- при $C = 2 \div 3$ $г/л$ - $q_0 = 0,5 \text{ м}^3/(м^2 \cdot ч)$;

- при $C = 5 \div 8$ $г/л$ - $q_0 = 0,3 \text{ м}^3/(м^2 \cdot ч)$.

Діаметр одного мулоущільнювача визначаємо за формулою:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{пол}}{\pi \cdot n}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 376,23}{3,14 \cdot 2}} = 15,5 \approx 18 \text{ м.}$$

Приймаємо $n = 2$ радіальні мулоущільнювачі діаметрами 18.

Висота робочої зони мулоущільнювача за формулою:

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

$T_{ущ}$ - тривалість ущільнення, ч. для радіальних мулоущільнювачів = 9–11 год.

Загальна висота мулоущільнювача:

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

$h_{зАЛ}$ - висота зони залягання мулу, м. Приймається рівній 0,3 м при мулоскребі і 0,7 м при мулососі, h_B - висота від рівня води до борта споруди, приймаємо 0,3 м.

Максимальний витрата рідини, що відділяється в процесі ущільнення за формулою:

$$Q = Q_{mud.a} \cdot \frac{P_{mud.a} - P_{ex}}{100 - P_{ex}} = 112,87 \cdot \frac{99,5 - 97,3}{100 - 97,3} = 91,97\%;$$

$P_{mud.a}$ - вологість мулу, що надходить (розрахунок об'єму мулу), P_{ex} - ущільненого мулу - 97,3 %.

Об'єм мулової частини мулоущільнювачів:

$$V = Q_{mud.a} \cdot \frac{100 - P_{mud.a}}{100 - P_{ex}} \cdot \frac{t_{мул}}{n} = 112,87 \cdot \frac{100 - 99,5}{100 - 97,3} \cdot \frac{8}{2} = 83,6 \text{ м}^3;$$

$t_{мул}$ - тривалість перебування мулу в мулової частини при вивантаженні його 1 раз в зміну, приймаємо = 8 год.

Метантенки

Метантенки застосовуються для анаеробного зброджування осадів міських стічних вод з метою стабілізації, ущільнення і отримання метаноутворюючого газу бродіння.

Приймається термофільний режим зброджування, при якому повністю знищуються яйця гельмінтів, які знаходяться в осаді. Температура зброджування 53°С.

Добова доза завантаження осаду в метантенк при вологості осаду 97,3% буде $D_{mt} = 19\%$

Режим збродження	Добова доза завантажуваного в метантенк осаду				
	D_{mt} %, при вологості осаду P_{mix} %				
	93	94	95	96	97
Мезофільний	7	8	8	9	10
Термофільний	14	16	17	18	19

Необхідна місткість метантенків буде:

$$W_{mt} = \frac{W_{tot} \cdot 100}{D_{mt}} = \frac{946,4 \cdot 100}{19} = 4981,1 \text{ м}^3;$$

де W_{tot} – об'єм осаду, що надходить в метантенк.

Об'єм одного метантенка:

$$W'_{mt} = \frac{W_{mt}}{n} = \frac{4981,1}{2} = 2490,55 \text{ м}^3;$$

n – кількість метантенків - має бути не менше двох (всі робочі).

Приймаємо ТП 902-5-16.86 метантенків

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

Фактична доза завантаження:

$$D_{mtf} = \frac{W_{mt} \cdot D_{mt}}{W_{mtf} \cdot n} = \frac{4981,1 \cdot 19}{2500 \cdot 2} = 18,9;$$

Максимально можливе зброджування беззольної речовини осаду, що завантажується визначається за формулою:

$$R_{lim} = (0,92 \cdot C_{fat} + 0,62 \cdot C_{gl} + 0,34 \cdot C_{prt}) \cdot 100$$

При відсутності даних про хімічний склад осаду величину R_{lit} допускається приймати:

для осадів з первинних відстійників – 53%;

для надлишкового активного мулу – 44%;

для суміші осаду з активним мулом - по середньоарифметичному співвідношенню компонентів, що змішуються по беззольній речовині:

$$R_{lim} = \frac{R_{lim} \cdot M_{mud}^S + R_{lim.mud.a} \cdot M_{mud.a}^S}{M_{tot}^S} = \frac{53 \cdot 9,26 + 44 \cdot 12,81}{22,07} = 47,8;$$

Розпад беззольної речовини R_r осаду, що завантажується в залежності від дози завантаження визначається за формулою:

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

D_{mt} – фактична доза завантаження;

K_r – коефіцієнт, що залежить від вологості осаду

Режим збродження	Значення коефіцієнта K_r , при вологості завантажуваного осаду, %				
	93	94	95	96	97
Мезофільний	1,05	0,89	0,72	0,56	0,40
Термофільний	0,455	0,385	0,31	0,24	0,17

Добова кількість газу, одержуваного при зброджуванні, визначається за формулою:

$$Q_r = \frac{R_r \cdot M_{\text{tot}}^S \cdot 1\,000}{100 \cdot \rho} = \frac{44,6 \cdot 22,07 \cdot 1\,000}{100 \cdot 1} = 9843,22 \frac{\text{м}^3}{\text{доб}};$$

ρ – густина газу = 1 кг/м³.

Вага осаду по сухій речовині після зброджування за формулою:

$$M_{SB} = M_{\text{tot}} \cdot \left(1 - \frac{\left(1 - \frac{S_{\text{tot}}}{100} \right)}{100} \right) = 32,17 \cdot \left(1 - \frac{\left(1 - \frac{27,02}{100} \right)}{100} \right) = 21,7 \text{ т.}$$

S_{tot} – зольність суміші.

Об'єм осаду в процесі зброджування практично не змінюється, тому об'єм зброженого осаду дорівнює об'єму осаду, що надходить в метантенки:

$$W_{SB} = W_{\text{tot}} = 946,4$$

Вологість зброженого осаду за формулою:

$$P_{SB} = 100 \cdot \left(1 - \frac{M_{SB}}{W_{SB}} \right) = 100 \cdot \left(1 - \frac{21,7}{946,4} \right) = 97,7\%;$$

Газгольдери

Ємність газгольдерів визначаємо за формулою:

$$W_{rr} = \frac{Q_r \cdot \tau}{24} = \frac{9843,22 * 3,15}{24} = 1435,5$$

τ – час виходу газу; $\tau = 2 - 4$ год. (3,5 год).

Приймаємо типовий газгольдер

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

Приймаємо ТП 707-2-6.

Розрахунок барабанних вакуум-фільтрів

Необхідна площа фільтрації буде:

$$F_f = \frac{M_{tot}}{P_f \cdot n \cdot t}$$

M_{tot} – загальна кількість осаду по сухій речовині, кг/доб; t – тривалість зміни: 8 годин; n – кількість змін роботи фільтра: 2 зміни; P_f – Продуктивність фільтра 17...22 кг/год·м², приймається: 20.

Приймається 2 робочих вакуум-фільтри і 1 резервний БОУ-40-3,4 з поверхнею фільтрування 40 м² кожний.

Технічна характеристика барабанних вакуум-фільтрів				
Показники	Марка вакуум-фільтра			
	БОУ-5-1,75	БОУ-10-2,6	БОУ-20-2,6	БОУ-40-3,4
Площа поверхні фільтрування, м ²	5	10	20	40

Діаметр барабана, мм	1762	2612	2612	3000
Частота обертання барабана, об/хв	0,13-2	0,13-2	0,13-2	0,436-1,178
Потужність електроприводу, кВт	1,1	2,2	3	3,4-4,1
Габаритні розміри, мм	2680×2410× 2650	3420×3320× 3415	4750×3230× 3830	6660×4300× 3640

Зневоднення осадів в природних умовах

Об'єм суміші сирого осаду і надлишкового активного мулу з фактичною вологістю $P_{\text{mix}} - P_{\text{SB}}$ становить: W_{tot}

Таким чином, на аварійні мулові майданчики може надходити :

$$W_{\text{ав.мул}} = 0,2 \cdot W_{\text{tot}} = 0,2 \cdot 946,44 = 189,3;$$

Корисна площа мулових майданчиків м^2 , буде визначатись за формулою:

$$F = \frac{W_{\text{ав.мул}} \cdot 365}{h \cdot K} = \frac{189,3 \cdot 365}{1,5 \cdot 1} = 46\,063 \text{ м}^2$$

де, навантаження, h , осаду м^3 на м^2 майданчика за рік – $1,5 \text{ м}^3$, $K = 0,8 - 1$ - коефіцієнт, що враховує частину площі, що відводиться під зимове намерзання.

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

$$n = \frac{F}{600} \approx \frac{46\,063}{600} \approx 77.$$

Розділ №3.

Санітарно-технічне обладнання будинку

							Лист
							63
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	

Опис об'єкту проектування

Житловий будинок в якому мешкає $U=136$ осіб, споживають холодну воду в середньому по $(q_{hr.mdl}^{cold}) = 160$ л за добу. Загальне середнє добове споживання холодної води – $U * q_{hr.mdl}^{cold} = 136 * 160 = 21760$ л/добу .
Споживають гарячу воду в середньому по $q_{hr.mdl}^{hot} = 105$ л за добу. Загальне середнє добове споживання гарячої води – $U * q_{hr.mdl}^{hot} = 136 * 105 = 14\ 280$ л/добу.

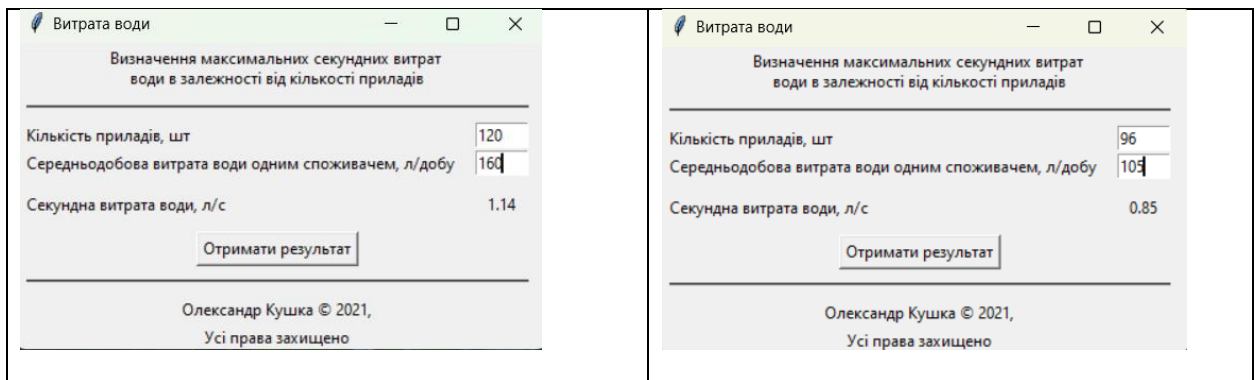
За кількістю розрахункових ділянок мережі В1 в підвалі визначаємо кількість стояків гарячої та холодної води в будинку за формулою: $N_{ст} = (N_{дйл.пд} - 1) * 2 = (4 - 1) * 2 = 6$. Від помпи відповідної системи (холодної, гарячої) до центральної вісі будинку іде перша ділянка, а потім мережа розгалужується на два напрямки. До правої та лівої частини будинку. Знаходимо кількість квартир в будинку $N_{кв} = N_{пв} * N_{ст} = 4 * 6 = 24$. Кількість приладів холодної води в будинку – $N_{в1} = N_{кв} * N_{прил} = 24 * 5 = 120$. В кожній квартирі є унітаз, який не використовує гарячу воду і відповідно кількість приладів, що використовують гарячу воду в будинку буде - $N_{тз} = (N_{прил} - 1) * N_{кв} = (5 - 1) * 24 = 96$.

Для знаходження максимальної секундної витрати холодної води на ввіді до будинку використали програму «Витрата води».

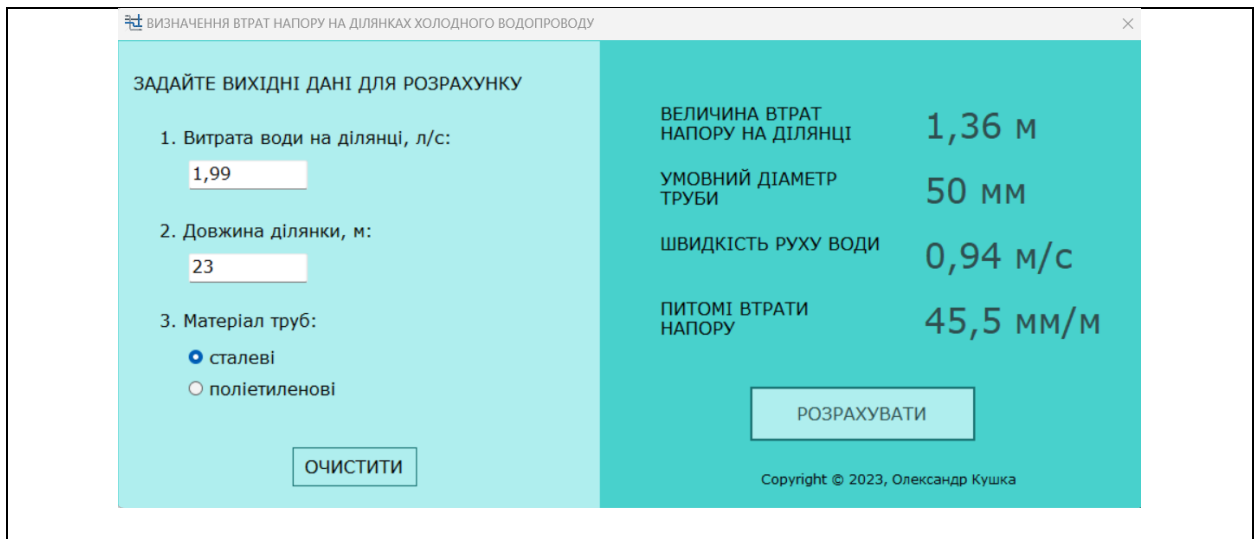
Вихідні дані. 160 л на добу одним мешканцем та 120 приладів. Отримали 1,14 л/с.

Для визначення максимальної секундної витрати гарячої води по будинку також скористались цією програмою.

Вихідні – 105 та 96. Отримали – 0,85 л/с.



Загальна максимальна секундна витрата $1,14+0,85=1,99$ л/с.



Втрати напору на ввіді до будинку – 1,36 м, діаметр труби – 50 мм.

Гідравлічний розрахунок внутрішньої мережі В1

Розрахунок системи В1 для пропуску господарсько-питної витрати наведено в таблиці 1 (для визначення діаметрів труб на розрахунковому напрямку).

Трасування труб мережі холодного водопроводу в підвальному приміщенні виконано на висоті 0,5 м над рівнем підлоги (в пароізоляції), напірний патрубков помпи холодного водопроводу розташовано на висоті 0,5 м над рівнем підлоги.

Розводка в квартирах виконана трубою 15 мм, без розрахунку. Відстань від стояка до приладу в реальних житлових будинках зазвичай не перевищує декількох метрів, тобто втрати напору не перевищать 1,5-2 м.

Висота поверху від підлоги до підлоги дорівнює довжині першої ділянки 12 (2,9 м). Висота підвалу від підлоги першого поверху до підлоги підвалу – 1,7 м. Довжина ділянки 45 складається з: висоти підйому води з відмітки 0,5 до відмітки 0,3 над підлогою першого поверху, буде $(1,7+0,3) - 0,5 = 1,5$ м та довжини третьої ділянки в підвалі - 5 м. Всього 6,5 м. Загальна кількість ділянок на розрахунковому напрямку $N_{\text{діл.вл.}} = (N_{\text{пв}} + N_{\text{діл.пд.}}) - 1 = (4+4) - 1 = 8 - 1 = 7$. В таблиці 1 буде сім розрахункові ділянки.

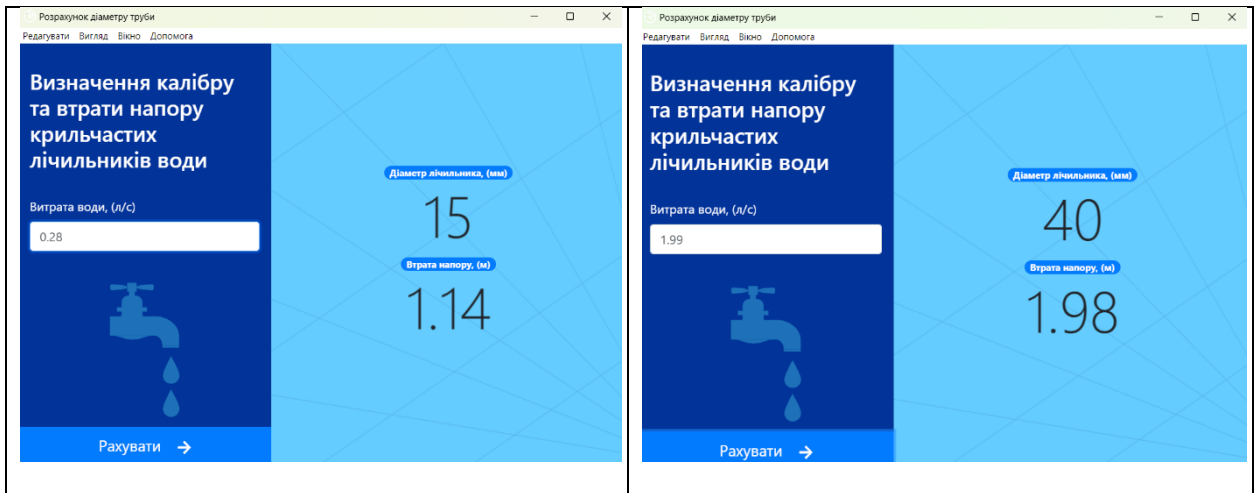
Довжини ділянок. 12,23,34 – дорівнює висоті поверху (2,9). Друга перехідна, складається з двох частин вертикальної та горизонтальної. 45 – 6,5 м. Якщо кількість поверхів більше двох, то кількість перших ділянок з однаковою довжиною можна визначити так $N_{12} = N_{\text{пв}} - 1 = 4 - 1 = 3$. Довжини всіх ділянок в підвалі беремо з таблиці вихідних даних. Потрібно пам'ятати, що в табл. вихідних даних вони подані зі зворотною нумерацією! Перша, друга ділянка в підвалі (рахуючи від помпи) завжди існує. Третя, четверта, п'ята, шоста завжди мають однакову довжину і скільки їх буде визначити можна так $N_3 = N_{\text{діл.пд}} - 3 = 4 - 3 = 1$.

<p>Витрата води</p> <p>Визначення максимальних секундних витрат води в залежності від кількості приладів</p> <p>Кількість приладів, шт <input type="text" value="5"/></p> <p>Середньодобова витрата води одним споживачем, л/добу <input type="text" value="160"/></p> <p>Секундна витрата води, л/с <input type="text" value="0.28"/></p> <p><input type="button" value="Отримати результат"/></p> <p>Олександр Кушка © 2021, Усі права захищено</p>	<p>Витрата води</p> <p>Визначення максимальних секундних витрат води в залежності від кількості приладів</p> <p>Кількість приладів, шт <input type="text" value="10"/></p> <p>Середньодобова витрата води одним споживачем, л/добу <input type="text" value="160"/></p> <p>Секундна витрата води, л/с <input type="text" value="0.33"/></p> <p><input type="button" value="Отримати результат"/></p> <p>Олександр Кушка © 2021, Усі права захищено</p>
<p>Витрата води</p> <p>Визначення максимальних секундних витрат води в залежності від кількості приладів</p> <p>Кількість приладів, шт <input type="text" value="15"/></p> <p>Середньодобова витрата води одним споживачем, л/добу <input type="text" value="160"/></p> <p>Секундна витрата води, л/с <input type="text" value="0.38"/></p> <p><input type="button" value="Отримати результат"/></p> <p>Олександр Кушка © 2021, Усі права захищено</p>	<p>Витрата води</p> <p>Визначення максимальних секундних витрат води в залежності від кількості приладів</p> <p>Кількість приладів, шт <input type="text" value="20"/></p> <p>Середньодобова витрата води одним споживачем, л/добу <input type="text" value="160"/></p> <p>Секундна витрата води, л/с <input type="text" value="0.43"/></p> <p><input type="button" value="Отримати результат"/></p> <p>Олександр Кушка © 2021, Усі права захищено</p>

Розрахунок мережі холодного водопроводу (розрахунковий напрямок)				
Номер ділянки	Довжина ділянки, м	Кількість приладів, шт.	Максимальна витрата, л/с	Втрати напору на ділянці, м; діаметр труби, мм; швидкість руху води, м/с
12	2,9	5	0,28	
23	2,9	10	0,33	
34	2,9	15	0,38	

45	6,5	20	0,43	
56	5	40	0,6	
67	3,5	60	0,74	
78	2	120	1,14	
				<p>Загальні втрати напору на напрямку з урахуванням місцевих втрат напору:</p> $0,52+0,19+0,25+0,71+0,24+0,24+0,16=2,31\text{м.}$

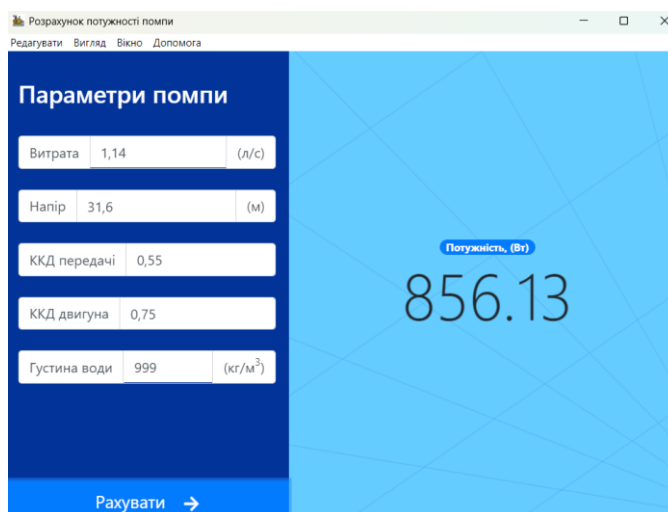
Розрахунок калібру та втрат напору в квартирному та будинковому лічильниках холодної води. Максимальна витрата холодної води на ввіді в квартиру (ділянка 12, таблиця 1) 0,28 л/с, на ввіді до будинку з урахуванням води, що використовується для приготування гарячої – 1,99 л/с.



Розрахунок необхідного напору помпи в мережі холодного водопроводу

Розрахунок виконаємо без урахування гарантованого напору в міській мережі та втрат напору на вводі водопроводу до будинку. Необхідний напір складається з висоти підйому води, вільного напору у споживача та втрат напору в мережі від помпи до найбільш віддаленого та високо розташованого обладнання.

Висота підйому води ($H_{\text{П}} = H_{\text{ДС}} + (N_{\text{ПВ}} - 1) + N_{\text{ПВ}} + N_{\text{ПД}} - h_{\text{помп}}$). Від помпи в підвальному приміщенні ($h_{\text{помп}} = 0,5$ м, над підлогою) подача до душової сітки ванни на верхньому поверсі ($H_{\text{ДС}} = 2,2$ м, над рівнем підлоги). Всього: $2,2 + (4 - 1) + 2,9 + 1,7 - 0,5 = 9,3$ м. Вільний напір у споживача. За вихідними даними (H_f) – 20 м. Втрати напору (Δh) у внутрішній мережі холодного водопроводу (таблиця 1) – 2,31 м. Всього: $\Delta H = H_{\text{П}} + H_f + \Delta h = 9,3 + 20 + 2,31 = 31,61$ м.

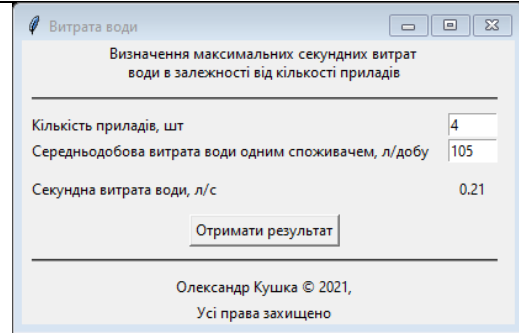
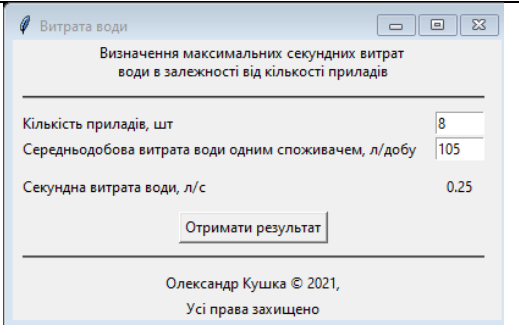
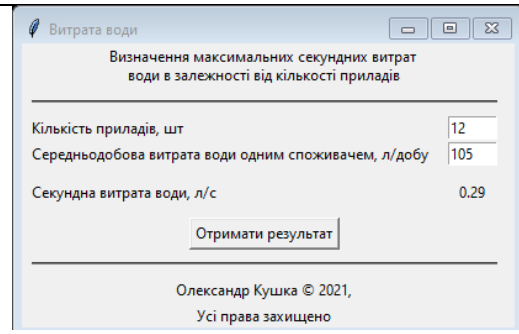
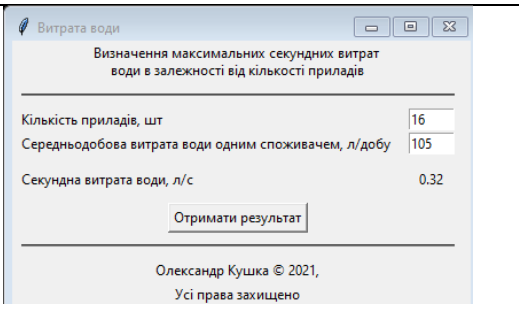


Гідравлічний розрахунок подавальної частини внутрішньої мережі ТЗ

Розрахунковий стояк - Ст.ТЗ - 1. Розрахунковий напрямок - від квартири на другому поверсі (Ст. ТЗ – 1) до помпи в підвальному приміщенні будинку.

Трасування труб мережі гарячого водопроводу в підвальному приміщенні виконано на висоті 0,8 м над рівнем підлоги (в теплоізоляції), напірний патрубок помпи гарячого водопроводу розташовано на висоті 0,5 м над рівнем підлоги. Розводка в квартирах виконана трубою 15 мм..

Висота поверху від підлоги до підлоги дорівнює довжині ділянки 12 (2,9 м). Висота підвалу від підлоги першого поверху до підлоги підвалу – 1,7 м. Довжина ділянки 23 складається з: висоти підйому води з відмітки 0,5 до відмітки 0,3 над підлогою першого поверху, буде $(1,7+0,3) - 0,5 = 1,5$ м та довжини третьої ділянки в підвалі - 5 м. Всього 6,5 м. Кількість розрахункових ділянок для системи ТЗ (подавальна частина) співпадає з кількістю розрахункових ділянок на системі В1, а саме: сім.

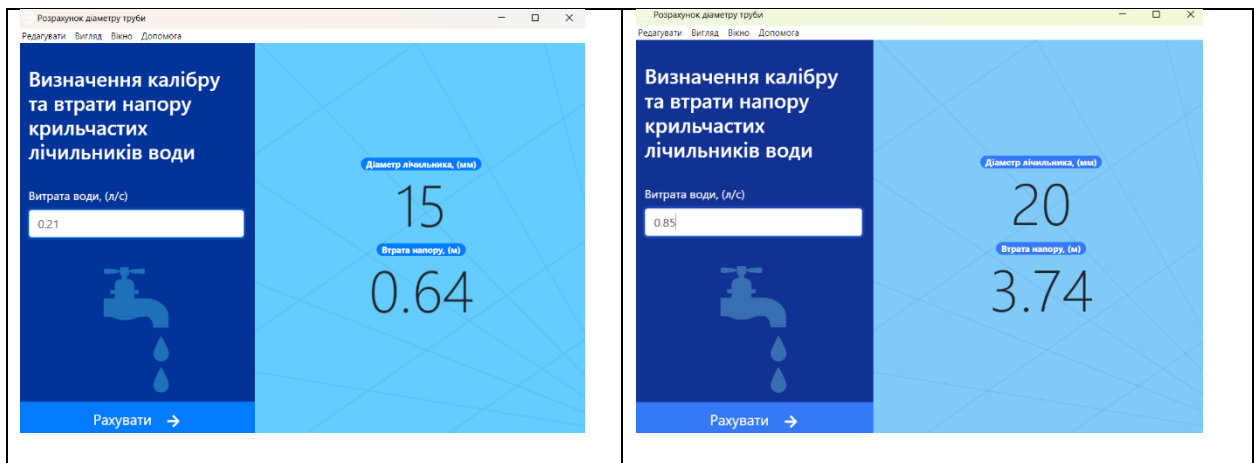
	
	

Номер ділянки	Довжина ділянки, м	Кількість приладів, шт.	Максимальн а витрата, л/с	Втрати напору на ділянці, м; діаметр труби, мм; швидкість руху води, м/с
12	2,9	4	0,21	
23	2,9	8	0,25	
34	2,9	12	0,29	

45	6,5	16	0,32	
56	5	32	0,45	
67	3,5	48	0,55	
78	2	96	0,85	
				<p>Загальні втрати напору на напрямку з урахуванням місцевих втрат напору:</p> $0,09+0,13+0,16+0,13+0,18+0,06+0,03=0,78$

Розрахунок калібру та втрат напору в квартирному та будинковому лічильниках гарячої води

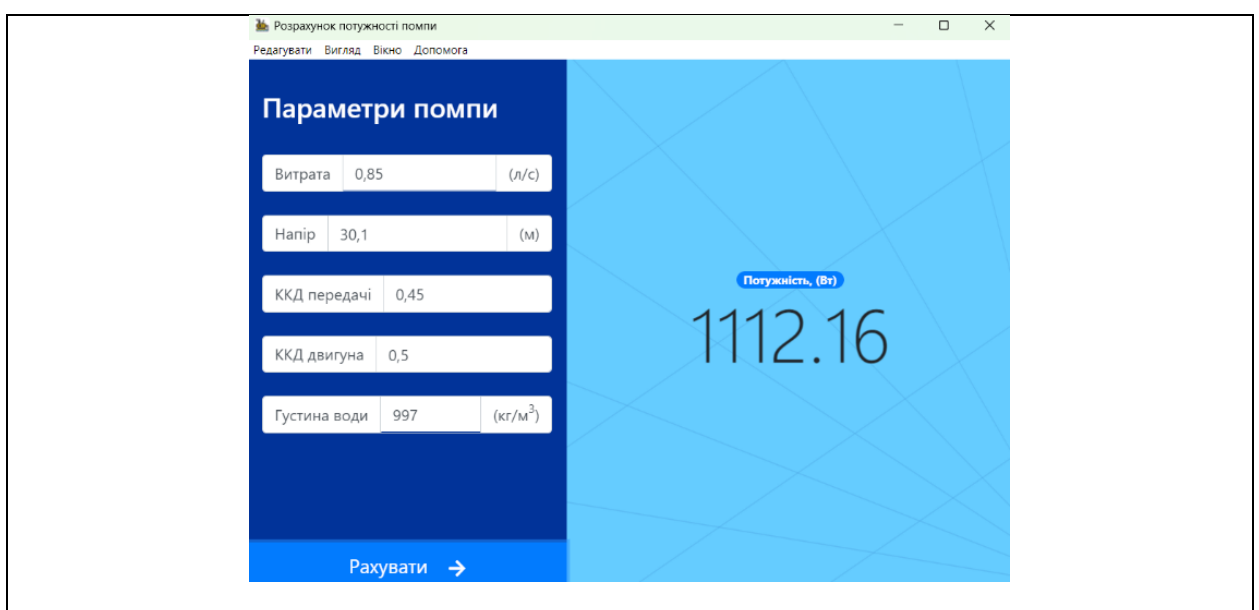
Максимальна витрата гарячої води на ввіді в квартиру 0,21 л/с, на вході до водопідігрівача – 0,85 л/с.



Розрахунок необхідного напору помпи в мережі гарячого водопроводу

Розрахунок виконаємо без урахування гарантованого напору в міській мережі та втрат напору на вводі водопроводу до будинку. Необхідний напір складається з висоти підйому води, вільного напору у споживача та втрат напору в мережі від помпи до найбільш віддаленого та високо розташованого обладнання.

Висота підйому води. Від помпи в підвальному приміщенні (0,5 м над підлогою) подача до душової сітки ванни (2,2 м над рівнем підлоги другого поверху). Всього: $2,2+(4-1)+2,9+1,7-0,5=9,3$ м. Вільний напір у споживача. За вихідними даними (H_f) – 20 м. Втрати напору у внутрішній мережі холодного водопроводу (таблиця 2) - 0,78 м. Всього: $9,3+20+0,78=30,08$ м.



Система внутрішньої побутової каналізації (К1)

Максимальна загальна витрата води в будинку складає $1,99+1,6 = 3,59$ л/с. Кількість каналізаційних стояків в будинку - шість. Всі типи труб діаметром 100 -110 мм (в залежності від матеріалу труби), а саме: поліетиленові (низького або високого тиску), полівінілхлоридні, поліпропіленові, чавунні пропустять таку кількість води і при куті приєднання поперхової труби до стояка 90° . Приймаємо до монтажу поліетиленові труби низького тиску.

Ревізії облаштувати на всіх стояках на 1, 2, 3, 4 поверхах на висоті 1 м над рівнем підлоги. Витяжну частину кожного стояка виводити над покрівлею на висоту не менше 0,3 м.

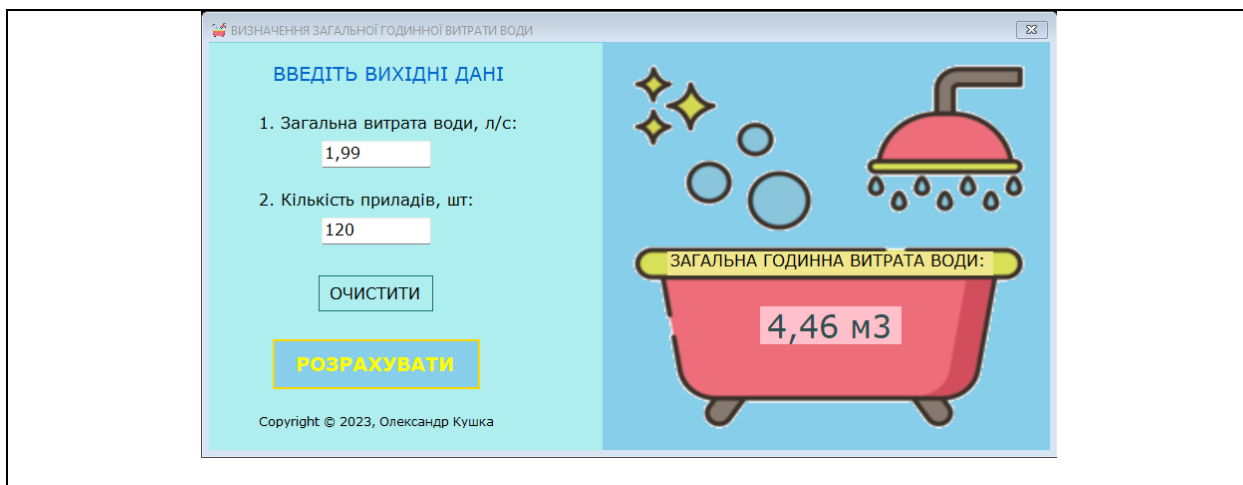
При необхідності, поруч з сифоном ванни (можливо виникнення вакууму і «зриву сифона») встановити клапан для автоматичного впуску повітря в систему (вантуз).

В підвальному приміщенні горизонтальні ділянки змонтувати на висоті 0,2 ...0,3 м над рівнем чистого полу. Труби прокласти з ухилом 0,02 до випуску з будинку. З будинку зробити один випуск в сторону міської мережі діаметром 100 мм. Безпосередньо у зовнішньої стіни змонтувати прочистку.

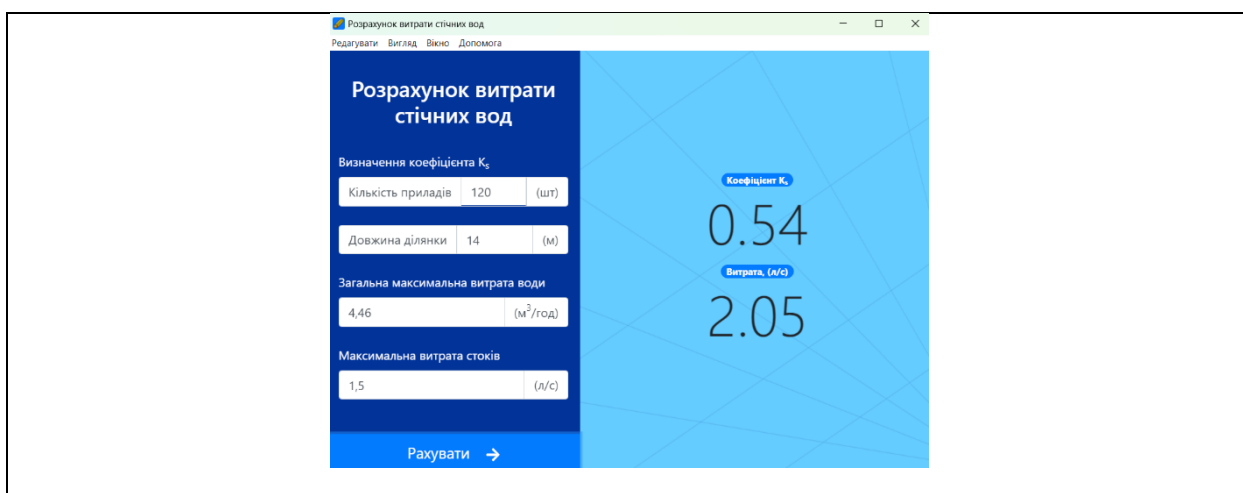
На горизонтальних ділянках підвалу встановити прочистки таким чином, щоб максимальна відстань між прочистками не перевищувала 10 м, та від останньої за рухом води прочистки до найближчого дворового оглядового колодязя відстань також не перевищувала 10 м.

В центральній частині приміщення теплового пункту встановимо трап, вода з якого потраплятиме до приямку, звідки дренажною помпою по окремій каналізаційній трубі діаметром 50 мм відкачуватиметься до найближчого оглядового колодязя.

Знаходимо загальну годинну витрату води від максимальної секундної витрати води по будинку.



Розрахункову витрату води в каналізаційному випуску з будинку знаходимо за програмою «Розрахунок витрати стічних вод».



Внутрішня мережа зливової каналізації відсутня в зв'язку зі скатною покрівлею будинку. Дощова вода з даху відводиться по трубам, що розташовані ззовні будинку.

Розділ №4.
Локальні очисні
споруди промислового
підприємства

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Лист
							76
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Очищення стічних вод від фарфорового заводу - це складний процес, оскільки ці води містять специфічні забруднення, які потребують особливих методів обробки.

Основні забруднення стічних вод фарфорового заводу:

- Завислі речовини: Глина, каолін, кварцовий пісок, польовий шпат, фарби, глазури.
- Розчинені речовини: Солі, кислоти, луги, органічні сполуки.
- Важкі метали: Свинець, кадмій, цинк, хром.

Схема очищення стічних вод:

Очищення стічних вод фарфорового заводу зазвичай включає кілька етапів:

1. Механічне очищення:

- Решітки: Затримують великі забруднення (папір, ганчір'я, деревина).
- Пісковловлювачі: Видаляють пісок та інші важкі мінеральні домішки.
- Відстійники: Видаляють завислі речовини шляхом осідання.

2. Фізико-хімічне очищення:

- Коагуляція та флокуляція: Додавання реагентів для укрупнення завислих частинок та їх осідання.
- Нейтралізація: Регулювання рН стічних вод для створення оптимальних умов для біологічного очищення або скидання вод у водойму.

3. Біологічне очищення:

- Аеротенки: Очищення стічних вод від органічних забруднень за допомогою мікроорганізмів.
- Біофільтри: Очищення стічних вод від органічних забруднень за допомогою біоплівки, що утворюється на поверхні фільтруючого матеріалу.

4. Доочищення:

- Фільтрування: Видалення залишкових завислих речовин.

- Адсорбція: Видалення розчинених органічних сполук та важких металів.
- Дезінфекція: Знезараження стічних вод перед скиданням у водойму.

Особливості очищення стічних вод фарфорового заводу:

- Висока концентрація завислих речовин: Потребує ефективних методів механічного очищення та утилізації осаду.
- Наявність важких металів: Потребує спеціальних методів очищення (хімічне осадження, іонний обмін, адсорбція).

Цех	Стічні води, м ³ /доб				Всього
	Виробничі	Госп.-побутові		Душові	
		%	м ³ /доб		
ТЕЦ	-	30	30	0,69	30,69
Фарфорове виробництво	8000	15	15	1,38	16,38
Склад	-	5	5	-	5,0
Художній цех	4000	10	10	1,38	11,38
Адміністративний корпус	-	10	10	-	10,0
Харчоблок	-	30	30	0,69	30,69
Σ	12000		100	4,14	104,14

Цех	Зміна	Кількість робочих	Душові води		
			Витрата на 1 душ., л/год	Кількість душових сіток	Всього, м ³ /доб
ТЕЦ	1	2	500	1	0,345
	2	2	500	1	0,345

Фарфорове виробництво	1	6	500	2	0,69
	2	5	500	2	0,69
Художній цех	1	7	500	2	0,69
	2	6	500	2	0,69
Харчоблок	1	2	500	1	0,345
	2	2	500	1	0,345
Σ 32				Σ 4,14	

Визначаємо витрату стічних вод від душових сіток за формулою:

$$Q_{душ} = \frac{500 \cdot m \cdot 45}{1000 \cdot 60} = 0,345 \cdot m, \text{ м}^3/\text{год};$$

де m – кількість працюючих душових сіток.

Розрахунок дощової каналізації

Розбиваємо площу, яку займає підприємство на площини, з яких дощова вода збирається у водозбірники. Площі є наступними:

$$F_1 = 59 \cdot 64 \text{ м} = 0,0038 \text{ км}^2 = 0,38 \text{ га};$$

$$F_2 = 47 \cdot 64 \text{ м} = 0,0030 \text{ км}^2 = 0,30 \text{ га};$$

$$F_3 = 67 \cdot 106 \text{ м} = 0,0071 \text{ км}^2 = 0,71 \text{ га};$$

$$F_4 = 120 \cdot 59 \text{ м} = 0,0071 \text{ км}^2 = 0,71 \text{ га};$$

$$F_5 = 120 \cdot 44 \text{ м} = 0,0056 \text{ км}^2 = 0,56 \text{ га};$$

$$F_6 = 139 \cdot 44 \text{ м} = 0,0061 \text{ км}^2 = 0,61 \text{ га};$$

Визначаємо загальну площу стоку: $F_{\text{заг}} = 0,0327 \text{ км}^2 = 3,27 \text{ га}$.

Підраховуємо загальні площі поверхонь, по яких будуть стікати дощові води:

- покрівлі споруд і асфальтове покриття $F_{\text{покp}} = 0,014 + 0,0168 \text{ км}^2 = 3,10 \text{ га}$;

- зелені насадження (приймаємо 5% від $F_{\text{заг}}$) $F_{\text{з.н.}}=0,0017 \text{ км}^2=0,17 \text{ га}$.

Визначаємо витрати стічних вод за формулою:

$$q_{\text{cal}} = \beta \cdot q_r, \text{ л/с};$$

де β – коефіцієнт, що враховує заповнення вільної ємності мережі в момент виникнення напірного режиму; при $n=0,71$; $\beta=0,65$;

$$q_r = \frac{z_{\text{mid}} \cdot A^{1,2} \cdot F}{t_r^{1,2 \cdot n - 0,1}}, \text{ л/с};$$

де z_{mid} – середнє значення коефіцієнта, що характеризує поверхню басейна стоку:

$$z_{\text{mid}} = \frac{z_{\text{нокр}} \cdot F_{\text{нокр}} + z_{\text{з.н.}} \cdot F_{\text{з.н.}}}{F_{\text{нокр.}} + F_{\text{з.н.}}} = \frac{0,26 \cdot 0,0310 + 0,038 \cdot 0,0016}{0,0310 + 0,0016} = 0,25;$$

A – параметр, що визначається за формулою:

$$A = q_{20} \cdot 20^n \cdot \left(1 + \frac{\lg P}{\lg m_r}\right)^\gamma = 100 \cdot 20^{0,71} \cdot \left(1 + \frac{\lg 1}{\lg 110}\right)^{1,54} = 839;$$

де P – період однократного підвищення розрахункової інтенсивності дощу. Приймаємо $P=1$ рік; q_{20} – інтенсивність дощу, л/с на 1 га, тривалістю 20 хв при $P=1$ рік; $q_{20}=100$ л/с; m_r – середня кількість дощів за рік, $m_r=110$; γ – показник степеня, приймаємо за табл.4 [2], $\gamma=1,54$; F – розрахункова площа стоку, га; $F=3,27$ га; t_r – розрахункова тривалість дощу, що дорівнює тривалості протікання поверхневих вод по поверхні і трубах до розрахункової ділянки, хв:

$$t_r = t_{\text{con}} + t_{\text{can}} + t_p;$$

де t_{con} – час концентрації стоку, хв; $t_{\text{con}}=2,5$ хв; t_{can} – тривалість протікання дощових вод від найвіддаленішої точки до першого дощоприймача, хв.:

$$t_{\text{can}} = 0,021 \cdot \sum \frac{l_{\text{can}}}{v_{\text{can}}} = 0,021 \cdot \frac{100}{1,0} = 2,1 \text{ хв};$$

де l_{can} – відстань від найвіддаленішої точки до першого дощоприймача, м;
 v_{can} – розрахункова швидкість на ділянці, м/с., t_p – тривалість протікання дощових вод по трубах до розрахункового перерізу, хв:

$$t_p = 0,017 \cdot \sum \frac{l_p}{v_p};$$

де l_p – довжина розрахункових ділянок колектора, м; v_p – розрахункова швидкість на ділянці, м/с.

$$t_{p_{1-2}} = 0,017 \cdot \frac{45}{1,0} = 0,77 \text{ хв.}; \quad t_{p_{2-3}} = 0,017 \cdot \frac{73}{1,0} = 1,24 \text{ хв.};$$

$$t_{p_{3-4}} = 0,017 \cdot \frac{96}{1,0} = 1,63 \text{ хв.}; \quad t_{p_{4-5}} = 0,017 \cdot \frac{58}{1,0} = 0,99 \text{ хв.};$$

$$t_{p_{6-7}} = 0,017 \cdot \frac{46}{1,0} = 0,78 \text{ хв.}; \quad t_{p_{7-8}} = 0,017 \cdot \frac{22}{1,0} = 0,37 \text{ хв.}$$

$$t_{r_{1-5}} = t_{con} + t_{can} + \sum t_p = 2,5 + 2,1 + 0,77 + 1,24 + 1,63 + 0,99 + 0,35 = 9,58 \text{ хв.}$$

Отже, витрата стічних вод становить:

$$q_{cal_{1-8}} = 0,65 \cdot \frac{0,25 \cdot 839^{1,2} \cdot F}{t_r^{0,752}} = \frac{524 \cdot F}{t_r^{0,752}} = \frac{524 \cdot 3,27}{9,58^{0,752}} = 313,25, \text{ л/с};$$

Початкова глибина закладання трубопроводу:

$$H_{noc} = h + d_{tr}; \text{ м};$$

де h – глибина промерзання ґрунту (для Києва приймаємо 1 м); d_{tr} – діаметр трубопроводу, м.

$$H_{noc} = 1,0 + 0,3 = 1,3; \text{ м};$$

Приймаємо залізобетонні труби.

Гідравлічний розрахунок системи водовідведення господарсько-побутових стічних вод

Визначаємо початкову глибину закладання трубопроводу господарсько-побутових стічних вод:

$$H = h + i \cdot l - (z_n - z_k) + \Delta, м$$

де h – максимальна глибина закладання випуску біля будівлі, м (приймаємо 1,0 м); i – ухил випуску (приймаємо 0,02); l – довжина випуску, м (приймаємо 7 м); z_n, z_k – відмітки поверхні землі, відповідно, біля будівлі та першого колодязя (відповідно 55,050 і 55,050); Δ - перепад між випуском і лотком водовідвідної мережі (приймаємо 0,2 м).

$$H = 1,0 + 0,02 \cdot 7 - (55,050 - 55,050) + 0,2 = 1,34 м$$

Гідралічний розрахунок системи водовідведення виробничих стічних вод

Визначаємо початкову глибину закладання трубопроводу виробничих стічних вод:

$$H = h + i \cdot l - (z_n - z_k) + \Delta, м$$

де h – максимальна глибина закладання випуску біля будівлі, м (приймаємо 1,1 м); i – ухил випуску (приймаємо 0,02); l – довжина випуску, м (приймаємо 5 м); z_n, z_k – відмітки поверхні землі, відповідно, біля будівлі та першого колодязя (відповідно 53,900 і 53,850); Δ - перепад між випуском і лотком водовідвідної мережі (приймаємо 0,5 м).

$$H = 1,1 + 0,02 \cdot 5 - (53,900 - 53,850) + 0,5 = 1,65 м$$

Розрахунок забруднень дощових вод

Найбільша концентрація забруднень спостерігається на початку дощу і триває протягом перших 30 хв., потім показники забруднень зменшуються.

Концентрація завислих речовин в дощовому стоку біля дощоприймачів, $г/м^3$, дорівнює:

$$C_{з.р.} = \frac{1000 \cdot M_{см} \cdot F}{W_D} = \frac{1000 \cdot 195,8 \cdot 3,27}{563,85} = 1135 мг/л;$$

де W_D – об'єм дощового стоку з площі F за час випадіння дощу t (30 хв.);

$$W_D = Q_c \cdot 3,6 \cdot t,$$

де Q_c – секундна витрата дощових вод згідно гідравлічного розрахунку,

$$Q_c = 313,25 \text{ л/с}$$

$$W_D = 313,25 \cdot 3,6 \cdot 0,5 = 563,85 \text{ м}^3;$$

де M_{cm} – кількість змитих забруднень в залежності від тривалості опадів і середньої інтенсивності дощу q_{20} :

$$M_{cm} = M \cdot (1 - e^{-K_c \cdot q_{20} \cdot T}) = 196,3 \cdot (1 - e^{-0,003 \cdot 100 \cdot 20}) = 195,8 \text{ кг/га};$$

де K_c – константа змиву забруднень, приймаємо 0,003; M – маса забруднень нагромаджених за час T (тривалість періоду без стоку), діб, на одиницю площі:

$$M = M_{max} (1 - e^{-k_3 \cdot T}) (1 - e^{-0,2 \cdot 20})_{max},$$

де M_{max} – максимально можлива кількість накопичених забруднень, кг;

k_3 – коефіцієнт динаміки накопичення забруднень, 1/добу; для промислових районів $M_{max} = 200$ кг на 1 га, $k_3 = 0,2$.

Визначення витрати поверхневих вод, що направляються на очистку

Гранична витрата дощових стічних вод q_{lim} визначається за формулою:

$$q_{div_{r_{lim}}}$$

де K_{div} – коефіцієнт, що показує частину витрати дощових вод, яку направляють на очистку;

$$K_{div} = f(K'_{div}), K'_{div} = \gamma \cdot \frac{\lg(m_r \cdot P_{lim}())}{\lg(m_r \cdot P_{cal})}$$

$\gamma = 1,54$; $m_r = 110$ при $P = 0,05$; тоді

$$K'_{div} = 1,54 \cdot \frac{\lg(110 \cdot 0,05)}{\lg(110 \cdot 1)} = 0,56.$$

Отже на очисні споруди направляється: $q_{lim} = 0,39 \cdot 481 = 188 \text{ л/с}$.

Вибір методу очистки

Господарсько-побутові стічні води з фарфорового заводу скидаються в міську каналізаційну мережу без попередньої очистки. Виробничі стічні води від фарфорового виробництва необхідно перед скидом в міську каналізаційну мережу очистити від специфічних забруднень – каоліну (9000 мг/л), а виробничі стічні води від художнього цеху - від специфічних забруднень – барвників (200 мг/л).

Визначення необхідного ступеня очистки

Визначаємо необхідну ступінь очистки стічних вод по завислим речовинам:

$$\mathcal{E} = \frac{C_{en} - m}{C_{en}} \cdot 100\%,$$

C_{en} – концентрація завислих речовин в неочищених стічних водах, m – допустимий вміст завислих речовин в очищених стічних водах, що скидаються в міську мережу:

$$m = P \cdot \left(\frac{a \cdot Q}{q} + 1 \right) + b \cdot \text{мг/л},$$

де P – допустиме збільшення вмісту завислих речовин у міській мережі після спуску очищених стічних вод, $P = 0,75 \text{ мг/л}$; a – коефіцієнт змішування, $a = 0,7$; Q – витрата води у водовідвідній мережі, $\text{м}^3/\text{с}$; q – середня витрата стічних вод, $\text{м}^3/\text{с}$; b – наявність завислих речовин у водовідвідній мережі до спуску стічних вод .

Для дощових стічних вод:

$$m = P \cdot \left(\frac{a \cdot Q}{q} + 1 \right) + b = 0,75 \cdot \left(\frac{0,7 \cdot 0,2}{0,188} + 1 \right) + 345 = 346 \text{ мг/л}$$

Для каолінвміщуючих стічних вод:

$$m = P \cdot \left(\frac{a \cdot Q}{q} + 1 \right) + b = 0,75 \cdot \left(\frac{0,7 \cdot 0,2}{0,157} + 1 \right) + 345 = 346 \text{ мг/л}$$

Визначаємо необхідний ступінь очистки дощових стічних вод по завислим речовинам:

$$\Theta = \frac{1135 - 385}{1135} \cdot 100\% = 66\%.$$

Визначаємо необхідний ступінь очистки каолінвміщуючих стічних вод по завислим речовинам:

$$\Theta = \frac{9000 - 381}{9000} \cdot 100\% = 95,8\%.$$

Визначаємо необхідний ступінь очистки стічних вод по БПК₂₀:

$$\Theta = \frac{L_{en} - L_{ex}}{L_{en}} \cdot 100\%,$$

де L_{en} , L_{ex} - БПК₂₀ відповідно, забруднених та очищених стічних вод, мг/л.

$$L_{cx} = \frac{\alpha \cdot Q}{q \cdot 10^{-K_1 \cdot t}} \cdot (L_{20} - L_p \cdot 10^{-K_2 \cdot t}) + \frac{L_{20}}{10^{-K_1 \cdot t}};$$

де K_1 , K_2 – константи процесу. $K_1=0,03$; $K_2=0,74$, L_{20} – гранично допустима концентрація БПК₂₀ у мережі водовідведення, приймаємо $L_{20}=400$ мг/л,

L_p – БПК₂₀ у міській мережі, приймаємо $L_p = 300$ мг/л.

$$L_{cx} = \frac{0,7 \cdot 0,2}{0,157 \cdot 10^{-0,03 \cdot 0,25}} \cdot (350 - 300 \cdot 10^{-0,74 \cdot 0,25}) + \frac{350}{10^{-0,74 \cdot 0,25}} = 676 \text{ мг/л} >$$

$300 \text{ мг/л} \Rightarrow$ проводити біологічну очистку не потрібно.

Визначаємо необхідний ступінь очистки виробничих стічних вод по

барвниках:

$$\Theta = \frac{C_{en}^{\text{барвн}} - C_{ex}^{\text{барвн}}}{C_{en}^{\text{барвн}}} \cdot 100\%,$$

де $C^{барвн}_{ен}$ – концентрація барвників в неочищених стічних водах, $C^{барвн}_{ен} = 200$ мг/л; $C^{барвн}_{ex}$ – допустимий вміст барвників в очищених стічних водах, що скидаються в міську мережу, $C^{барвн}_{ex} = 50$ мг/л.

$$\Xi = \frac{200 - 50}{200} \cdot 100\% = 75\%.$$

Виробничі стічні води, що скидаються у міську каналізаційну мережу повинні мати температуру не вищу 30°C (за умовою $t_{св} = 10^\circ\text{C}$), рН – в межах 6,5...9 за (умовою рН=7.)

Розрахунок споруд для очищення дощових вод

Грати

Визначаємо втрати напору при переході через грати:

$$h_h = p \cdot \varepsilon \cdot \frac{V^2}{2g} = 3 \cdot 0,73 \cdot \frac{0,8^2}{2 \cdot 9,81} = 0,071 \text{ м},$$

де ε – коефіцієнт місцевого опору грат, що залежить від форми стержнів:

$$\varepsilon = \beta \cdot \left(\frac{S}{b}\right)^{4/3} = 1,83 \cdot \left(\frac{8}{16}\right)^{4/3} = 0,73$$

де β – коефіцієнт для прямокутних стержнів з закругленим кінцем для зменшення опору, $\beta = 1,83$; S – товщина стержня, $S = 8$ мм; b – товщина провітру між гратами, $b = 16$ мм; V – швидкість перетікання стічної рідини між стержнями грат, $V = 1,0$ м/с.

Визначаємо число прозорів в гратах:

$$n = \frac{Q_{max}}{b \cdot h_1 \cdot V_p} \cdot K_3 = \frac{0,188}{0,016 \cdot 0,5 \cdot 0,8} \cdot 1,05 = 30,8 \approx 31 \text{ шт}$$

де Q_{max} – max секундна витрата, $Q_{max} = 188$ л/с = $0,188$ м³/с; b – ширина прорізів між стержнями, $b = 16$ мм = $0,016$ м; h_1 – глибина води в каналі перед гратами, $h_1 = 0,5$ м; V_p – швидкість руху води в прозорах, $V_p = 0,8$ м/с; K_3 – коефіцієнт,

що враховує стиснення потоку ґратами і затриманими забрудненнями, $K_3 = 1,05$.

Загальна ширина ґрат:

$$B_p = S \cdot (n - 1) + b \cdot n = 0,008 \cdot (31 - 1) + 0,016 \cdot 31 = 0,734 \text{ м}$$

Приймаємо ґрати марки МГ-7Т з розмірами $B \times H = 800 \times 1400$ мм (Іробочі, Ірезервні), ширина каналу в місці встановлення ґрат $A = 950$ мм, число прозорів 31, товщина стержнів 8 мм.

Пісколовка

Пісковловлювачі слугують для затримання із стічних вод піску та інших мінеральних домішок з розмірами частинок більше 0,15-0,25 мм при витраті стічних вод більше 100 м³/доб. Забруднення мінерального походження видаляють переважно на пісколовках горизонтального типу.

Визначаємо довжину пісковловлювача:

$$L = \frac{1000 \cdot k \cdot H \cdot v}{u_0} = \frac{1000 \cdot 1,7 \cdot 0,5 \cdot 0,3}{18,7} = 13,63 \text{ м}$$

Де $k = 1,7$ - коефіцієнт приймаємий за ДБН В.2.5-75:2013; $H = 0,5$ м – глибина пісковловлювача; $v = 0,3$ м/с - швидкість руху рідини; $u_0 = 18,7$ мм/с- гідравлічна крупність піска;

Визначаємо необхідну площу поверхні пісколовки за формулою:

$$F = \frac{q_{\max}}{u_0} = \frac{0,188}{0,0187} = 10,05 \text{ м}^2$$

де q_{\max} -максимальний приток стічних вод: $q = 0,188$ м³/с

Визначаємо загальну ширину пісколовки: $B = \frac{F}{L} = \frac{10,05}{13,63} = 0,74$

Приймаємо два відділення пісколовки шириною 0,5м кожне.

Розрахунок усереднювача

$$\text{Об'єм: } W = Q \cdot t = 676,8 \cdot 0,33 = 223 \text{ м}^3$$

$$\text{Площа: } S = W / h = 223 / 2 = 111,5 \text{ м}^2$$

$h = 2 \text{ м}$ – глибина усереднювача

Розміри : 2 x 12 x 9 м

Відстійник

Визначаємо ефект освітлення відстійників (в пісколовці концентрація забруднень зменшилась на 10% - 1135 -1135·0,1-1020мг/л):

$$E = \frac{C_{cm} - C_{don}}{C_{cm}} \cdot 100 = \frac{1020 - 350}{1020} \cdot 100 = 65,6\%$$

Приймаємо горизонтальний відстійник з робочою глибиною відстоювальної частини 1,5 м.

Визначаємо гідравлічну крупність часток зависі:

$$U_0 = \frac{1000 \cdot K_{set} \cdot H_{set}}{t \cdot (K_{set} \cdot H_{set} / h_1)^{n_2}} = \frac{1000 \cdot 0,5 \cdot 1,5}{1500 \cdot (0,5 \cdot 1,5 / 0,5)^{0,15}} = 0,47 \text{ мм/с},$$

де K_{set} – коефіцієнт використання об'єму проточної частини відстійника, $K_{set} = 0,5$; H_{set} – глибина проточної частини, $H_{set} = 1,5 \text{ м}$; n_2 – показник степеня, який залежить від агломерації зависі під час осідання, $n_2 = 0,15$; t – час відстоювання, $t = 1500 \text{ с}$; h_1 – висота стовпа рідини, $h_1 = 500 \text{ мм}$.

Визначаємо довжину відстійника:

$$L = \frac{v \cdot H}{K_{set} \cdot u_0} = \frac{0,005 \cdot 1,5}{0,5 \cdot 0,00047} = 31,9 \text{ м}$$

Визначаємо ширину відстійника:

$$B = \frac{q}{n \cdot H_{set} \cdot v} = \frac{0,188}{5 \cdot 1,5 \cdot 0,005} = 5,02 \text{ м}$$

Приймаємо $B=6$ м.

Визначаємо потужність одного горизонтального первинного відстійника:

$$q = 3,6 \cdot K_{set} \cdot L_{set} \cdot B_{set} \cdot U_0 = 3,6 \cdot 0,5 \cdot 31,9 \cdot 6 \cdot 0,47 = 162 \text{ м}^3 / \text{год},$$

Розрахунок споруд для очищення вод, що містять каолін

Пісколовка

$$Q = 8000/16 \cdot 1,5 = 750 \text{ м}^3/\text{год} - \text{розрахункова витрата}$$

Довжина пісковловлювача:

$$L = \frac{1000 \cdot k \cdot H \cdot v}{u_0} = \frac{1000 \cdot 1,7 \cdot 0,5 \cdot 0,3}{18,7} = 13,63 \text{ м, де}$$

$k = 1,7$ - коефіцієнт приймаємий за ДБН В.2.5-75:2013; $H = 0,5 \text{ м}$ - глибина пісковловлювача; $v = 0,3 \text{ м/с}$ - швидкість руху рідини; $u_0 = 18,7 \text{ мм/с}$ - гідравлічна крупність піска;

Необхідну площу поверхні пісковловлювача визначаємо за формулою:

$$F = \frac{q_{\max}}{u_0} = \frac{0,208}{0,0187} = 11,14 \text{ м}^2$$

q_{\max} - максимальний притік стічних вод: $q = 750/3600 = 0,208 \text{ м}^3/\text{с}$

Визначаємо загальну ширину пісковловлювача: $B = \frac{F}{L} = \frac{11,14}{13,63} = 0,82 \text{ м}$

Приймаємо два відділення пісковловлювача шириною $0,5 \text{ м}$ кожне.

Усереднювач

Оскільки завод працює в 2 зміни, необхідно забезпечити безперервну рівномірну витрату стічних вод на подальше очищення шляхом усереднення

витрати. Для цього влаштовуємо усереднювач витрати стічних вод. Після усереднення стічна вода підлягає відстоюванню у відстійнику.

Визначаємо витрату, яка забезпечить безперервну роботу очисних споруд: $8000/24=333 \text{ м}^3/\text{год}$

Тоді об'єм води, що накопичується протягом 16 годин складає:

$$\left(\frac{8000}{16} - 333\right) * 16 = 2672 \text{ м}^3$$

Приймаємо усереднювач із такими розмірами: 21x13x5, об'ємом 1365 м³ – однієї секції. Визначаємо необхідну кількість секцій:

$$2672/1365 = 1,96 \text{ шт.}$$

Приймаємо усереднювач із двох секцій. Потужність однієї секції $750/2=375 \text{ м}^3/\text{год}$.

Визначаємо швидкість поздовжнього руху води:

$$v = \frac{q}{F} = \frac{375000}{11,8 \cdot 5 \cdot 3600} = 1,60 \text{ мм/с} < v_{\text{дон}} = 2,5 \text{ мм/с}$$

Відстійник I^о ступеня

Необхідний ефект освітлення відстійників I^о ступеня 80% ($C^1_{\text{ex}}=9000 \cdot 0,2=1800 \text{ мг/л}$). Приймаємо горизонтальний відстійник з робочою глибиною відстоювальної частини 3,0 м. За умовою гідравлічна крупність часток зависі складає – $U_0 = 2,0 \text{ мм/с}$,

Визначаємо довжину відстійника:

$$L = \frac{v \cdot H}{K_{\text{set}} \cdot u_0} = \frac{0,005 \cdot 3,0}{0,5 \cdot 0,002} = 15,0 \text{ м}$$

Визначаємо ширину відстійника:

$$B = \frac{q}{n \cdot H_{\text{set}} \cdot v} = \frac{0,157}{4 \cdot 3,0 \cdot 0,005} = 2,6 \text{ м}$$

Приймаємо $V=3$ м.

Визначаємо потужність одного горизонтального первинного відстійника:

$$q = 3,6 \cdot K_{set} \cdot L_{set} \cdot B_{set} \cdot U_0 = 3,6 \cdot 0,5 \cdot 15 \cdot 3 \cdot 2 = 162 \text{ м}^3 / \text{год},$$

Відстійник II^о ступеня

Необхідний ефект освітлення відстійників II^о ступеня ($C_{еп}^{II}=C_{ex}^I=9000 \cdot 0,2=1800$ мг/л):

$$\varepsilon = \frac{C_{en}^{II} - C_{ex}^{II}}{C_{en}^{II}} \cdot 100\% = \frac{1800 - 381}{1800} \cdot 100\% = 79\%.$$

Для досягнення необхідного ефекту необхідно додавати до стічних вод перед відстійником коагулянт. Дозу коагулянта приймаємо $D_k = 80$ мг/л.

Приймаємо горизонтальний відстійник з робочою глибиною відстоювальної частини $3,0$ м.

За умовою гідравлічна крупність часток зависі $U_0 = 2,0$ мм/с,

Визначаємо довжину відстійника:

$$L = \frac{v \cdot H}{K_{set} \cdot u_0} = \frac{0,005 \cdot 3,0}{0,5 \cdot 0,002} = 15,0 \text{ м}$$

Визначаємо ширину відстійника:

$$B = \frac{q}{n \cdot H_{set} \cdot v} = \frac{0,157}{4 \cdot 3,0 \cdot 0,005} = 2,6 \text{ м}$$

Приймаємо $V=3$ м.

Визначаємо потужність одного горизонтального первинного відстійника:

$$q = 3,6 \cdot K_{set} \cdot L_{set} \cdot B_{set} \cdot U_0 = 3,6 \cdot 0,5 \cdot 15 \cdot 3 \cdot 2 = 162 \text{ м}^3 / \text{год},$$

Розрахунок споруд для очищення вод, що містять барвники

Усереднювач

Оскільки завод працює в 2 зміни, необхідно забезпечити безперервну та рівномірну витрату стічних вод на подальше очищення шляхом усереднення витрати. Для цього влаштовуємо усереднювач витрати стічних вод. Після усереднення стічна вода підлягає відстоюванню у відстійнику.

Визначаємо витрату, яка забезпечить безперервну роботу очисних споруд:

$$4000/24=167 \text{ м}^3/\text{год}$$

Тоді об'єм води, що накопичується протягом 16 годин складає:

$$\left(\frac{4000}{16} - 167\right) * 16 = 1328 \text{ м}^3$$

Приймаємо усереднювач із такими розмірами: 21x13x5, об'ємом 1365м³ – однієї секції. Необхідна кількість секцій: 1328/1365 = 0,97шт.

Приймаємо усереднювач із однієї секцій.

Швидкість поздовжнього руху води:

$$v = \frac{q}{F} = \frac{280000}{13 \cdot 5 \cdot 3600} = 1,20 \text{ мм/с} < v_{\text{дон}} = 2,5 \text{ мм/с}$$

Пісковловлювач

Q = 4000/16 · 1,5 = 375 м³/год – розрахункова витрата

Визначаємо довжину пісковловлювача:

$$L = \frac{1000 \cdot k \cdot H \cdot v}{u_0} = \frac{1000 \cdot 1,7 \cdot 0,5 \cdot 0,3}{18,7} = 13,63 \text{ м, де}$$

k = 1,7 - коефіцієнт приймаємий за ДБН В.2.5-75:2013; H = 0,5м - глибина пісковловлювача; v = 0,3^м/с - швидкість руху рідини; u₀ = 18,7^{мм}/с - гідравлічна крупність піска;

Необхідну площу поверхні пісковловлювача визначаємо за формулою:

$$F = \frac{q_{\max}}{u_0} = \frac{0,104}{0,0187} = 5,57 \text{ м}^2$$

q_{\max} -максимальний притік стічних вод: $q = 750/3600 = 0,208 \text{ м}^3/\text{с}$

Визначаємо загальну ширину пісковловлювача: $B = \frac{F}{L} = \frac{5,57}{13,63} = 0,41 \text{ м}$

Приймаємо одне відділення пісковловлювача шириною 0,5м.

Відстійник

Необхідний ефект освітлення відстійників II^{го} ступеня :

$$\Theta = \frac{C_{en}^{II} - C_{ex}^{II}}{C_{en}^{II}} \cdot 100\% = \frac{200 - 10}{200} \cdot 100\% = 95\%.$$

Домішки із води видаляють гравітаційним відстоюванням – простим процесом, достатньо ефективним, який не потребує великих енергетичних витрат, і тому широко розповсюдженим в технології очистки стічних вод.

Приймаємо вертикальний відстійник.

$$u_0 = \frac{1000 * K_{set} * H_{set}}{t * \left(\frac{K_{set} * H_{set}}{h_1}\right)^{n_2}} = \frac{1000 * 0,65 * 2,7}{1500 * \left(\frac{0,65 * 2,7}{0,5}\right)^{0,14}} = 0,981 \text{ мм/с}$$

$Q = 167 \text{ м}^3/200$, $V = 0 \text{ мм/с}$ - турбулентна складова руху; u_0 - гідравлічна крупність; $K_{set} = 0,65$ - коефіцієнт використання об'єму проточної частини відстійника; $H_{set} = 2,7 \text{ м}$ - глибина проточної частини; $n_2 = 0,14$ - показник степеня, який залежить від аерації зависі під час осідання; $t = 1500 \text{ с}$ - час відстоювання; $h_1 = 500 \text{ мм}$ - висота стовпа рідини лабораторного циліндру

$$R = \sqrt{\frac{Q}{3,6 * \pi * K * u_0}} = \sqrt{\frac{167}{2 * 3,6 * 3,14 * 0,65 * 0,981}} = 3,4 \text{ м}$$

Приймаємо 2 відстійника діаметром 9 м кожен.

продуктивність одного відстійника – $q=1.41 * K_{SET} * D_{SET}^2 * U_0=1.41*0.65*9^2 * 0.98=72,75 \text{ м}^3 / \text{год}$

Озонаторна установка

Для того, щоб забезпечити необхідний ефект очистки стічної води від барвників (75%), приймаємо дозу озону $d_{oz} = 25 \text{ мг/л}$. Визначаємо витрату озону для окислення забруднень, що містяться в стічних водах:

$$D_{oz} = \frac{d_{oz} \cdot Q}{1000} = \frac{25 \cdot 4000}{1000} = 100 \text{ кг/доб};$$

де Q – витрата стічних вод, $\text{м}^3/\text{доб}$.

Підбираємо озонатори марки ОП-6, потужність яких 2 кг озона за 1 годину. Кількість озонаторів: $n = K_3 \cdot \frac{D_{oz}}{q_{oz} \cdot 24} = 1,1 \cdot \frac{100}{2 \cdot 24} = 2,3;$

де K_3 – коефіцієнт запаса; q_{oz} – потужність одного озонатора, кг/год .

Приймаємо 3 робочих і 1 резервний озонатори марки ОП-6.

Приймаємо контактні реакційні камери барботажного типу з розпилюючими елементами з керамічних труб з порами розміром $d_{пор} = 100 \text{ мкм}$ та інтенсивністю розпилювання $I_p = 20 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$.

Визначаємо загальну площу усіх розпилюючих елементів:

$$f_{заг} = \frac{q \cdot d_{oz}}{C_{oz} \cdot I_p} = \frac{167 \cdot 25}{20 \cdot 20} = 10,5 \text{ м}^2,$$

де q – витрата стічних вод, $\text{м}^3/\text{год}$.

Площа розпилюючого елемента $f_e = 0,144 \text{ м}^2$ (діаметр $d_e = 0,092 \text{ м}$; довжина $l_e = 0,5 \text{ м}$).

Загальна кількість розпилюючих елементів і їх загальна довжина:

$$n_e = \frac{f_{заг}}{f_e} = \frac{10,5}{0,144} = 72;$$

$$\sum l_e = n_e \cdot l_e = 72 \cdot 0,5 = 36 \text{ м.}$$

Приймаємо шість контактних реакційних камер барботажного типу; керамічні труби розташовуємо по дну камери на відстані 0,5 м між осями. Висоту шару води над розпилювачами приймаємо $H=0,5$ м, а розмір контактної камери в плані 1,3x2,3 м. Розпилюючі елементи збираємо по два елемента в блоці з обох сторін центрального колектора; таким чином, конструктивно в кожній камері розташовується по 12 розпилюючих елементів.

Визначаємо конструктивний об'єм контактних камер:

$$V_k = 6 \cdot (1,3 \cdot 2,3 \cdot 4,5) = 80,73 \text{ м}^3.$$

Визначаємо необхідний об'єм камер з урахуванням тривалості контакту стічної води з озono-повітряною сумішшю: $V = K_{пр} \cdot q \cdot t_k = 1,1 \cdot 167 \cdot \frac{25}{60} = 76,5 \text{ м}^3$, де $K_{пр}$ – коефіцієнт збільшення об'єма води за рахунок продувки її озono-повітряною сумішшю, $K_{пр} = 1,1$; t_k – тривалість контакту, год ($t_k = 25$ хв).

Розрахунок споруд для обробки осаду

Визначаємо кількість сирого осаду, що видаляється з первинних відстійників:

– об'єм осаду при щільності осаду $\gamma_{mud} = 1,05 \text{ т/м}^3$, вологості осаду

$$P_{mud} = 95\%:$$

Відстійники з каолінвміщуючими водами:

Г^о ступеня

$$W_{mud} = \frac{Q_w \cdot (C_{см} - C_{ex})}{(100 - P_{mud}) \cdot \gamma_{mud} \cdot 10^4} = \frac{333 \cdot (9000 - 1800)}{(100 - 95) \cdot 1,05 \cdot 10^4} = 45,7 \text{ м}^3 / \text{год}$$

II^{го} ступеня

$$W_{mud} = \frac{Q_w \cdot (C_{cm} - C_{ex})}{(100 - P_{mud}) \cdot \gamma_{mud} \cdot 10^4} = \frac{333 \cdot (1800 - 351)}{(100 - 95) \cdot 1,05 \cdot 10^4} = 9,19 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Відстійники з водами, що вміщують барвники:

$$W_{mud} = \frac{Q_w \cdot (C_{cm} - C_{ex})}{(100 - P_{mud}) \cdot \gamma_{mud} \cdot 10^4} = \frac{167 \cdot (200 - 10)}{(100 - 95) \cdot 1,05 \cdot 10^4} = 0,6 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Відстійники з дощовими водами:

$$W_{mud} = \frac{Q_w \cdot (C_{cm} - C_{ex})}{(100 - P_{mud}) \cdot \gamma_{mud} \cdot 10^4} = \frac{676,8 \cdot (1020 - 350)}{(100 - 95) \cdot 1,05 \cdot 10^4} = 8,63 \text{ м}^3 / \text{год}$$

$$W_{зг} = 24 \cdot (45,7 + 9,19 + 0,6) + 8,63 = 1340,4 \text{ м}^3 / \text{доб.}$$

Розрахунок мулових майданчиків

Визначаємо корисну площу мулових майданчиків:

$$F_{кор} = \frac{W_{зг} \cdot 365}{K_1 \cdot K_2} \cdot 0,1 = \frac{1340,4 \cdot 365}{0,7 \cdot 0,8} \cdot 0,1 = 87365 \text{ м}^2,$$

де K_1 – кліматичний коефіцієнт, $K_1 = 0,7$; K_2 – навантаження на мулові майданчики, $K_2 = 0,8$.

Визначаємо загальну площу мулових майданчиків:

$$F_{заг} = 1,2 \cdot F_{кор} = 1,2 \cdot 87365 = 104838 \text{ м}^2$$

Приймаємо площу однієї карти 6400 м² (80×80 м).

Визначаємо кількість карт:

$$n = \frac{104838}{6400} = 16,02 \text{ шт}$$

Приймаємо 4 каскади по 4 карти в кожному.

Розділ №5.
Охорона
навколишнього
середовища

							Лист
							97
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	

О В Н С

1. Оцінка впливів на навколишнє середовище (ОВНС)

1.1. Основа для проведення ОВНС

ОВНС складається на основі і з врахуванням вимог наступних документів і нормативів:

- ДБН В.2.5-75:2013 "Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування".
- ДБН.А.2.2-3-04. Склад, порядок, розробка, погодження та затвердження проектної документації для будівництва.
- ДБН.А.2.2-1-04 - Склад і зміст матеріалів оцінки впливу на оточуюче середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будівель і споруд.
- ДБН.А.2.6.9-2004., - ДСТУ ISO серії 9001-2001 - ДСТУ ISO серії 14001-20011.
- Закон України "Про оцінку впливу на довкілля" від 23.05.2017 № 2059-VIII.

Стічні води, які утворюються в місті надходять по напірному колектору на міські очисні споруди і мають склад господарчо-побутовий у суміші з промисловими водами. Мається на увазі, що промислові підприємства скидають стічні води, склад яких відповідає вимогам міськводоканалу та в них відсутні речовини, що можуть викликати гальмування (інгібування) процесів очистки.

Проектуємі очисні споруди – аеротенки, розраховані на повну біологічну очистку. Очисні споруди містять всі необхідні основні вузли очистки. Утримання грубодисперсних та відстоювання завислих речовин відбувається на пісковловлювачах та первинних радіальних відстійниках. Далі стічні води надходять на споруди біологічної очистки - аеротенки-вітиснювачі. Потім направляються у вторинні відстійники, а після них на знезараження.

Згідно з вихідними даними і ДБН, існуючий об'єкт відноситься до третьої категорії і допускає короткочасну зупинку на негайну ліквідацію аварії.

1.2. Фізико-географічні особливості району і майданчика розміщення об'єкта.

Даний розділ складається на основі відомостей, які отримані з вихідних даних. Згідно топографічній зйомці проектуємий об'єкт розміщений поза межами міста.

Підземні води знаходяться на глибині більше 4,5 м. Ґрунти - супіски, в літній період, сприяють пересиханню. Переважаючий напрямок вітру - північний. Стічні води, після повної очистки та доочистки по існуючій схемі змішуються з очищеними водами з інших споруд біологічної очистки та скидаються в відкриту водойму. Середня річна температура повітря прийнята по існуючим кліматологічним довідникам та по даним досліджень.

Під час повені води не досягають порога очисних споруд. В зоні дії джерела забруднень заповідні місця відсутні. На території і близько до неї природно-заповідні фонди відсутні. Також відсутні заповідні чи охороняемі флора і фауна. Негативні фактори за територію очисних споруд не розповсюджуються.

1.3. Загальна характеристика об'єкта проектування.

Очисні споруди в технологічному та екологічному розумінню задовольняють технічним і нормативним вимогам, а також сучасному енергетичному стану, який є на Україні. Енергетичні та пов'язані з цим експлуатаційні витрати збалансовані та не підвищують собівартість очищення стічних вод.

В дійсний час пропонується цілий ряд систем аерації суміші стічних вод та активного мулу в аеротенку як закордонної так і вітчизняної розробки. В проекті застосована технологія, яка має ряд переваг (інтенсивна технологія, надійність, безвідмовність, простота виготовлення системи аерації з високим

коефіцієнтом корисної дії, екологічний, капітальний та енергетичний потенціали, вітчизняне виготовлення, матеріали та оснащення і інше)

При будівництві нема необхідності у використанні яких-небудь немісцевих матеріалів і ресурсів.

Кількість забруднень, які надходять в оточуюче середовище на протязі року, від проектуємої споруди аеротенка очікується: по БСК = $10 \text{ г/ м}^3 \times 10\,000 \text{ м}^3/\text{доб.} = 100 \text{ кг/добу} \times 365 = 36\,500 \text{ кг/рік} = 36 \text{ м}^3/\text{рік}$.

Очисні споруди розміщені так, що зелені насадження не підлягають видаленню. У випадку перебою електроенергії на очисному комплексі передбачене запасне джерело живлення електроенергії, або переключення на інші діючі аеротенки.

При будівництві нема необхідності у використанні яких-небудь специфічних матеріалів і ресурсів або матеріалів високої вартості.

1.4. Оцінка впливу діяльності, що планується на оточуюче природне середовище.

1.4.1. Клімат і мікроклімат.

З метою виключення можливої негативної дії очистки стічних вод і продуктів, що виділяються, на оточуюче середовище, на очисних спорудах передбачено комплекс заходів:

Застосування ефективних методів очистки:

Механічна очистка: Використовуються решітки, пісковловлювачі, відстійники для видалення крупних забруднень, піску, завислих речовин. Це первинний етап очищення, який дозволяє значно знизити навантаження на наступні стадії.

Аераційні біологічні способи очистки: Застосовуються аеротенки, де за допомогою мікроорганізмів відбувається біологічне розкладання органічних забруднень у стічних водах. Аерація забезпечує кисень, необхідний для життєдіяльності мікроорганізмів. Цей метод дозволяє ефективно очищати стічні води від органічних речовин, азоту та фосфору.

Обробка та утилізація осаду:

Стабілізація осаду: Застосовуються методи анаеробного зброджування або аеробної стабілізації для зменшення об'єму осаду та зниження його патогенності.

Підсушування осаду: Використовуються мулові майданчики, фільтр-преси або інші методи для зневоднення осаду.

Утилізація осаду: Підсушений осад може бути використаний як добриво в сільському господарстві або утилізований іншим способом, що відповідає екологічним нормам. Наприклад, його можна використовувати для рекультивації земель або спалювати для отримання енергії.

Вплив на клімат:

Мінімальний вплив: Очисні споруди та процеси, що проходять в них (механічні та біологічні), не призводять до викидів парникових газів або інших речовин, що можуть змінити оточуючий клімат та мікроклімат.

Додаткові заходи:

Моніторинг: Регулярний моніторинг якості очищених стічних вод та стану навколишнього середовища дозволяє контролювати ефективність роботи очисних споруд та своєчасно виявляти можливі проблеми.

Модернізація: Постійна модернізація очисних споруд з використанням нових технологій та обладнання дозволяє підвищувати ефективність очистки та зменшувати вплив на навколишнє середовище.

Всі ці заходи спрямовані на забезпечення екологічної безпеки та мінімізацію негативного впливу очисних споруд на довкілля.

Очисні споруди і процеси, що проходять в них: механічні і біологічні, не можуть змінити оточуючий клімат і мікроклімат, тому згідно пункту 2.8 - ДБН.А.2.2-1-04 більш глибокий розгляд цього питання не наводиться.

Оскільки стічні води піддаються глибокому очищенню, вони не можуть сприяти розповсюдженню шкідливих видів флори та фауни. Діяльність

очисних споруд по очистці стічних вод в будь-якому вигляді, лише покращує стан оточуючого середовища.

1.4.2. Повітряне середовище.

Викиди забруднюючих речовин:

Джерела викидів: Аераційні споруди, мулові майданчики, насосна станція, аварійні скиди.

Види забруднюючих речовин:

Специфічні забруднювачі: Сірководень (H_2S), аміак (NH_3), метан (CH_4), оксиди азоту (NO_x), леткі органічні сполуки (ЛОС).

Неспецифічні забруднювачі: Пил, аерозолі.

Характер впливу:

Неприємні запахи: Сірководень, аміак та деякі ЛОС мають неприємний запах, що може створювати дискомфорт для населення, особливо в районах, розташованих поблизу очисних споруд.

Забруднення атмосферного повітря: Викиди забруднюючих речовин можуть призводити до перевищення гранично допустимих концентрацій (ГДК) в атмосферному повітрі, що негативно впливає на здоров'я людей та стан навколишнього середовища.

Шум:

Джерела шуму: Робота насосів, повітродувок, механізмів для обробки осаду.

Характер впливу: Шум може створювати акустичний дискомфорт для населення, особливо в нічний час.

Візуальний вплив:

Джерела впливу: Очисні споруди, мулові майданчики, резервуари для зберігання осаду.

Характер впливу: Великі очисні споруди можуть негативно впливати на ландшафт та естетичне сприйняття місцевості.

Мінімізація впливу на повітря:

Герметизація обладнання: Запобігання витоку забруднюючих речовин з аераційних споруд, мулових майданчиків та іншого обладнання.

Біофільтрація: Очищення повітря від забруднюючих речовин за допомогою біологічних фільтрів.

Хемосорбція: Використання хімічних реагентів для поглинання забруднюючих речовин з повітря.

Шумоізоляція: Застосування шумоізоляційних матеріалів та конструкцій для зменшення рівня шуму.

Озеленення: Створення зелених насаджень навколо очисних споруд для поглинання забруднюючих речовин та зменшення шуму.

Як ми наводили вище очисні споруди сприяють зниженню відходів в оточуючому середовищі (як в атмосфері так і в водоймах), тому вплив на атмосферу дуже малий. Але згідно вимогам ДБН А. 2.2.1-2003 проводимо, розрахунок по методиці, викладеній в літературі.

При очистці стічних вод, на всіх стадіях ферментативної реакції відбувається руйнування субстрату на низькомолекулярні з'єднання, при цьому утворюються, крім твердих відходів, різні гази, які як правило надходять в атмосферу. Серед них токсичними є аміак і сірководень, які при перевищенні ПДК, створюють неприємний гнилісний запах. Оскільки швидкість розпаду субстрату не постійна і хімічна реакція проходить не однаково і не завжди завершується, точну кількість утворених газів, що випускаються в атмосферу, важко визначити. По даним досліджень середню величину визначають як:

$C = 1,2 \times \text{ПДК}$ (сірководню чи аміаку). При цьому концентрація цих викидів відноситься до групи одиночних "холодних викидів". Тоді по відомій методиці, максимальну приземну концентрацію шкідливих газів в атмосфері при одиничному викиді на відстані X_M , від джерела можна розрахувати по рівнянню:

$$C_M = \{A \times M \times F \times N / H^{4/3}\} \times K;$$

A - коефіцієнт температурної стратифікації атмосфери для умов України по СН 369-74, пар 2.2 - $160 \text{ мг. м}^{1/3}/\text{г.}$;

M - кількість шкідливих речовин, що випускаються в атмосферу розраховується

по технологічній частині $(\text{БПК}_0 - \text{БПК}_t) \times 0,32 \times Q \text{ м}^3/\text{доб} = M - \text{г/с.}$;

F - коефіцієнт швидкості осідання викидів в атмосферу СН 369-74, пар 2.5 = 1;

N - коефіцієнт умов виходу газоповітряної суміші із устя джерела викиду СН 369-74, пар 2.7- розраховується в залежності від швидкості

$V=(1,3 \times W \times D) / H$, тоді по рис. 3. - $N = 1$;

$W= V_1 / L= 0,023 \text{ м/с}$, Середня швидкість виходу газу у атмосферу

$D_e= 2 L / L+B = 16,6 \text{ м}$, $D, \text{ м}^2$ (у нашому випадку це, площа поверхні споруд, де утворюється викид);

H - висота джерела викиду над рівнем устя джерела викиду (підвищення порогу аеротенка над землею 2,0 м., див. рекомендації по літературі пункт

2, стор. 14, для наземного джерела викидів);

K - коефіцієнт рівності , $\text{с/м}^2 = 1/ 8 V_1$;

$V = (1,3 W \cdot D_e) / H = (1,3 \times 0,023 \text{ м/с} \times 16,6) / 2 = 0,248 \text{ м/с}$;

$d = 11,4 \times 0,248 = 2,83$; $X_m = d \times H = 2,83 \times 2 = 5,63 \text{ м}$.

Розраховані по рівнянню параметри, які визначають розсіюючі концентрації і відстань на якій перевищують гранично допустимі викиди в атмосферу зведені в таблицю 1.

Таблиця 1.

Коефіцієнт температурної стратифікації атмосфери - A, мг. м ^{1/3} /г.	Кількість шкідливих речовин, що випускаються в атмосферу - M, г/с.	Коефіцієнт швидкості осідання викидів в атмосферу - F,	Коефіцієнт умов виходу газоповітряної суміші із устя джерела викиду - N,	Висота джерела викиду над рівнем устя джерела викиду - H, м.	Коефіцієнт рівності - K, с/м ²

160	4,3	1	1	2	0,14
Приземна концентрація шкідливих речовин, холодної газоповітряної суміші із одиничного джерела - C_M , г/доб.	Коефіцієнт швидкості газоповітряної суміші - V_M , м/с.	Безрозмірний коефіцієнт - n.	Очікуємий об'єм газоповітряної суміші - V_1 , м ³ /с	Відстань на якій приземна концентрація досягає ПДК - X_M , м	Безрозмірний коефіцієнт, -d.
0,2	0,248	1	0,03	5,63	2,83

Аналіз розрахунку показує, що в найгіршому випадку, при одиничному аварійному викиді, максимальне забруднення повітря на стандартному рівні, можна відчутти на відстані до 5,63 метрів від фонові точки. Єдиним джерелом, що може визвати шумовий ефект є насосне обладнання в системі аерації. Оскільки насоси глибинного типу розміщені у воді, та розташовані під землею, то шум повністю поглинається водою. Теплових викидів на майданчику очисних споруд немає. Також відсутні джерела утворення ультразвукових, електромагнітних та іонізуючих ефектів.

У випадку аварії, (перебій електроенергії або зупинка аераційної системи) атмосферне середовище не буде забруднене більш як на дозволена відстань.

1.4.3. Геологічне середовище та ґрунти.

Даний розділ складається на основі геологічних і топографічних пошуків. Згідно цим вихідним даним, майданчик для очисних споруд має рівну поверхню. Підземні води знаходяться на глибині більше 4,5 м. Ґрунти - суглинки, в літній період, сприяють пересиханню.

Переважаючий напрямок вітру - північний.

В зоні дії джерела забруднень заповідні місця відсутні. На території і близько до неї природно-заповідні фонди відсутні. Також відсутні заповідні чи охороняємі флора и фауна. Негативні фактори за територію очисних споруд не розповсюджуються. Багаторічними спостереженнями встановлено, що сейсмічність відсутня, нема геодинамічних, зсувних, селєвих, карстових змін або деформації земної поверхні. На проектуємій площі, розливу стічних або

дренажних вод нема, що могло б визвати деформацію чи ущільнення земних шарів.

Вплив очисних споруд на геологічне середовище може бути менш очевидним, ніж на воду чи повітря, але все ж таки існує і потребує уваги.

Основні аспекти цього впливу:

Забруднення ґрунтів:

Аварійні ситуації: Витік неочищених стічних вод або осаду може призвести до забруднення ґрунтів органічними речовинами, біогенними елементами (азот, фосфор), патогенними мікроорганізмами, важкими металами та іншими токсичними речовинами.

Неправильне зберігання осаду: Неправильне зберігання або утилізація осаду може призвести до забруднення ґрунтів.

Підвищення рівня ґрунтових вод: Будівництво очисних споруд та створення штучних водойм може призвести до підвищення рівня ґрунтових вод, що може негативно вплинути на фундаменти будівель, рослинність та інші об'єкти.

Ущільнення ґрунтів: Рух важкої техніки під час будівництва та експлуатації очисних споруд може призвести до ущільнення ґрунтів, що погіршує їх водопроникність та аерацію.

Вплив на геологічні процеси:

Активізація ерозійних процесів: Будівництво очисних споруд може порушити природний рельєф та рослинний покрив, що може сприяти розвитку ерозійних процесів.

Зсуви: Підвищення рівня ґрунтових вод або порушення стабільності схилів може спровокувати зсуви.

Карстові процеси: Якщо очисні споруди розташовані в районі поширення карстових порід, то витік стічних вод може призвести до інтенсифікації карстових процесів.

Мінімізація впливу на геологічне середовище:

Правильний вибір місця розташування очисних споруд: Необхідно враховувати геологічні умови території, рівень ґрунтових вод, наявність ерозійних процесів, карстових порожнин тощо.

Забезпечення герметичності споруд та комунікацій: Це дозволить запобігти витоку стічних вод та осаду в ґрунт.

Правильне зберігання та утилізація осаду: Необхідно забезпечити безпечне зберігання осаду та його екологічно безпечну утилізацію.

Моніторинг стану геологічного середовища: Регулярний моніторинг дозволяє своєчасно виявляти негативні зміни та вживати заходів для їх усунення.

Вплив очисних споруд на геологічне середовище може бути значним, але при правильному проектуванні, будівництві та експлуатації цей вплив можна мінімізувати. Важливо враховувати всі можливі ризики та вживати заходів для їх запобігання.

1.4.4. Водне середовище.

Стічні води випускаються у водойму. Поблизу відсутні джерела водопостачання.

Вплив очисних споруд на водне середовище є одним з найважливіших аспектів їх екологічної безпеки. Незважаючи на те, що очисні споруди призначені для очищення стічних вод, вони все ж таки можуть мати певний вплив на водні об'єкти.

Основні аспекти впливу:

Скидання очищених стічних вод:

Якість очищених вод: Навіть після очищення стічні води можуть містити залишкові забруднення, такі як біогенні елементи (азот, фосфор), важкі метали, органічні речовини, мікроорганізми.

Вплив на водні об'єкти: Скидання очищених стічних вод може призвести до:

Евтрофікації: Збільшення концентрації біогенних елементів стимулює ріст водоростей, що призводить до цвітіння води, зниження концентрації кисню та загибелі риби.

Забруднення токсичними речовинами: Накопичення важких металів та інших токсичних речовин у водних організмах може негативно впливати на їх здоров'я та призводити до отруєння людей через харчові ланцюги.

Погіршення якості води: Зміна хімічного складу води, запаху, кольору, прозорості.

Зміна температури води: Скидання теплих стічних вод може призвести до підвищення температури води у водному об'єкті, що негативно впливає на водні організми.

Аварійні ситуації:

Витік неочищених стічних вод: Аварії на очисних спорудах можуть призвести до викиду неочищених стічних вод у водні об'єкти, що має катастрофічні наслідки для водних екосистем.

Мінімізація впливу на водне середовище:

Підвищення ефективності очищення стічних вод: Застосування сучасних технологій очищення, модернізація очисних споруд, контроль якості очищених вод.

Зменшення об'єму стічних вод: Впровадження водозберігаючих технологій, зменшення використання води на виробництві та в побуті.

Повторне використання очищених стічних вод: Використання очищених стічних вод для технічних потреб, зрошення сільськогосподарських культур тощо.

Запобігання аварійним ситуаціям: Регулярний технічний огляд обладнання, своєчасний ремонт, підготовка персоналу до дій в аварійних ситуаціях.

Моніторинг стану водних об'єктів: Регулярний моніторинг якості води у водних об'єктах, що приймають очищені стічні води, дозволяє своєчасно виявляти негативні зміни та вживати заходів для їх усунення.

Вплив очисних споруд на водне середовище є комплексною проблемою, яка потребує всебічного вивчення та впровадження ефективних заходів для його мінімізації.

Для оцінки становища наводимо кінетику зниження забруднень та остаточних концентрацій санітарних показників.

Показники якості води, яка пройшла очистку, наведені в таблиці 2.

Таблиця 2

Найменування очисних споруд	Один. виміру	БПК ₂₀	Завислі речов.	ХПК	Розчинений кисень	Азот	Прозорість, см
Після вторинного відстоювання	мг/л.	15	15	70	5	1	17

1.4.5. Рослинний і тваринний світ, заповідні об'єкти

Очисні споруди розміщені на більшій ніж потрібна санітарними нормами відстані від населеного міста. На території негативна дія на природний рослинний і тваринний світ не виявляється і не змінює його.

Територія і самі очисні споруди огорожені забором, тому тваринному світу доступу нема. Вище наведеними розрахунками показано, що на дозволений відстані шкідливі викиди як в атмосферу так і на поверхню території очисних споруд відсутні, тобто негативного впливу на рослинний і тваринний світ не може бути.

Взагалі вплив очисних споруд на рослинний і тваринний світ, а також заповідні об'єкти, може бути прямим та опосередкованим, і залежить від багатьох факторів, таких як тип очисних споруд, технологія очищення, характер скиду очищених вод, наявність аварійних ситуацій, розташування очисних споруд відносно природних екосистем.

Вплив на рослинний світ:

Забруднення ґрунтів та вод: Забруднення ґрунтів та вод токсичними речовинами, біогенними елементами, патогенними мікроорганізмами може негативно впливати на ріст, розвиток та розмноження рослин.

Зміна гідрологічного режиму: Підвищення рівня ґрунтових вод, зміна водного балансу можуть призвести до заболочування або, навпаки, пересихання ґрунтів, що негативно впливає на рослинність.

Зміна мікроклімату: Великі очисні споруди можуть впливати на мікроклімат прилеглої території, змінюючи температуру, вологість повітря, швидкість вітру.

Вплив на тваринний світ:

Забруднення середовища існування: Забруднення води, ґрунту та повітря може призводити до отруєння, захворювань та загибелі тварин. Особливо чутливі до забруднення водні організми.

Зміна кормової бази: Забруднення або зміна умов середовища існування може призвести до зменшення чисельності або зникнення кормових об'єктів для тварин.

Порушення місць існування: Будівництво очисних споруд та пов'язана з ним діяльність (шум, рух транспорту) може порушити місця існування тварин, особливо птахів та ссавців.

Вплив на заповідні об'єкти:

Прямий вплив: Якщо очисні споруди розташовані на території заповідних об'єктів або в їх охоронних зонах, вони можуть прямо впливати на ці об'єкти, порушуючи їх цілісність та природний режим.

Непрямий вплив: Навіть якщо очисні споруди розташовані поза межами заповідних об'єктів, вони можуть непрямим чином впливати на них через забруднення навколишнього середовища (води, повітря, ґрунту).

Мінімізація впливу:

Правильний вибір місця розташування: Очисні споруди повинні розташовуватися на достатній відстані від природних екосистем, заповідних об'єктів, місць гніздування птахів тощо.

Ефективне очищення стічних вод: Застосування сучасних технологій очищення, що забезпечують максимальне видалення забруднюючих речовин.

Запобігання аварійним ситуаціям: Регулярний технічний огляд обладнання, своєчасний ремонт, підготовка персоналу до дій в аварійних ситуаціях.

Моніторинг стану навколишнього середовища: Регулярний моніторинг якості води, ґрунту, повітря, стану рослинного та тваринного світу дозволяє своєчасно виявляти негативні зміни та вживати заходів для їх усунення.

Компенсаційні заходи: У разі неминучого негативного впливу на природні екосистеми необхідно передбачити компенсаційні заходи, спрямовані на відновлення або збереження біорізноманіття.

Збереження природних екосистем є важливим завданням при проектуванні та експлуатації очисних споруд. Тільки комплексний підхід та врахування всіх можливих впливів дозволять мінімізувати негативні наслідки для рослинного і тваринного світу та заповідних об'єктів.

1.5. Оцінка впливу діяльності, що планується на оточуюче соціальне середовище.

Очисні споруди розміщені з врахуванням вимог ДБН.

Оскільки, територія є відомчою, населення не проявляє негативного відношення до будівництва.

Будівництво будинків як власних так і колективного характеру не планується. Поблизу очисних споруд відсутні соціально-господарчі об'єкти. Ні вітрове, ні гідродинамічне навантаження не перетинає територію постійного проживання, в масштабі допустимої відстані.

Вплив очисних споруд на соціальне середовище може бути як позитивним, так і негативним. Важливо враховувати обидва аспекти при плануванні та експлуатації таких об'єктів.

Позитивний вплив:

Покращення санітарно-епідеміологічної ситуації: Очищення стічних вод сприяє зменшенню забруднення навколишнього середовища, зниженню ризику поширення інфекційних захворювань, покращенню якості питної води.

Створення робочих місць: Будівництво та експлуатація очисних споруд створює нові робочі місця, що сприяє розвитку місцевої економіки.

Підвищення якості життя: Зменшення забруднення довкілля позитивно впливає на якість життя населення, створює більш комфортні умови для проживання.

Розвиток інфраструктури: Будівництво очисних споруд часто супроводжується розвитком інфраструктури (дороги, комунікації), що може бути корисним для місцевого населення.

Підвищення екологічної свідомості: Наявність сучасних очисних споруд сприяє підвищенню екологічної свідомості населення, формуванню бережливого ставлення до навколишнього середовища.

Негативний вплив:

Неприємні запахи: Очисні споруди, особливо за застарілих технологій, можуть бути джерелом неприємних запахів, що створює дискомфорт для населення і може негативно впливати на їх здоров'я.

Шум: Робота обладнання на очисних спорудах може створювати шумове забруднення, що також негативно впливає на комфорт проживання населення.

Візуальне забруднення: Великі очисні споруди можуть негативно впливати на ландшафт та естетичне сприйняття місцевості.

Зниження вартості нерухомості: Наявність очисних споруд поблизу житлових районів може призвести до зниження вартості нерухомості.

Соціальна напруга: У деяких випадках будівництво очисних споруд може викликати соціальну напругу серед місцевого населення, особливо якщо воно не було достатньо інформоване про проект та його можливі наслідки.

Мінімізація негативного впливу:

Застосування сучасних технологій: Використання сучасних технологій очищення дозволяє мінімізувати неприємні запахи, шум та інші негативні фактори.

Архітектурно-ландшафтні рішення: Вдале архітектурно-ландшафтне проектування дозволяє гармонійно вписати очисні споруди в навколишній ландшафт.

Громадські слухання та консультації: Залучення громадськості до обговорення проекту дозволяє врахувати її інтереси та зменшити соціальну напругу.

Інформаційна робота: Інформування населення про важливість очисних споруд, їх роботу та вплив на навколишнє середовище сприяє підвищенню розуміння та підтримки проекту.

Висновок: Очисні споруди відіграють важливу роль у забезпеченні екологічної безпеки та здоров'я населення. При правильному проектуванні та експлуатації їх позитивний вплив на соціальне середовище значно переважає негативний.

1.6. Оцінка впливу діяльності, що планується на оточуюче техногенне середовище

Поблизу розміщення очисних споруд відсутні сільськогосподарські підземні об'єкти. В зоні впливу проектуємих очисних споруд відсутні підземні або надземні промислові чи цивільні об'єкти. Будівництво очисних споруд скорочує можливість забруднення оточуючого середовища, створює підвищену екологічну обстановку, зменшує можливість захворювань, визваних концентрованими стоками. Будівництво виключає утворення дурних запахів на відстані, яка дозволена ДБН.

Потенційні негативні впливи:

Забруднення ґрунтів та підземних вод: Аварійні ситуації (витік стічних вод, прорив каналізаційних труб) можуть призвести до забруднення ґрунтів та підземних вод.

Вплив на інженерні мережі: Будівництво та експлуатація очисних споруд може впливати на інженерні мережі (водопроводи, каналізація, газопроводи, лінії електропередач), що проходять поблизу. Можливі ризики пошкодження мереж під час будівельних робіт, а також вплив на їх роботу через вібрації, зміну рівня ґрунтових вод тощо.

Вплив на транспортну інфраструктуру: Великі очисні споруди можуть створювати додаткове навантаження на транспортну інфраструктуру (дороги, мости), особливо під час будівництва та при транспортуванні осаду.

Ризик аварій та надзвичайних ситуацій: На очисних спорудах існує ризик виникнення аварій та надзвичайних ситуацій (витік небезпечних речовин, пожежі, вибухи), які можуть негативно вплинути на навколишнє техногенне середовище та населення.

Потенційні позитивні впливи:

Покращення санітарно-епідеміологічної ситуації: Очищення стічних вод знижує ризик забруднення водних об'єктів та поширення інфекційних захворювань, що позитивно впливає на техногенне середовище (наприклад, на стан водозабірних споруд).

Можливість використання очищених стічних вод та осаду: Очищені стічні води можуть бути використані для технічних потреб (зрошення, миття вулиць), а осад — як добриво або для отримання біогазу. Це сприяє економії ресурсів та зменшенню навантаження на навколишнє середовище.

Мінімізація негативного впливу:

Правильний вибір місця розташування: Очисні споруди повинні розташовуватися на достатній відстані від житлових будинків, промислових об'єктів, інженерних мереж та транспортних магістралей.

Застосування сучасних технологій: Використання сучасних технологій очищення дозволяє мінімізувати ризик забруднення навколишнього середовища та підвищити ефективність очищення.

Забезпечення надійності та безпеки: Необхідно забезпечити надійну роботу обладнання, своєчасний ремонт та обслуговування, а також підготовку персоналу до дій в аварійних ситуаціях.

Моніторинг стану навколишнього середовища: Регулярний моніторинг дозволяє своєчасно виявляти негативні зміни та вживати заходів для їх усунення.

Вплив очисних споруд на техногенне середовище може бути як позитивним, так і негативним. Завданням проектувальників та експлуатаційних організацій є мінімізувати негативний вплив та максимізувати позитивний вплив на оточуюче техногенне середовище.

1.7. Комплексні заходи по забезпеченню нормативного стану навколишнього середовища і його безпеки

Згідно санітарним нормам, діючим на Україні в зонах першої категорії, до яких можна віднести територію, нормується якість очистки стічних вод до 10-15 мг/л по БПК, і до 15 мг/л по завислим речовинам. Проектом ці нормативи витримуються.

Переваги, розробленої в проекті технологічної схеми, можна представити по основним вузлам, в такому вигляді:

Найменування споруд	Основні переваги проектного варіанту
Аеротенки	<ul style="list-style-type: none">- застосована нова система аерації, що виключає забруднення диспергаторів. Досягається скорочення енергозатрат, і затрат на експлуатацію, забезпечується режим змішування.- збільшення швидкості окислення, що скорочує будівельні об'єми.- система напірно-глибинної аерації циркуляції активного мулу.

Регулярний викид відходів в оточуюче середовище відсутній. При будівництві та після нього не передбачені дренажні системи, оскільки ґрунти не фільтруючі. Розлив вод відсутній а атмосферні води відводяться природним шляхом, оскільки поверхня землі має ухил до 0,002 %. Будівництво очисних споруд не передбачає руйнування верхніх чи глибинних шарів землі. Неусувний збиток не наноситься, тому грошового чи іншого виду відшкодування проектом не передбачається. Можливі аварії на очисних спорудах не приводять до порушення нормального ритму життя населення, тому їм не повідомляють. Відповідна служба в установленому порядку і по установленим нормативами строкам усуває можливі неполадки.

Будівництво очисних споруд каналізації не створює умови екологічного ризику, а навпаки сприяє, передбачає і ставить за мету - виключення екологічного ризику, шляхом утилізації забруднень стічних вод. Вище були визначені об'єми викидів.

Єдино можливий вид аварії, який може виникнути на очисних спорудах це вихід із ладу насосного агрегату. Така можлива аварія приведе до зниження ефекту очистки на 20-30%, оскільки застосована ступінчата схема аерації. Малоімовірно, щоб всі ступені аерацій одночасно вийшли із ладу. Однак, як відмічали, така аварія потребує термінової заміни насосу, тобто часу для монтажу запасного насосу, на що потрібно до 4 годин. Оскільки насосне обладнання працює, згідно ДБН, по третій категорії, то за передбачену нормами тривалість (до 24 годин) можлива аварія буде усунута. Глибинні насоси шведського виробництва забезпечені внутрішньою і зовнішньою системою захисту від теплового перевантаження і обладнані вибухозахистом.

1.8. Оцінка впливу на навколишнє середовище при будівництві.

При будівництві використані переважно ручний труд чи малошумне обладнання. Розчин для бетонних робіт доставляється автотранспортом в готовому вигляді. Пам'ятники культури і історії відсутні. На території дерева чи будинки не підлягають знесенню. Нові траси для водопроводу чи

каналізації не будуються. У зв'язку з малими об'ємами будівництва побутові приміщення не передбачені. Будівельні відходи мінімальні і вивозяться на районне звалище.

Мінімізація негативного впливу будівництва на навколишнє середовище:

Застосування екологічно чистих технологій та матеріалів:

Використання матеріалів з мінімальним впливом на довкілля, впровадження енергоефективних технологій.

Зменшення обсягів земляних робіт: Оптимізація проектів, використання підземного простору.

Запобігання забрудненню ґрунтів та вод: Організація систем водовідведення, збір та утилізація будівельних відходів.

Відновлення порушених земель: Рекультивація земель після завершення будівництва, створення зелених насаджень.

Моніторинг стану навколишнього середовища: Контроль якості повітря, води, ґрунту під час будівництва та після його завершення.

Будівництво має значний вплив на навколишнє середовище. Завданням проєктувальників, будівельників та контролюючих органів є мінімізувати негативний вплив та забезпечити екологічну безпеку будівельних робіт.

Розділ №.6

Охорона праці

								Лист
								118
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА		

1. Аналіз небезпечних та шкідливих факторів при виконанні робіт

Небезпечний або шкідливий фактор	Характеристика	Кількісна оцінка (чисельні дані)	Нормативні документи
Хімічне забруднення	Наявність токсичних хімікатів у стічних водах, таких як мийні засоби, пестициди.	Концентрація забруднювачів у стічних водах: до 50 мг/л.	ДСТУ EN 689:2018, ДСанПіН 7.7.5-013-99
Біологічне забруднення	Наявність патогенних мікроорганізмів у водах.	Кількість бактерій на 100 мл: до 1000 КУО.	ДБН В.1.2-8:2021, Постанова № 766 Про нормативи екологічно безпечного зрошення, осушення, управління поливами та водовідведенням
Токсичні гази (метан, сірководень)	Викиди газів при обробці та очищенні стічних вод.	Концентрація метану: 5-10% в об'ємі повітря.	ДСТУ 8829:2019,
Шумове забруднення	Високий рівень шуму при виконанні робіт, використання насосів та іншого обладнання.	Рівень шуму: 85-90 дБ.	ДБН В.1.1-31:2013, ДСТУ 3515-97
Механічні травми	Ризик травм при роботі з важким обладнанням, трубами, машинами.	Наявність травм: до 3 випадків за рік.	ДСТУ EN 149:2017, ДСТУ ISO 45001:2019

Вибухонебезпечні умови	Потенційна небезпека вибуху через наявність газів або вибухових сумішей в системах очистки.	Ймовірність вибуху: до 1% у високих концентраціях газів.	ДБН В.1.1-7:2016
Електричні ураження	Підвищений ризик ураження електричним струмом при роботі з насосами та іншими електричними пристроями.	Напруга: до 380 В.	ПУЕ (Правила улаштування електроустановок), ДСТУ EN 50110-1:2014
Забруднення ґрунтів	Небезпека забруднення ґрунтів під час прокладки трубопроводів або при аваріях.	Концентрація забруднювачів в ґрунті: до 0,5 мг/кг.	ДБН В.2.4-3:2010, ДСТУ Б В.2.1-2-96

2. Заходи для уникнення шкідливої та небезпечної дії факторів

Небезпечний або шкідливий фактор	Заходи
Хімічне забруднення	<ul style="list-style-type: none"> - Використовувати біологічно розкладні мийні засоби. - Регулярний моніторинг концентрації хімічних речовин у водах. - Використання спеціалізованих фільтрів для очищення води.
Біологічне забруднення	<ul style="list-style-type: none"> - Встановлення ультрафіолетових систем для дезінфекції води.

	<ul style="list-style-type: none"> - Використання біологічних методів очистки (біофільтрація). - Використання біологічних методів очистки (біофільтрація).
Токсичні гази	<ul style="list-style-type: none"> - Забезпечення примусової вентиляції на всіх етапах очистки. - Використання захисних масок і спеціального обладнання для працівників.
Шумове забруднення	<ul style="list-style-type: none"> - Використання обладнання з низьким рівнем шуму. - Встановлення звукоізолюючих конструкцій та огорож. - Проведення робіт у нічний час мінімуму, для зменшення впливу на навколишніх.
Механічні травми	<ul style="list-style-type: none"> - Використання захисного одягу та спеціального взуття. - Проведення навчання для працівників з техніки безпеки. - Регулярна перевірка та обслуговування обладнання.
Вибухонебезпечні умови	<ul style="list-style-type: none"> - Встановлення газоаналізаторів для контролю концентрації газів. - Використання антивибухового обладнання та установок. - Забезпечення протипожежних заходів (вогнегасники, протипожежні тренування).
Електричні ураження	<ul style="list-style-type: none"> - Встановлення захисних пристроїв від ураження електричним струмом (УЗО). - Регулярний огляд та обслуговування електричних мереж та обладнання. - Використання ізольованих інструментів та захисного одягу.

Забруднення ґрунтів	<ul style="list-style-type: none"> - Прокладка трубопроводів з використанням герметичних матеріалів. - Використання спеціальних сорбентів для нейтралізації витоків. - Відновлення земель після завершення робіт за допомогою біоремедіації.
---------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

3. Інженерний розрахунок небезпечного фактора (газових викидів (на прикладі метану))

Вихідні данні для розрахунку

Об'єм стічних вод: 1000 м³/день

Вміст метану: 5 мг/л

Розрахунок

1. Визначення маси метану:

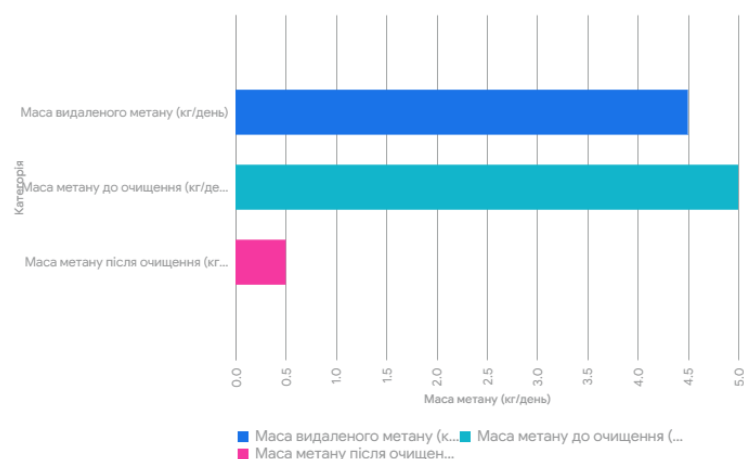
Маса метану = 5 мг/л × 1000 л/м³ × 1000 м³ = 5 000 000 мг = 5 кг/день

2. Очищення метану:

Використання біофільтра: ефективність 90%

Залишковий метан після очищення: 5 кг \ (1 – 0,9) = 0,5 кг/день

Маса метану до та після очищення біофільтром



Висновок

Застосування біофільтрів дозволяє значно знизити викиди метану до безпечного рівня.

Список літератури

1. Водовідведення та очистка стічних вод міста: навчальний посібник / Укл.: О.А. Василенко, С.М. Епоян та ін., Київ-Харьків, 2012. - 538 с.
2. Каналізація зовнішні мережі та споруди. Основні положення проєктування. ДБН В.2.5-75:2013. Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. - Київ, 2013. – 96 с. (Чинний від 1 січня 2014 року).
3. Водопостачання, водовідведення та якість води: навчальний посібник. / Укл.: А.К. Запольський. - К.: Вища школа, 2005. - 671с.
4. Водопостачання та каналізація: навчальний посібник. / Укл.: Кравченко В.С. - К.: Кондор, 2003. - 288с.
5. Василенко А.А. Водоотведение. Курсовое проектирование. – К.: Вища школа, 1988. – 256 с.
6. Очистка промислових стічних вод / Когановский А.М., Кульский Л.А., Сорникова Е.В., Шмарук В.Л. – К.: Техніка, 1974. – 170 с.
7. Правила охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами. Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 25 березня 1999 р. – № 465. – К.: 1999. 4 с.
8. Правила охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами. Постанова Кабінету міністрів України № 495 від 25 березня 1999 р. –
9. Атаманчук П.С. Охорона праці в галузі: навчальний посібник / П.С. Атаманчук та ін. – К.: Центр учбової літератури, 2017. – 322 с.
10. Протоєрейський О. С. Охорона праці в галузі: навчальний посібник / О. С. Протоєрейський, О. І. Запорожець. – К.: Книжкове вид-во НАУ, 2005. – 268 с.