

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет інженерних систем та екології
Кафедра водопостачання та водовідведення

Освітній ступінь: магістр

Спеціальність: 192 Будівництво та цивільна інженерія

Освітньо-професійна програма: Водопостачання та водовідведення

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
Віктор ХОРУЖИЙ.

« ___ » _____ 2025 року

**З А В Д А Н Н Я
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

Рогози Ярослава Олеговича

1. Тема роботи: «**Водовідведення міста з розробкою системи автоматичного пожежогасіння підземного паркінгу**»

затверджена наказом ректора КНУБА № 1481/24/25 від «17» вересня 2025 року

2. Керівник роботи:

Кравчук Андрій Михайлович, докт. техн. наук, професор

3. Строк подання студентом роботи до захисту: 10.12.2025 р.

4. Вихідні дані та зміст роботи за розділами:

Інженерна частина

Генплан міста в масштабі 1:5000. За ступенем благоустрою місто розділене на 2 райони. В районі № 1 густина населення складає 34000 чол./км², норма водоспоживання – 200 л/ос.добу. В районі № 2 густина населення складає 42000 чол./км², норма водоспоживання – 240 л/ос.добу. В місті розташовано 3 промислових підприємства: молокозавод, бетонний завод, завод виробництва соків. В проекті передбачити суміші господарсько-побутових і промислових стічних вод від міста.

Спеціальна частина

Запроектувати санітарно-технічне обладнання житлового будинку пожежогасіння підземного паркінгу.

Додаткові дані

В магістерській роботі необхідно розглянути розділи автоматизації роботи каналізаційної насосно станції, особливості монтажу каналізаційних колекторів і

колодязів, питання раціонального використання водних ресурсів і охорони та техніки безпеки при здійсненні будівельних робіт.

5. Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Інженерна частина:	
Розрахунок об'ємів водовідведення міста	21.09.2025
Гідравлічний розрахунок міської мережі водовідведення	28.09.2025
Проектування головної каналізаційної насосної станції	05.10.2025
Проектування міських очисних споруд водовідведення	08.10.2025
Розробка креслень по відповідних розділах	12.10.2025
Спеціальна частина:	
Проектування систем автоматичного пожежогашіння приміщень підземного приміщень підземного паркінгу для автомобілів	26.10.2025
Оформлення креслень спеціальної частини роботи	08.11.2025
Додаткові розділи:	
Монтаж мереж водовідведення	16.11.2025
Автоматизація	20.11.2025
Раціональне використання і охорона водних ресурсів	24.11.2025
Охорона праці та техніка безпеки	04.12.2025
Оформлення пояснювальної записки та креслень	08.12.2025
Перевірка на плагіат	
Попередній захист	
Рецензування	

6. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірів	
		дата	підпис

7. Дата видачі завдання 17.09.2025.

Керівник _____ Кравчук А.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Здобувач _____ Рогоза Я.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕЗЮМЕ (summary) до кваліфікаційної роботи здобувача:		Рогози Ярослава Олеговича <i>Rohoza Yaroslav</i>	
Назва ЗВО	Київський національний університет будівництва і архітектури		
Тема	Водовідведення міста з розробкою системи автоматичного пожежогасіння підземного паркінгу Wastewater disposal of the city with the development of an automatic fire extinguishing system for underground parking		
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	Д.т.н., професор Кравчук Андрій Михайлович		
Обсяг роботи:	пояснювальна записка, стор.	розділів	креслень формату А1
	114	8	11
Розділ 1. Міські мережі водовідведення	Приведено розрахунок кількості жителів населеного пункту і об'єму добового водовідведення від населення міста і виробничих підприємств. Розраховано баланс добового водовідведення міста. Здійснено гідравлічний розрахунок головного і бічних колекторів. Представлено погодинне водовідведення міста.		
Розділ 2. Головна каналізаційна насосна станція	Визначення категорії надійності насосної станції. Здійснено підбір насосів. Розраховано втрати напору в трубопроводах всередині насосної станції. Побудовано графік сумісної роботи насосів і водоводів. Визначено габарити насосних агрегатів і мінімальних розмірів машинної зали. Здійснено підбір підйомно-транспортного обладнання і електричної частини НС та підбір допоміжного обладнання.		
Розділ 3. Міські очисні споруди водовідведення	Розраховано потужність очисних споруд водовідведення і концентрації забруднень що надходять із стічними водами. Здійснено розрахунок основних очисних споруд водовідведення. Підібрано обладнання для знезараження очищених стічних вод. Розроблено споруди для обробки осаду.		
Розділ 4. Автоматичне пожежогасіння підземного паркінгу	Виконано розрахунок системи автоматичного спринклерного пожежогасіння підземного паркінгу для автомобілів. Вибрано марку спринклерів і здійснено їх розміщення по площі підвальних приміщень. Розраховано і підібрано відповідне насосне обладнання.		
Розділ 5. Монтаж мереж водовідведення	Визначено порядок проведення монтажних робіт при прокладанні трубопроводів і споруд на мережах водовідведення. Проведено підбір транспортних машин і кранового обладнання для проведення монтажних робіт. Оцінено встановлені нормативи по виконанню даних робіт.		

Розділ 6. Автоматизація	Приведено і проаналізовано схему автоматизації роботи каналізаційної насосної станції при застосуванні датчиків рівня у приймальному резервуарі для вмикання і вимикання насосних агрегатів.
Розділ 7. Раціональне використання і охорона водних ресурсів	Розглянуто стан з водозабезпеченням і водовідведенням в цілому в Україні. Оцінено перспективу можливого забруднення поверхневих і підземних джерел. Визначено основних забруднювачів намічено напрямки поліпшення екологічної ситуації.
Розділ 8. Охорона праці і техніка безпеки	Розглянуто основні вимоги техніки безпеки і охорони праці при експлуатації очисних споруд водовідведення а також при проведенні земляних робіт при розробці траншей і котлованів.
Висновки по роботі: Conclusions:	<p>В роботі представлено проект водовідведення стічних вод міста з промисловими підприємствами. Запроектовано мережу водовідвідних трубопроводів а також насосну станцію для відводу стічних вод на очисні споруди водовідведення. Обґрунтовано вибір метода очистки стічних вод і представлено розрахунок відповідних споруд. В спеціальному розділі роботи детально розглянуто проєктування і розрахунок системи автоматичного пожежогасіння підземного паркінгу для автомобілів. Приведені заходи по автоматизації, охороні водних ресурсів і охороні праці та техніці безпеки.</p> <p>The study presents a wastewater disposal project for a city with industrial enterprises. A network of sewer pipelines as well as a pumping station for transporting wastewater to the treatment plant has been designed. The choice of the wastewater treatment method is substantiated, and the calculation of the corresponding treatment structures is provided. A special section of the work offers a detailed analysis of the design and calculation of an automatic fire-extinguishing system for an underground car parking. Measures related to automation, water resource protection, occupational safety, and health and safety are also presented.</p>
<p>Ключові слова: система водовідведення; норма водовідведення; насосна установка; водовідвідна мережа; якість стічних вод; напір; витрата стічних вод.</p> <p>Keywords: wastewater disposal system; wastewater disposal rate; pump installation; wastewater disposal network; wastewater quality; head; wastewater discharge.</p>	

Укладач: _____ / Рогоза Я.О. /

Керівник: _____ / Кравчук А.М. /

“ 08 ” грудня 2025 р.

Зміст

Вступ.....	7
Розділ 1. Міські мережі водовідведення.....	10
Розділ 2. Головна каналізаційна насосна станція.....	21
Розділ 3. Міські очисні споруди водовідведення.....	34
Розділ 4. Автоматичне пожежогасіння підземного паркінгу.....	64
Розділ 5. Монтаж мереж водовідведення.....	75
Розділ 6. Автоматизація.....	87
Розділ 7. Раціональне використання і охорона водних ресурсів.....	97
Розділ 8. Охорона праці в техніка безпеки.....	104
Використана література.....	112

ВСТУП

В представленій магістерській роботі запроєктована зовнішня господарсько-побутова каналізаційна мережа міста. Місто, що проєктується розташоване в західній частині України.

За ступенем благоустрою і щільністю проживання населення місто розділене на два райони. В першому районі щільність населення складає 34000 осіб на км², при цьому норма водовідведення становить 200 л/ос*добу. В другому – щільність 42000 осіб на км², при нормі водовідведення – 240 л/осіб*добу.

Для відводу суміші господарсько-побутових стічних вод від населення і промислових стічних вод від промислових підприємств запроєктована зовнішня самоплинна міська мережа водовідведення з керамічних і залізобетонних труб. Система водовідведення прийнята централізованою. Добова витрата суміші господарсько-побутових і виробничих стічних вод від міста становить 66700 м³/добу.

Стічні води від міста надходять у каналізаційну насосну станцію звідки насосами (три робочих і два резервних) стічна вода подається на міські очисні споруди.

В проєкті передбачена повна біологічна очистка стічних вод. Очисні споруди складаються з споруд механічної очистки (грати, пісковловлювачі, первинні відстійники, піскові майданчики), споруд біологічної очистки (аеротенки, вторинні відстійники), споруд знезараження води (хлораторна, контактні резервуари), споруд обробки осаду (мулозгущувачі, метантенки, газгольдери, мулові майданчики).

В роботі запроєктована система санітарно-технічного обладнання 12 поверхового житлового будинку. А саме системи внутрішнього питного холодного і гарячого водопроводу, господарсько-побутової і дощової мереж водовідведення. У відповідності з діючими будівельними нормами в будинку запроєктовано внутрішнє пожежогасіння від пожежних кранів в одну струмину з витратою 2,5 /л/с.

За завданням, з метою забезпечення безпеки жителів, у приміщеннях під підвалом даного будинку запроєктовано сховище, яке також забезпечене системами питного водопроводу і побутової каналізації. В мирний час приміщення сховища частково використовуються як підземний паркінг для стоянки автомобілів.

У відповідності з діючими нормами приміщення підземного паркінгу обладнуються системою автоматичного пожежогасіння. В даному проєкті прийнята система автоматичного спринклерного пожежогасіння. Для застосування прийняті спринклери СП-72 з витратою 0,12 л/с, з площею гасіння підлоги 12 м².

Окрім цього, в проєкті додатково прийнято пожежогасіння приміщень паркінку від внутрішніх пожежних кранів. Пожежогасіння прийнято у дві струми по 5 л/с від пожежних кранів діаметром 65 мм., довжина рукава прийнята 20 м.

Для забезпечення потреб пожежогасіння запроєктована окрема водопровідна насосна станція, яка встановлена також у підвалі.

В розділі автоматизації запроєктована система автоматичного регулювання (вмикання і вимикання) робочих каналізаційних насосів в залежності від рівня стічної рідини у приймальному резервуарі каналізаційної насосної станції.

В розділі технології і організації будівництва розглянуто питання здійснення земляних робіт і монтажу самоплинних каналізаційних трубопроводів і каналізаційних колодязів.

В розділі охорони і безпеки праці розглянуто дані питання при проведенні земляних робіт при розробці траншей і котлованів, правил і особливості роботи при проведенні монтажних робіт і при проведенні гідравлічних випробувань безнапірних трубопроводів і колодязів.

РОЗДІЛ 1.
МІСЬКА МЕРЕЖА ВОДОВІДВЕДЕННЯ

Консультант

/ _____ /

Як відомо, основними споживачами води в місті (населеному пункті) є жителі міста (господарсько-питні потреби), промислові підприємства (виробничі і господарсько-питні потреби) полив зелених насаджень і дорожніх покриттів. В той же час водовідведення від міста включає відведення господарсько-побутових вод від населення і працівників підприємств та виробничих вод.

При розрахунку об'ємів водовідведення від населення спочатку за генпланом міста визначають розміри (площі, S) житлових кварталів у кожному районі. Потім, при відомій щільності населення (P), кількість жителів у кожному з них (N). Знаючи величину питомого стоку (q_0) в районі розраховуємо середню витрату стічних вод від кожного житлового кварталу (q). Результати розрахунків зводимо в таблицю 1.1.

Середнє водовідведення з кожного житлового кварталу

Табл. 1.1

№ кварталу	Розміри кварталів $A \times B$, (км \times км)	Райони	Площа кварталу S (км ²)	Щільність населення P	Кількість населення	Питомий стік q_0	Середні витрати по кварталу q , л/с
1	3×4,3	1	0,140	34000	4560	71,284	9,28
2	3×4,3		0,140		4560		9,28
3	2,9×4		0,130		4210		8,55
4	3,3×3,8		0,126		4360		8,92
5	2×3,7		0,075		2580		5,28
6	2,2×3,8		0,086		2950		5,99
7	2,3×3,9		0,089		3140		6,36
8	3,2×5		0,165		5610		11,42
9	3,2×5		0,165		5610		11,42
10	3,2×5,2		0,175		5960		12,13
11	3,3×5,2		0,172		5970		12,18
12	2×5,2		0,105		3650		7,42
13	2,2×5,2		0,115		3980		8,14
14	2,3×5,4		0,123		4350		8,85
15	3,5×5,5		0,191		6710		13,68
16	3,5×5,5		0,191		6710		13,68
17	3×5,6		0,169		5890		11,99
18	3,5×5,6		0,197		6870		13,98
19	2,3×5,6		0,128		4520		9,18
20	2,4×5,7		0,136		4790		9,79

21	2,5×5,7		0,143		4960		10,13
22	3×5,6		0,169		5890		11,97
23	3×5,6		0,169		5890		11,97
24	3,3×5,7		0,187		6570		13,5
25	3,2×5,5		0,175		6170		12,57
26	2,6×5,7		0,147		5190		10,56
27	2,7×5,5		0,147		5190		10,56
28	2,5×5,5		0,136		4790		9,78
Σ							
		Σ	4,06	Σ	141500	Σ	288,26
Σ							
29	5,3×2,7		0.144		5730		17.75
30	4,6×2,6		0.118		4770		14.77
31	4,5×2,5		0.113		4490		13.88
32	6,2×2		0.125		4970		15.39
33	6×2		0.124		4810		14.86
34	4,7×2,2		0.102		4130		12.77
35	4,7×2,2		0.102		4130		12.77
36	6,1×2,3		0.144		5610		17.36
37	6×2		0.122		4810		14.88
38	4,5×2,2		0.098		3950		12.27
39	5,1×2,1		0.106		4270		13.26
40	6×2,1		0.127		5030		15.62
41	5,9×2		0.119		4710		14.65
42	4,5×2		0.090		3610		11.18
43	5,5×2,2		0.122		4830		15.02
44	6,2×2,2		0.135		5450		16.89
45	6,6×2		0.133		5270		16.39
46	4,5×2,1		0.095		3750		11.65
47	5,4×2,2	2	0.119	42000	4710	124,16	14.63
48	5,7×2,2		0.126		5010		15.52
49	6,2×1,9		0.118		4670		14.54
50	5×2		0.100		4010		12.42
51	5,2×1,8		0.094		3730		11.55
52	5,4×1,9		0.103		4070		12.67
53	6×1,9		0.116		4580		14.15
54	5×1,8		0.090		3610		11.18
55	5,3×1,9		0.110		4010		12.42
56	5,8×1,8		0.105		4150		12.93
57	6,2×1,5		0.094		3710		11.55
58	5,2×1,5		0.077		3130		9.67
59	5×1,6		0.080		3210		9.94
60	4,8×1,7		0.080		3210		9.95
61	5,4×1,5		0.082		3250		10.04
62	5×1,5		0.075		3010		9.32
63	4,3×1,5		0.065		2570		7.95
64	4,5×1,2		0.056		2150		6.68
65	4,3×1,6		0.067		2730		8.46

	Σ	3.85	Σ	153700	Σ	476,51
Всього по місту:	Σ	7.91	Σ	295200	Σ	764,97

Стічні води від промислових підприємств складаються з виробничих і господарсько-побутових стічних вод від виробничого персоналу. Об'єм виробничих стічних вод на кожному підприємстві залежить від кількості випускаємої підприємством продукції і норми водовідведення на її одиницю. Результати розрахунку виробничих стічних вод зведені в таблицю 1.2.

Визначення водовідведення від промислових підприємств

Табл. 1.2

Підприємство	Зміна	Одиниця виміру продукції	Кількість продукції	Норма стоку на одиницю продукції м ³ /т	Промислові стоки		
					за зміну	„Мах” водовідведення	
						м ³ /год	л/с
Молокозавод	1 (8-16)	т	30	12,0	360	35	9,74
	2 (16-24)		15		180	17,5	4,85
	3 (24-8)		15		180	17,5	4,85
Бетонний завод	1 (8-16)	т	500	0,6	300	45	12,6
	2(16-24)		300		180	30	8,34
	3 (24-8)		300		180	30	8,34
Завод виробництва соків	1 (8-16)	т	60	2,0	120	10	2,77
	2(16-24)		40		80	7,5	2,09
	3 (24-8)		40		80	4,5	2,09

Об'єм господарсько-побутових вод від виробничого персоналу складається з двох частин: 25 л у зміну на одного виробника, що працює в холодному цеху і 45 л у зміну, що працює у гарячих цехах. Крім того також сюди включають стічні води від прийняття робітниками душу. При цьому душові стічні води враховуються в першу годину після закінчення зміни на

протязі 45 хвилин. Витрата води на одну душову сітку становить 500 л за одну годину. Тобто приймається, що на роботу душової сітки витрачається 375 л. Розрахунок об'єму стічних вод від роботи душів зведені в таблицю 1.3.

Розрахунок душових стічних вод на промисловому підприємстві

Табл. 1.3

Підприємство	Змін а	Кількість працюючих	% користування душем	Кількість людей, які приймають душ	Кількість душових кабін	Душові витрати	
						л/год	л/с
Молокозавод	1	80	60%	48	5	180	0,98
	2	60		36	7	2620	0,68
	3	60		36	5	1870	0,68
Бетонний завод	1	400	60%	240	25	9370	4,74
	2	300		180	34	12750	3,46
	3	300		180	25	9370	3,46
Завод виробництва соків	1	150	50%	75	8	3000	1,38
	2	125		62	10	3750	1,12
	3	125		62	8	3000	1,12

Сумарна витрата стічних вод від промислових підприємств отримана після об'єднання результатів даних таблиць 1.2 і 1.3. Результати розрахунку витрат стічних вод від промислових підприємств приведені в таблиці 1.4.

Сумарні промислові витрати з розрахункових підприємств

Табл. 1.4

Підприємство	Зміна	Характеристика стоку			Загальний стік	Розрахунковий стік, л/с
		Промисловий	Побутовий	душ		
Молокозавод	1	9,74	0,08	0,98	10,8	10,8
	2	4,85	0,05	0,68	5,58	
	3	4,85	0,05	0,68	5,58	
Бетонний завод	1	12,6	0,44	4,74	17,78	17,78
	2	8,34	0,33	3,46	12,13	
	3	8,34	0,33	3,46	12,13	

Завод виробництва соків	1	2,77	0,15	1,38	4,3	4,3
	2	2,09	0,12	1,12	3,33	
	3	2,09	0,12	1,12	3,33	

Сумарну витрату стічних вод від населення зводимо в таблицю 1.5.
Сумарну витрату стічних вод в цілому від міста отримуємо як суму даних таблиць 1.1 – 1.5. Результати розрахунку зводимо в таблицю 1.6.

Зведена відомість водовідведення по населеним пунктам
Табл. 1.6

Об'єкт	Водовідведення		
	Середньодобове м ³ /доб.	Максимальне годинне м ³ /год.	Розрахункове л/с
Район 1	24915,28	1612,23	447,86
Район 2	41196,95	2585,14	718,07
Місто в цілому	65112,23	4087,35	1135,53
Молокозавод	907,22	37,8	10,8
Бетонний завод	1416,94	59,04	17,78
Завод виробництва соків	349,93	14,58	4,3

$$\Sigma=66700 \text{ м}^3/\text{доб.}$$

На основі розрахованих витрат стічних вод від окремих кварталів обох житлових районів і промислових підприємств, а також на базі генплану міста, призначаємо траси прокладання магістральних колекторів. Далі розбиваємо їх на окремі розрахункові ділянки і визначаємо витрати стічних вод на кожній з них. Результати розрахунків зводимо в таблицю 1.7.

За визначеними витратами здійснюємо гідравлічний розрахунок каналізаційних колекторів і їх результати зводимо в таблицю 1.8.

Сумарні витрати стічних вод від населення

Таблиця 1.5

Район	Площа житлових кварталів	Щільність населення	Кількість мешканців	Питома водовідведення	Середнє водовідведення			Загальні коефіцієнти нерівномірності		„міх” витрати		„мах” витрати	
					м ³ /добу	м ³ / год.	л / с	$K_{gen.max}$	$K_{gen.min}$	м ³ / год.	л / с	м ³ / год.	л / с
I	4,06	34000	141500	176	24915,27	1038,14	288,26	1,553	0,618	641,51	178,24	1612,23	447,86
II	3,85	42000	153700	268	41196,96	1716,54	476,51	1,506	0,655	1124,33	312,33	2585,14	718,07
Всього:					65112,23	2754,68	764,77	1,484	0,676	1862,16	517,32	4087,94	1135,53

Визначення розрахункових витрат стічних вод по ділянкам в мережі

Таблиця 1.7

Номера ділянок	Номера площ		Сумарні витрати від житлових кварталів			Загальні коефіцієнти нерівномірності		Розрахункові витрати					Загальні	
	власні	приток	власні	приток	сумарні	$K_{gen. max}$	$K_{gen. min}$	від житлових кварталів		зосередженні			max	min
								max	min	власні	приток	сумарні		
Головний колектор 1-КНС														
1-2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10,5	—	10,5	10,5	10,5
2-3	29,30	—	32,5	—	32,5	1,817	0,521	59,05	16,93	—	10,5	10,5	69,55	27,43
3-4	33,34	29,30	27,67	32,5	60,17	1,68	0,558	101,09	33,57	—	10,5	10,5	111,58	44,07
4-5	37,38	29,30,33,34	27,17	60,17	87,34	1,625	0,58	141,93	50,66	—	10,5	10,5	152,43	61,15
5-6	41,42	+37,38	25,81	87,34	113,15	1,597	0,592	180,7	66,98	4,05	10,5	14,55	195,25	81,53
6-7	45,46	+41,42	28,04	113,15	141,19	1,59	0,596	224,49	84,15	—	14,55	14,55	239,04	98,7
7-8	49,50	+45,46	26,93	141,19	168,12	1,583	0,6	266,13	100,87	—	14,55	14,55	280,68	115,42
8-9	53,54	+49,50	25,31	168,12	193,43	1,577	0,604	305,04	116,83	—	14,55	14,55	319,59	131,38
9-10	57,58	+53,54	21,22	193,43	214,65	1,571	0,607	337,21	130,29	—	14,55	14,55	351,76	144,89
10-20	61,64	+57,58	16,74	214,65	231,39	1,567	0,61	362,59	141,15	—	14,55	14,55	377,14	155,7
20--24	65,22	29-64	20,42	468,37	488,79	1,503	0,658	734,65	321,62	—	14,55	14,55	749,2	336,17
24-28	23-24	29-65,1,2,8,9,15,16,22	25,38	557,53	582,51	1,495	0,665	870,85	387,37	—	14,55	14,55	885,4	401,92
28-33	25,26	29-65,1-4,8-11,15-18,22-24	23,1	650,64	673,74	1,49	0,67	1003,87	451,41	—	14,55	14,55	1018,42	465,96
33-34	27,28	29-65,1-26	20,32	744,81	765,13	1,484	0,676	1135,45	517,23	16,4	14,55	30,95	1135,53	548,18
34-КНС	—	1-65	—	765,13	765,13	1,484	0,676	1135,45	517,23	—	30,95	30,95	1135,53	548,18

Бічний колектор 11-20														
11-12	31,32	—	29,27	—	29,27	1,838	0,515	53,79	15,07	—	—	—	53,79	15,07
12-13	35,36	31,32	30,15	29,27	59,42	1,681	0,558	99,88	33,15	—	—	—	99,88	33,15
13-14	39,40	31,32,35,36	28,91	59,42	88,33	1,623	0,581	143,36	51,32	—	—	—	143,36	51,32
14-15	43,44	31,32,35,36,37,40	31,88	88,33	120,21	1,595	0,593	191,73	71,28	—	—	—	191,73	71,28
15-16	47,48	+43,44	30,15	120,21	150,36	1,587	0,598	238,62	89,91	—	—	—	238,62	89,91
16-17	51,52	+47,48	24,2	150,36	174,56	1,581	0,601	275,98	104,91	—	—	—	275,98	104,91
17-18	55,56	+51,52	25,31	174,56	199,87	1,575	0,605	314,79	120,92	—	—	—	314,79	120,92
18-19	59,60	+55,56	19,86	199,87	219,73	1,57	0,608	344,97	133,59	—	—	—	344,97	133,59
19-20	62,63	+59,60	17,24	219,73	236,98	1,566	0,611	371,11	144,79	—	—	—	371,11	144,79
Бічний колектор 21-24														
21-22	1,2	—	18,54	—	18,54	1,929	0,493	35,76	9,14	—	—	—	35,76	9,14
22-23	8,9	1,2	22,82	18,54	41,36	1,758	0,536	72,71	22,17	—	—	—	72,71	22,17
23-24	15,16	1,2,8,9	27,38	41,36	68,74	1,663	0,565	114,31	38,84	—	—	—	114,31	38,84
Бічний колектор 25-28														
25-26	3,4	—	17,47	—	17,47	1,951	0,487	34,08	8,51	—	—	—	34,08	8,51
26-27	10,11	3,4	24,31	17,47	41,78	1,755	0,536	73,32	22,39	—	—	—	73,32	22,39
27-28	17,18	3,4,10,11	25,95	41,78	67,73	1,665	0,564	112,77	37,93	—	—	—	112,77	37,93
Бічний колектор 29-33														
29-30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	16,4	—	16,4	16,4	16,4
30-31	5,6,7	—	17,61	—	17,61	1,948	0,488	34,3	8,59	—	16,4	16,4	50,7	24,99
31-32	12,13,14	5,6,7	24,38	17,61	41,99	1,753	0,537	73,61	22,55	—	16,4	16,4	90,01	38,95
32-33	19,20,21	5,6,7,12,13,14	29,08	41,99	71,07	1,658	0,567	117,83	40,29	—	16,4	16,4	134,23	56,69

Гідралічний розрахунок мережі

Табл. 1.8

	<i>l, м</i>	<i>Q, л/с</i>	<i>d, мм</i>	<i>i</i>	<i>V, м/с</i>	<i>h/d</i>	<i>h</i>	<i>H</i>	Відмітки								
									поверхні землі		поверхні рідини		лотка		Заглиблення		
									П	К	П	К	П	К	П	К	Ср
1-2	298	10,5	250	0,0035	0,70	0,53	0,13	1,04	60,09	59,00	57,82	56,78	57,69	56,65	2,40	2,35	2,38
2-3	258	69,55	400	0,003	0,90	0,65	0,26	0,77	59,00	58,35	56,78	56,01	56,52	55,75	2,50	2,63	2,57
3-4	286	111,58	450	0,0025	0,94	0,62	0,28	0,72	58,35	57,52	56,01	55,29	55,73	55,01	2,68	2,56	2,62
4-5	272	152,43	500	0,0025	1,01	0,48	0,24	0,68	57,52	56,60	55,29	54,61	55,05	54,37	2,61	2,37	2,49
5-6	267	195,25	600	0,0025	1,09	0,58	0,35	0,67	56,60	55,68	54,61	53,94	54,26	53,60	2,47	2,22	2,35
6-7	230	239,04	600	0,0025	1,13	0,65	0,39	0,58	55,68	55,02	53,94	53,37	53,55	52,98	2,22	2,13	2,18
7-8	230	280,68	800	0,0025	1,20	0,70	0,56	0,58	55,02	53,81	53,37	52,79	52,81	52,23	2,33	1,70	2,02
8-9	217	319,59	800	0,0025	1,24	0,46	0,37	0,54	53,81	53,34	52,79	52,25	52,43	51,88	1,70	1,77	1,74
9-10	300	351,76	900	0,0025	1,27	0,51	0,46	0,75	52,75	52,10	52,25	51,50	51,79	51,04	2,65	2,75	2,70
10-20	1153	377,14	900	0,0025	1,32	0,53	0,48	2,88	51,10	52,00	51,50	48,62	51,02	48,14	2,75	6,53	4,64
20-24	1178	749,2	1000	0,002	1,40	0,64	0,64	2,36	52,00	50,81	48,62	46,26	47,98	45,62	6,63	7,80	7,22
24-28	810	885,4	1000	0,002	1,44	0,69	0,69	1,62	50,81	50,90	46,26	44,64	45,57	43,95	6,80	8,51	7,66
28-33	770	1018,42	1200	0,002	1,55	0,58	0,70	1,54	50,90	49,40	44,64	43,10	43,95	42,41	7,71	7,75	7,73
33-34	680	1135,53	1200	0,002	1,59	0,62	0,74	1,36	53,35	50,18	44,64	43,28	43,90	42,35	8,71	6,90	7,80
34-КНС	130	1135,53	1200	0,002	1,59	0,62	0,74	0,26	54,58	50,64	43,10	42,84	42,36	42,10	7,75	4,07	5,91

Колектор
11-20

11-12	242	53,79	350	0,0035	0,90	0,60	0,21	0,85	59,88	58,82	57,69	56,84	57,48	56,63	2,40	2,19	2,29
12-13	245	99,78	450	0,0025	0,93	0,65	0,29	0,61	58,82	58,12	56,84	56,23	56,55	55,94	2,29	2,20	2,24
13-14	248	143,36	500	0,0025	1,01	0,70	0,35	0,62	58,12	57,30	56,23	55,61	55,88	55,26	2,25	2,05	2,15
14-15	246	191,73	500	0,0035	1,21	0,75	0,38	0,86	57,30	56,40	55,61	54,75	55,24	54,37	2,05	2,01	2,03
15-16	247	238,62	600	0,003	1,23	0,65	0,39	0,74	56,40	55,69	54,75	54,01	54,36	53,62	2,11	2,14	2,13
16-17	250	275,98	600	0,003	1,27	0,75	0,45	0,75	55,69	55,02	55,61	54,86	55,16	53,55	2,15	2,23	2,19
17-18	255	314,79	800	0,003	1,33	0,60	0,48	0,77	55,02	54,00	54,75	53,98	54,27	52,75	3,41	3,16	3,28
18-19	260	344,97	800	0,003	1,37	0,51	0,41	0,78	54,00	53,15	54,01	53,23	53,60	51,65	3,77	3,70	3,74
19-20	262	371,11	800	0,003	1,40	0,55	0,44	0,79	53,15	52,00	53,23	52,44	52,79	50,90	4,06	3,70	3,88

Колектор
21-24

21-22	567	35,76	300	0,0035	0,82	0,60	0,18	1,98	60,54	58,62	58,22	56,24	58,04	56,06	2,50	2,56	2,53
22-23	610	72,71	400	0,003	0,91	0,60	0,24	1,83	58,62	56,34	56,24	54,41	56,00	54,17	2,66	2,21	2,44
23-24	997	114,31	500	0,004	1,03	0,55	0,28	3,99	56,34	50,81	54,41	50,42	54,13	50,14	3,54	2,00	2,77

Колектор
25-28

25-26	590	34,08	300	0,0035	0,82	0,60	0,18	2,07	60,01	58,39	57,39	55,33	57,21	55,15	2,80	3,25	3,02
26-27	634	73,32	400	0,003	0,91	0,60	0,24	1,90	58,39	56,83	55,33	53,42	55,09	53,18	3,35	3,69	3,52
27-28	954	112,77	500	0,003	1,03	0,55	0,28	2,86	56,83	50,90	53,42	50,56	53,15	50,29	4,89	1,82	3,36

Колектор
29-33

29-30	442	16,04	250	0,0035	0,70	0,55	0,14	1,55	62,37	60,88	60,71	59,16	60,57	59,02	1,80	1,86	1,83
30-31	596	50,4	350	0,003	0,84	0,60	0,21	1,79	60,88	58,60	59,16	57,37	58,95	57,16	1,96	1,47	1,71
31-32	637	90,01	400	0,003	0,95	0,70	0,28	1,91	58,60	56,61	57,37	55,46	57,09	55,18	2,51	2,43	2,47
32-33	907	134,23	500	0,0025	0,99	0,65	0,33	2,27	56,61	49,40	55,46	53,19	55,14	48,65	6,49	1,55	4,02

РОЗДІЛ 2.
ГОЛОВНА КАНАЛІЗАЦІЙНА
НАСОСНА СТАНЦІЯ

Консультант / _____ /

2.1. Вихідні дані для проектування

В результаті проведених в попередньому розділі розрахунків були визначені основні необхідні параметри головної насосної станції водовідведення, яка повинна бути запроектована для перекачування стічних вод від міста на міські очисні споруди.

В даному розділі приведені результати розрахунків сталевих трубопроводів в середині насосної станції, а також представлені дані по розрахунку напірних залізобетонних водоводів, які застосовують для подачі води на міські очисні споруди.

Вихідні дані для розрахунку подані нижче.

- Каналізаційна насосна станція.
- Максимальний добовий приток $Q_{\text{доб}} = 67000 \text{ м}^3$.
- Коефіцієнт годинної нерівномірності $k = 1.6$.
- Відмітка максимального рівня в резервуарі $A_{\text{max}} = 42.2 \text{ м}$.
- Відмітка мінімального рівня в резервуарі $A_{\text{min}} = 40.2 \text{ м}$.
- Максимальна відмітка подачі стічної води $A = 45.41 \text{ м}$.
- Довжина напірного трубопроводу $L = 1.5 \text{ км}$.
- Матеріал труб – сталеві.
- Відмітка поверхні землі біля насосної станції $A = 50.65 \text{ м}$.

За даними максимального добового притоку і величини коефіцієнта годинної нерівномірності за формулою

$$q_{\text{год}} = q_{\text{доб.мах}} * k_{\text{год}} / 100 \quad (2.1)$$

визначаємо графік погодинного притоку стічних вод до каналізаційної насосної станції. Результати розрахунку зводимо в таблицю 2.1.

2.2. Визначення розрахункової подачі насосної станції
Розрахунок погодинного водовідведення

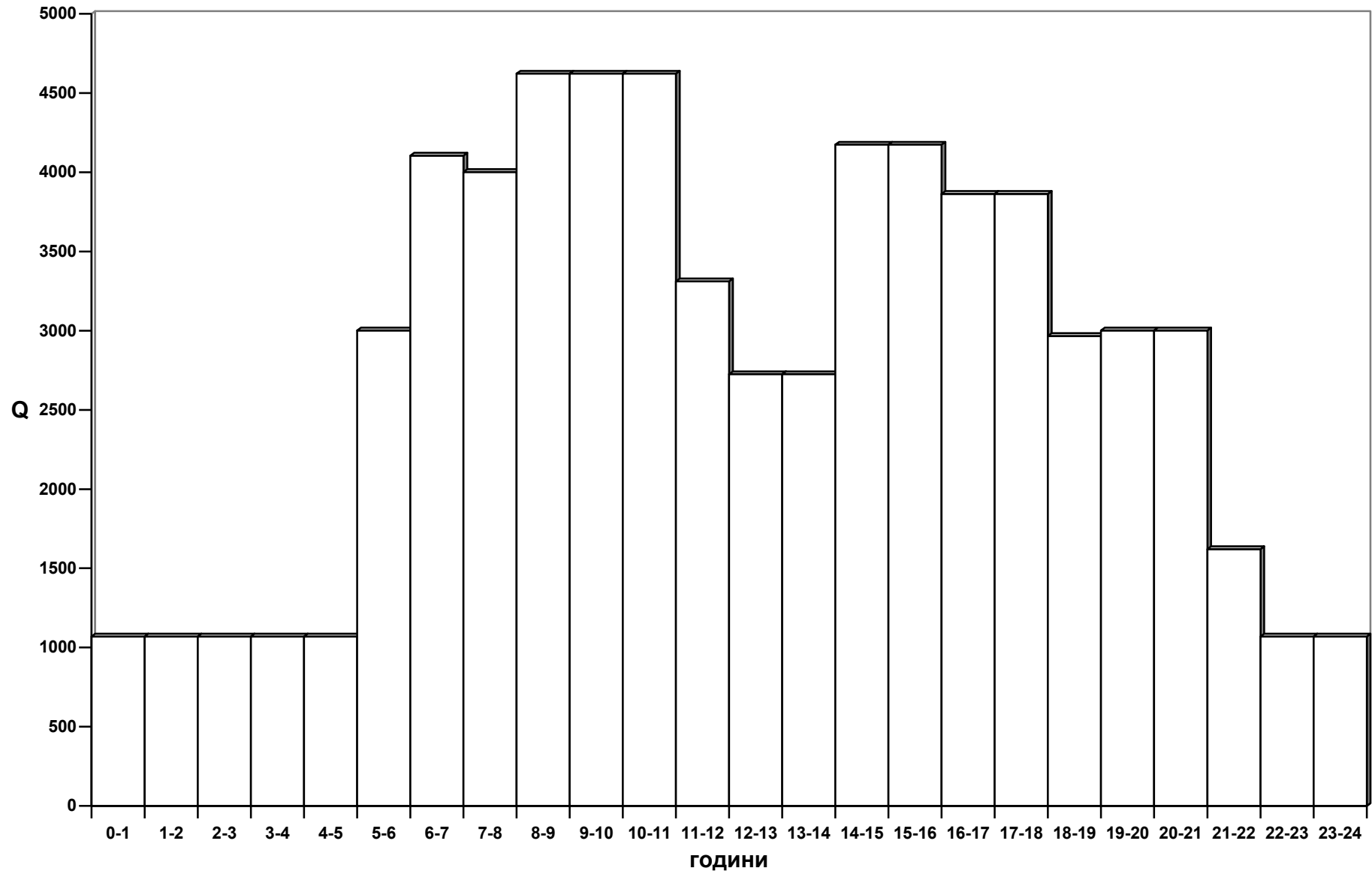
Табл. 2.1

Години доби	Коефіцієнт погодинної нерівномірності $K_{год}=1.6$	Q, м ³ /год.	Q, л/с
0-1	1,55	1069,4	297,06
1-2	1,55	1069,4	297,06
2-3	1,55	1069,4	297,06
3-4	1,55	1069,4	297,06
4-5	1,55	1069,4	297,06
5-6	4,35	3001,6	833,72
6-7	5,95	4105,7	1140,44
7-8	5,8	4003	1111,65
8-9	6,7	4624	1284,44
9-10	6,7	4624	1284,44
10-11	6,7	4624	1284,44
11-12	4,8	3311	922
12-13	3,95	2725,6	757,06
13-14	3,55	2725,6	757,06
14-15	6,05	4174,6	1159,59
15-16	6,05	4174,6	1159,59
16-17	5,6	3863	1073,34
17-18	5,6	3863	1073,34
18-19	4,3	2968	824,16
19-20	4,35	3001,6	833,72
20-21	4,35	3001,6	833,72
21-22	2,35	1621,4	450,44
22-23	1,55	1069,4	297,06
23-24	1,55	1069,4	297,06

$\Sigma = 66700$

.За даними приведеної таблиці будуюмо графік погодинної подачі стічних вод від насосної станції до міських очисних споруд

Графік погодинного водовідведення



2.3. Визначення подачі насосної станції

Максимальна подача насосної станції дорівнює максимальній годинній витраті:

$$Q_{н.с} = Q_{погод. \max.}$$
$$Q_{н.с} = 4624 \text{ м}^3/\text{год} = 1284,44 \text{ л/с}$$

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

$$Q_{н.в.} = \frac{Q_{\max. \text{ год}}}{n}$$

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

$$Q_{н.в.} = \frac{4624}{2} = 2312 \text{ м}^3/\text{год} = 642,2 \text{ л/с}$$

По таблицях Шевелевих в залежності від $Q_{н.в.}$ приймаємо труби сталеві, $D=800 \text{ мм}$ визначаємо значення $1000i$ та v :

$$1000i = 2,34; \quad v = 1,29 \text{ м/с.}$$

Необхідний напір в каналізаційній насосній станції визначається за формулою :

$$H_{н.с.} = H_{геод} + h_{н.в.} + h_{н.с} + h_{вдв.} + h_{вил}$$

де $H_{геод}$ – геодезичний напір $H_{геод} = 45,41 - 41,1 = 4,31 \text{ м}$

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

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

$h_{н.с} = 2,5 \text{ м}$

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

$h_{н.в.} = (1,05 \dots 1,1) * 1000i * L,$

де L – довжина напірного трубопроводу, $L = 1,5 \text{ км}$.

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

$$h_{н.в.} = 1,05 * 2,34 * 1,5 = 3,67 \text{ м}$$

$$H_{н.с.} = 4,31 + 2,5 + 1,5 + 3,67 + 0,5 = 12,48 \text{ м}$$

2.4. Вибір насосів

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

Подача витрати одним насосом визначається за формулою

$$Q_H = \frac{Q_{\max. \text{год}}}{n},$$

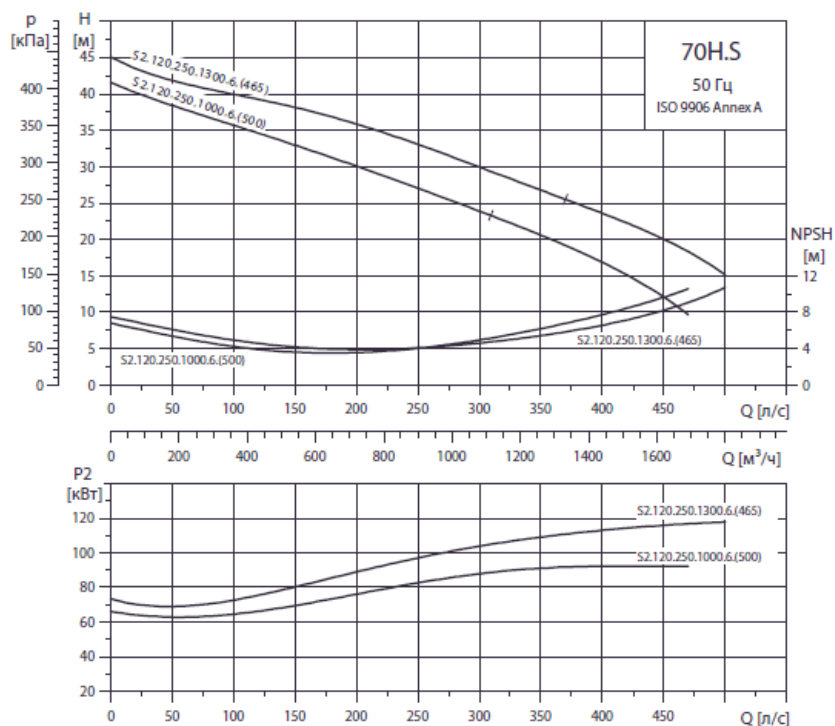
де Q_H – максимальна годинна витрата (подача) насосної станції, n – кількість насосів

$$Q_H = 4624 / 3 = 1541,3 \text{ м}^3/\text{год.} = 428,1 \text{ л/с.}$$

Приймаємо 3 насоса Grundfos типу S, типорозмір 70
(S2.120.250.1000.6.(500))

Характеристика Q-H насоса S2.120.250.1000.6.(500)

S2.120.250.1000 и S2.120.250.1300



TM04 1931 0908

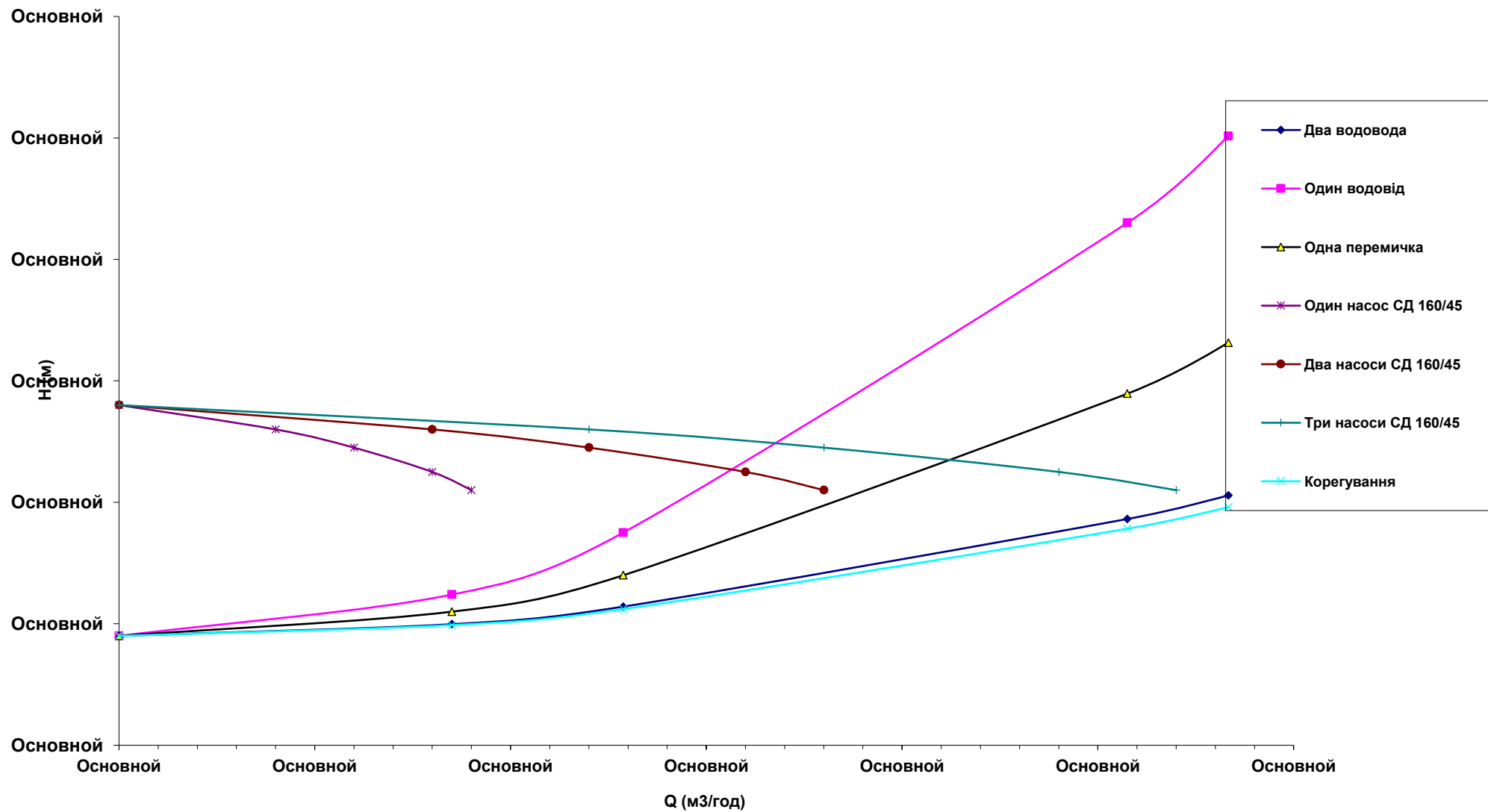
2.5. Розрахунок характеристик напірних водоводів

№пп	Вид напору	Відношення $Q'_{н.с}/ Q_{н.с}$				
		0	1525,6	2311,5	4624	5085,3
		Витрати $Q, м^3/год$				
		0	0,33	0,5	1	1,1
Два водоводи						
1	$H_{г\text{ео}}$	4,22	4,22	4,22	4,22	4,22
2	$h_{\text{вил}}$	-	0,05	0,12	0,51	0,62
3	$h_{н.в}$	-	0,37	0,92	3,68	4,45
4	$h_{\text{вдв}}$	-	0,15	0,38	1,51	1,83
5	$h_{н.с}$	-	0,25	0,63	2,5	3,03
Σ		4,22	5,03	6,26	12,42	14,15
Один водовід						
1	$H_{г\text{ео}}$	4,22	4,22	4,22	4,22	4,22
2	$h_{\text{вил}}$	-	0,05	0,12	0,51	0,6
3	$h_{н.в}$	-	1,47	3,67	14,69	17,76
4	$h_{\text{вдв}}$	-	0,6	1,5	6,1	7,26
5	$h_{н.с}$	-	0,25	0,63	2,52	3,02
Σ		4,22	6,58	10,13	27,84	32,86
Одна перемичка						
1	$H_{г\text{ео}}$	4,22	4,22	4,22	4,22	4,22
2	$h_{\text{вил}}$	-	0,05	0,12	0,51	0,6
3	$h_{н.в}$	-	0,92	2,29	9,16	11,1
4	$h_{\text{вдв}}$	-	0,15	0,38	1,5	1,82
5	$h_{н.с}$	-	0,25	0,63	2,5	3,02
Σ		4,22	5,58	7,63	17,89	20,76

В залежності від кількості населення в місті приймаємо категорію надійності каналізаційної насосної станції – 1.

У відповідності до цього при трьох робочих насосах приймаємо два резервних насоси.

Графік сумісної роботи насосів і водоводів



2.6. Визначення втрат напору в насосній станції

Розрахунки по уточненню втрат напору в насосній станції зводимо в таблицю

№	Місцеві втрати	d мм	Q л/с	ξ	V м/с	$V^2/2g$,м	$\xi \cdot V^2/2g$,м
1	Оголовок	600	428,1	0,5	1,44	0,106	0,06
2	Засувка	600	428,1	0,2	1,44	0,106	0,03
3	Звужуючий перехід	250	428,1	0,1	2,56	0,334	0,04
4	Коліно	600	428,1	0,6	1,44	0,106	0,07
5	Коліно	600	428,1	0,6	1,44	0,106	0,07
6	Перехід	250	428,1	0,25	2,56	0,334	0,09
7	Клапан зворотній	600	428,1	1,7	1,44	0,106	0,19
8	Засувка	600	428,1	0,2	1,44	0,106	0,03
9	Трійник	600	428,1	1,6	1,44	0,106	0,18
10	Засувка	450	214,1	0,2	1,25	0,08	0,02
11	Трійник	800	642,2	1,6	1,28	0,08	1,14
12	Засувка(3шт)	800	642,2	0,2*3	1,28	0,08	0,06
13	Коліно(2шт)	800	642,2	0,6*2	1,28	0,08	0,08

$$h_{nc} = \sum \xi v^2 / 2g.$$

Загальні втрати напору в трубопроводах насосній станції становлять 1,96 м.

2.7. Проектування електричної частини насосної станції.

Підбір трансформаторів

Розраховуємо необхідну потужність трансформаторів за формулою:

$$S = k \sum P_n / \eta_{дв} \cos \phi + (10 \div 50)$$

де $k = 0,9$ – коефіцієнт попиту за потужністю при чотирьох працюючих двигунах;
 $\eta_{дв}$ – ККД електродвигуна; $\cos \phi$ – коефіцієнт потужності електродвигуна; P_n – номінальні потужності електродвигунів основних насосів.

$$S = 0,9 * 3 * 109 / (0,92 * 0,8) + 50 = 449,86 \text{ кВ} \cdot \text{А}$$

Тип електродвигуна	Потужність N, кВт	$\eta_{дв}$	$\cos \phi$
S2.120.250.1000.6.(500)	109	0,92	0,8

До встановлення приймаємо 2 трансформатори потужністю 400кВ*А кожен. При виході з ладу одного трансформатора перевантаження іншого буде складати:

$$449,86/400 = 1,1;$$

Оскільки виконується умова $28\% < 40\%$ - то можна приймати 2 трансформатори без резервних.

Для потреб станції приймаємо окремий трансформатор МЗ потужністю 160 кВ*А.

2.8. Підбір підйомно-транспортного обладнання для машинної зали

Для можливості монтажу технологічного обладнання в приміщенні каналізаційної насосної станції встановлюється необхідне підйомно-транспортне обладнання.

Так як вага агрегата складає 1260 кг, приймаємо марку автомобіля ГАЗ – 51А.

Вантажопідйомність та габаритні розміри вантажного автомобіля

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

Висоту наземної частини машинної зали приймаємо 6 м.

2.9. Підбір решіток-дробарок

Так як добовий (мах) притік насосної станції становить 67 тис м³/добу, то за табл. 2б обираємо решітку дробарку марки : РД-600.

Приймаємо дві решітки:

- робочих - 2;
- резервних – 1.

Її характеристики:

- сумарна площа прохідного перерізу 0,46 м²;
- швидкість в прозорах - 0,82 м/с.

Технічні дані решіток дробарок типу РД-600

- найбільша висота Н = 2170 мм;
- найбільша ширина В = 1250 мм;
- зовнішній діаметр барабана D = 635 мм;
- ширина прозорів – 10 мм;
- загальна маса – 1800 кг.

2.10. Проектування технічного водопроводу

Для можливості попереднього заливу насосів у приміщенні насосної станції встановлюється спеціальний бак розриву струменю і окрема мережа трубопроводів. Місткість бака розриву струменя 0,5 м³. Бак розміщений на кронштейнах на стіні наземної частини на висоті 2 м. Вісі насосних агрегатів на 5,3 м розташовані нижче відносно підлоги першого поверху. Розрахунковий напір насосних агрегатів 37 м. Діаметр розподільчих трубопроводів технічного водопроводу прийнято 50 мм.

Напір насосів технічного водопроводу визначаємо за формулою:

$$H_{т.в} = H - (z_{д.б} - z_{о.н}) + \Delta H,$$

де H – напір основного насоса, м; $Z_{д.б}$ – відмітка дна бака розриву струменя, м; $Z_{о.н}$ – відмітка осі основного насоса, м; ΔH – 2 м.

$$H_{т.в} = 12,42 - (2 + 5) + 2 = 7,42 \text{ м.}$$

Подача технічної води до трьох основних робочих насосів

$$Q_{т.в} = 0,5 * 3 = 1,5 \text{ л/с} = 5,4 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Приймаємо самовсмоктуючий насос типу ВКС-2/26 із подачею 2,7-8 м³/год. Маса агрегата 130 кг, потужність електродвигуна 5,5 кВт. Приймаємо один робочий і один резервний насос. Розміри в плані 947 x 320 мм.

Дренажні насосні установки

Для відкачки з підземної частини насосної станції ґрунтових вод, фільтруючих через стіни будинку, витоку через сальники насосів і води, яка виливається при ремонті обладнання. для скиду дренажних вод в машинній залі встановлюють спеціальний дренажний колодезь, об'єм якого дорівнює подачі насоса протягом 10-15 хв. Вода до колодезя підводиться дренажними лотками, розміщеними біля стін. Підлога приміщення насосної станції улаштовується з похилом в сторону лотків (0,002-0,005).

Подача дренажних насосів визначається за формулою:

$$Q_{д} = (1,5 \dots 2)(\sum q_1 + q_2),$$

де $\sum q_1$ – сумарна витрата води, яка виливається через сальники, по 0,05...0,1 л/с на кожне сальникове ущільнення;

$$\sum q_1 = 0,08 \cdot 4 = 0,32 \text{ л/с.}$$

q_2 - фільтраційна витрата води через стіни і підлогу будівлі, л/с.

Орієнтовно q_2 визначають за формулою: $q_2 = 1,5 + 0,001W$

$$q_2 = 1,5 + 0,001W = 1,5 + 0,001 \cdot 356,1 = 1,88 \text{ л/с}$$

де W -об'єм приміщення частини машинної зали, розміщеної нижче

максимального рівня ґрунтових вод, м³.

$$Q_d = 1,75(0,32+1,88) = 3,85 \text{ л/с.}$$

По витраті $Q_d = 3,85$ л/с підбираємо насоси за таблицею №14 [3].
Приймаємо до встановлення два насоси (один-резервний) ВКС 5/24, подача яких 2,38-5,4 л/с, напір - 70-20м, потужність 10 кВт, маса 180 кг, габаритами у плані 1047×320 мм.

Осушувальні насоси

Для відкачування води з підземної частини насосної станції під час аварії встановлюються спеціальні осушувальні насоси.

Подача осушувальних насосів визначається за формулою:

$$Q_{ав} = 0,5 F/3,6 t$$

де, $Q_{ав}$ – подача насосів, л/с; F – площа машинної зали, м²; t – час відкачки в годинах, приймаємо 3 години.

$$Q_{ав} = 0,5 * 55 / 3,6 * 3 = 5,1 \text{ л/с.}$$

Приймаємо осушувальні насоси ті ж самі, що і для дренажу.

РОЗДІЛ 3.
МІСЬКІ ОЧИСНІ СПОРУДИ
ВОДОВІДВЕДЕННЯ

Консультант

/ _____ /

3.1. Вихідні дані для проектування

Проектування міських очисних споруд системи водовідведення міста в даному проекті виконуємо при наступних даних:

- Добова кількість побутових стічних вод від населення і промислових підприємств $Q_{\text{поб}} = 66700 \text{ м}^3/\text{добу}$;
- Норма водовідведення по місту $q = 210 \text{ л/ос.доб}$;
- Добова кількість промислових стічних вод підприємств $Q_1 = 907 \text{ м}^3/\text{добу}$; $Q_2 = 1417 \text{ м}^3/\text{добу}$; $Q_3 = 350 \text{ м}^3/\text{добу}$;
- Концентрація завислих речовин $C_1 = 350 \text{ г/м}^3$; $C_2 = 420 \text{ г/м}^3$; $C_3 = 220 \text{ г/м}^3$;
- Концентрація БСК_{пов} в промислових стічних водах $L_1 = 220 \text{ г/м}^3$; $L_2 = 450 \text{ г/м}^3$; $L_3 = 540 \text{ г/м}^3$;
- Розрахункова температура стічних вод $T_{\text{св}} = 17 \text{ }^\circ\text{C}$;
- Максимальна розрахункова годинна витрата стічних вод міста $Q_{\text{max}} = 4624 \text{ м}^3/\text{год}$;
- Середня розрахункова годинна витрата стічних вод міста за час аерації в аеротенках $Q_{\text{сер}} = 2876 \text{ м}^3/\text{год}$;
- Розрахункова кінцева вологість підсушеного піску на піщовому майданчику $P_{\text{пк}} = 47,5 \%$;
- Розрахункове відношення площі поверхні фільтрованих пластин аеротенку ($f_{\text{аз}}$) та загальної площі споруди ($f_{\text{ат}}$) $f_{\text{аз}}/f_{\text{ат}} = 0,65$.

3.2. Принципова схема водовідведення і очистки стічних вод міста.

Визначення розрахункових параметрів схеми

Визначаємо розрахункову кількість мешканців у місті, які користуються каналізацією:

$$N_m = \frac{Q_{ноб} \cdot 1000}{a} = \frac{66700 \cdot 1000}{210} = 317620 \text{ос}$$

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

$$C_m = \frac{65 \cdot 1000}{a} = \frac{65 \cdot 1000}{210} = 309,5 \text{ г/м}^3$$

$$L_m = \frac{75 \cdot 1000}{a} = \frac{75 \cdot 1000}{210} = 357,1 \text{ г/м}^3$$

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

Визначаємо загальну добову витрату побутових і промислових стічних вод:

$$Q_{заг} = Q_{ноб} + Q_1 + Q_2 + Q_3 = 65112 + 907 + 1417 + 350 = 66700 \text{ м}^3/\text{добу}$$

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

$$C_{заг} = \frac{Q_{ноб} \cdot C_m + \sum(Q_i \cdot C_i)}{Q_{ноб} + \sum Q_i} =$$

$$= \frac{65112 \cdot 309,5 + 907 \cdot 350 + 1417 \cdot 420 + 350 \cdot 220}{66700 + 2674} = 312,6 \text{ г/м}^3$$

$$L_{заг} = \frac{Q_{ноб} \cdot L_m + \sum(Q_i \cdot L_i)}{Q_{ноб} + \sum Q_i} =$$

$$= \frac{65112 \cdot 357,1 + 907 \cdot 220 + 147 \cdot 450 + 350 \cdot 540}{66700 + 2674} = 359,4 \text{ г/м}^3$$

де Q_i - добова витрата промислових стічних вод кожного підприємства;

C_i концентрація завислих речовин для кожного підприємства;

L_i - БПК_{повн} для кожного підприємства.

3.3. Розрахунок основних очисних споруд

3.3.1. Грати

Визначаємо загальну розрахункову секундну витрату стічних вод для ґрат:

$$q_{\max} = \frac{Q_{\max}}{3600} = \frac{4624}{3600} = 1,26 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Діапазон розрахункової витрати на 1 ґрати при встановленні 2^х і 3^х робочих агрегатів:

$$q'_{(2)} = \frac{q_{\max}}{2} = \frac{1,26}{2} = 0,63 \text{ м}^3/\text{с}; \quad q'_{(3)} = \frac{q_{\max}}{3} = \frac{1,26}{3} = 0,42 \text{ м}^3/\text{с}$$

В розглядуваному випадку приймаємо для встановлення 3 ґрати типу МГ-7Т з орієнтованою максимальною висотою шару води в каналі $H_{\max} = 0,9 \text{ м}$, номінальні розміри каналу $B \times H = 800 \times 1400 \text{ мм}$, з товщиною стержнів $S_{\text{ст}} = 8 \text{ мм}$, кількість прорізів $n_{\text{пр}} = 31$ (шириною $b_{\text{пр}} = 16 \text{ мм}$)

Розраховуємо загальну ширину прозорів:

$$b_{\text{заг}} = \frac{b_{\text{пр}} \cdot n_{\text{пр}}}{1000} = \frac{16 \cdot 31}{1000} = 0,495 \text{ м}.$$

Розраховуємо загальну корисну площу прозорів:

$$F_{\text{заг}} = H_{\max} \cdot b_{\text{заг}} = 0,9 \cdot 0,495 = 0,44 \text{ м}^2.$$

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

$$V_{\text{пр}} = \frac{q'}{F_{\text{заг}}} = \frac{0,42}{0,44} = 0,95 \text{ м}/\text{с}.$$

Визначена швидкість руху стічних вод $V_{\text{пр}}$ знаходиться в діапазоні $0,8 \dots 1 \text{ м}/\text{с}$, що відповідає нормам.

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

$$N_{np} = N_m + N_{екв} = 317620 + 15250 = 332870ос$$

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

$$N_{екв} = \frac{\sum(Q_i \cdot C_i)}{65} = \frac{907 \cdot 350 + 1417 \cdot 420 + 350 \cdot 220}{65} = 15250ос$$

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

$$M_{забр} = \frac{N_{np} \cdot m_{забр} \cdot \gamma_{забр}}{1000 \cdot 365} = \frac{332870 \cdot 8 \cdot 750}{1000 \cdot 365} = 5472 \text{ кг/доб}$$

Розраховуємо втрати напору на ґратах:

$$h_{зр} = \xi \cdot \frac{V_{np}^2}{2g} \cdot P = 0,83 \cdot \frac{0,95^2}{2 \cdot 9,8} \cdot 3 = 0,114 \text{ м}$$

де ξ – коефіцієнт місцевого опору, який залежить від форми стержня; P – коефіцієнт, що враховує забрудненість поверхні ґрат під час експлуатації (рекомендовано приймати $P = 3$).

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

де β – коефіцієнт, який залежить від форми поперечного перерізу стержня решітки (для прямокутних стержнів $\beta = 2,42$); α – кут нахилу решітки ($\alpha = 60 \dots 70^\circ$).

3.3.2. Пісковловлювачі і піскові майданчики

Тип пісковловлювача приймаємо згідно з рекомендаціями [3] р.11.2:

для $Q_{заг} \leq 70000 \text{ м}^3/\text{доб}$ раціональною є конструкція з горизонтальним обертанням води навколо вертикальної осі, а для більших витрат – аеровані

горизонтальні пісковловлювачі з подовженим рухом рідини. Для $Q_{заг} = 66700 \text{ м}^3 / \text{добу}$ приймаємо аеровані горизонтальні пісковловлювачі з подовженим рухом рідини.

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

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

А: шириною $b=3 \text{ м}$; глибиною $h=2,1 \text{ м}$; 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 згідно з [2] табл.28 дозволений діапазон швидкості води при максимальній витраті складає $0,08 \dots 0,12 \text{ м/с}$ визначаємо діапазон можливих витрат стічної води через 1 відділення для обох варіантів типорозмірів:

$$q_{від} = (0,08 \dots 0,12) \cdot b \cdot h \cdot 3600$$

$$q_{від(A)} = 0,08 \cdot 3 \cdot 2,1 \cdot 3600 = 1814,2 \text{ м}^3 / \text{год};$$

$$0,12 \cdot 3 \cdot 2,1 \cdot 3600 = 2721,4 \text{ м}^3 / \text{год};$$

$$q_{від(B)} = 0,08 \cdot 4,5 \cdot 2,8 \cdot 3600 = 3628,6 \text{ м}^3 / \text{год},$$

$$0,12 \cdot 4,5 \cdot 2,8 \cdot 3600 = 5443,4 \text{ м}^3 / \text{год},$$

а також, відповідно, необхідну кількість відділень:

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

$$n_{від(A)} = \frac{4624}{1814,2} = 2,54 \approx 2; \quad n_{від(B)} = \frac{4624}{3628,6} = 1,28 \approx 2$$

$$n_{від(A)} = \frac{4624}{2721,4} = 1,7 \approx 2; \quad n_{від(B)} = \frac{4624}{5443,4} = 0,85 \approx 1$$

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

Визначаємо фактичну швидкість руху води:

$$V_{\text{факт}} = \frac{Q_{\text{max}}}{n' \cdot b \cdot h \cdot 3600} = \frac{4624}{2 \cdot 3 \cdot 2,1 \cdot 3600} = 0,11 \text{ м/с},$$

де $n' = 2$ – фактична кількість відділень; $V_{\text{факт}}$ знаходиться в діапазоні $0,08 \dots 0,12 \text{ м/с}$, тому на даному етапі пісковловлювач підібран вірно.

Визначаємо фактичну тривалість перебування води в пісковловлювачі:

$$t_{\text{факт}} = \frac{L}{V_{\text{факт}}} = \frac{12}{0,11} = 109 \text{ с},$$

де B – ширина карти; L – довжина карти за типорозмірами.

Перевіряємо відповідність $t_{\text{факт}} \geq t_{\text{min}}$ ($109 > 30 \text{ с}$) за рекомендаціями [2] п. 6.28 $t_{\text{min}} = 30 \text{ с}$. Умова виконується.

Необхідна площа карт піскових майданчиків розраховується за залежністю:

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

де $a_{\text{пм}} = 3 \text{ м}^3 / \text{м}^2$ за рік – нормативне навантаження на піскові майданчики згідно [2] п. 6.33; $W_{\text{нк}}$ – річний об'єм піску після його підсушування на майданчику до кінцевої вологості:

$$W_{\text{нк}} = W_{\text{по}} - V_{\text{втр}},$$

де $W_{\text{по}}$ – річний об'єм піску початкової вологості; $V_{\text{втр}}$ – втрати води з піску при його підсушуванні до вологості

Розрахунки рекомендується виконувати в наступній послідовності:

1. Визначаємо об'єм затриманого піску $W_{\text{по}}$:

$$W_{\text{по}} = f(m_n; N_{\text{np}}),$$

де $m_n = 0,02$ – нормативний об'єм піску на одну особу [2] п. 6.31

$$W_{\text{По}} = \frac{m_n \cdot N_{\text{np}} \cdot 365}{1000} = \frac{0,02 \cdot 332870 \cdot 365}{1000} = 2430 \text{ м}^3 / \text{рік}$$

2. Тоді, маса затриманого в пісколовлювачі піску складе M_n

$$M_n = f(W_{\text{По}}; \gamma_n)$$

$$M_n = W_{\text{По}} \cdot \gamma_n = 2430 \cdot 1500 = 3645000 \text{ кг} / \text{рік},$$

де $\gamma_n = 1500 \text{ кг} / \text{м}^3$ – об'ємна вага піску за [2] п.6.31

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

$$M_{\text{вн}} = f(M_n; P_n;)$$

$$V_{\text{вн}} = f(M_{\text{вн}}; \gamma_v;)$$

$$M_{\text{вн}} = \frac{M_n \cdot 60}{100} = \frac{3645000 \cdot 60}{100} = 2187000 \text{ кг} / \text{рік},$$

$$V_{\text{вн}} = \frac{M_{\text{вн}}}{\gamma_v} = \frac{2187000}{1000} = 2187 \text{ м}^3 / \text{рік}.$$

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

4. З урахуванням цього маса води в підсушеному піску $M_{\text{вк}}$ складе

$$M_{\text{вк}} = f(M_n; P_n; P_{\text{нк}})$$

$$M_{\text{вк}} = \frac{M_n \cdot (100 - 60) \cdot P_{\text{нк}}}{100 \cdot (100 - P_{\text{нк}})} = \frac{3645000 \cdot (100 - 60) \cdot 47,5}{100 \cdot (100 - 47,5)} = 1319143 \text{ кг} / \text{рік}.$$

5. Визначаємо об'єм води в підсушеному піску $V_{\text{внк}}$:

$$V_{\text{внк}} = \frac{M_{\text{вн}} - M_{\text{вк}}}{\gamma_v} = \frac{2187000 - 1319143}{1000} = 867,9 \text{ м}^3 / \text{рік}.$$

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

$$W_{\text{нк}} = W_{\text{По}} - V_{\text{внк}} = 2430 - 867,9 = 1562,1 \text{ м}^3 / \text{рік}.$$

7. Розраховуємо необхідну площу піскових майданчиків $F_{\text{нм}}$:

$$F_{\text{нм}} = f(W_{\text{нк}}; a_{\text{нм}}),$$

$$F_{nm} = \frac{W_{нк}}{a_{nm}} = \frac{1562,1}{3} = 520,7 \text{ м}^2,$$

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

Кількість карт піскових майданчиків (2 або 4) визначають виходячи з основних 4 типорозмірів карти:

$$10 \times 20; 15 \times 20; 15 \times 25; 20 \times 25 \text{ м}.$$

Приймаємо 2 карти 15×20 , площа однієї карти 300 м^2 , площа піскових майданчиків 600 м^2 .

3.3.3. Первинні відстійники

Вибираємо тип у відповідності з вимогами [3] р.12.2.1, 12.2.2, 12.2.3.

Для розрахованої в даному випадку витрати підходить два варіанти відстійників: горизонтальні $Q > 15000 \text{ м}^3/\text{доб}$ і радіальні $Q \geq 20000 \text{ м}^3/\text{доб}$. Перевагу віддаємо радіальним відстійникам.

Визначаємо проектну ефективність первинного відстоювання E_{np} :

$$E_{np} = f(C_{en}; C_{ex}),$$

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

де C_{en1} в схемі з аерованими пісковловлювачами дорівнює 92...93% від $C_{заг}$;

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

$$C_{en1} = 312,6 \cdot 0,92 = 287,6 \text{ г/м}^3$$

$$C_{ex1} = 100...150 \frac{\text{г}}{\text{м}^3}$$

$$E_{np(\min)} = \frac{287,6 - 150}{287,6} \cdot 100 = 47,8\%;$$

$$E_{np(\max)} = \frac{287,6 - 100}{287,6} \cdot 100 = 65,2\%;$$

Так як $E_{np(\min)} < 50\%$, то в розглядуваному випадку не треба застосовувати попередню аерацію.

Розрахунок первинного відстійника без передаератора:

1. Приймаємо розрахунковий ефект первинного відстоювання $E_{I_{розр}}$ кратний 5%:

$$50\% \geq E_{I_{розр}} \geq E_{I_{np}}$$

$$50\% \geq 50\% \geq 47,8\%$$

2. Необхідну розрахункову тривалість відстоювання стічної води в еталонному циліндрі ($t_{set.c}$) згідно [2] табл.30

$$t_{set} = f(C_{ent}; E_{I_{розр}})$$

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

$$u_0 = f(H_{set}; t_{set}; K_{set}; h_1; n_2);$$

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

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

$$H_{set} = 3.4 \text{ м при } D_{set} = 30 \text{ м}; H_{set} = 4 \text{ м при } D_{set} = 40 \text{ м};$$

K_{set} – коефіцієнт, що враховує тип відстійника за [2] табл. 31. $K_{set} = 0,45$;

h_1 – глибина еталонного циліндра за [2] табл. 30 $h_1 = 500 \text{ мм} = 0,5 \text{ м}$;

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

$$n_2 = \frac{0,15 \cdot E_{Ippoz}}{C_{enl}^{0,6}} + \frac{3,53}{C_{enl}^{0,035}} - 2,95 = \frac{0,15 \cdot 50}{287,6^{0,6}} + \frac{3,53}{287,6^{0,035}} - 2,95 = 0,192$$

$$n_2 = 0,2$$

$$u_0 = \frac{1000 \cdot 3,4 \cdot 0,45}{1830 \cdot \left(\frac{0,45 \cdot 3,4}{0,5} \right)^{0,192}} = 0,64 \text{ мм/с} \text{ при } D_{set} = 18; 24; 30 \text{ м}$$

$$u_0 = \frac{1000 \cdot 4 \cdot 0,45}{1830 \cdot \left(\frac{0,45 \cdot 4}{0,5} \right)^{0,192}} = 0,72 \text{ мм/с} \text{ при } D_{set} = 40 \text{ м.}$$

4. Розраховуємо номінальну пропускну спроможність відстійника (q_{set} , $\text{м}^3/\text{год}$) за [2] ф. 33:

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

де D_{set} - діаметр відстійника, м; d_{en} - діаметр випускного пристрою, м., який може бути визначений за [1] табл. 3; v_{me} - турбулентна складова швидкості осідання завислих речовин (мм/с); приймається в залежності від швидкості руху на середині радіуса (v_w) за [2] табл. 32., в попередніх розрахунках величина v_{me} приймається рівною “0”, а після визначення необхідної кількості відстійників – перевіряється через розрахунок фактичної швидкості води на середині радіуса відстійника.

$$q_{set} = 2,8 \cdot 0,45 \cdot (18^2 - 0,4^2) \cdot 0,64 = 268,2 \text{ м}^3/\text{год} \text{ при } D_{set} = 18 \text{ м};$$

$$q_{set} = 2,8 \cdot 0,45 \cdot (24^2 - 0,9^2) \cdot 0,64 = 482,4 \text{ м}^3/\text{год} \text{ при } D_{set} = 24 \text{ м};$$

$$q_{set} = 2,8 \cdot 0,45 \cdot (30^2 - 1,2^2) \cdot 0,64 = 754,3 \text{ м}^3/\text{год} \text{ при } D_{set} = 30 \text{ м};$$

$$q_{set} = 2,8 \cdot 0,45 \cdot (40^2 - 1,5^2) \cdot 0,72 = 1542,4 \text{ м}^3 / \text{год} \text{ при } D_{set} = 40 \text{ м};$$

5. Визначаємо розрахункову (n_{Ippoz}) і проектну ($n_{Iпр}$) кількості відстійників та фактичну витрату через I відстійник ($q_{set\phi}$):

$$n_{Ippoz} = \frac{Q_{max}}{q_{set}}$$

$$n_{Ippoz} = \frac{4624}{268,2} = 17,2 \text{ шт}; \quad n_{Ippoz} = \frac{4624}{482,4} = 9,9 \text{ шт}; \quad n_{Ippoz} = \frac{4624}{754,3} = 6,1 \text{ шт}$$

$$n_{Ippoz} = \frac{4624}{1542,4} = 2,99 \text{ шт}$$

параметри	D_{set} – діаметр відстійника			
	18	24	30	40
u_0	0,64	0,64	0,64	0,72
q_{set}	268,2	482,4	754,3	1542,4
$n_{розра}$	17,2	9,9	6,1	3,01
$n_{сер}$	17	10	7	3

$$q_{set\phi} = \frac{Q_{max}}{n_{проект}} = \frac{4624}{4} = 1156 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Приймаємо 4 відстійників діаметром 40 м з витрату $1156 \text{ м}^3 / \text{год}$ через I відстійник.

6. Перевіряємо фактичне значення v_w на середині радіуса відстійника:

$$v_w = \frac{q \cdot 1000}{\frac{\pi D}{2} \cdot H \cdot 3600} = \frac{1156 \cdot 1000}{\frac{3,14 \cdot 40}{2} \cdot 4 \cdot 3600} = 1,24 \text{ мм} / \text{с}.$$

7. Розраховуємо фактичну гідравлічну крупність затриманих завислих речовин $u_{0\phi}$ згідно [2] ф.33:

$$u_{0\phi} = \frac{q_{set\phi}}{2,8 \cdot K_{set} \cdot (D_{set}^2 - d_{en}^2)} = \frac{1156}{2,8 \cdot 0,45 \cdot (40^2 - 1,5^2)} = 0,58 \text{ м/год}.$$

8. Знаходимо фактичну тривалість відстоювання $t_{set\phi}$ за [2] ф.30:

$$t_{set\phi} = \frac{1000 \cdot H_{set} \cdot K_{set}}{u_0 \cdot \left(\frac{K_{set} \cdot H_{set}}{h_1} \right)^{n_2}} = \frac{1000 \cdot 4 \cdot 0,45}{0,58 \cdot \left(\frac{0,45 \cdot 4}{0,5} \right)^{0,2}} = 2676,3 \text{ год}.$$

9. Визначаємо фактичний ефект первинного відстоювання $E_{I\phi}$:

$$E_{I\phi} = 50,0\% \text{ – за [2] табл.30.}$$

10. Тоді фактична концентрація завислих речовин після I відстійника $c_{exI\phi}$ буде:

$$c_{exI\phi} = \frac{C_{en} \cdot (100 - E_{I\phi})}{100} = \frac{287,6 \cdot (100 - 50,0)}{100} = 143,8 \text{ мг/л}.$$

3.3.4. Аеротенки

Вибираємо тип аеротенку: у відповідності з [2] п 6.140, при відсутності залпових надходжень токсичних речовин в оброблювані стічні води, для біологічної очистки стічних вод застосовуємо аеротенки – витискувачі.

При визначенні необхідності регенерації активного мулу згідно [2] п 6.141, для чого спочатку розраховуємо значення БПК₂₀ стічної води, що потрапляє після первинного відстійника до аеротенку за співвідношенням:

$$L_{en.aep} = L_{zag} \cdot K_{ex},$$

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

Згідно [2] табл.25 норматив за БПК₂₀ на одну особу для неосвітленої стічної води L^1 і для освітленої води L^2 складають відповідно 75 та 40 г/ос.доб. звідки:

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

отже: $L_{en.aep} = 359,4 \cdot 0,533 = 192,6 \text{ мг/л}$

Так як $L_{en.aep} = 192,6 \text{ мг/л} > 150 \text{ мг/л}$ – необхідна регенерація активного мулу.

Розрахунок з регенерацією активного мулу

1. Призначаємо орієнтований діапазон і поточні значення АМ a_i :

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

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

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

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

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

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

3. Визначаємо 4 значення тривалості аерації t_{at} за [2] ф.56:

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

$$t_{1at} = \frac{2,5}{\sqrt{3}} \cdot \lg \frac{192,6}{10,8} = 1,82 \text{ год}; \quad t_{2at} = \frac{2,5}{\sqrt{3,3}} \cdot \lg \frac{192,6}{10,8} = 1,74 \text{ год};$$

$$t_{3at} = \frac{2,5}{\sqrt{3,6}} \cdot \lg \frac{192,6}{10,8} = 1,67 \text{ год}; \quad t_{4at} = \frac{2,5}{\sqrt{3,9}} \cdot \lg \frac{192,6}{10,8} = 1,59 \text{ год};$$

4. Розраховуємо 4 відповідні значення питомої швидкості окислення ρ за [2] ф.56 приймаючи замість a_i значення a_r :

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

де $\rho_{\max} = 85 \text{ мг/г} \cdot \text{год}$ – максимальна швидкість окислення, приймається за [2] табл. 40; $C_o = 2 \text{ мг/л}$ – концентрація розчиненого у воді кисню; $K_l = 33 \text{ мг/л}$ – константа, яка характеризує властивості органічних забруднюючих речовин і приймається за [2] табл. 40; $K_o = 0,625 \text{ мг/л}$ – константа, яка характеризує вплив кисню і приймається за [2] табл. 40; $\varphi = 0,07 \text{ л/г}$ – коефіцієнт інгибування продуктами розкладу АМ, приймається за [2] табл. 40.

$$\rho_1 = 85 \cdot \frac{10,8 \cdot 2}{10,8 \cdot 2 + 33 \cdot 2 + 0,625 \cdot 10,8} \cdot \frac{1}{1 + 0,07 \cdot 13} = 10,2 \text{ мг/г} \cdot \text{год}$$

$$\rho_2 = 85 \cdot \frac{10,8 \cdot 2}{10,8 \cdot 2 + 33 \cdot 2 + 0,625 \cdot 10,8} \cdot \frac{1}{1 + 0,07 \cdot 14,3} = 9,8 \text{ мг/г} \cdot \text{год}$$

$$\rho_3 = 85 \cdot \frac{10,8 \cdot 2}{10,8 \cdot 2 + 33 \cdot 2 + 0,625 \cdot 10,8} \cdot \frac{1}{1 + 0,07 \cdot 15,6} = 9,4 \text{ мг/г} \cdot \text{год}$$

$$\rho_4 = 85 \cdot \frac{10,8 \cdot 2}{10,8 \cdot 2 + 33 \cdot 2 + 0,625 \cdot 10,8} \cdot \frac{1}{1 + 0,07 \cdot 16,9} = 8,9 \text{ мг/г} \cdot \text{год}$$

5. Для 4 значень a_r і 4 значень ρ розраховуємо 4 значення загальної тривалості окислення органічних речовин t_o за [2] ф.54:

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

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

$$t_{1O} = \frac{192,6 - 10,8}{0,3 \cdot 13 \cdot (1 - 0,3) \cdot 10,2} = 6,54 \text{ год};$$

$$t_{2O} = \frac{192,6 - 10,8}{0,3 \cdot 14,3 \cdot (1 - 0,3) \cdot 9,8} = 6,28 \text{ год};$$

$$t_{3O} = \frac{192,6 - 10,81}{0,3 \cdot 15,6 \cdot (1 - 0,3) \cdot 9,4} = 5,96 \text{ год};$$

$$t_{4O} = \frac{192,6 - 10,8}{0,3 \cdot 16,9 \cdot (1 - 0,3) \cdot 8,9} = 5,72 \text{ год};$$

6. Розраховуємо 4 значення тривалості регенерації АМ t_r за [2] ф.57

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

$$t_{1r} = 6,54 - 1,82 = 4,72 \text{ год}; \quad t_{2r} = 6,28 - 1,74 = 4,54 \text{ год};$$

$$t_{3r} = 5,96 - 1,67 = 4,29 \text{ год}; \quad t_{4r} = 5,72 - 1,59 = 4,13 \text{ год};$$

7. Розраховуємо 4 значення навантаження на АМ q_i за наступною залежністю:

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

$$q_{1i} = \frac{24 \cdot (192,6 - 10,8)}{(1 - 0,3) \cdot [3 \cdot (1 + 0,3) \cdot 1,82 + 13 \cdot 0,3 \cdot 4,72]} = 242,2 \text{ мг/г} \cdot \text{добу};$$

$$q_{2i} = \frac{24 \cdot (192,6 - 10,8)}{(1 - 0,3) \cdot [3,3 \cdot (1 + 0,3) \cdot 1,74 + 14,3 \cdot 0,3 \cdot 4,54]} = 231,5 \text{ мг/г} \cdot \text{добу};$$

$$q_{3i} = \frac{24 \cdot (192,6 - 10,8)}{(1 - 0,3) \cdot [3,6 \cdot (1 + 0,3) \cdot 1,67 + 15,6 \cdot 0,3 \cdot 4,29]} = 224,6 \text{ мг/г} \cdot \text{добу};$$

$$q_{4i} = \frac{24 \cdot (192,6 - 10,81)}{(1 - 0,3) \cdot [3,9 \cdot (1 + 0,3) \cdot 1,59 + 16,9 \cdot 0,3 \cdot 4,13]} = 214,1 \text{ мг/г} \cdot \text{добу};$$

8. Розраховуємо 4 значення мулового індексу I_i за [2] ф.52:

$$I_i = \frac{1000}{a_r};$$

$$I_{1i} = \frac{1000}{13} = 76,9 \text{ см}^3/\text{г}; \quad I_{2i} = \frac{1000}{14,3} = 69,9 \text{ см}^3/\text{г}; \quad I_{3i} = \frac{1000}{15,6} = 64,1 \text{ см}^3/\text{г};$$

$$I_{4i} = \frac{1000}{16,9} = 59,2 \text{ см}^3/\text{г};$$

$a_i, \text{г}/\text{л}$	3	3,3	3,6	3,9	
$q_i, \text{мг}/\text{г} \cdot \text{добу}$	242,2	231,5	224,6	214,1	крива 1
$I_i, \text{см}^3/\text{г}$	76,9	69,9	64,1	59,2	крива 2

З графіку визначаємо, що оптимальна доза АМ буде: $a_{i.onm} = 3,5 \text{ г}/\text{л}$

При дозі АМ $a_{i.onm} = 3,5 \text{ г}/\text{л}$ будуть такі значення роботи аеротенку:

$$a_{r(onm)} = 3,5 \cdot \left(\frac{1}{0,3} + 1 \right) = 15,2 \text{ г}/\text{л};$$

$$t_{lat(onm)} = \frac{2,5}{\sqrt{3,5}} \cdot \lg \frac{192,6}{10,8} = 1,67 \text{ год};$$

$$\rho_{(onm)} = 85 \cdot \frac{10,8 \cdot 2}{10,8 \cdot 2 + 33 \cdot 2 + 0,625 \cdot 10,8} \cdot \frac{1}{1 + 0,07 \cdot 15,2} = 9,4 \text{ мг}/\text{г} \cdot \text{год}$$

$$t_{O(onm)} = \frac{192,6 - 10,8}{0,3 \cdot 15,2 \cdot (1 - 0,3) \cdot 9,4} = 5,92 \text{ год};$$

$$t_{r(onm)} = 5,92 - 1,67 = 4,25 \text{ год};$$

$$I_{i(onm)} = \frac{1000}{15,2} = 65,8 \text{ см}^3/\text{г};$$

9. Визначаємо розрахункові об'єми:

- зони аерації $W_{at.розр}$ за [2] ф.58:

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

де $t_{at} = 2\text{год}$ – тривалість аерації; $R_i = 0,3$ – ступінь рециркуляції активного мулу; $q_w = Q_{сер} = 2872 \text{ м}^3 / \text{год}$

$$W_{at.розр} = 2 \cdot (1 + 0,3) \cdot 2872 = 7467 \text{ м}^3$$

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

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

де $t_r = t_{r(онм)} = 4,3\text{год}$; $R_i = 0,3$ – ступінь рециркуляції активного мулу;

$$q_w = Q_{сер} = 2872 \text{ м}^3 / \text{год}$$

$$W_{r.розр} = 2872 \cdot 0,3 \cdot 4,3 = 3705 \text{ м}^3$$

- загальний об'єм $W_{заг.розр} = W_{at.розр} + W_{r.розр} = 7467 + 3705 = 11172 \text{ м}^3$

9. Визначаємо геометричні розміри аеротенку:

- кількість секцій аеротенку n_c ;
- кількість коридорів в секцій аеротенку n_k ;
- кількість зони аерації n_a ;
- кількість зони регенерації n_p ;

$$K'_p = \frac{W_{r.розр}}{W_{at.розр}} = \frac{3705}{7467} = 0,496$$

За розрахунком $K'_p = 0,496$ приймаємо варіант Д

$$(n_k = 4; n_a = 3; n_p = 1; K_p = 0,333)$$

Так як $K_p = 0,5 > K'_p = 0,496$, то:

$$W_{at} = W_{at.розр} = 7467 \text{ м}^3;$$

$$W_r = W_{at.розр} \cdot K_p = 7467 \cdot 0,5 = 3733,5 \text{ м}^3;$$

$$W_{заг} = W_{ат} + W_r = 7467 + 3733,5 = 11200,5 м^3;$$

Приймаємо $n_c = 7$ секцій, $n_k = 3$ коридорного аеротенку за такими розмірами коридору:

$$B_k = 4,5 м; H_k = 3,2 м; L_k = 41 м.$$

Складаємо допоміжну таблицю

$H_k, м$	3,2	4,4
$B_k, м$	4,5	4,5
$L_k, м$	36...66	36...66
$F_{ат} = \frac{W'_{заг}}{H_k}, м^2$	3503,9	2548,29
$L'_k = \sqrt{F_{ат} \cdot 0,4}, м$	37,43	31,92
$L''_k, м$ (кратність 1,5 м)	38,0	32,0
$B_{ат} = \frac{F_{ат}}{L''_k}, м$	92,2	79,63
$n_c \cdot n_k = N = \frac{B_{ат}}{B_k}$	20,48	17,69
$n_c \cdot n_k$ ($n_k = 4$)	7 x3	6 x 3

$$W_{заг} = 11200,5 м^3 \geq W'_{заг} = 11172 м^3$$

Визначаємо фактичні значення:

$$W_{заг.фак} = n_c \cdot n_k \cdot B_k \cdot H_k \cdot L_k = 7 \cdot 3 \cdot 4,5 \cdot 3,2 \cdot 41 = 12396,2 м^3$$

$$W_{г.фак} = \frac{W_{заг.фак}}{n_k} = \frac{12396,2}{3} = 4132,1 м^3$$



$$F_{at.\phi ak} = \frac{W_{at.\phi ak}}{H_{\kappa}} = \frac{8264,2}{4,4} = 1878,2 \text{ м}^2$$

$$F_{r.\phi ak} = \frac{W_{r.\phi ak}}{H_{\kappa}} = \frac{4132,1}{3,2} = 1291,3 \text{ м}^2$$

$$t_{at.\phi ak} = \frac{W_{at.\phi ak}}{(1 + R_i) \cdot q_w} = \frac{8264,2}{(1 + 0,3) \cdot 2872} = 2,21 \text{ год}$$

$$t_{r.\phi ak} = \frac{W_{r.\phi ak}}{R_i \cdot q_w} = \frac{4132,1}{0,3 \cdot 2872} = 4,8 \text{ год}$$

10. Визначаємо витрату повітря в аеротенку:

Загальна годинна витрата повітря:

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

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

$$Q_{air.(at)} = F_{at.\phi ak} \cdot I_{at}$$

I_{at} – інтенсивність аерації в зоні аерації

$$I_{at} = \frac{q_{air} \cdot H_{\kappa}}{t_{at.\phi ak}},$$

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

$$Q_{air.(r)} = F_{r.\phi ak} \cdot I_{at(r)}$$

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

$$I_{at(r)} = \frac{q_{air} \cdot H_{\kappa}}{t_{r.\phi ak}},$$

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

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

де $q_o = 1,1$ – питома витрата кисню за [2] п.6.157, ф.61; $K_1 = 2,078$ – коефіцієнт, що враховує тип аератора за [2] табл. 42 в залежності від $f_{az}/f_{at} = 0,65$; $K_2 = 2,17$ – коефіцієнт, що залежить від глибини занурення аераторів; $h_a = 3,2$ – глибина занурення аеротенку; $K_3 = 0,85$ – коефіцієнт якості води приймається як для міських стічних вод без СПАР за [2] п.6.157;

$K_T = 1 + 0,02 \cdot (T_{CB} - 20) = 1 + 0,002 \cdot (17 - 20) = 0,94$ – температурний коефіцієнт розраховується за [2] ф.62 в залежності від T_{CB} ; C_a – розчинність кисню у стічній воді за [2] ф.63 в залежності від h_a та C_T – теоретичної розчинності кисню у воді при температурі T_{CB} , може прийматися за [4] табл. 27, або по залежності кафедри гідравліки та водовідведення:

$$C_T = 19,37 - (46 \cdot T_{CB})^{0,34} = 19,37 - (46 \cdot 17)^{0,34} = 9,95 \text{ мг/л};$$

$$C_a = \left(1 + \frac{h_a}{20,6}\right) \cdot C_T = \left(1 + \frac{4,4}{20,6}\right) \cdot 9,95 = 12,04 \text{ мг/л}.$$

$C_o = 2 \text{ мг/л}$ – концентрація кисню в аеротенку, прийматися за [2] п.6.157.

Тоді:
$$q_{air} = \frac{1,1 \cdot (192,6 - 10,8)}{2,078 \cdot 2,17 \cdot 0,85 \cdot 0,94 \cdot (11,5 - 2)} = 5,81 \text{ м}^3 \text{ повітря} / \text{м}^3 \text{ СВ},$$

$$I_{at} = \frac{5,81 \cdot 3,2}{2} = 9,3 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \cdot \text{год};$$

$$I_{at(r)} = \frac{5,81 \cdot 3,2}{3,25} = 5,72 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \cdot \text{год};$$

$$Q_{air.(at)} = 1878,2 \cdot 9,3 = 17467,3 \text{ м}^3 / \text{год};$$

$$Q_{air.(r)} = 1291,3 \cdot 5,81 = 7502,5 \text{ м}^3 / \text{год};$$

$$Q_{air.заг} = 17467,3 + 7502,5 = 24969,8 \text{ м}^3 / \text{год}.$$

За результатами розрахунку вибираємо повітродувну станцію продуктивністю $40000 \text{ м}^3 / \text{доб}$ з 6 установленими агрегатами марки ТВ–175–1,6. Розміри будівлі станції: $30 \times 18 \text{ м}$. Об'єм будівлі 6420 м^3 .

3.5. Вторинні відстійники

Вибираємо тип відстійника:

У відповідності з [3] п.12.2.1, 12.2.2, 12.2.3., для розрахованої витрати підходить два варіанти відстійників: горизонтальні $Q > 15000 \text{ м}^3 / \text{доб}$ і радіальні $Q \geq 20000 \text{ м}^3 / \text{доб}$. Приймаємо для застосування горизонтальні відстійники радіального типу.

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

Основним розрахунковим параметром в даному випадку є гідравлічне навантаження на поверхню q_{ssa} , яке для відстійників в схемах з аеротенками розраховується за [2] ф. 67:

$$q_{ssa} = \frac{4,5 \cdot K_{ss} \cdot H_{set}^{0,8}}{(0,1 \cdot I_i \cdot a_i)^{0,5-0,01 \cdot a_i}},$$

де $K_{ss} = 0,4$ – коефіцієнт використання об'єму зони відстоювання для радіальних відстійників; H_{set} - глибина відстійника за [3] табл. 12.6.; $H_{set} = 4,35 \text{ м}$ при $D_{set} = 40 \text{ м}$; $a_t = 10,27$ – розрахункова максимальна концентрація завислих речовин в стічних водах після вторинних відстійників

$$C_{доз} \geq a_t > 10 \text{ мг} / \text{л}$$

$$\text{Приймаємо } a_t = 10,27 \text{ мг} / \text{л}$$

$$10,54 \geq 10,27 > 10 \text{ мг} / \text{л}$$

$$a_i = 3,5 \text{ м}^2/\text{л}; \quad I_i = 75 \text{ см}^3/\text{с}; \quad q_{ssa(1)} = \frac{4,5 \cdot 0,4 \cdot 4,35^{0,8}}{(0,1 \cdot 75 \cdot 3,5)^{0,5-0,01 \cdot 10,27}} = 1,59 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{год}.$$

За отриманими значеннями q_{ssa} розраховується необхідна площа вторинних відстійників F_{setII} , м^2 та їх кількість n_{setII} при f'_{setII} , м^2 – площі поверхні одного відстійника.

$$F_{setII} = \frac{Q_{cep}}{q_{ssa}}, \text{ м}^2$$

$$F_{setII} = \frac{2872}{1,59} = 1806,3 \text{ м}^2$$

$$F'_{setII} = F - 10 \% = 1806,3 - 180,4 = 1625,9 \text{ м}^2.$$

Тоді, кількість відстійників буде

$$n_{setIIpetI} = \frac{F_{setII}}{f'_{setII}} = 3,65.$$

Приймаємо 4 відстійника діаметром 40 м.

3.3.6. Блок знезараження стічних вод

Блок знезараження стічних вод складається з хлораторної, змішувача і контактного резервуару.

Хлоратори

Приймаємо для застосування хлоратори типу ЛОНИИ – 100.

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

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

де $Q_{\max} = 4624 \text{ м}^3/\text{год}$ – розрахункова максимальна годинна витрата стічних вод;
 $d_{\text{хл}} = 3 \text{ г/л}$ – доза активного хлору за [2] п. 6.223 в залежності від схеми очистки стічних вод; $K_{\text{хл}} = 1,5$ – коефіцієнт можливого збільшення дози хлору за [2] п. 6.223 прим. 2;

$$G_{\text{хл}} = \frac{4624 \cdot 3 \cdot 1,5}{1000} = 20,81 \text{ кг/год.}$$

Типорозмірний ряд модифікації хлораторів ЛОНИИ – 100 розраховуємо на годинну продуктивність одного хлоратора в діапазоні [3] р. 24.2.

Приймаємо ХВ – 200 з продуктивністю 2,5-25 кг/год, 1 робочих і 1 резервний.

Змішувачі

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

$$Q_{\text{заг}} = 66700 \text{ м}^3/\text{добу.}$$

Розміри змішувача типу „Лоток Паршалья”, м:

Пропускна здатність, $\text{м}^3/\text{добу}$	A	B	C	D	E	H_A	H'	H	L	l'	t	l''	b
32000 – 80000	1,73	0,9	1,3	1,68	1,7	0,61	0,59	0,63	6,6	7,4	11	13,97	1

Контактні резервуари

В якості контактного резервуару використовуємо горизонтальний відстійник.

Визначаємо загальний розрахунковий об'єм контактного резервуару

$W_{кр\ розр}, м^3$:

$$W_{кр\ розр} = \frac{Q_{\max} \cdot t_{\text{конт}} \cdot K_{\text{хл}}}{60} = \frac{4624 \cdot 30 \cdot 1,5}{60} = 3468 \text{ м}^3,$$

де $t_{\text{конт}} = 30$ хв – тривалість контакту хлорної води із стічною водою [2] п. 6.228.

За розрахунком $W_{кр\ розр} = 3468 \text{ м}^3$ і даних таблиці 9 методичних вказівок визначаємо кількість та розміри відділень резервуару:

- ширина відділення $B_{\text{від}} = 9$ м;
- довжина відділення $L_{\text{від}} = 39$ м;
- глибина відділення $H_{\text{від}} = 2,8$ м;
- кількість відділень $n_{\text{від}} = 4$ шт;
- загальний фактичний об'єм контактного резервуару $W_{кр\ факт}, м^3$:

$$W_{кр\ факт} = B_{\text{від}} \cdot L_{\text{від}} \cdot H_{\text{від}} \cdot n_{\text{від}} = 9 \cdot 39 \cdot 2,8 \cdot 4 = 3931,2 \text{ м}^3 > 3468 \text{ м}^3 - \text{ умова}$$

виконується.

Площа контактного резервуару:

$$F_k = \frac{W_k}{n \cdot H} = \frac{3468}{4 \cdot 2,8} = 310 \text{ м}^2.$$

3.3.7. Блок обробки твердої фази забруднень

Визначаємо кількість надлишкового мулу:

$$P_{\max} = P_i \cdot 1,15,$$

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

$$P_i = 0,8 \cdot C_{\text{сдр}} + K_g \cdot L_{\text{ен}} = 0,8 \cdot 51,8 + 0,3 \cdot 192,6 = 99,22 \text{ г/м}^3,$$

де $K_g = 0,3$ – коефіцієнт приросту АМ за [2] п. 6.148 для міських СВ;

$$P_{\max} = 99,22 \cdot 1,15 = 114,1,$$

Годинна витрата надлишкового активного мулу:

$$q_{\max} = \frac{P_{\max} \cdot Q_{\max}}{24 \cdot C},$$

де $C = 4 \frac{\text{г}}{\text{л}}$ – концентрація активного мулу після вторинних відстійників;

$$q_{\max} = \frac{114,1 \cdot 66700}{24 \cdot 4000} = 79,28 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Визначаємо площу поперечного перерізу радіального відстійника

$$F = \frac{q_{\max}}{q_0},$$

де $q_0 = 0,4 \frac{\text{г}}{\text{л}}$ – розрахункове навантаження на дзеркало мулозгущувача;

$$F = \frac{79,28}{0,4} = 198,2,$$

$$D = \sqrt{\frac{4F}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 198,2}{3,14}} = 15,9 \text{ м}.$$

Приймаємо до встановлення 2 мулозгущувачі діаметром 18 м кожний.

Метантенки для зброджування ЗНАМ і СО I відстійників

Визначаємо кількість осаду по сухій речовині:

Сирого осаду:

$$M_{\text{mud}} = \frac{C_{\text{ен}} \cdot \text{ЭК}}{1000} \cdot Q_{\text{заг}}, \text{ т}$$

де $C_{\text{ен}} = 309,5 \frac{\text{мг}}{\text{л}}$ – концентрація завислих речовин; $\text{Э} = 0,51$ – ефективність відстоювання завислих речовин в первинних відстійниках; $K = 1$ – поправочний коефіцієнт, який враховує кількість осаду за рахунок крупних часток зависі;

$$M_{mud} = \frac{309,5 \cdot 0,51 \cdot 1}{1000} \cdot 66,7 = 10,53m,$$

Надлишкового активного мулу:

$$M_{mud} = \left[\frac{0,8 \cdot C_{ln} (1 - \varepsilon) \cdot 0,3 \cdot L_{ln} - a_t}{1000} \right] \cdot Q_{заг}, m$$

$$M_{mud} = \left[\frac{0,8 \cdot 309,5 \cdot (1 - 0,51) + 0,3 \cdot 192,6 - 15}{1000} \right] \cdot 66,7 = 12,26m$$

Кількість осаду на абсолютно сухому беззольному речовині на добу:

$$M_{mud}^s = \frac{M_{mud} \cdot (100 - P_g) \cdot (100 - S_{mud})}{10^4}, m.$$

де P_g – гігроскопічна вологість сирого осаду и надлишок АМ ($P_g = 6$); S_{mud} – зольність абсолютно твердої речовини сирого осаду й активного мулу ($S_{mud} = 27$).

$$M_{a \cdot mud}^s = \frac{10,53(100 - 6) \cdot (100 - 27)}{10^4} = 7,23m,$$

$$M_{a \cdot mud}^s = \frac{12,26(100 - 6) \cdot (100 - 27)}{10^4} = 8,41m,$$

Об'єм сирого осаду:

$$W_{mud} = \frac{100 \cdot M_{mud}^s}{(100 - P_{mud}) \cdot p_{mud}}, m^3$$

Об'єм надлишкового АМ:

$$W_{a \cdot mud} = \frac{100 \cdot M_{a \cdot mud}^s}{(100 - P_{a \cdot mud}) \cdot p_{a \cdot mud}}, m^3$$

де P_{mud} – вологість сирого осаду (95%); $P_{a \cdot mud}$ – вологість згущеного АМ (97%); $p_{mud}, p_{a \cdot mud}$ – густина сирого осаду і АМ;

$$W_{mud} = \frac{100 \cdot 7,23}{(100 - 95) \cdot 1} = 144,6m^3$$

$$W_{a \cdot mud} = \frac{100 \cdot 8,41}{(100 - 97) \cdot 1} = 280,3 \text{ м}^3$$

Загальна щільність осаду за добу:

- по сухій речовині

$$M_{tot} = M_{mud} + M_{a \cdot mud} = 10,53 + 12,26 = 22,79$$

- по абсолютно сухій беззольній речовині:

$$M_{tot}^s = M_{mud}^s + M_{a \cdot mud}^s = 7,23 + 8,41 = 15,64$$

по об'єм суміші фактичної вологості:

$$W_{tot} = W_{mud} + W_{a \cdot mud} = 144,6 + 280,3 = 424,9 \text{ м}^3$$

середня вологість суміші:

$$P_{mix} = 100 \left(1 - \frac{M_{tot}}{W_{tot}} \right) = 100 \left(1 - \frac{22,79}{424,9} \right) = 94,6 \%$$

В роботі приймаємо термофільний режим зброджування осаду, при якому повністю знищуються гельмінти, які знаходяться в осаді. Температура зброджування 53°C.

Необхідна місткість метантенку:

$$V_{mt} = \frac{W_{tot} \cdot 100}{D_{mt}}, \text{ м}^3$$

де D_{mt} – доза завантаження, процент залежить від середньої вологості , суміші,

$$D_{mt} = 18 \%$$

$$V_{mt} = \frac{424,9 \cdot 100}{18} = 2360,6 \text{ м}^3$$

Для обробки осаду, у відповідності з нормами приймаємо 2 метантенки типу 902-2-229, об'ємом – 2500 м³ кожен, діаметром –17,5 м.

Основні розміри: діаметр –17,5 м, висота конічної частини –2,5 м, циліндра – 8,5 м, нижньої конічної частини 3,05 м, загальна висота –14,05 м.

Газгольдери

Визначаємо масу беззольної речовини сирого осаду за формулою:

$$R_T = R_{\text{lim}} - K_T D_{\text{mt}}, \%$$

де K_T – коефіцієнт, який залежить від вологості осаду за [4] таб.36; $D_{\text{mt}} = 18\%$

$$R_{\text{lim}} = \frac{R_{\text{lim CO}} \cdot M_{\text{mud}}^s + R_{\text{lim ЗНАМ}} \cdot M_{\text{a-mud}}^s}{M_{\text{tot}}^s},$$

де $R_{\text{lim CO}}, R_{\text{lim ЗНАМ}}$ – відповідно, максимально можливий теоретичний ступінь зброджування сирого осаду і активного мулу, приймаємо за [2] п. 6.353; $R_{\text{lim CO}} = 53\%$; $R_{\text{lim ЗНАМ}} = 44\%$;

$$R_{\text{lim}} = \frac{53 \cdot 7,23 + 44 \cdot 8,41}{15,64} = 48.16 \%$$

$$R_T = 48.16 - 0,24 \cdot 18 = 43,84 \%$$

Визначаємо ступінь розпаду беззольної речовини:

$$A = 15,64 \cdot 0.4384 = 6.86 \text{ т.}$$

Добовий масовий вихід газу $-7,22$ т при об'ємній масі $1 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, тобто $722 \frac{\text{м}^3}{\text{доб}}$.

Згідно [3] приймаємо 2 газгольдери типу 707-2-7, об'ємом – 6000 м^3 кожен. Внутрішній діаметр резервуара – $26,9$ м, висота резервуару – $11,75$ м, висота газгольдера – $24,2$ м.

Вакуум-фільтри

Визначаємо необхідну площу фільтру вакуум-фільтрів:

$$F_f = \frac{W \cdot t}{P_f \cdot n \cdot 24},$$

де W – кількість осаду по сухій речовині, кг;

$t = 8$ год/змін – тривалість зміни;

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

$$F_f = \frac{66700 \cdot 8}{114,1 \cdot 2 \cdot 24} = 97,4 \text{ м}^2.$$

Згідно [3] приймаємо 4 робочих і 2 резервних вакуум-фільтри типу БОУ 40-8,4 з площею фільтрації 40 м^2 , діаметр барабану 30 м.

$$F_{\text{в.фф}} = 4 \cdot 40 = 160 \text{ м}^2.$$

Резервні мулові майданчики (РММ)

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

Площа мулових майданчиків:

$$F = \frac{365 \cdot W_{\text{tot}} \cdot 0,2}{h \cdot k}, \text{ м}^2$$

де h – навантаження осаду на мулові майданчики; k – кліматичний коефіцієнт згідно з [4] табл. 37

$$F = \frac{365 \cdot 424,9 \cdot 0,2}{1,5 \cdot 1} = 20678,5 \text{ м}^2$$

За отриманими F по табл. 13 [5] приймаємо 10 РММ: ширина – 40 м, довжина – 60 м

$$F = 10 \cdot 2400 = 24000 \text{ м}^2.$$

РОЗДІЛ 4.
АВТОМАТИЧНЕ ПОЖЕЖОГАСІННЯ
ПІДЗЕМНОГО ПАРКІНГУ

Консультант

/ _____ /

4.1. Загальні відомості

Для виробничих та громадських приміщень і будівель з великим одночасним знаходженням людей, а також приміщень з підвищеною пожежною небезпекою, у відповідності з діючими нормами, необхідно виконання наступних обов'язкових протипожежних вимог.

Згідно з діючими ДБН [3] приміщення, до яких пред'являються підвищені вимоги по протипожежній безпеці, повинні обладнуватися системами автоматичного пожежогасіння. До таких систем відносяться системи, які починають працювати і здійснюють пожежогасіння практично без втручання персоналу, тільки під впливом автоматичних пристроїв – спринклерні і дренчерні системи.

Дренчерні системи автоматичного пожежогасіння призначені для одночасного гасіння пожежі на всій площі приміщення. Навпаки, спринклерні системи розраховані на гасіння пожежі тільки в місці її виникнення.

Тому дренчерні системи, як правило, застосовуються на переходах між окремими виробничими цехами або технологічними приміщеннями. Для того, щоб перекрити доступ вогню від одного приміщення до іншого.

Спринклерні системи автоматичного пожежогасіння забезпечують гасіння вогню тільки на розрахунковій площі приміщення. Величина цієї площі залежить від марки спринклера і від призначення приміщення.

В проєктуємому будинку передбачається улаштування підземного паркінгу для стоянки автомобілів жителів будинку. Розміщення гаражних приміщень передбачається будувати в підвальному поверсі житлового будинку на поверсі нижче підвалу будинку. В сучасних умовах, окрім приміщень для зберігання автомобілів, проєктуються приміщення для можливості перебування і

можливості укриття людей на період надзвичайних ситуацій. Для цього випадку будівельні конструкції вказаних приміщень виконуються підвищеної потужності. В даних приміщеннях також передбачається зберігання аварійного запасу води у спеціальних проточних напірних баках. Також обов'язково улаштовується аварійний вихід (вхід) з підвальних приміщень.

4.2. Протипожежні заходи

Підземні приміщення, що проектуються складаються з двох частин. Їх загальний будівельний об'єм становить 10000 м³. З них об'єм паркінгу складає також 5000 м³. За категорією вогнетривкості проектуємі приміщення відносяться до II категорії, категорія по пожежній безпеці В. Відповідно до [3] табл.2, на внутрішнє пожежогасіння проектує об'єкту необхідно у дві струмини по 5 л/с кожна. З урахуванням [3] табл. 3, при діаметрі пожежного крану $d = 65$ мм, довжині пожежного рукаву 20 м, діаметрі сприску пожежного ствола 19 мм і висоті приміщень 3 м, продуктивність однієї струмини складає 5,0 л/с. При цьому напір у пожежного крану повинен бути не менше 10,0 м. Сумарна витрата води на внутрішнє пожежогасіння від пожежних кранів буде

$$Q_{п.к} = 5,0 \times 2 = 10,0 \text{ л/с.}$$

Загальна кількість пожежних кранів, які встановлені в підвальних приміщеннях паркінгу і укриття 30 шт., тобто становить більше 14 шт. > 12 шт. По [3,с.10] для потреб внутрішнього пожежогасіння в цьому випадку улаштовується два вводи водопроводу. Один ввід передбачається від системи внутрішнього господарсько питного і пожежного водопроводу житлового будинку, другий (окремий) – від зовнішньої внутрішньоквартальної водопровідної мережі.

Основне виробниче приміщення (приміщення підземного паркінгу) за характером виробництва відноситься до 2-ї групи. Таким чином, в приміщенні підземного паркінгу, додатково до можливості пожежогасіння з пожежних кранів, необхідно передбачити окрему, відокремлену від системи водопостачання житлового будинку, систему автоматичного пожежогасіння. В представленому проекті принята спринклерна система автоматичного пожежогасіння. Для використання приймається кільцева мережа трубопроводів спринклерної системи автоматичного пожежогасіння.

Труби запроектовано пластмасові напірні. Прокладку магістральних трубопроводів для подачі води до спринклерів здійснюємо відкрито в технічних приміщеннях.

Розподільчі трубопроводи, на яких встановлені спринклери, прокладаються відкрито у під стелею приміщень на відстані 30 см від стелі. На кожній вітці встановлюємо не більше ніж по 6 спринклерів. В проекті прийняті спринклери марки СП-72 з скляним рідинним запобіжником. При виникненні пожежі рідина в запобіжнику закипає і розриває скляний балон. При цьому в спринклері відкривається отвір через який починає надходити вода. Струмина води під напором поступає на розетку, де розбивається і рівномірно зрошує поверхню підлоги.

4.3. Розрахунок кільцевої спринклерної системи

У відповідності з табл.1 [4] пожежогасіння приміщень підземного паркінгу здійснюється спринклерами СП-72 з температурою плавлення припою 345,15 К (72⁰С). При цьому площа підлоги, яка захищається одним спринклером становить 12 м². Необхідна інтенсивність зрошування підлоги водою приймається 0,12 л/(с*м²), розрахункова площа одночасної пожежі 240 м².

Розрахункова витрата води на потреби автоматичного пожежогасіння підземного паркінгу складе

$$Q_{a.п} = 0,12 \times 240 = 28,8 \text{ л/с.}$$

З урахуванням витрати на внутрішні пожежні крани, сумарна витрата на внутрішнє пожежогасіння складе:

$$Q = 28,8 + 10,0 = 38,8 \text{ л/с.}$$

План розміщення магістральних і розподільчих трубопроводів в приміщеннях підземного паркінгу представлено на відповідному листі. Приймаємо кільцеву мережу розподільчих трубопроводів. Відстань між спринклерними зрошувачами прийнята 3 м. Відстань між розподільчими трубопроводами – 4 м (умова обслуговування одним спринклером площі 12 м² виконується).

Розрахункову мережу кільцевої системи автоматичного пожежогасіння приведено на рис. 4.1.

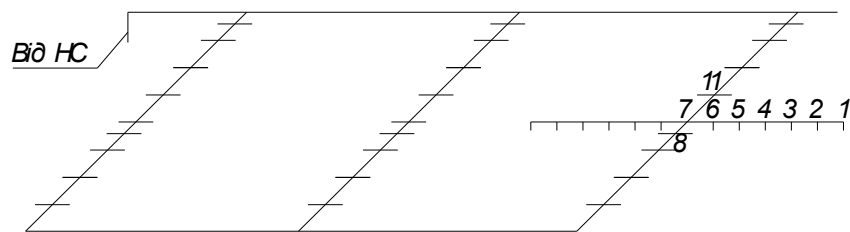


Рис. 4.1. Розрахункова схема спринклерної системи автоматичного пожежогасіння

Для розрахунку кільцевої мережі розбиваємо її на розрахункові ділянки, починаючи з найбільш віддаленого від вузла управління спринклера. Знаходимо мінімально необхідну витрату спринклера

$$Q_{\text{спр.1}} = 0,12 \times 12 = 1,44 \text{ л/с.}$$

Таким чином, розрахункова кількість спринклерів мережі, які можуть працювати одночасно буде:

$$N = \frac{Q_{a.n}}{Q_{\text{спр}}} = \frac{28,8}{1,44} = 20.$$

Отже, в запроєктованій схемі автоматичного пожежогасіння одночасно зможе працювати тільки 20 спринклерів. Інші будуть незадіяні, тобто будуть не розрахункові.

Вільний напір, який необхідний для подачі такої витрати до найбільш віддаленого спринклера розраховуємо за формулою

$$H_1 = Q^2/k^2 = 1,44^2/0,31^2 = 21,6 \text{ м,}$$

де $k = 0,31$ – коефіцієнт, який залежить від типу спринклерного зрошувача, (СП–12) [4].

Втрати напору на всіх розрахункових ділянках кільцевої мережі мережі і тупикових ділянок розраховуємо за залежністю:

$$H_1 = Q^2 * l/k_1,$$

де k_1 – коефіцієнт, який залежить від матеріалу і діаметру труб, приймаємо по [4] для кожної ділянки окремо.

Оскільки на розрахунковому відгалуженні встановлено 6 спринклерів, послідовно визначаємо напори на кожному із спринклерів цього відгалуження в такій послідовності:

- знаходимо втрати напору на ділянці 1-2 при проходженні витрати $Q_{1-2} = 1,44$ л/с, діаметрі труби ділянки $d_{1-2} = 25$ мм і довжині $l_{1-2} 3$ м. За таблицями [] для сталевих електрозварних трубопроводів знаходимо V_{1-2} ; втрати напору на цій ділянці Δh_{1-2} ;

- визначаємо напір над спринклером №2, який дорівнює напору над спринклером №1 плюс втрати напору на ділянці 1-2, маємо:

$$H_2 = H_1 + \Delta h_{1-2};$$

- за знайденим напором H_2 розраховуємо витрату через другий спринклер за формулою:

$$Q_{спр.2} = 0,31\sqrt{H_2}, \text{ л/с};$$

- знаходимо витрату води на ділянці 2 – 3:

$$Q_{2-3} = Q_{1-2} + Q_{спр.2}, \text{ л/с}.$$

Аналогічні розрахунки виконуємо для всіх ділянок даного відгалуження і визначаємо сумарну витрату на початку відгалуження і сумарні втрати напору в ньому. Результати розрахунків приведені в табл. 5.1.

В результаті розрахунку приймаємо діаметри віток однаковими і рівними 50 мм. Магістральна розподільча мережа прийнята кільцевою діаметром 100 мм. При цьому витрата в кожному напівкільці буде рівною половині розрахункової, а саме,

$$39,2/2 = 19,6 \text{ л/с}.$$

Втрати напору в лівому напівкільці системи трубопроводів складають 7,95 м, в правому – 7,86 м. Нев'язка напорів складе $H = 0,09 \text{ м} < 0,5 \text{ м}$, тобто знаходиться в межах допустимої.

Остаточна витрата на початку одного відгалуження склала $Q_{відг} = 9,7 \text{ л/с}$. Сумарна витрата для двох рядів відгалужень буде:

$$Q = 9,7 * 2 = 19,4 \text{ л/с}.$$

Що більше половини максимальної витрати на потреби пожежегасіння спринклерної установки ($28,8/2 = 10,4 \text{ л/с}$). Але менше половини сумарної витрати на автоматичне пожежегасіння і витрати пожежних кранів.

Втрати напору у вузлі управління знаходимо за формулою

$$H_{уз} = \varepsilon * Q^2 = 3,02 * 10^{-3} * 19,6^2 = 1,16 \text{ м},$$

де ε - коефіцієнт втрати напору у вузлі управління для контрольно-сигнального клапану ВС – 100.

Необхідний напір перед контрольно-сигнальним клапаном (КСК) при витраті 19,6 л/с визначається як сума всіх необхідних напорів в системі автоматичного спринклерного пожежогасіння. Він складає 48,5 м. З урахуванням гарантованого напору на ввіді водопроводу в будинок $H_g = 20$ м, необхідний напір насосу складе

$$H_{\text{нас}} = 48,5 - 20 = 28,5 \text{ м.}$$

$$Q_{\text{розрах.}} = \frac{28,8 + 10,4}{2} = 19,6 \text{ л/с.}$$

Вважаємо, що на ділянках 7-8 і 7-11 проходять однакові витрати, рівні половині суми розрахункової витрати системи автоматичного пожежогасіння і витрати для пожежних кранів, тобто 19,6 л/с.

Приймаємо діаметри магістральної кільцевої мережі і перемички рівними 100 мм.

Довжина лівого півкільця системи (7-9) рівна 99 м, а правого (7-12) – 60 м.

Втрати напору: В лівому півкільці

$$H_{7-9} = \frac{Q^2 * l_{7-9}}{K_1} = \frac{19,6^2 * 70}{5872} = 4,56 \text{ м}$$

В правому півкільці

$$H_{7-12} = \frac{Q^2 * l_{7-12}}{K_1} = \frac{19,6^2 * 60}{5872} = 3,94 \text{ м}$$

Нев'язка втрат напору по півкільцям

$$\Delta H = H_{7-9} - H_{7-12} = 4,56 - 3,94 = 0,62 \text{ м.}$$

Що більше допустимого 0,5 м.

Проводимо розподілення витрат по кільцю.

Витрату на ділянці 7-9 приймаємо $Q_{7-9}=18$ л/с, а на ділянці 7-12 - $Q_{7-12}=21,2$ л/с. Відповідно, втрати напору на цих ділянках:

В лівому півкільці

$$H_{7-9} = \frac{Q^2 * l_{7-9}}{K_1} = \frac{20^2 * 70}{5872} = 4,75 \text{ м}$$

В правому півкільці

$$H_{7-12} = \frac{Q^2 * l_{7-12}}{K_1} = \frac{21,2^2 * 60}{5872} = 4,56 \text{ м}$$

Нев'язка

$$\Delta H = H_{7-9} - H_{7-12} = 4,75 - 4,56 = 0,19 \text{ м} < 0,5 \text{ м},$$

що є в межах допустимого.

Втрати напору в кільці.

$$H_k = \frac{4,75 + 4,56}{2} = 4,66 \text{ м}.$$

Втрати напору на ділянці 9-10 при розрахунковій витраті $Q_{9-10}=19,6 \text{ л/с}$

$$H_{9-10} = \frac{Q^2 * l_{9-10}}{K_1} = \frac{19,6^2 * 25}{5872} = 1,64 \text{ м}.$$

Втрати напору у вузлі управління знаходимо за формулою

$$H_{уз} = \varepsilon * Q^2 = 3,02 * 10^{-3} * 19,6^2 = 1,16 \text{ м},$$

де ε - коефіцієнт втрати напору у вузлі управління для контрольно-сигнального клапану ВС – 100.

Необхідний напір перед КСК при витраті 19,6 л/с знаходимо як суму всіх необхідних напорів в системі автоматичного пожежогасіння.

$$\begin{aligned} H_p &= (1 + K_1)(H_{l1-7} + H_k + H_{l9-10}) + H_1 + H_{КСК} + H_{g \text{ кот}} \\ &= 1,1(12,66 + 4,98 + 1,64) + 21,6 + 1,18 + 11,3 = 55,11 \text{ м}. \end{aligned}$$

З урахуванням гарантованого напору на ввіді водопроводу в будівлю $H_g=15 \text{ м}$, необхідний напір насоса складатиме:

Ном ери точ ок	Позна чення діляно к	Довжина ділянки l, м	Умовний діаметр труби d, мм	Коефіціє нт K1	Напір в точці біля спринклера H, м	Витрата в точці біля спринклера Qd, л/с	Витрата на ділянці Q, л/с
1	1-2	3	25	3,44	23	1,44	1,44
2	2-3	3	32	13,97	24,8	1,5	2,94
3	3-4	3	40	28,7	25,5	1,56	4,5
4	4-5	3	40	28,7	27,37	1,62	6,12
5	5-6	3	50	110	31,29	1,73	7,58
6	6-7	3	50	110	32,97	1,78	9,7
7					34,23		

Таблиця 4.1

Противопожежні насоси підбираємо для витрати 39,2 л/с і напору 41 м.

Насосна станція автоматичного пожежогасіння розміщена в окремому приміщенні. До установки приймається два підвищувальних насоси марки БК-8а з характеристиками: витрата $Q = 145,0 \text{ м}^3/\text{год.}$; напір $H = 42,0 \text{ м}$ з електродвигуном АО-71-4 (1 робочий і 1 резервний). Подача води до насосів передбачається від двох введів по трубопроводах діаметром 100 мм. Робота насосів автоматизована. В приміщенні насосної станції розміщено і вузол управління з контрольно-сигнальним клапаном ВС-100, імпульсний бак об'ємом $W = 0,63 \text{ м}^3$. Розрахунковий тиск в буку забезпечується від балону

випробувального переносного (БВП) шляхом відкриття вентиля на трубопроводі і контролюється по показанням сигналізуючого манометра.

Мережа автоматизованого пожежогасіння постійно знаходиться під тиском. Магістральний трубопровід прокладається з похилом 0,005, розподільчі – з похилом 0,01 до місць спуску води. В місцях зміни похилу трубопроводів встановлюються вентиля для випуску повітря.

РОЗДІЛ 5.
МОНТАЖ МЕРЕЖ ВОДОВІДВЕДЕННЯ

Консультант

/ _____ /

В даному розділі магістерської роботи розглядається порядок і особливості будівництва і монтажу міських мереж водовідведення і споруд на них (каналізаційних колодязів).

Монтаж трубопроводів

Розбивка траси трубопроводів

При наявності проекту каналізаційної траси і проекту виконання будівельних робіт роботи розпочинаємо з розбивки траси прокладки трубопроводу і виносим її на місцевість. При цьому основні напрямки траси самі напрямки закріплюємо спеціальними знаками. Під час розбивки траси прокладки трубопроводу необхідно виконання наступних обов'язкових умов:

- вздовж траси встановлюються репери;
- кути поворотів закріплюються і прив'язуються до постійних об'єктів;
- перетини траси водовідведення з існуючими підземними спорудами відмічаються на місці і узгоджуються з відповідними службами;
- на трасі відмічаються місця установки каналізаційних колодязів;
- прийняті технічні рішення офіційно оформлюються відповідним чином.

Визначення розмірів траншеї

З здійсненими розмітками розробляємо траншею для прокладки трубопроводу. Ширина траншеї по дну визначається по СНіП III.1-7Б в залежності від типу труб і їх діаметра (для прикладу розглянемо варіант прокладання розтрубних залізобетонних труб діаметром $D = 400$ мм), маємо

$$B_n = b + 0,6 = 0,425 + 0,6 = 1,025 \text{ м.}$$

Визначаємо найбільшу крутизну відкосів, яку приймаємо $1:m = 1:1$.

Розраховуємо ширину верхньої частини траншеї. Перед цим знаходимо площу поперечного перерізу траншеї

$$F_{\text{тр}} = h (B_n + mh) = 3,725(1,025 + 1*3,2) = 17,85 \text{ м,}$$

$$B_v = B_n + 2mh = 1,025 + 2 \cdot 1 \cdot 3,2 = 7,25 \text{ м.}$$

Тоді, площа поперечного перерізу відвалу буде

$$F_0 = F_{\text{трм}} \cdot K_{\text{пр}} = 17,85 \cdot 1,08 = 19,28 \text{ м}^2,$$

де $K_{\text{пр}}$ – коефіцієнт початкового розпушення ґрунту.

Висота відвалу становить

$$H_0 = \sqrt{F_0} = \sqrt{19,28} = 4,39 \text{ м.}$$

Ширина відвалу понизу

$$B_0 = 2H_0 = 2 \cdot 4,39 = 8,78 \text{ м.}$$

Для розробки ґрунту траншеї приймаємо гідравлічний екскаватор ЭО-5-22 з технічними параметрами: місткість ковша – 1,6 м³; ширина ковша – 1,56 м; найбільша глибина копання – 6,1 м; найбільша висота вивантаження – 5,36 м; найбільший радіус копання – 10 м; радіус розвантаження при максимальній висоті розвантаження – 6,3 м.

Підготовка основи

У випадку, коли проектом не передбачається влаштування штучної основи, трубопроводи укладаються на природній ґрунт непорушеної структури. При необхідності улаштовується піщана підготовка (подушка) товщиною 10 см.

Доставка на будівельний майданчик труб

Труби для укладання в траншею доставляють на будівельний майданчик на автомобілі. Приймаємо доставку 6 труб за одну поїздку. При цьому труби укладаються в кузові у 2 ряди. Для перевезення труб приймаємо автомобіль КАМАЗ 5230 з характеристиками: вантажопідйомність – 7 т; ширина – 2320 мм; довжина – 5200 мм; висота – 1500 мм.

Схема розміщення і закріплення ланок із залізобетонних труб при перевезенні її на автомобілі КАМАЗ 5230 приведена на рис. 5.1.

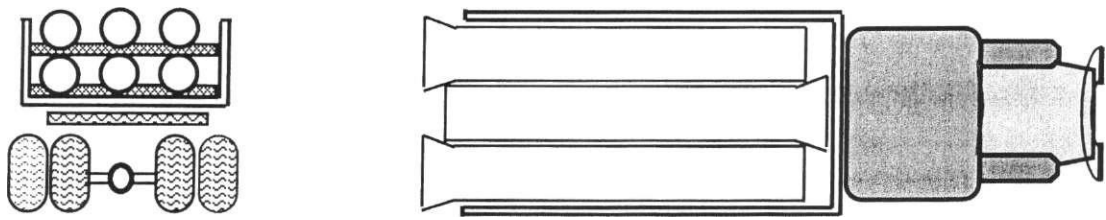


Рис. 5.1. Схема розміщення труб на автомобілі

При цьому при довжині траси 300 м загальна кількість труб складе

$$n_{\text{необх}} = 300/6 = 50 \text{ труб.}$$

Кількість необхідних ходок автомобіля $50/6 = 8,3$ приймаємо 9 ходок.

Монтаж і укладання трубопроводів

Перед початком укладання труб перевіряють відповідність габаритів розробленої траншеї даним прийнятого проекту, а саме: висотні відмітки дна і ширини траншеї, закладання відкосів і при необхідності закріплення стінок, підготовка основи.

Практика монтажних робіт показує, що трубопроводи водопостачання і водовідведення рекомендується укладати в траншею такими способами: опускаючи безупинну нитку труб з бровки траншеї; опускаючи окремі секції труб з їх наступним зварюванням у траншеї; заводячи зварені нитки труб в траншею з послідовним нарощуванням їх на брівці підготовленої траншеї.

При опусканні труб з бровки траншеї частина трубопроводу, яка покрита ізоляцією на протязі поточного дня, повинна укладатись у траншею наступного робочого дня і засипають ґрунтом.

Укладання окремих секцій трубопроводу безпосередньо в траншею здійснюється краном трубоукладача. Під час укладання труб не допускаються їх різкі перегини у будь якій площині.

Послідовність операцій при монтажі труб залежить від типу стикового з'єднання. Запроектоване з'єднання - розтрубні з ущільнюючою пряддю. Варіант монтажу розтрубного трубопроводу за допомогою домкрата приведено на рис. 5.2.

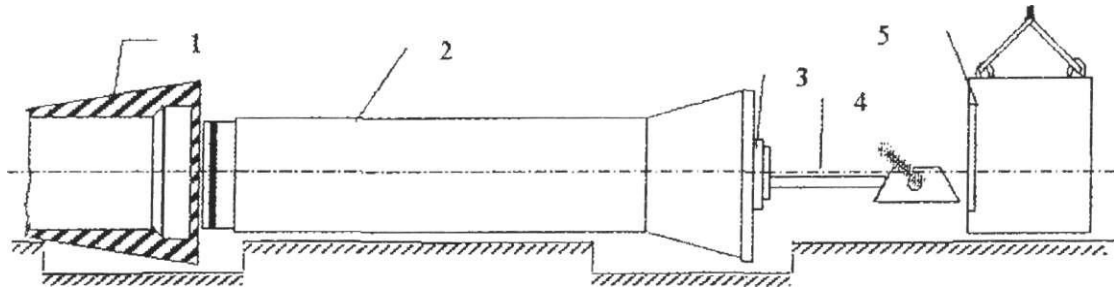


Рис. 5.2. Монтаж трубопроводу за допомогою домкрата і бетонного упора
1. укладений трубопровід; 2. труба що укладається; 3. дерев'яний брус;
4. домкрат; 5. бетонний упор

Перед початком монтування труб необхідно перевірити відповідність проекту розмірів траншеї по низу, розмірів приямків і закладення відкосів. Дно траншеї повинно бути старанно обчищено. Перед укладенням необхідно перевірити відповідність проекту діаметрів труб, їх цілісності, очистити стикові частини труб (внутрішню поверхню розтрубів і зовнішню гладких кінців). Перед початком робіт по монтажу трубопроводу необхідно влаштувати на початку ділянки кінцевий упор, в який повинна впиратися перша укладена труба. Застосування будь - яких прокладок під труби не допускається.

У місцях зміни напрямку осі трубопроводу в горизонтальній або вертикальній площині необхідно влаштовувати упори і на поворотах в вертикальній площині закріплювати анкерами фасонні частини.

Укладку і монтаж труб необхідно починати, як правило, з ділянок найбільш пониженого профілю, найбільш віддалених від складу труб, розташованих ближче до діючих напірних трубопроводів або до інших джерел водопостачання для того, щоб ділянки, монтаж яких вже закінчено,

використовувати для випробування наступних ділянок. Труби разтрубного типу при монтуванні краще укласти в траншею розтрубом вперед по ходу укладки трубопроводу.

Вивірка труби проводиться за допомогою ходової візирки, встановленої на лоток укладаємо труби, нерухомої візирки обноски. Викривлення трубопроводів що виходять за межі допустимого повинні бути випрямлені шляхом піднімання або опускання труби в стикових з'єднаннях за допомогою крана або трубоукладчика.

При монтаж труб треба забезпечити їх надійну строповку. Засіб строповки визначається вагою, матеріалом і розмірами труб. Для прийнятих труб використовуються універсальні траверси типу УТ 30. Їх схема приведена на рис. 5.3.

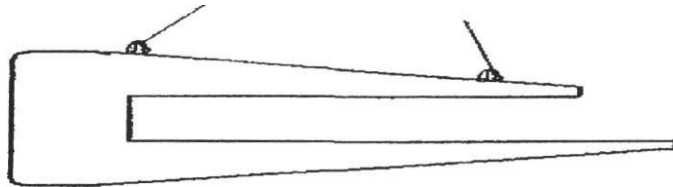


Рис. 5.3. Універсальна траверса УТ 30

Підбір монтажного крану

Підбір монтажного крану або трубоукладчика для монтажу збірних елементів здійснюється з урахуванням будівельно-монтажних характеристик – монтажній масі, висоті підйому крюка при захваті елементів і монтажному вильоті стріли крана. Висота підйому труби визначається формулою:

$$H_{в} = h_{см} + 0,5 + d_{н} + h_{ван} + h_{б} + h_{п} =$$

$$H_{в} = 2,25 + 0,5 + 0,425 + 1,65 + 1,5 = 6,22 \text{ м},$$

де: $h_{ван}$ - висота транспортного засобу до платформи, м; 0,5 м - мінімальна необхідна відстань від горизонту складування до низу елемента, що піднімається, що забезпечує можливість маневрування; $d_{н}$ - зовнішній діаметр

труби (по раструбу), м; h_6 - висота борту вантажівки, м; h_{cm} - висота строповочних пристроїв, м; $h_{п}$ - висота вантажного поліспада крана при максимальному піднятті крюка, м.

Приймаємо для монтажу кран КС 3573А - А - автомобільний стріловий на базі автомобілю ЗИЛ - 133Г.

Визначаємо радіус розвантаження і радіус монтажу з формулою:

$$R_p = L_{кр}/2 + 1,0 + L_m/2 = 11,3/2 + 1,0 + 5,2/2 = 9,12 \text{ м,}$$

де $L_{кр}$ - довжина крана; L_m - довжина машини.

Кран має наступні характеристики:

Виліт крюка стріли, м	4-14,6 м
Висота підйому крюка, м, при вильоті стріли:	10,2
Найменшому	16,5
Найбільшому	
Довжина	11,3м
Ширина	2,5м
Висота	3,270

Влаштуванні стиків

Прокладка труб по пологій кривій з розгонкою на розтрубах без фасонних частин допускається лише при стикових з'єднаннях на розтрубні з ущільнюючою пряддю. Повороти у кожному стикі допустимі не більше ніж на 2° для труб діаметром до 400 мм і не більш ніж на 1° для труб діаметром більше 400 мм. При цьому необхідно здійснювати контроль за тим, щоб гумове кільце (манжета) не виходило з розтруба з зовнішньої сторони повороту. Слід ущільнити ґрунт між стінкою траншеї і трубами з зовнішнього боку кривої до щільності з коефіцієнтом $K > 0,95$.

У місцях зміни напрямку осі трубопроводу в горизонтальній або вертикальній площині необхідно влаштовувати упори і на поворотах в вертикальній площині закріплювати анкерами фасонні частини.

Центрування труб проводиться за допомогою підвісу, підвішеного до натягнутої по осі трубопроводу причалці і дощатого шаблона, вставленого в торець труби.

Вивірка труби проводиться за допомогою ходової візирки, встановленої на лоток укладаємої труби. Викривлення трубопроводів що виходять за межі допустимого повинні бути випрямлені шляхом піднімання або опускання труби в стикових з'єднаннях за допомогою крана або трубоукладчика.

Монтаж каналізаційних колодязів

Схема улаштування каналізаційного колодязя приведена на рис. 5.4.

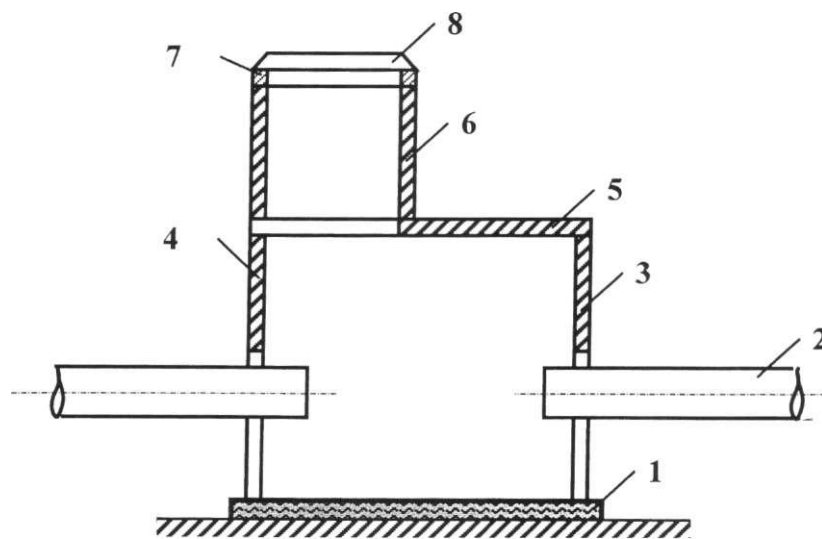


Рис. 5.4 . Схема каналізаційного колодязя

Основні елементи колодязя: 1. Плита днища; 2. Труба; 3. Стінове кільце з отворами для труб; 4. Стінове кільце; 5. Плита перекриття; 6. Стінові кільця; 7. Плита дорожня; 8. Люк.

Технологія монтажу колодязів із збірних залізобетонних елементів

Звичайно порядок улаштування колодязів із збірних залізобетонних елементів здійснюється у наступному порядку: 1. Зачистка дна котловану; 2. Влаштування основи; 3. Укладання плити днища; 4. Монтування труб, арматури і

фасонних частин; 5. Монтування стін колодязя із збірних залізобетонних кілець; 6. Ущільнення труб в стінах колодязя бетонною сумішшю з влаштуванням і розробкою опалубки; 7. Встановлення скоб ходових з їх закріпленням; 8. Уклання плити перекриття з ущільненням швів та затиранням поверхні розчином; 9. Установка та вивірка кілець діаметром 700 мм та опорного кільця; 10. Установка регулюючих каменів та люка колодязя.

Монтаж арматури та збірних елементів колодязів здійснюється тою ж технікою і обладнанням, що і монтаж труб. При цьому зачистка дна котловану проводиться вручну.

Верх люка колодязів влаштовується не вище 2 см над поверхнею мостової або вище 5 см при її відсутності в зелених зонах. Встановлення верха люка на проектну позначку досягається укладкою регулюючих каменів.

Основними елементами колодязів є збірні залізобетонні конструкції (плити днища і перекриття, стінові кільця, збірні плити лотків і т. д.).

По глибині закладення трубопроводу в місці влаштування колодязя його висота визначається за залежністю:

$$H_k = h_z + h + h_{пл},$$

де: h_z - величина зазору між нижньою поверхнею труби і плитою днища (приймається не менше ніж 350 мм); $h_{пл}$ - товщина плити днища (приймається 100 і 120 мм - при діаметрі 2000 мм); h - глибина закладання труби в місці установки колодязя (відстань від лотка до поверхні землі).

Висота робочого частини колодязя не межи 1,8 м.

Розробка схеми організації робіт по влаштуванню колодязів

Схему організації робіт по влаштуванню колодязів розробляють з урахуванням попередньої розкладки елементів колодязів па бровці траншеї або

"з коліс". При цьому відстань між краном і найближчим елементом приймається 1 м, відстань між елементами - не менше 0,5 м. Стоянку крана необхідно назначати на осі колодязя.

Визначають максимальний радіус захвата елемента R_{\max} і радіус монтажу $R_{\text{роб}}$. Розраховують монтажну масу елемента:

$$Q_m = Q_e + \sum q_{np},$$

де: Q_e - маса збірного елемента, т; $\sum q_{np}$ - сумарна маса монтажних пристроїв, що піднімаються разом з елементом, т.

Розраховуємо висоту підйому крюка:

$$H_B = H_{\text{ст}} + 0,5 + h_{\text{пр}} + h_B + h_{\text{п}}.$$

Монтажний виліт стріли крана:

$$I_c = B_k/2 + 1,2mh + B_{\text{кр}}/2.$$

Мінімальна відстань між стоянкою крана і віссю руху транспортних засобів:

$$I_{\text{мп. min.}} = D + 1,0 + B_a/a,$$

де: h_e - висота монтажного елемента; B_k - ширина котловану поверху для колодязя; D - відстань від осі повороту крана до максимального габариту.

$$H = 2,85 + 0,5 + 0,89 + 0,5 + 1,5 = 5,72 \text{ м,}$$

$$I_c = 2/2 + 1,2 * 1 + 4/2 = 4,16 \text{ м.}$$

Підібраний раніше кран КС 3573 А задовольняє даним умовам, тому монтаж трубопроводу та колодязів робимо одним краном.

Гідравлічні випробування трубопроводів

За встановленими нормами і правилами безнапірні трубопроводи і колодязі, які застосовуються при монтажі зовнішніх каналізаційних мереж, підлягають гідравлічним випробуванням. Звичайно гідравлічні випробування

каналізаційних мереж здійснюють за два етапи. Випробування попередні і остаточні.

Попереднє випробування звичайно проводиться до засипки трубопроводу ґрунтом і остаточне – після засипки труби. Причому остаточне випробування, в залежності від характеру ґрунтів, в яких прокладаються труби, може здійснюватись одним із двох способів.

Перший спосіб полягає у визначенні об'єму води, яку при випробуваннях додають у трубопровід, прокладений в сухих і мокрих ґрунтах. Причому при випробуванні в мокрих ґрунтах, коли рівень ґрунтових вод у верхнього колодязя знаходиться нижче поверхні землі більш як на половину глибини закладання труб.

Другий спосіб також полягає у визначенні об'єму води, яка надходить при випробуваннях у трубопровід, при його прокладанні в мокрих ґрунтах.

Випробуванню безнапірних каналізаційних трубопроводів на герметичність необхідно піддавати ділянками, які розташовані між суміжними колодязями.

Гідростатичний тиск при випробуванні безнапірного трубопроводу повинен дорівнювати 0,04 МПа.

Гідравлічні випробування каналізаційних колодязів

Методика випробувань колодязів безнапірних каналізаційних колодязів залежить від того, з якої сторони була нанесена гідроізоляція на їх бічні стінки. При гідравлічних випробуваннях колодязів, у яких гідроізоляція нанесена з внутрішньої сторони стінок, визначають об'єм води, який добавляється в колодязь. При гідравлічних випробуваннях у яких гідроізоляція нанесена із зовнішньої сторони – вимірюється об'єм води, який проникає всередину колодязя ззовні. Для колодязів, які не мають гідроізоляції гідравлічні випробування не проводяться.

Безнапірний трубопровід і колодязь вважаються такими, що витримали попередню перевірку, тобто пройшли випробування, якщо при їх огляді не буде виявлено наочних протікань води. Звичайно остаточне випробування безнапірних каналізаційних трубопроводів і колодязів на герметичність, як правило розпочинають після витримки в заповненому водою стані трубопроводу і колодязя на протязі 24 годин такими двома способами:

Перший – полягає у вимірюванні у верхньому колодязі об'єму додаваної в колодязь води протягом 30 хв. При цьому зниження рівня води в стояку, який встановлений в колодязі допускається не більше ніж на 20 см.

Другий – полягає у вимірюванні в нижньому колодязі об'єму ґрунтової води, яка надійшла на вимірюваній ділянці трубопроводу через щілини або нещільності, що мають місце в конструкціях стиків.

Трубопровід або колодязь вважаються такими, що витримали випробування на герметичність, якщо встановлений при випробуванні об'єм додаваної або надійшовшої води не буде більшим за допустимий, що встановлений відповідними нормативними документами. У випадку, коли в результаті випробувань об'єм води, що витік із споруди, більше ніж допустимий – необхідно провести додаткові заходи по герметизації стиків і повторити випробування.

РОЗДІЛ 6.
АВТОМАТИЗАЦІЯ

Консультант

/ _____ /

АВТОМАТИЗАЦІЯ РОБОТИ КАНАЛІЗАЦІЙНОЇ НАСОСНОЇ СТАНЦІЇ

Насосні станції систем каналізації застосовуються для перекачування зібраних з населеного пункту забруднених вод на міські каналізаційні очисні споруди. В населеному пункті стічні води переміщуються в трубопроводах за рахунок сил гравітації самоплином. Так вони доходять до каналізаційної насосної станції. Звідки насосами по напірних трубопроводах подаються на каналізаційні очисні споруди. Кількість КНС через яких повинна проходити стічна вода в населеному пункті залежить від відстані до очисних споруд або перепаду висот на місцевості, через яку вона протікає. Але головна каналізаційна насосна станція в населеному пункті практично завжди одна.

Для надійної і ритмічної роботи каналізаційної насосної станції необхідно одночасне виконання декількох основних вимог. До них в першу чергу можна віднести наступні: ритмічне і відносно рівномірне надходження стічних вод на станцію; стабільне енергопостачання каналізаційної насосної станції; безперебійна і автоматизована робота насосних агрегатів і їх достатня кількість.

Приклад схеми автоматизованої каналізаційної насосної станції (насоси в сухому машинному залі) наведена на рис. 6.1.

Основні функції станції управління:

Не допустити переповнювання приймального резервуару вище заданого рівня (підтримка заданого значення рівня стоків в приймальному колодязі).

Іншими функціями станції управління є:

- контроль над роботою насосів і перемикання на резервний насос при аварії робочого;
- підключення додаткових насосів;
- контроль над рівнем води в дренажному приямку;
- контроль над роботою дренажних насосів;

- контроль над роботою перетворювача частоти (ПЧ).

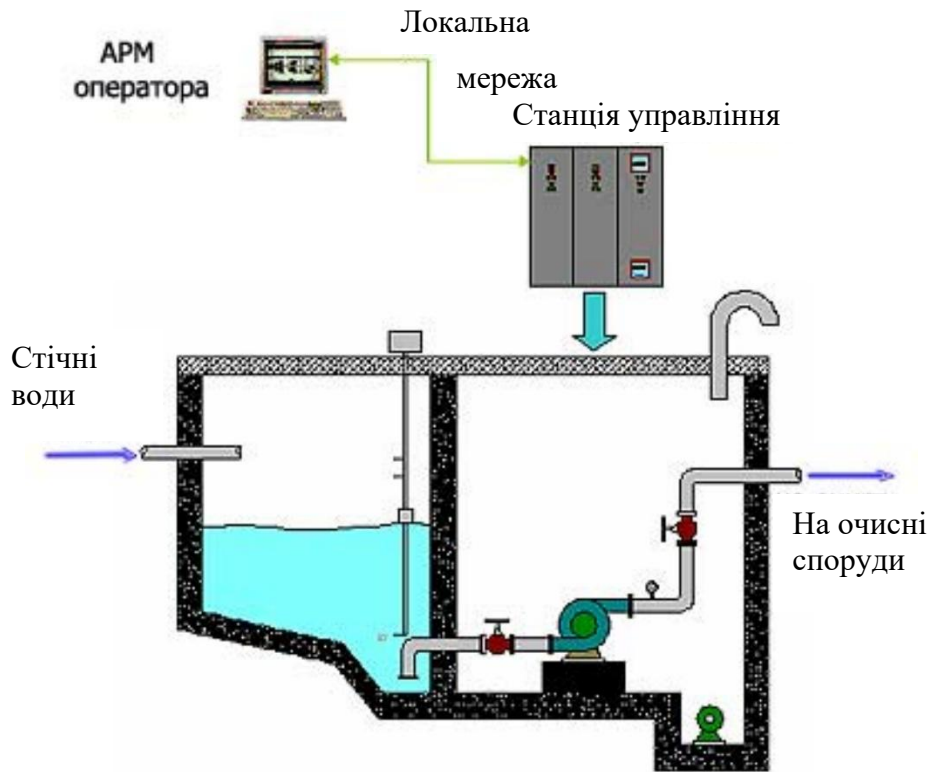


Рис.6.1. Насосна станція водовідведення

Економічний ефект від впровадження станцій управління, оснащених перетворювачами частоти, пристроями плавного пуску, а також об'єднання станцій управління в єдину систему АСУТП заснований на наступних чинниках:

1. Пряма економія від зниження споживання електроенергії при регулюванні продуктивності насосних агрегатів (для різних об'єктів від 25 до 50%).
2. Пряма економія за рахунок зниження непродуктивних витоків води при оптимізації тиску в напірному трубопроводі (не менше 25 - 30 % від загального об'єму витоків).
3. Економія фонду заробітної плати скорочуваного чергового персоналу.
4. Різкого зниження аварійності на мережах (не менше чим в 5 - 10 разів).

5. Збільшення не менше ніж в 3 рази ресурсу і міжремонтних термінів насосів, електродвигунів, комутаційного устаткування.

6. Різкого збільшення надійності системи в цілому, за рахунок усунення "людського чинника" і автоматичної діагностики системою всіх її елементів і своєчасного усунення можливих аварійних ситуацій.

Насосна станція надає можливості:

- автоматичного чергування насосів, що працюють від ПЧ, через задані інтервали часу для забезпечення рівномірного завантаження насосів;
- дистанційного контролю і управління станцією з АРМ оператора ;
- запуску і зупинки кожного насоса кнопками в ручному режимі з панелі управління прямим пуском;
- занесення в журнал подій всіх технологічних параметрів і аварійних ситуації з подальшою видачею звіту за поточний період; а також можливість занесення в журнал подій всіх дій оператора.

Однією з основних умов надійної роботи каналізаційної станції є постійне забезпечення на протязі роботи насосів заданого рівня стічної рідини в приймальному резервуарі станції. У випадку недостатнього надходження стічних вод до насосної станції їх рівень у приймальному резервуарі значно знижується і стає недостатнім для забезпечення нормальної роботи насосів. У випадку ж надмірно інтенсивного надходження стічних вод до насосної станції

вони переповнюють приймальний резервуар і можуть затопити машинний за насосної станції, що очевидно також викликає зупинку каналізаційних насосів.

Таким чином можна аргументовано стверджувати, що забезпечення стабільного проектного рівня стічних вод в приймальному резервуарі насосної станції є однією з основних вимог для забезпечення надійної роботи всієї каналізаційної насосної станції. Забезпечення цієї умови на практиці на практиці звичайно досягається або збільшенням об'єму приймального резервуару або застосуванням автоматичного управління роботою насосів. Очевидно, що

застосування систем автоматики управління (вмикання і вимикання) роботою каналізаційних насосів в залежності від рівня стічних вод у приймальному резервуарі є найкращою умовою забезпечення безперебійної роботи насосної станції. Окрім цього це дає можливість суттєво зменшити об'єм приймального резервуару і здешевити вартість будівництва всієї каналізаційної станції без погіршення умов її експлуатації.

У відповідності до діючих ДБН на практиці об'єм приймального резервуару каналізаційної насосної станції приймається рівним не менше п'ятихвилинного об'єму стічних вод, що надходять до самої насосної станції. Звичайно на діючих каналізаційних станціях об'єм стічних вод у приймальному резервуарі контролюється по його рівню в самому резервуарі. А сам рівень контролюється спеціальними поплавковими або електродними датчиками рівня. В той же час робота самих насосів (їх періодичне вмикання і вимикання) контролюється і залежить від рівня води в резервуарі, тобто залежить від показників самих датчиків.

У відповідності до сучасних вимог до експлуатації каналізаційних насосних станцій перевага у вимірі рівня стічних вод надається електродним датчикам у порівнянні з поплавковими. Електродні датчики рівня мають суттєві переваги у порівнянні з поплавковими. Найбільш застосовуваними в даний час вважаються датчики (сигналізатори) рівня ЕРСУ-2.

Застосовувані в останній час на практиці конструкції таких датчиків можуть бути досить специфічними і мати свої особливості і переваги. Нижче приведений опис деяких найбільш часто використовуваних конструкцій датчиків, які широко застосовуються при автоматизації насосних станцій.

Спочатку треба розглянути датчик із стрижньовими електродами (рис. 6.2). Він представляє собою сталеву зовнішню захисну трубу (1) діаметром 80 мм з розташованими усередині неї чотирма електродами (2) діаметром 6 мм, виготовленими з неіржавіючої сталі, міді і латуні. Електроди з одного боку

укріплені на ізоляторах (4), які встановлені на зовнішній шайбі (6) з органічного скла. Для утримання електродів змонтовані дві внутрішні ізоляційні шайби (9) з органічного скла. Внутрішні шайби розташовані у верхній і нижній частинах електродів і закріплюються гвинтами (10). Шайби (9) мають додаткові отвори, які забезпечують швидке витікання води з внутрішнього простору труби датчика при опусканні рівня рідини.

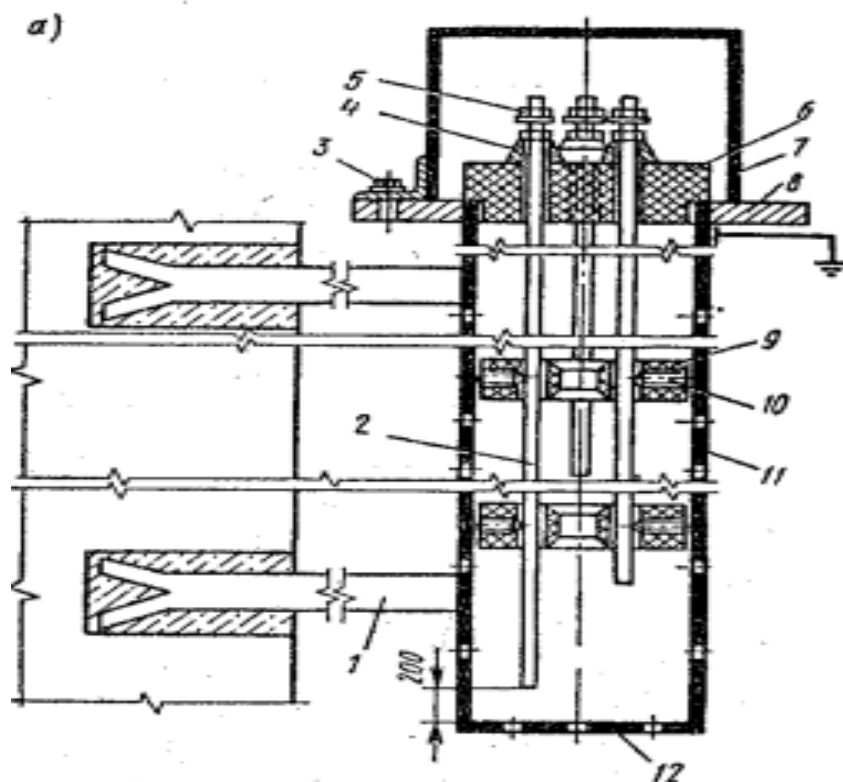


Рис.6.2.

Труба повинна захищати і оберігати електроди від механічних пошкоджень і випадкового дотику персоналу. Вона виконує роль нульового електроду, тому надійно заземляється; труба з нижнього торця закривається днищем (1) 2 з отворами для проходу води.

При використанні датчика для визначення рівня забруднених стічних вод цю захисну трубу прина надягають запобіжну металеву сітку. Описаний датчик

дозволяє контролювати до чотирьох рівнів рідини, відповідно кількості наявних електродів.

В більшості випадків в приладах автоматичного вимірювання і контролю рівня стічної води датчики безпосередньо підключаються до релейних блоків. Стійка і безпечна робота електродних сигналізаторів рівня рідин з різними значеннями електропровідності досягається за допомогою підсилювальних пристроїв.

Необхідно відзначити, що на багатьох каналізаційних насосних станціях насоси працюють з попереднім zalивом. При цьому надійність дії автоматичного устаткування для zalивки насоса, має істотне значення правильний вибір датчика, контролюючого zalив. Для цього випадку упроваджені і успішно працюють електродні сигналізатори контролю zalиву.

Електродні датчики, використовувані для контролю zalиву основних насосних агрегатів, широко застосовуються і для контролю наявності води в трубопроводах, що часто потрібний в практиці експлуатації автоматизованих насосних станцій.

Загальна схема автоматичного управління каналізаційною насосною станцією з двома агрегатами приведена на рис. 6.3. Пуск першого насоса відбувається при підйомі рівня рідини в приймальному резервуарі станції до положення, відповідного наповненню колектора, що підводить, на 80%. При подальшому підвищенні рівня рідини послідовно включаються другий насос. Відключення насосів відбувається в зворотному порядку. Автоматизація пуску і відключення насосних агрегатів здійснюється за допомогою реле рівня і реле часу. У разі виходу з ладу основного устаткування (положення аварії) проходить автоматичне перемикання колектора, що підводить, на обвідній, для чого в схему автоматики включені засувки і шиберы.

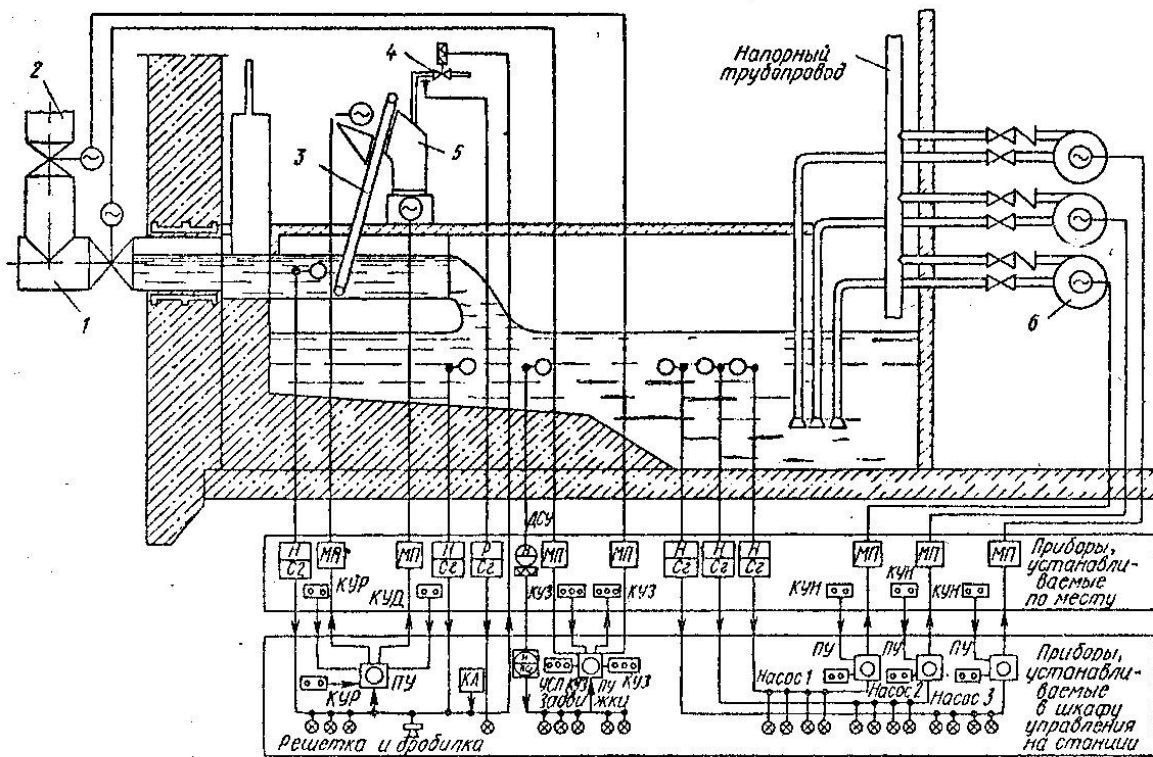


Рис. 6.3. Схема автоматики КНС:

1 – підвідний трубопровід; 2 – обвідний аварійний трубопровід; 3 – механізована решітка; 4 – соленоїдний вентиль; 5 – молоткова дробилка; 6 – насоси; КУР – кнопки управління решіткою; КУД – кнопки управління дробилкою; КУЗ – кнопки управління засувкою; КУН – кнопки управління насосами; ПУ – перемикач управління; ДСУ – датчик сильсильного пристрою; УСП – універсальний лельсильний приймач; КА – кнопка аварійна; МП – магнітний пускач.

При цьому сортування відходів на станції не проводиться, пуск і відключення грабельного апарату здійснюються синхронно з дробаркою залежно від ступеня засмічення ґрат.

Опис роботи функціональної схеми автоматизації КНС.

Рівень рідини контролюється електродним датчиком який встановлено на спеціальній металевій конструкції в приймальному резервуарі, а сигнальні блоки — на стіні приміщення.

Пуск насосів проводиться при відкритій засувці. Досягши рівня стічної рідини електрод включення через проміжне реле і магнітний пускач включить в роботу перший робочий насос. Крім того, проміжне реле через магнітний пускач включить в роботу механізовані граблі. Якщо рівень рідини продовжує підвищуватися, то при рівні 2 електрод включення (2) через реле і магнітний пускач включить в роботу другий робочий насос. Якщо другий насос не спрацює, то при подальшому підвищенні рівня рідини в приймальному резервуарі до (3) електроду включення включить в роботу резервний насосний агрегат. Електрод (4) сигналізує про досягнення аварійного рівня рідини в резервуарі і через реле (4) подає імпульс на закривання засувки в приймально-аварійній камері.

При зменшенні рівня стічної рідини в резервуарі і виході з рідини електроду через задану витримку часу реле, вимикається з роботи резервний насосний агрегат. При пониженні рівня до 2 вимикається з роботи другий насос. При пониженні рівня до 1 з рідини виходить електрод (1) і вимикає з роботи перший робочий насос. Одночасно знеструмлюється реле, яке через свої контакти включало механізовані граблі.

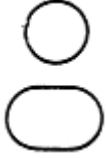
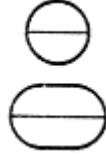


Для механізованих грабелів грати передбачено місцеве і автоматизоване управління за програмою часу, за допомогою реле часу. Час роботи і пауз механізованих грабелів встановлюють по досвіду експлуатації каналізаційної насосної станції.

При затисканні грабелів в прозорі грати спрацьовує муфта граничного моменту, електродвигун відключається і включається звуковий сигнал; одночасно лампочка сигналізації подає сигнал на пульт диспетчерського управління. За наявності протікань або при попаданні рідини в машинний зал спрацьовують дренажні насоси встановлені в приямках. При цьому на щиті оператора спрацьовує сигнальні лампи аварійної ситуації.

Умовні позначення до основної схеми автоматизації каналізаційної насосної станції приведені в таблиці 6.1.

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

Таблиця 6.1

Найменування	Позначення
<p>1. Прилад, що встановлюється поза щитом (по місцю):</p> <p style="padding-left: 40px;">а) основне позначення</p> <p style="padding-left: 40px;">б) позначення, що допускається</p>	
<p>2. Прилад, що встановлюється на щиті, пульті:</p> <p style="padding-left: 40px;">а) основне позначення</p> <p style="padding-left: 40px;">б) позначення, що допускається</p>	
<p>3. Виконавчий механізм. Загальне позначення</p>	
<p>4. Виконавчий механізм, який при припиненні подачі енергії або сигналу, що управляє:</p> <p style="padding-left: 40px;">а) відкриває регулюючий орган</p> <p style="padding-left: 40px;">б) закриває регулюючий орган</p> <p style="padding-left: 40px;">в) залишає регулюючий орган в незмінному положенні</p>	

РОЗДІЛ 7.
РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ І
ОХОРОНА ВОДНИХ РЕСУРСІВ

Консультант / _____ /

7.1. Загальні положення

В останні десятиліття питання раціонального використання і охорони водних ресурсів набули дуже важливого значення. Вони є одними з головних питань, які виникають перед населенням всіх без винятку країн, оскільки носять не місцевий а загальний характер. Україна не є виключенням в цьому питанні. Важливість і складність його позитивного вирішення для України полягає ще і в тому, що вона на своїй території має досить обмежені водні ресурси. Так, за запасами води на одного жителя країни Україна займає передостаннє місце в Європі. До того ж питання ускладнюється тим, що на території України розподіл водних ресурсів відбувається дуже нерівномірно. Більш менш задовільно забезпеченими водою вважаються північні і західні області. Посередньо забезпеченими – центральні райони. І дуже незадовільно забезпеченими – східні і південні райони країни.

Дана проблема ускладнюється тою обставиною, що в останні роки суттєво погіршується загальна екологічна ситуація в районах великого скупчення населення, промисловості і сільськогосподарського виробництва. Це в першу чергу відноситься до наявних водних ресурсів, оскільки попит на них постійно зростає, а це призводить до їх визначення, деградації і забруднення. Дана обставина суттєво впливає на навколишнє середовище і на здоров'я населення.

7.2. Загальний стан з водозабезпеченням в Україні

Як відомо, водні ресурси України оцінюються приблизно в 600 – 1000 м³/рік на одного жителя. При тому, що згідно даним ЮНЕСКО водозабезпеченими вважаються країни у яких припадає не менше 15000 м³ на рік на одного жителя. В останні роки, у зв'язку з негативними змінами в структурі сільського господарства і промисловості країни, тобто зі скороченням

виробництва, відбулось істотне скорочення об'ємів водопостачання і водовідведення. В той же час це призвело до значного збільшення концентрації забруднень в стічних водах. Оскільки діючі очисні споруди при їх проектуванні не були розраховані на такі концентрації забруднень, то якість очистки суттєво знизилась в порівнянні з розрахунковою. Відповідно і погіршився вплив стічних вод на навколишнє природне середовище, зокрема на ситуацію з якістю вод у природних водоймах. Особливо це відзначилось на якості вод невеликих і малих річок та водних об'єктів.

Аналіз водної ситуації в Україні показує, що річка Дніпро забезпечує до 80% водних ресурсів країни і потреби близько трьох чвертей населення. І якість води в цій річці також суттєво погіршується з року в рік. При цьому програма оздоровлення цієї ріки, у зв'язку з різними обставинами, виконується недостатньому обсязі, а в останні роки, у зв'язку з відомими подіями, зовсім зупинилася.

Сказане в повній мірі відноситься і до підземних води на території нашої країни, якість їх також постійно погіршуються. У великій степені це викликано значною мінералізацією та зростанням вмісту важких металів в цих водах.

Системний аналіз сучасного екологічного стану басейнів річок України та організації управління охороною і використанням водних ресурсів дав змогу визначити найбільш актуальні проблеми, які потребують розв'язання, а саме: надмірне антропогенне навантаження на водні об'єкти внаслідок екстенсивного способу ведення водного господарства призвело до кризового зменшення самовідтворюючих можливостей річок та виснаження водноресурсного потенціалу; стала тенденція до значного забруднення водних об'єктів внаслідок неупорядкованого відведення стічних вод від населених пунктів, господарських об'єктів і сільськогосподарських угідь; широкомасштабне радіаційне забруднення басейнів багатьох річок внаслідок катастрофи на Чорнобильській АЕС; порушення роботи реальних водогосподарських об'єктів і їх ліквідація;

погіршення якості питної води внаслідок незадовільного екологічного стану джерел питного водопостачання; відсутність автоматизованої постійно діючої системи моніторингу екологічного стану водних басейнів акваторії Чорного та Азовського морів; якості питної води і стічних вод у системах водопостачання і водовідведення населених пунктів і господарських об'єктів.

7.3. Аналіз якості питної води в різних районах України

В останній час у ряді областей України відмічається погіршення якості питної води по бактеріальних і санітарно-хімічних показниках та невідповідність державному стандарту “Вода питна”. Останнє пов’язано з погіршенням стану джерел водопостачання, незадовільним санітарно-технічним станом водопровідно-каналізаційних мереж, частими аваріями на них, порушеннями режиму експлуатації, невиконанням заходів щодо дезинфекції мереж питної води.

Здійснений аналіз роботи ряду водопроводів показав, що якість води в них не відповідало гігієнічним нормам і правилам 5,9% водопроводів централізованого водопостачання, що на 2 % більше ніж у 2000 році; 10,3% комунальних водопроводів (з них 54,7% через відсутність зон санітарної охорони), що на 1,8% більше ніж у 2000 році; 6,4 % відомчих водопроводів (в т.ч. 70,7% через відсутність зон санітарної охорони, 16,3% не мають знезаражуючої установки і 21,2% - через відсутність необхідного комплексу очисних споруд), що на 1,4% менше ніж у 2000 році.

Нормам державного стандарту “Вода питна” не відповідало по санітарно-хімічних показниках в системах централізованого водопостачання 13,9% досліджуваних проб води, по бактеріологічних показниках - 9,2%, на комунальних водопроводах відповідно 11,6 та 7,3%, відомчих - 13,8 та 9,0%, сільських водопроводах - 18,2 та 13,8%.

Особливо незадовільний стан водопостачання має місце у сільського населення у зв'язку з розповсюдженим хімічним та бактеріальним забрудненням місцевих джерел. Зараз в Україні тільки 3,7 млн.чоловік (або 24%) з 15,7 млн. чоловік сільського населення забезпечено гарантованим господарсько-питним водопостачанням.

Спостереження за станом якості води поверхневих водойм України свідчать про забруднення їх неочищеними чи недоочищеними стічними водами. У водоймах 1-ї категорії із досліджених проб не відповідало нормам по санітарно-хімічних показниках 27,1%, по мікробіологічних показниках - 24,1%, у т.ч. у 4,2% з них було виявлено збудники інфекційних захворювань. По водоймах 2-ї категорії ці показники становили відповідно - 23,4 та 1,8%.

Відмічається зараженість поверхневих водойм України збудниками паразитарних захворювань: 2,9% проб з водоймищ 1 категорії та 3,6% проб з водоймищ 2 категорії містили гельмінти, небезпечні для людей.

Ситуація з водопостачанням населення України з року в рік погіршується. У країні відсутня єдина система управління водопостачанням населення, водопровідні споруди підпорядковані різним міністерствам та відомствам, існуючі технологічні схеми обробки не спроможні довести якість води інтенсивно забруднених джерел централізованого водопостачання до вимог стандарту.

7.4. Загальна характеристика потужності очисних об'єктів в Україні

Загальна проектна потужність очисних споруд в Україні від промислових підприємств і населення складає 8775 млн. м³, в т.ч. потужність очисних споруд, після яких стічні води скидаються у поверхневі водні об'єкти - 8289 млн. м³.

Реально на очисні споруди подається 5895 млн. куб. м стічних вод, з яких 1053 млн. м³ очищається недостатньо. Біологічну очистку проходить 1782 млн. м³ стічних вод, фізико-хімічну — 23 млн. м³, механічну — 207 млн. м³.

Промисловими підприємствами скинуто 1393 млн. м³ (80%). Найбільше стічних вод у поверхневі водні об'єкти скинули підприємства міст Маріуполь - 880 млн. м³ (50%) (з урахуванням морської води), Донецьк - 174 млн. м³ (10%), та Макіївка - 105 млн. м³ (6%).

7.5. Основні напрямки забезпечення раціонального водокористування і охорони водних ресурсів

Аналіз ситуації, яка склалася з водопостачанням і водовідведенням, дозволив зробити такі основні висновки, що для задовільної ситуації з раціональним використанням і охороною водних ресурсів необхідно виконання наступних вимог:

- Здійснити оптимальний розподіл водних ресурсів як по території, так і між галузями народного господарства та забезпечити максимальне кожної з них водою;

- Розробити та впровадити науково обґрунтовану систему управління водними ресурсами та водогосподарськими комплексами в басейнах великих і середніх рік;

- Розробити і впровадити методи регулювання стоку з поверхні водозабірних басейнів, штучного поповнення підземних вод і водного режиму ґрунтів;

- Створити водоохоронні комплекси у місцях надмірної концентрації забруднювачів водних об'єктів і впровадити автоматизовані системи управління водоохоронними комплексами;

- Розробити і впровадити безвідходні та безводні технології, переведення промислових підприємств на оборотне водоспоживання;

- Розробити і впровадити технічно досконалі меліоративні системи з високим коефіцієнтом корисної дії, а також зрошувальних і поливних норм;
- Раціонально розмістити продуктивні сили з урахуванням водного фактора, науково обґрунтувати розміщення промислових підприємств, що споживають велику кількість води.

РОЗДІЛ 8.
ОХОРОНА ПРАЦІ І ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ

Консультант / _____ /

Аналіз потенціально небезпечних та шкідливих виробничих факторів

На станції очищення стічних вод є шкідливі та небезпечні фактори, аналіз яких проводимо у таблицях 8.1, 8.2.

Таблиця 8.1

п/п	Назва шкідливого фактору	Чим викликаний шкідливий фактор	До якого захворювання приводить шкідливий фактор	Норми	Заходи по усуненню шкідливого фактору передбачені проектом
1.	2.	3.	4.	5.	6.
1.	Зниження температури повітря у виробничих приміщеннях і спорудах	Низькою температурою оточуючого середовища	До простудних захворювань обслуговуючого персоналу	18-20 С°	Улаштування опалення в будівлях, теплоізоляції.
2.	Підвищений рівень шуму і вібрації у машинному залі насосної станції в приміщеннях де влаштоване технологічне обладнання	Роботою насосів з двигунами і технологічним обладнанням	До постійного і тимчасового підвищення кров'яного тиску; роздратованості і депресії	95дБ	Улаштування допоміжних віброгасителів, застосування звукопоглинальних матеріалів, використання навушників.
3.	Недостатнє освітлення робочої зони насосної	Конструкція колодязів і деяких приміщень	До послаблення зору і травматизму обслуговуючого персоналу	85лк	При роботах в колодязях користуватись переносними освітлювальними приладами
4.	Наявність мікроорганізмів в природних і стічних водах	Наявність у воді бактерій і вірусів	До інфекційних захворювань	100 мл/л	Особиста гігієна робочих, знезараження води
5.	Гази що можуть виділятися з балонів хлору	Аваріями і необережності обслуговуючого персоналу	До отруєння обслуговуючого персоналу можливість смертельних випадків	1 мг/м ³	Застосування справних інструментів і обладнання приміщень витяжкою

					вентиляцією
6.	Підвищена забрудненість повітря в робочій зоні	Вантажопідйомні і вантажно-розвантажувальні роботи	Отруєння обслуговуючого персоналу, слизової оболонки	0.1-10.0 мг/м ³	Застосування респираторів типу Ф-62 і У-2К
7.	Газоудушлєві речовини загально токсичної дії і другі гази які збираються у колодязі	Накопичення газу в закритому об'ємі	До отруєння: втрати свідомості і удушення обслуговуючого персоналу	1 мг/м ³	Дотримання правил безпеки використання газокаталізаторів
8.	Підвищення вологості повітря (в приміщенні фільтрів)	Випаровування води з відкритого дзеркала	Дискомфортні умови, погіршення самопочуття, сонливість	60% в холодний час року 75% в теплий	Обладнання місцевих відсіків

Аналіз небезпечних виробничих факторів

Таблиця 8.2

п/п	Назва шкідливого фактору	Чим викликаний шкідливий фактор	До якого захворювання приводить шкідливий фактор	Заходи по усуненню шкідливого фактору передбачені проектом
1.	2.	3.	4.	5.
1.	Рухаючі елементи та обладнання (лебідки, мішалки, насоси)	Обертаючий і поступальний рух обладнання і пристроїв	До травматизму і втрати працездатності	Обмеження рухаючих елементів і пристроїв вивіска попереджувальних знаків по техніці безпеки
2.	Відлітаючі предмети (при вібрації заглушок і випробуваннях трубопроводів при обробці труб)	Відлітаючі предмети при випробуванні З/Б труб їх елементів	До травматизму і втрати працездатності	Дотримання правил по техніці безпеки, використання справних механізмів і приладів
3.	Утворення вибухонебезпечних сумішей в замкненому просторі, колодязях камерах	Накопичення газів в замкненому просторі до небезпечних концентрацій	До сильних отруєнь і втрати працездатності	Влаштування вентиляції, провітрювати колодязі камери, використовувати газоаналізатори або лампи ЛБВК

4.	Небезпечний рівень напруги в електричній цепі; розрив електричних ланцюгів	Порушення правил улаштування електричних установок, неправильна організація праці	Ураження робочих електричним струмом	Улаштування заземлення дотримання правил техніки безпеки
5.	Пожежа	Порушення правил експлуатації електричного обладнання	Одержання опіків, та смертельних випадків	Додержання правил експлуатації обладнання, дотримуватися техніки безпеки при роботі

Безпека праці при земляних роботах і укладці трубопроводів

При виконанні земляних робіт звичайно передбачаються наступні основні вимоги по охороні праці і техніці безпеки:

- безпосередньо перед початком земляних робіт узгоджують і уточнюють з відповідними організаціями місця перетину пректуємих мереж з існуючими;
- позначають точки перетину необхідними табличками;
- при перетині з діючими мережами газопроводу і електрокабелями роботи необхідно проводити в присутності прораба (інженера) і представників відповідних служб;
- при перетині з іншими мережами ґрунт в місцях перетину слід розробляти вручну (2 м по горизонталі, 1 м над комунікаціями);
- при виявленні в землі вибухонебезпечних матеріалів, роботи необхідно припинити, вивести всіх людей із вибухонебезпечної зони і організувати її охорону. І повідомляється органам місцевої влади.
- місця улаштування траншей і котлованів в населеному пункті обов'язково огороджуються, а в нічний час огороження освітлюються;
- перед початком монтажу трубопроводів і іншого обладнання в траншеї і котловани обов'язково перевіряється укосів і і міцність кріплення;

- місця проведення електрозварювальних робіт повинні бути захищені тимчасовими навісами від сонячних променів, дощу і снігу;
- під час роботи робітників у траншеях і котлованах необхідно постійно здійснювати контроль за станом укосів і станом ґрунту.

Безпека і охорона праці при експлуатації мереж водовідведення

При експлуатації мереж водовідведення працівники повинні дотримуватися встановлених вимог техніки безпеки:

- робоча висота оглядового колодязя повинна бути не менше 1,8 м;
- каналізаційні і водопровідні колодязі повинні бути накриті люками;
- зовнішній огляд колодязів необхідно проводити 1 раз у місяць, а внутрішній – 1 раз на рік;
- всі співробітники повинні бути забезпечені спеціальними приладами (каска, протигази, дві лампи ЛБВК, огорожуючі пристрої, знаки, страхувальні мотузки та ін.);
- перед спуском в колодязі необхідно перевірити наявність отруйних газів;
- забезпечити необхідні вимоги техніки безпеки для обслуговуючого персоналу;
- при технічному огляді мережі, попередньо необхідно відкрити кришки оглядових колодязів для провітрювання і огорожі для усунення падіння у відкриті люки, при роботі застосовувати шахтарські лампи.

Безпека праці при експлуатації насосної станції водовідведення

Для безпечної експлуатації НС необхідно забезпечити:

- ширина проходів між насосними агрегатами 1 м;

- навколо решіток, що обладнані граблями 1.2 м, перед дробаркою до 1.5м;
- при розташуванні обладнання на висоті передбачають робочі площадки з огороженням;
- все електрообладнання повинно мати заземлення;
- у приміщенні приймального резервуару забезпечити 5-ти кратну вентиляцію.

Безпека праці при влаштуванні та експлуатації водовідних очисних споруд

Решітки-дробарки

- в приміщенні решіток та дробарок повинно бути передбачено резервне освітлення і п'ятикратний обмін повітря;
- ширина проходів біля решіток з механічною очисткою повинна бути не менше 0.7м, а перед фронтом решіток - 1.5 м;
- вмикати та вимикати електродвигуни потрібно у діелектричних рукавицях, стоячи на дерев'яних решітках, встановлених на ізоляторах, використовувати гумові килими не дозволяється.

Пісколовки та первинні відстійники

- висоту загороджень у споруд приймати не менше 1 м;
- для всіх електроустановок треба забезпечувати заземлення;
- для всіх приладів треба забезпечити підхід шириною не менше 0,7 м.

Споруди біологічної очистки

- приміщення біофільтрів необхідно обладнувати штучною вентиляцією з п'ятикратним обміном повітря;
- канали шириною до 0.8м повинні бути перекриті зйомники щитами, при ширині каналів більше, ніж 0.8 м, замість щитів можна використовувати загородження висотою до 1м.

Метантенки

- незалежно від загального огороження території очисних споруд площадка метантенків повинна бути обнесена огороженням на відстані 10м від стін метантенків;
- трубопроводи на метантенках, в залежності від їх призначення повинні бути пофарбовані у різні кольори;
- для перевірки присутності небезпечних газів в приміщенні метантенків застосовують вибухонебезпечну лампу;
- спускатися в метантенк дозволено тільки в ізолюючому шланговому протигазі, з рятувальним паском з мотузкою;
- тривалість роботи в під купольному просторі метантенка на основі існуючих правил повинна бути не більше 10 хв. з послідовними перервами не менше 30 хв.

Поля зрошення та полях фільтрації

- ширина валиків, що огорожують ділянки полів, повинна бути не менше 0.6 м;
- в місцях переходів необхідно влаштовувати містки з огороженням, до всіх цих споруд повинні бути влаштовані необхідні підходи.

Хлораторні

- при роботі в хлораторній всі працівники повинні мати індивідуальні засоби захисту і пристрої для визначення концентрації хлору;
- приміщення хлораторної повинно бути розташовано на першому поверху або примикати до будівлі фільтрувальної або насосної станції, чи знаходитися в окремому будинку.
- в приміщенні хлораторної, яке примикає до будівлі станції, повинно бути дві двері: одна - ведуча в приміщення станції, друга – яка веде назовні і хоча б одне вікно;
- повинен бути забезпечений 12 кратний обмін повітря;
- повинні бути присутні індивідуальні заходи захисту;
- включення виключення світла повинно забезпечуватися зовні приміщення.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

Список використаної літератури

1. ДБН В.2.5-74:2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди / Український державний науково-дослідний і проектно-вишукувальний інститут “УкрНДІводоканалпроект” – Офіц. вид. – Київ: Мінрегіон України, 2013. – 115 с.
2. ДБН В.2.5-64:2012. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина 1. Проектування. – Київ: Мінрегіон України, 2013. – 113 с.
3. ДБН В.2.5-75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди / Український державний науково-дослідний і проектно-вишукувальний інститут “УкрНДІводоканалпроект” – Офіц. вид. – Київ: Мінрегіон України, 2013. – 96 с.
4. Тугай А.М., Орлов В.О. «Водопостачання», - К.: КНУБА, 2001р. – 256с.
5. Шевченко Т.О. Насосні та повітродувні станції: навчальний посібник / Т.О. Шевченко, Ю.В. Ярошенко, М.М. Яковенко, В.М. Беляєва. – Харків: ХНУМГ, 2014. - 191 с.
6. Кравчук А.М., Кравчук О.Я. Водопостачання і водовідведення: навчальний посібник. К.: КНУБА, 2012. – 180 с.
7. Петренко О.С. Охорона водних ресурсів. Умови скиду стічних вол в поверхневі водні об’єкти: Навч. Посібник. – К.: КНУБА, 2005. – 144 с.
8. Епоян С.М., Пашкова С.П., Айрапетян Т.С., Волков В.М. Рациональное використання водних ресурсів: Навч. посібник. – Харків: ХНУБА, ТОВ “ТО Ексклюзив”, 2016. – 176 с.
9. Шевелев Ф.А. Ф.А. Шевелев, А.Ф. Шевелев. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб – М. Стройиздзт, 1984. – 114 с.
10. Шадура В.О., Кравченко Н.В. Водопостачання і водовідведення: Навч. посібник. Рівне: НУВГП, 2018. – 343 с.
11. Мацієвська О.О. Водопостачання і водовідведення: Навч. посібник. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2015. – 144 с.

12. Система проектної документації для будівництва. Умовні графічні зображення і позначення елементів санітарно-технічних систем. ДСТУ Б А.2.4-8:2009. Чинний від 01.01.2010. / В. Єременко, Ю. Чмельов. – Офіц. вид. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 34 с.

13. Гидравлический расчет сетей водоотведения: Расчет. табл./ Ю. М. Константинов, А. А. Василенко. — К.: Будівельник, 1987. – 120 с.

14. Ярмоленко М.Г., Терновий В.І. Технологія будівельного виробництва. К.:Вища школа, 2005. – 340 с.