

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

**Факультет інженерних систем та екології
Кафедра водопостачання та водовідведення**

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
водопостачання та водовідведення
Віктор ХОРУЖИЙ
« ___ » _____ 2025 року

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»

**«ВОДОВІДВЕДЕННЯ МІСТА З РОЗРОБКОЮ САНІТАРНО-ТЕХНІЧНОГО
ОБЛАДНАННЯ ДВАНАДЦЯТИПОВЕРХОВОГО ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ»**

Галузь знань:

19 «Архітектура та будівництво»

Спеціальність:

192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Освітньо-професійна програма:

«Водопостачання та водовідведення»

IV курс, група ВВ-21

Здобувачка:

Курило А.А.

(прізвище та ініціали)

Керівник:

Кравчук А.М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент:

Нечипор О.М.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

(підпис)

(підпис)

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: інженерних систем та екології

Кафедра: водопостачання та водовідведення

Ступінь вищої освіти: бакалавр

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Спеціальність: 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Освітня програма: «Водопостачання та водовідведення»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Віктор ХОРУЖИЙ, д.т.н., проф.

“ _____ ” _____ 2025 року

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

Здобувач(ка)

Курило Аня Анатоліївна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи **«Водовідведення міста з розробкою санітарно-технічного обладнання дванадцятиповерхового житлового будинку»**

2. Керівник роботи **Кравчук Андрій Михайлович**, д.т.н., професор

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

затверджені наказом КНУБА №424/24/25 від “24” березня 2025 року

3. Термін подання здобувачем роботи 12.06.2025 р.

4. Вихідні данні:

Генплан міста М 1:5000. Місто складається з двох районів. В І-му районі норма водопостачання складає 250 л/доб, в ІІ-му районі - 200 л/доб. В місті розташовано 3 промислових підприємства: 1 – молокозавод, 2 – машинобудівний завод, 3 – хімічного машинобудування.

В проєкті необхідно розробити зовнішню мережу водовідведення міста. Головну каналізаційну насосну станцію. Передбачити повну біологічну очистку стічних вод від міста.

Представити проєкт санітарно-технічного обладнання 12-поверхового житлового будинку. Розробити проєкт технології і організації будівництва очисних споруд.

5. Перелік розділів основної частини кваліфікаційної роботи:

- P.1. Водовідвідна мережа населеного пункту
- P.2. Головна каналізаційна насосна станція
- P.3. Очисні споруди системи водовідведення
- P.4. Санітарно-технічне обладнання житлового будинку
- P.5. Технологія і організація будівельного виробництва

6. Графічний матеріал за розділами

- P.1. Генплан міста з мережами водовідведення
- P.2. Поздовжній профіль головного колектора
- P.3. Генеральний план каналізаційних очисних споруд
- P.4. Каналізаційна насосна станція, санітарно-технічне обладнання будинку
- P.5. Технологія і організація будівельного виробництва

7. Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1	05.04.2025
Розділ 2	20.04.2025
Розділ 3	01.05.2025
Розділ 4	20.05.2025
Розділ 5	30.05.2025
Остаточне оформлення роботи	12.06.2025
Направлення роботи для перевірки на плагіат	
Попередній захист роботи на кафедрі	
Направлення роботи на рецензування	

8. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

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

9. Дата видачі завдання 31.03.2025

Керівник

(підпис)

Андрій КРАВЧУК

(власне ім'я та прізвище)

Здобувач

(підпис)

Аня КУРИЛО

(власне ім'я та прізвище)

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

РЕЗЮМЕ (summary) до атестаційної випускної роботи студента:		<i>Курило Ганна Анатоліївна</i> <i>Kurylo Ania</i>	
Назва ЗВО	Київський національний університет будівництва і архітектури		
Тема	Водовідведення міста з розробкою санітарно-технічного обладнання дванадцятиповерхового житлового будинку Water disposal of the settlement with the development of sanitary and technical equipment of a 12-stored residential building		
Освітній ступень	Бакалавр		
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
	93	5	5
Вступ	Приведена загальна характеристика міста, для якого проектується система водовідведення.		
Розділ 1. Водовідвідна мережа населеного пункту	Здійснено розрахунок кількості жителів населеного пункту і добового об'єму водовідведення від населенням, промислових підприємств. Представлено погодинне водовідведення міста. Запроектовано і розраховано водовідвідну мережу міста. Підбрано діаметри каналізаційних труб.		
Розділ 2. Головна каналізаційна насосна станція	Розраховано і підбрано водовідвідні насоси, діаметри трубопроводів і арматури всередині насосної станції, розміри приміщення насосної. Розрахована потужність встановленого обладнання. Підбрано допоміжне обладнання. Побудовано графік сумісної роботи насосів і водоводів.		
Розділ 3. Очисні споруди системи водовідведення	Приведено вихідні дані для розрахунку очисних споруд водовідведення. Розрахована необхідна степінь очистки. Вибрано технологічну схему очистки стічних вод і розраховано всі необхідні очисні споруди.		
Розділ 4. Санітарно-технічне обладнання житлового будинку	Приведено розрахунок внутрішніх систем холодного і гарячого водопостачання багатоквартирного житлового будинку. Запроектовано систему внутрішнього пожежогасіння. Розроблена конструкція внутрішніх систем господарсько-побутової і дощової систем водовідведення.		
Розділ 5. Технологія і організація будівельного виробництва	Приведено основні положення і правила організації та технології будівництва при будівництві очисних споруд водовідведення міста.		

<p>Висновки по роботі:</p> <p>Conclusions:</p>	<p>В роботі представлено проект системи водовідведення міста з промисловими підприємствами. Запроектовано мережу водовідвідних труб і насосну станцію для подачі стічних вод на очистку. Представлено проект очисних споруд з повною біологічною очисткою стічних вод. Також приведено проект санітарно-технічного обладнання 12-ти поверхового житлового будинку.</p> <p>The work presents the project of the wastewater system of the settlement with industrial plants. Wastewater disposal pipes network and a pumping station for supplying wastewater for treatment have been designed. The project of sanitary and technical equipment of a multi-apartment residential building is also provided.</p>
<p>Ключові слова: система водовідведення; норма водовідведення; каналізаційний колектор; насосна установка; водовідвідна мережа; очистка стічних вод; напір; витрата води.</p> <p>Keywords: water disposal system; water disposal rate; canalization collector; pump installation; water disposal network; waste water treatment; head; water discharge.</p>	

Здобувач: _____ / Аня КУРИЛО/

Керівник: _____ / Андрій КРАВЧУК/

“ 12 ” червня 2025 р.

Зміст

Вступ.....	7
1. Водовідвідна мережа населеного пункту.....	9
2. Головна каналізаційна насосна станція.....	20
3. Очисні споруди системи водовідведення.....	28
4. Санітарно-технічне обладнання житлового будинку.....	58
5. Технологія і організація будівництва.....	76
Література.....	93

Всмын

В представленій на розгляд бакалаврській роботі розглянуто проект системи водовідведення міста. Населений пункт, що проектується, за ступенем благоустрою населення аналогічний м. Суми і поділяється на два райони з щільністю населення 41000 і 37000 осіб і нормою водовідведення, відповідно, 250 і 200 л на одного споживача на добу. В місті розташовано три промислових підприємства. В населеному пункті для відводу суміші господарсько-побутових і промислових стічних вод запроектована і розрахована повна роздільна міська самоплинна мережа водовідведення з поліетиленових і бетонних труб. На міській мережі водовідведення в місцях приєднання і повороту трубопроводів встановлені залізобетонні каналізаційні колодязі. Добова витрата суміші господарсько-побутових і виробничих стічних вод від міста становить 39000 м³/добу.

Для подачі стічних вод від міста до очисних споруд передбачена заглиблена каналізаційна насосна станція, в якій встановлено п'ять насосів (три робочих і два резервних). Стічні води від насосної станції по двох залізобетонних водоводах діаметром 600 мм поступають на очисні споруди.

Проектом передбачена повна біологічна очистка стічних вод. Очисні споруди складаються з споруд механічної очистки (ґрати, 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 даній роботі також представлено проект внутрішнього санітарно-технічного обладнання багатоповерхового житлового дому, в якому розроблено і розраховано системи внутрішніх холодного і гарячого водопостачання. Сконструйовано систему внутрішньої господарсько-побутової каналізації. Передбачено заходи по відводу від будинку зливових і талих вод.

В останньому розділі роботи описано заходи по технології і організації будівельних робіт, окремих очисних споруд. Підібрано необхідні механізми і обладнання. Приведено список використаної спеціальної літератури.

1. Водовідвідна мережа населеного пункту

Консультант / _____ /
Здобувач(ка) / _____ /

1.1. РОЗРАХУНОК ОБ'ЄМІВ ВОДОВІДВЕДЕННЯ СТИЧНИХ ВОД

У відповідності із завданням щільність населення по районах становить $\Pi_1 = 41000$ ос/км² і $\Pi_2 = 37000$ ос/км², питоме водоспоживання, згідно ступеню благоустрою району і даних експлуатації системи водопостачання міста-аналога, складає: для району I – $n_{w1} = 250$ л/чол.доб, а району II $n_{w2} = 200$ л/чол.доб. [1,таб.1]. Враховуючи, що питоме водоспоживання дорівнює питомому водовідведенню, розраховуємо питомий стік стічних вод для районів міста

$$I^{\text{й}} \text{ район} \quad q_{01} = \frac{\Pi \cdot n_w}{86400} = \frac{41000 \cdot 250}{86400} = 118,6 \text{ л/с} \cdot \text{км}^2$$

$$II^{\text{й}} \text{ район} \quad q_{02} = \frac{37000 \cdot 200}{86400} = 85,7 \text{ л/с} \cdot \text{км}^2$$

де Π – кількість жителів у відповідному районі міста, яка визначається за табл.1.1

Середнє водовідведення з кожного житлового кварталу

Таблиця 1.1

№ кварталу	Розміри кварталу		Площа,км ²	Щільність населення, чол./км ²	Кількість мешканців у кварталі,чол.	Питомий стік,л/(с·км ²)	Середня витрата, л/с
1	220	400	0,088	41000	3872	127,31	11,20
2	220	400	0,088	41000	3872	127,31	11,20
3	220	400	0,088	41000	3872	127,31	11,20
4	220	400	0,088	41000	3872	127,31	11,20
5	220	400	0,088	41000	3872	127,31	11,20
6	220	400	0,088	41000	3872	127,31	11,20
7	220	400	0,088	41000	3872	127,31	11,20
8	220	400	0,088	41000	3872	127,31	11,20
9	220	440	0,0968	41000	4259	127,31	12,32
10	220	440	0,0968	41000	4259	127,31	12,32
11	220	440	0,0968	41000	4259	127,31	12,32
12	220	440	0,0968	41000	4259	127,31	12,32
13	220	440	0,0968	41000	4259	127,31	12,32
14	220	440	0,0968	41000	4259	127,31	12,32
15	220	440	0,0968	41000	4259	127,31	12,32
16	220	400	0,088	41000	3872	127,31	11,20
17	220	400	0,088	41000	3872	127,31	11,20
18	220	440	0,0968	41000	4259	127,31	12,32
19	220	440	0,0968	41000	4259	127,31	12,32

Продовження таблиці 1.1

19	220	440	0,0968	41000	4259	127,31	12,32
20	220	440	0,0968	41000	4259	127,31	12,32
21	220	440	0,0968	41000	4259	127,31	12,32
22	220	440	0,0968	41000	4259	127,31	12,32
Σ I район			2,04		89800		259,9
23	220	400	0,088	37000	3344	87,96	7,74
24	220	440	0,0968	37000	3678	87,96	8,51
25	220	440	0,0968	37000	3678	87,96	8,51
26	220	440	0,0968	37000	3678	87,96	8,51
27	220	440	0,0968	37000	3678	87,96	8,51
28	220	440	0,0968	37000	3678	87,96	8,51
29	220	440	0,0968	37000	3678	87,96	8,51
30	220	400	0,088	37000	3344	87,96	7,74
31	220	440	0,0968	37000	3678	87,96	8,51
32	220	440	0,0968	37000	3678	87,96	8,51
33	220	440	0,0968	37000	3678	87,96	8,51
34	220	440	0,0968	37000	3678	87,96	8,51
35	220	440	0,0968	37000	3678	87,96	8,51
36	220	400	0,088	37000	3344	87,96	7,74
37	220	400	0,088	37000	3344	87,96	7,74
38	220	400	0,088	37000	3344	87,96	7,74
39	220	400	0,088	37000	3344	87,96	7,74
40	220	400	0,088	37000	3344	87,96	7,74
41	220	400	0,088	37000	3344	87,96	7,74
42	220	400	0,088	37000	3344	87,96	7,74
Σ II район			1,86		70500		163,4
ΣПо місту			3,9		160300		423,3

Максимальну і мінімальну добову на одного мешканця визначають як добуток середньодобової витрати на коефіцієнт добової нерівномірності водовідведення, (максимальний K_{\max} і мінімальний K_{\min}), який приймають згідно з [1, табл.2].

Розрахункові (максимальна і мінімальна) витрати побутових стічних вод від населення визначаються для окремих районів за наступними формулами:

$$q_{\text{макс(мін)}} = \frac{N \cdot n_w}{24 \cdot 3600} \cdot K_{\text{макс(мін)}}, \text{ л/с}$$

де N – кількість жителів, чол.;

n_w - норма водовідведення [1,таб.1];

$K_{\text{макс(мін)}}$ - коефіцієнт (максимальний і мінімальний) коефіцієнт нерівномірності водовідведення [1,таб.2].

Розрахункові дані по визначенню максимальної і мінімальної витрати населенням з районів приведені в табл.1.2.

Сумарна витрата води населенням

Таблиця 1.2

Район	Площа жилих кварталів, км ²	Щільність населення чол./км ²	Кількість мешканців, чол..	Питоме водовідведення л/чол.доб	Середня величина водовідведення			Загальні коефіцієнти нерівномірності		Витрата			
					м ³ /доб	м ³ /год	л/с	K _{gen.max}	K _{gen.min}	Максимальна		Мінімальна	
										м ³ /год	л/с	м ³ /год	л/с
I	2,04	41000	89800	250	22457,6	935,7	259,9	1,560	0,614	1459,8	405,5	574,5	159,6
II	1,86	37000	70500	200	14111,7	587,0	163,4	1,584	0,599	931,5	258,7	352,5	97,9
	3,90		160300		36569,3	1523,7	423,3	1,519	0,645	2314,8	643,0	982,3	272,8

1.2. РОЗРАХУНОК ОБ'ЄМІВ ВОДОВІДВЕДЕННЯ ВИРОБНИЧИХ СТИЧНИХ ВОД

Стичні води від промислових підприємств в першу чергу складаються з безпосередньо виробничих стічних вод. Їх кількість залежить від профілю підприємства, видів і об'ємів виробництва, витрати води на виробництво одиниці продукції. Окрім цього необхідно враховувати витрати на господарсько-питні потреби виробничого персоналу. Крім цього треба знати і враховувати, яка кількість працівників працює в звичайних і гарячих цехах. Також необхідно враховувати витрату води на прийняття душу працівниками підприємства.

Визначення об'ємів водовідведення від промислових підприємств

Номер підприємства	Підприємство	Категорія	Зміна	К-ть робітників по змінах	Години роботи	К-ть прод., що випускається	Одиниця виміру продукції	Літрома витрата стічних вод на од. продукції	Виробничі стічні води		Господарчо-фекальні води				Душові води					Питомітки				
									за зміну, м³	коefficient нерівномірності	максимальне водовідведення л/с	максимальне водовідведення л/с	питоме водовідведення, л/зміну	за зміну, м³	максимальне водовідведення	к-ть робітників на 1 душову стіку	к-ть душовой стіки	к-ть тих, хто користується душем	к-ть душových сток		витрата за зміну, м³	секундна витрата, л/с	Розрахункова витрата води, л/с	
1	Молоко-завод	Підв	1	45	8..16	40	т		10,00	2,78	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	10,77	Душ пр нім. на по змінні
Зв				105	8..16	40	т		80	1	2,08	2,08	45	25	2,63	0,82	7	500	63	9	3,38	1,25		
1		Зв	2	38	16..24	30	т	2,0	7,5	2,08	45	1,71	0,53	0,15	7	500	63	9	3,38	1,25	3,67	10,77	Душ пр нім. на по змінні	
				87	16..24	30	т	60	1	2,08	2,08	25	2,18	0,68	0,19	7	500	75	11	4,02	1,49			3,91
2		Машинно-будівний завод	Підв	1	60	8..16	110	шт		200	12,42	45	2,70	0,84	0,23	7	500	100	14	5,36	1,98	14,20	10,77	Душ пр нім. на по змінні
					240	8..16	110	шт	330	1	11,46	41,25	25	6,00	1,88	0,52	7	500	100	14	5,36	1,98		
2	Зв	2	50	16..24	95	шт	3,0	35,63	9,90	45	2,25	0,70	0,20	7	500	120	17	6,43	2,38	12,91	10,77	Душ пр нім. на по змінні		
			200	16..24	95	шт	285	1	9,90	35,63	25	5,00	1,56	0,43	7	500	100	14	5,36	1,98			12,51	
2	Зв	3	50	24..8	95	шт		35,63	9,90	45	2,25	0,70	0,20	7	500	100	14	5,36	1,98	12,51	10,77	Душ пр нім. на по змінні		
			200	24..8	95	шт	285	1	35,63	9,90	25	5,00	1,56	0,43	7	500	100	14	5,36	1,98			12,51	
3	Хіммаш	Підв	1	60	8..16	160	шт		900	23,2	45	2,70	0,84	0,23	7	500	80	11	4,29	1,59	16,23	17,14	Душ пр нім. на по змінні	
				240	8..16	160	шт	400	1	13,89	50,00	25	6,00	1,88	0,52	7	500	80	11	4,29	1,59			16,23
		2	Зв	40	16..24	100	шт	2,5	31,25	8,68	45	1,80	0,56	0,16	7	500	120	17	6,43	2,38	11,56	17,14	Душ пр нім. на по змінні	
				160	16..24	100	шт	250	1	8,68	31,25	25	4,00	1,25	0,35	7	500	120	17	6,43	2,38			11,56
		3	Зв	40	24..8	100	шт		31,25	8,68	45	1,80	0,56	0,16	7	500	80	11	4,29	1,59	10,77	17,14	Душ пр нім. на по змінні	
				160	24..8	100	шт	250	1	8,68	31,25	25	4,00	1,25	0,35	7	500	80	11	4,29	1,59			10,77
3	Зв	15		15	шт		20,3	20,3	900	20,3	25	4,00	1,25	0,35	7	500	80	11	4,29	1,59	10,77	17,14	Душ пр нім. на по змінні	
		20,3		15	шт	900	20,3	20,3	20,3	25	4,00	1,25	0,35	7	500	80	11	4,29	1,59	10,77				

Зведена відомість об'ємів водовідведення від населення і промислових підприємств населеного пункту приведена в табл. 1.4.

Зведена відомість водовідведення

Таблиця 1.4

Об'єкт	Водовідведення		
	середньодобове м3/добу	максимальне годинне м3/год	розрхункове, л/с
1	2	3	4
Молокозавод	223,2	14,83	4,43
Машинобудівний завод	940	45,95	14,20
Хіммаш	935,3	57,00	16,23
Місто	36569,3	2314,8	643,00
	$\Sigma = 38608$	$\Sigma = 2564$	$\Sigma = 712$

1.3. ВИЗНАЧЕННЯ ПОГОДИННИХ РОЗРАХУНКОВИХ ВИТРАТ СТІЧНИХ ВОД

Розрхунковою називається сумарна витрата стічних вод від об'єкту. В розглядуваному випадку вона складається з господарсько-побутових вод від населення міста, господарсько-побутових, душових і виробничих вод промислових підприємств, які розташовані в даному місті.

При розрахунках визначаються максимальні добові, годинні і секундні витрати. Для розрахунку споруд визначаються середня і максимальна добова, годинна і секундна витрати. Під час розрахунків спочатку за нормами визначаються середні добові і годинні витрати, а максимальні і мінімальні значення розглядуваних величин слід приймати як добуток середньодобових значень витрати на величину максимального і мінімального коефіцієнта нерівномірності.

Загальні погодинні витрати води від населення та промислових підприємств

Година	Від населення		Від підприємств												М ³ водокористувачів																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	%	М ³	Підприємство №1				Підприємство №2				Підприємство №3					Сумарно М ³																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
			виробничі	побутові		виробничі	побутові		виробничі	побутові		виробничі	побутові																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
%	М ³	%	М ³	Знач. лежи	З північ тепловид.	%	М ³	%	М ³	Знач. лежи	З північ тепловид.	%	М ³	%	М ³	Знач. лежи	З північ тепловид.	%	М ³	%	М ³	Знач. лежи	З північ тепловид.	%	М ³	%	М ³	Знач. лежи	З північ тепловид.	%	М ³	%	М ³	Знач. лежи	З північ тепловид.	%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840	841	842	843	844	845	846	847	848	849	850	851	852	853	854	855	856	857	858	859	860	861	862	863	864	865	866	867	868	869	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	880	881	882	883	884	885	886	887	888	889	890	891	892	893	894	895	896	897	898	899	900	901	902	903	904	905	906	907	908	909	910	911	912	913	914	915	916	917	918	919	920	921	922	923	924	925	926	927	928	929	930	931	932	933	934	935	936	937	938	939	940	941	942	943	944	945	946	947	948	949	950	951	952	953	954	955	956	957	958	959	960	961	962	963	964	965	966	967	968	969	970	971	972	973	974	975	976	977	978	979	980	981	982	983	984	985	986	987	988	989	990	991	992	993	994	995	996	997	998	999	1000	1001	1002	1003	1004	1005	1006	1007	1008	1009	1010	1011	1012	1013	1014	1015	1016	1017	1018	1019	1020	1021	1022	1023	1024	1025	1026	1027	1028	1029	1030	1031	1032	1033	1034	1035	1036	1037	1038	1039	1040	1041	1042	1043	1044	1045	1046	1047	1048	1049	1050	1051	1052	1053	1054	1055	1056	1057	1058	1059	1060	1061	1062	1063	1064	1065	1066	1067	1068	1069	1070	1071	1072	1073	1074	1075	1076	1077	1078	1079	1080	1081	1082	1083	1084	1085	1086	1087	1088	1089	1090	1091	1092	1093	1094	1095	1096	1097	1098	1099	1100	1101	1102	1103	1104	1105	1106	1107	1108	1109	1110	1111	1112	1113	1114	1115	1116	1117	1118	1119	1120	1121	1122	1123	1124	1125	1126	1127	1128	1129	1130	1131	1132	1133	1134	1135	1136	1137	1138	1139	1140	1141	1142	1143	1144	1145	1146	1147	1148	1149	1150	1151	1152	1153	1154	1155	1156	1157	1158	1159	1160	1161	1162	1163	1164	1165	1166	1167	1168	1169	1170	1171	1172	1173	1174	1175	1176	1177	1178	1179	1180	1181	1182	1183	1184	1185	1186	1187	1188	1189	1190	1191	1192	1193	1194	1195	1196	1197	1198	1199	1200	1201	1202	1203	1204	1205	1206	1207	1208	1209	1210	1211	1212	1213	1214	1215	1216	1217	1218	1219	1220	1221	1222	1223	1224	1225	1226	1227	1228	1229	1230	1231	1232	1233	1234	1235	1236	1237	1238	1239	1240	1241	1242	1243	1244	1245	1246	1247	1248	1249	1250	1251	1252	1253	1254	1255	1256	1257	1258	1259	1260	1261	1262	1263	1264	1265	1266	1267	1268	1269	1270	1271</

1.4. ГІДРАВЛІЧНИЙ РОЗРАХУНОК МЕРЕЖІ

Умови прокладання каналізаційних колекторів

За генпланом міста розбиваємо каналізаційну мережу міста на розрахункові ділянки. Під розрахунковою розуміють ділянку трубопроводів постійного діаметра, яка прокладена з постійним похилом, по якій проходить постійна витрата води. Ділянка від ділянки відділяється і закінчується каналізаційним колодязем. Причому зміна діаметра трубопроводу в проміжку між колодязями не допускається.

Для зручності розрахунку міська мережа каналізаційних трубопроводів територіально розбивається на окремі розрахункові колектори. Головним колектором на майданчику вважається колектор, який як правило має найбільшу довжину і по якому транспортується найбільша витрата води. Закінчується головний колектор завжди входом труби в головну каналізаційну насосну станцію.

Для прокладання каналізаційної мережі застосовуються наступні безнапірні труби: при діаметрах до 400 мм – керамічні труби; при більших діаметрах залізобетонні труби.

Глибина прокладання міського каналізаційного колектора залежить від початкової глибини заглиблення внутрішньоквартальної мережі, її довжини і глибини промерзання ґрунту в районі будівництва. Як правило при прокладанні магістральних каналізаційних колекторів каналізаційні труби прокладаються нижче від трубопроводів інших інженерних систем. У випадку, коли виникає ситуація, особливо на початкових ділянках колекторів, що каналізаційна труба проходить вище трубопроводів питного водопроводу, то останній повинен прокладатися у сталевому футлярі, а каналізаційна труба повинна монтуватися з напірних трубопроводів.

Визначення розрахункових витрат на ділянках каналізаційної мережі

При визначенні розрахункової витрати на ділянці розрізняють поняття зосередженої витрати в точці, шляхової і транзитної витрат. Під транзитною

розуміють витрату стічної рідини, яка надходить в початкову точку розрахункової ділянки і проходить по всій довжині цієї ділянки не змінюючись.

Шляховою називають витрату, яка надходить за довжиною розрахункової ділянки. Тобто витрату, що надходить від споживачів розташованих на території, яка розміщена між початковою і кінцевою точками цієї ділянки.

Розрахунковою називають витрату стічної рідини, на яку розраховується діаметр відповідних каналізаційних трубопроводів, швидкість руху рідини в трубі, наповнення, а також похил прокладання трубопроводу на розрахунковій ділянці.

На практиці при конкретних розрахунках ділянок зовнішніх каналізаційних колекторів приймається, що шляхова витрата стічної рідини надходить в початкову точку розрахункової ділянки.

Результати визначення розрахункових витрат приведені в табл.

При виконанні гідравлічного розрахунку самоплинних каналізаційних каналізаційних трубопроводів необхідно забезпечувати виконання наступних обов'язкових умов.

В першу чергу це забезпечення мінімальної і максимальної швидкості руху стічної рідини. Так, мінімальна швидкість руху не повинна бути менше незамулюючої ($V_{\min} > 0,7$ м/с) і не більше максимально допустимої для даного матеріалу труб.-Другою умовою є забезпечення розрахункового наповнення стічної рідини в трубопроводі в межах $h/D = 0,3 - 0,8$. Глибина прокладання каналізаційного трубопроводу при відкритому улаштуванні земляних робіт, як правило, не повинна перевищувати 8 м. Похил каналізаційних трубопроводів не повинен бути менше мінімально допустимого для даного діаметра труби.

Результата гідравлічного розрахунку приведені в таблиці.

Визначення розрахункової витрати стічних вод

Порядковий номер ділянки	Номери кварталів		Середня витрата від житлових кварталів					Загальні коефіцієнти нерівномірності			Розрахункова витрата, ліс					
	власних	притоків	власна	приток	транзит	сумарна	К _{кв.літ.}	К _{кв.літ.п.}	Від житлових кварталів		власна	приток	сумарна	Загальна		
									max	мін				max	мін	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Допоміжний колектор 1-33																
1-5	1		11,20			11,20	2,076	0,456	23,26	5,11				23,26	5,11	
5-9	5		11,20		11,20	22,41	1,884	0,504	42,21	11,30				42,21	11,30	
9-10					22,41	22,41	1,884	0,504	42,21	11,30				42,21	11,30	
10-11		2,6		22,41	22,41	44,81	1,734	0,542	77,71	24,27				77,71	24,27	
11-12		3,7		22,41	44,81	67,22	1,666	0,564	111,96	37,90				111,96	37,90	
12-13		4,8		22,41	67,22	89,63	1,621	0,582	145,27	52,14		14,20	14,2/12,51	159,46	64,65	
13-26	15		12,32		89,63	101,95	1,600	0,590	163,08	60,18		14,20	14,2/12,51	177,27	72,69	
26-33	22		12,32		101,95	114,28	1,596	0,592	182,44	67,67		14,20	14,2/12,51	196,63	80,18	
Допоміжний колектор 57-32																
57-54	40		7,74			7,74	2,281	0,418	17,65	3,24				17,65	3,24	
54-49	37		7,74		7,74	15,48	1,990	0,477	30,81	7,39				30,81	7,39	
49-50					15,48	15,48	1,990	0,477	30,81	7,39				30,81	7,39	
50-51		41,38		15,48	15,48	30,96	1,826	0,518	56,55	16,05				56,55	16,05	
51-42	34		8,51	15,48	30,96	54,96	1,690	0,554	92,89	30,45				92,89	30,45	
42-32	27		8,51		54,96	63,47	1,673	0,561	106,20	35,59				106,20	35,59	
Допоміжний колектор 45-31																
45-38	30		7,74			7,74	2,281	0,418	17,65	3,24				17,65	3,24	
38-39		23		7,74	7,74	15,48	1,990	0,477	30,81	7,39				30,81	7,39	
39-40		31,24		17,03	15,48	32,51	1,816	0,521	59,05	16,94		4,43	4,43/3,67	63,48	20,64	
40-41		32		8,51	32,51	41,03	1,759	0,535	72,18	21,96		4,43	4,43/3,67	76,61	21,96	
41-31	26	33	8,51	8,51	41,03	58,06	1,684	0,556	97,76	32,30		4,43	4,43/3,67	102,19	36,00	
Колектор 14-КНС																
14-20	9,00		12,32			12,32	2,05	0,46	25,31	5,69				25,31	5,69	
20-27	16,00		11,20		12,32	23,53	1,88	0,51	44,14	11,90				44,14	11,90	
27-28					23,53	23,53	1,88	0,51	44,14	11,90				44,14	11,90	
28-29		10,17		23,53	23,53	47,06	1,72	0,55	80,90	25,66				80,90	25,66	
29-30		11,18		24,65	47,06	71,70	1,66	0,57	118,78	40,68				118,78	40,68	
30-31		12,19,25		33,16	71,70	104,87	1,60	0,59	167,66	61,95				167,66	61,95	
31-32		13,20,45-31		82,70	104,87	187,57	1,58	0,60	296,01	113,13		4,43	4,43/3,67	300,44	116,83	
32-33		14,21,57-32		88,12	187,57	275,69	1,56	0,62	429,00	169,92		4,43	4,43/3,67	433,43	173,62	
33-34		28,35,1-33		131,31	275,69	407,00	1,52	0,64	619,96	261,05		34,86	34,86/26,95	654,82	277,24	
34-КНС		29,36		16,26	407,00	423,26	1,52	0,64	643,00	272,85		34,86	36,29/26,95	677,86	299,83	

Гідрравлічний розрахунок мережі

Порядковий ділянки	Порядковий витрати	Довжина l, м	Діаметр, мм	Швидкість, м/с	Наповнення		Питання, $H_{гн}$, м	позначки, м						Глибина закладання, м			Матеріал труби	19	20				
					h _д	h _ч		у кінці	у кінці	у кінці	у кінці	у кінці	у кінці	у кінці	у кінці	у кінці				у кінці	у кінці		
Допоміжний колектор 1-33																							
1-5	23,26	380	250	0,005	1,05	0,5	0,125	1,9	66,9	67,1	65,53	63,63	65,40	63,50	1,50	3,60	2,55	Труби поліетиленові високої міцності, тип легкий	19	основа під труби, тип			
5-9	42,21	420	280	0,005	1,21	0,6	0,168	2,1	67,1	66,8	63,63	61,53	63,46	61,36	3,63	5,44	4,53						
9-10	42,21	220	280	0,005	1,21	0,6	0,168	1,1	66,8	64,5	61,53	60,43	61,36	60,26	5,44	4,24	4,84						
10-11	77,71	220	355	0,005	1,4	0,6	0,213	1,1	64,5	62,6	60,40	59,30	60,19	59,09	4,32	3,52	3,92						
11-12	111,96	220	400	0,005	1,54	0,62	0,248	1,1	62,6	60,3	59,29	58,19	59,04	57,94	3,56	2,36	2,96						
12-13	159,46	440	450	0,005	1,66	0,63	0,2835	2,2	60,3	56,9	58,17	55,97	57,89	55,69	2,41	1,21	1,81						
13-26	177,27	440	500	0,005	1,7	0,55	0,275	2,2	56,9	57	55,92	53,72	55,64	53,44	1,26	3,56	2,41						
26-33	196,63	440	500	0,005	1,76	0,6	0,3	2,2	57	56,8	53,72	51,52	53,42	51,22	3,56	5,58	4,57						
Допоміжний колектор 57-32																							
57-54	17,65	380	225	0,005	0,97	0,5	0,1125	1,9	67,3	66,3	66,14	64,24	66,03	64,13	1,28	2,18	1,73				Труби поліетиленові високої міцності, тип легкий	19	основа під труби, тип
54-49	30,81	420	250	0,005	1,1	0,58	0,145	2,1	66,3	64,6	64,24	62,14	64,10	62,00	2,23	2,61	2,42						
49-50	30,81	220	250	0,005	1,1	0,58	0,145	1,1	64,6	63,5	62,14	61,04	62,00	60,90	2,61	2,61	2,61						
50-51	56,55	220	315	0,005	1,28	0,60	0,189	1,1	63,5	62,60	61,04	59,94	60,86	59,76	2,65	2,85	2,75						
51-42	92,89	440	400	0,005	1,45	0,55	0,22	2,2	62,6	60,2	59,94	57,74	59,72	57,52	2,89	2,69	2,79						
42-32	106,20	440	400	0,005	1,51	0,6	0,24	2,2	60,2	58,5	57,74	55,54	57,50	55,30	2,71	3,21	2,96						
Допоміжний колектор 45-31																							
45-38	17,65	380	225	0,005	0,97	0,5	0,1125	1,9	65,2	64,3	63,54	61,64	63,43	61,53	1,78	2,77	2,27	Труби поліетиленові високої міцності, тип легкий	19	основа під труби, тип			
38-39	30,81	220	250	0,005	1,1	0,58	0,145	1,1	64,3	62,9	61,64	60,54	61,50	60,40	2,83	2,51	2,67						
39-40	63,48	220	315	0,005	1,33	0,64	0,2016	1,1	62,9	62	60,54	59,44	60,34	59,24	2,63	2,77	2,70						
40-41	76,61	220	355	0,005	1,4	0,6	0,213	1,1	62	61,2	59,44	58,34	59,23	58,13	2,82	3,08	2,95						
41-31	102,19	440	400	0,005	1,5	0,6	0,24	2,2	61,2	59,6	58,34	56,14	58,10	55,90	3,15	3,71	3,43						
Колектор 14-КНС																							
14-20	25,31	380	250	0,005	1,06	0,52	0,13	1,9	68,9	67,8	67,03	65,13	66,9	65,00	2,000	2,800	2,40				Труби поліетиленові високої міцності, тип легкий	19	основа під труби, тип
20-27	44,14	440	315	0,005	1,24	0,52	0,1638	2,2	67,8	66,6	65,10	64,94	64,94	62,74	2,865	3,865	3,37						
27-28	44,14	220	315	0,005	1,24	0,52	0,1638	1,1	66,6	64,7	62,90	61,80	62,74	61,64	3,865	3,065	3,47						
28-29	80,90	220	450	0,005	1,4	0,42	0,189	1,1	64,7	63	61,69	60,59	61,50	60,40	3,200	2,600	2,90						
29-30	118,78	220	450	0,005	1,56	0,45	0,243	1,1	63	61,2	60,44	59,54	60,40	59,30	2,600	1,900	2,25						
30-31	167,66	220	560	0,005	1,64	0,45	0,252	1,1	61,2	59,6	59,44	58,34	59,19	58,09	2,010	1,510	1,76						
31-32	300,44	220	710	0,005	1,95	0,45	0,3195	1,1	59,6	58,5	55,90	54,80	55,59	54,49	4,015	4,015	4,02						
32-33	433,43	220	800	0,005	2,11	0,45	0,36	1,1	58,5	56,8	54,71	53,61	54,35	53,25	4,155	3,555	3,86						
33-34	654,82	220	900	0,005	2,3	0,47	0,423	1,1	56,8	55,3	51,24	50,14	50,82	49,72	5,980	5,580	5,78						
34-КНС	677,86	200	900	0,005	2,36	0,48	0,432	1	55,3	54	50,14	49,14	49,71	48,71	5,590	5,290	5,44						

2. Головна каналізаційна насосна станція

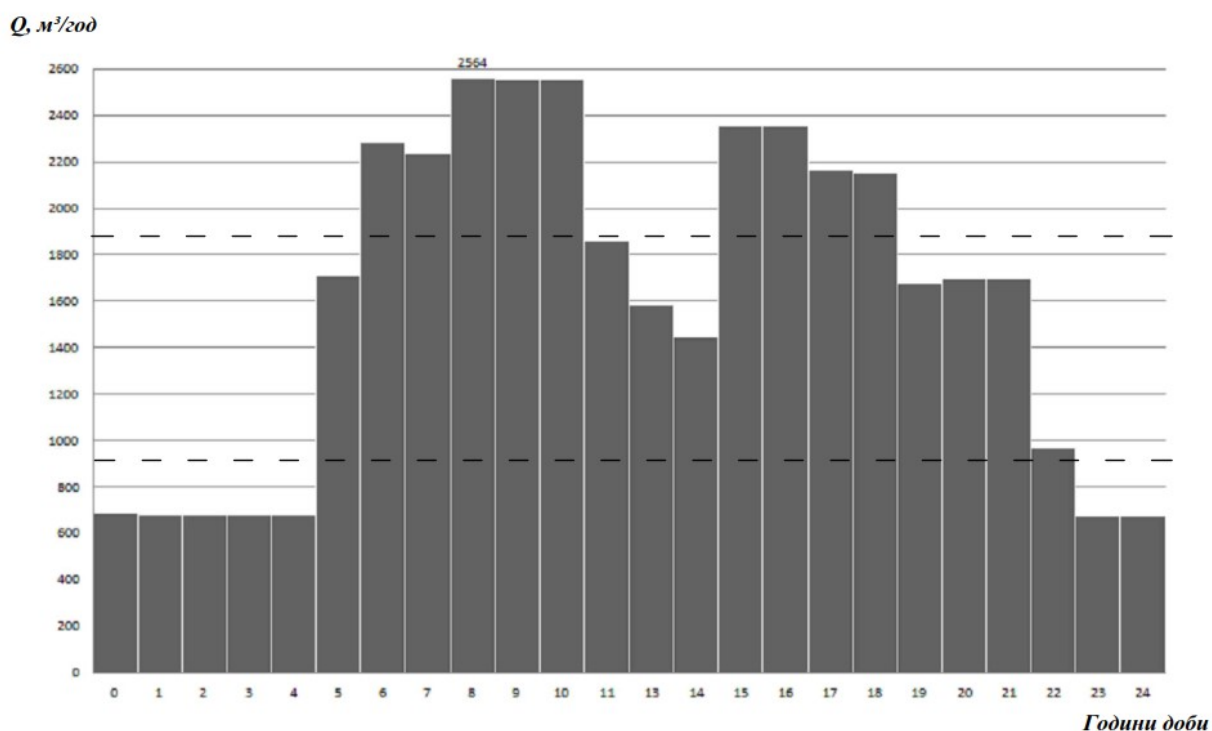
Консультант / _____ /

Здобувач(ка) / _____ /

2.1. ВИЗНАЧЕННЯ ПРИПЛИВУ СТІЧНИХ ВОД НА ГОЛОВНУ НАСОСНУ СТАНЦІЮ

Як показано в попередньому розділі погодинне водовідведення від населення і промислових підприємств міста приведені у відповідній таблиці. У відповідності з нею максимальна добова витрата стічних вод склала 38608 м³/доб. При цьому максимальна годинна витрата 2564 м³/год. Розрахункова секундна витрата – 712 л/с.

Графік добового (погодинного) водовідведення стічних вод від міста приведено на рис.1.



Графік добового водовідведення

Рис.1.

2.2. ВИЗНАЧЕННЯ КАТЕГОРІЇ НАДІЙНОСТІ НАСОСНОЇ СТАНЦІЇ

У відповідності з [4,п.4.4] для населеного пункту з кількістю жителів більше 160 тис. жителів в проєкті приймаємо першу категорію надійності Головної каналізаційної насосної станції.

У відповідності з генпланом міста і прийнятими в проєкті рішеннями стічні води від міста, які прийшли на каналізаційну станцію, по двох водоводах подаються на міські очисні споруди. При цьому витрата стічних вод одні водоводом складе:

$$Q_{\text{нв}} = Q_{\text{нс}}/n = 712/2 = 356 \text{ л/с},$$

де $Q_{\text{н.ст}}$ – розрахункова подача;

n – число напірних водоводів.

В якості водоводів прийнято напірні залізобетонні труби, діаметром $d = 600$ мм. При цьому економічний фактор $\Xi_{\text{ф}}$ буде рівним

$$\Xi_{\text{ф}} = 85900 \cdot \frac{m \cdot k \cdot y}{a \cdot b \cdot (12,5 + R)} = 85900 \cdot \frac{4,89 \cdot 0,00169 \cdot 4}{1,3 \cdot 100 \cdot (12,5 + 3,3)} = 1,38,$$

де - $m = 4,89$; $k = 0,00169$; $a = 1,3$; $b = 100$ – коефіцієнти, що залежать від матеріалу труб. За таблицями Шевелевих [11] при діаметрі труб $d = 600$ мм будемо мати: швидкість у водоводі $V = 1,4$ м/с та $1000i = 3,67$ м/км.

2.3. ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВОГО НАПОРУ НАСОСНОЇ СТАНЦІЇ

Значення напору насосів станції водовідведення визначаємо за формулою:

$$H = H_{\text{ст}} + h_{\text{н.с}} + h_{\text{вдм}} + h_{\text{н.в}} + h_{\text{вв}},$$

де H - необхідний напір насосів , м;

$H_{\text{ст}}$ - статичний напір насосів , м;

$h_{\text{н.с}}$ - втрати напору всередині насосної станції , приймаємо 2,5 м;

$h_{\text{вдм}}$ - втрати напору в водомірі , приймаємо 1,5 м;

$h_{\text{н.в}}$ - втрати напору у зовнішніх напірних водоводах , знаходимо за залежністю

$$h_{\text{н.в}} = 1,1 \cdot 1000i \cdot L_{\text{н.в}} = 1,1 \cdot 3,67 \cdot 1 = 4,02 \text{ м}$$

де $L_{\text{н.в}}$ - довжина напірних водоводів, рівна 1 км;

$h_{\text{вв}}$ - втрати напору на виливи в приймальній камері , рівні 0,5 м.

Після підстановки маємо

$$H = (58,8-47,4) + 2,5 + 1,5 + 4,02 + 0,5 = 19,92 \text{ м}.$$

2.4. ДОБІР НАСОСНОГО ОБЛАДНАННЯ

Аналізуючи графік добового водовідведення, можна зробити висновок, що оптимальною для даного випадка буде одночасна робота 3 насосів. При цьому подача води одним насосом складе

$$Q_n = Q_{nc}/n=2564/3=854,7 \text{ м}^3/\text{год},$$

де $n = 3$ – кількість робочих насосів.

У відповідності з діючими нормами [4], для насосних станцій 1 категорії надійності при 3 робочих насосах приймаємо для встановлення 2 резервні насоси. В пректі приймаємо для встановлення насоси типу СД 800/32а. Дані насоси з робочим діаметром колеса 500 мм при подачі 855 м³/год розвивають максимальний напір до 25 м.

Характеристика насосного агрегата СД 800/32а

Таблиця 2.1

Подача, м/год	Напір, м	Потужність електродвигуна, кВт	Кількість оборотів, об/хв	ККД, %	Допустимий кавітаційний запас, м	Номинальний діаметр робочого колеса, мм
720	26,5	132	960	56	6	490

Основні характеристики двигуна 4А355S6

Таблиця 2.2

Тип електродвигуна	Потужність N, кВт	Напруга U, кВ	$\eta_{дв}$	$\cos \phi$
4А355S6	132	6000	0,915	0,89

2.5. ПОБУДОВА ГРАФІКА СУМІСНОЇ РОБОТИ НАСОСІВ І ВОДОВОДІВ

Як було встановлено вище, розрахункова подача каналізаційної станції в робочому режимі становить $Q_{н.с} = 2564 \text{ м}^3/\text{год} = 712 \text{ л/с}$.

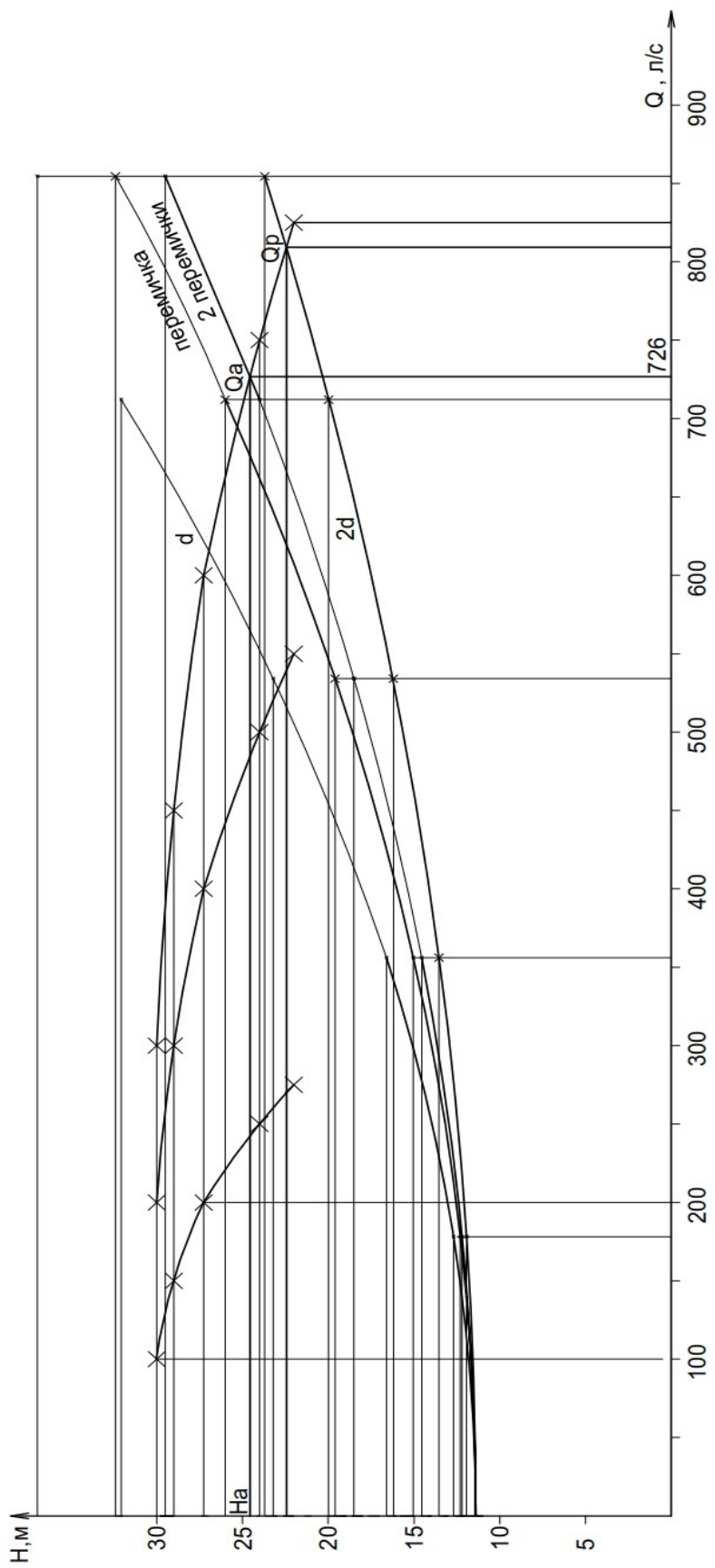
За даними роботи насосів будуюмо графік сумісної роботи насосів і водоводів. Дані розрахунків приведені в табл.2.3.

Розрахунок для побудови графіка сумісної роботи насосів і водоводів

Таблиця 2.3

№	Параметри	Відношення $Q/Q_{н.с}$					
		0	0,25	0,5	0,75	1	1,2
		$Q, \text{л/с}$					
		0	178,1	356,1	534,2	712	854,6
		$Q, \text{м}^3/\text{год}$					
0	641	1282	1923	2564	3077		
Режим 2 водоводи							
1	$H_{ст}$	11,3	11,3	11,3	11,3	11,3	11,3
2	$h_{вв}$	0	0,03	0,13	0,28	0,5	0,73
3	$h_{пс}$	0	0,16	0,63	1,41	2,5	3,7
4	$h_{вдм}$	0	0,09	0,38	0,84	1,5	2,18
5	$h_{нв}$	0	0,25	1,01	2,27	4,04	5,84
6	$H_{н}=(1)+(2)+(3)+(4)+(5)$	11,4	11,93	13,54	16,2	19,94	23,6
Режим 1 водоводу							
7	$h_{вдм}$	0	0,38	1,5	3,38	6	8,62
8	$h_{нв}$	0	1,01	4,04	9,09	16,16	23,26
9	$H_{н}=(1)+(2)+(3)+(7)+(8)$	11,4	12,69	16,57	23,02	32,06	41,12
Два водоводи, 1 перемичка. Аварія							
10	$h_{вдм}$	0	0,23	0,94	2,11	3,75	5,3
11	$h_{нв}$	0	0,63	2,53	5,68	10,1	14,52
12	$H_{н}=(1)+(2)+(3)+(10)+(11)$	11,4	12,31	15,05	19,61	26	32,43
Два водоводи, 2 перемички. Аварія							
13	$h_{вдм}$	0	0,19	0,75	1,69	3	4,33
14	$h_{нв}$	0	0,51	2,02	4,55	8,08	11,62
15	$H_{н}=(1)+(2)+(3)+(13)+(14)$	11,3	12,18	14,53	18,46	23,97	29,52

Графік сумісної роботи насосів і водоводів приведено на рис.2.



Графік сумісної роботи 3 насосів СД 800/32а і водоводів

Електрична частина насосної станції

В прийнятій каналізаційній станції необхідна потужність встановлених трансформаторів складе

$$S = k_0 \sum \frac{P_n}{\eta_{oe} \cos \varphi} + (10...50)$$

де k_0 - коефіцієнт попиту за потужністю, $k_0=0,9$ при трьох працюючих двигунах;

η_{oe} - ККД електродвигуна;

$\cos \varphi$ - коефіцієнт потужності двигуна;

P_n - номінальна потужність електродвигунів основних насосів.

$$S = 0,9 \cdot 3 \frac{132}{0,915 \cdot 0,89} + 30 = 467,7 \text{кВ} \cdot \text{А}$$

Остаточню приймаємо для встановлення два трансформатори, потужністю 400 кВ А кожний. У випадку аварії одного з трансформаторів перевищення навантаження на другий складе $467,7/400=1,18$, тобто не перевищує 40%.

Для забезпечення побутових потреб співробітників КНС приймаємо до встановлення 2 трансформаторів потужністю 160 кВ*А.

2.6. ПІДБІР ТРУБОПРОВІДІВ ТА ВСТАНОВЛЕНОЇ АРМАТУРИ В СЕРЕДИНІ НАСОСНОЇ СТАНЦІЇ

Монтаж трубопроводів і фасонних частин в середині каналізаційної насосної станції здійснюється із сталевих електрозварних труб.

- Діаметр всмоктувальних колекторів. Приймаємо для застосування 2 всмоктувальних трубопроводи. Тоді по кожному з них при роботі станції буде проходити 100% витрати: $Q_{\text{вв}} = 712$ л/с.

До встановлення приймаємо 2 всмоктувальні трубопроводи діаметром 800 мм. При цьому швидкість руху буде $V=1,4$ м/с.

- Діаметри напірних трубопроводів. Приймаємо 3 робочих напірних трубопроводи діаметром 400 мм кожний. При цьому витрата на кожний з них складе

$$Q_{ус} = Q_n = 712/3 = 237,3 \text{ л/с.}$$

Швидкість руху при цьому буде $V = 1,77 \text{ м/с.}$

- Діаметр напірного колектору насосної станції. Витрата на кожний з них

$$Q_{нв} = 712/2 = 356 \text{ л/с}$$

Приймаємо для встановлення труби діаметром 500 мм. При цьому швидкість руху $V = 1,70 \text{ м/с.}$

Фасонні частини і арматура також приймається сталеві відповідно до прийнятих діаметрів трубопроводів.

2.7. ПІДБІР ПІДЙОМНО-ТРАНСПОРТНОГО ОБЛАДНАННЯ

Підйомно-транспортне обладнання в каналізаційній насосній станції приймається в залежності від ваги найважчого обладнання. Максимально важкою одиницею в даному випадку є насосний агрегат, масою 2445 кг. Тому підйомник підбираємо на 2690 кг, кранбалку вантажопідйомністю 3,2 т

Як транспортний засіб приймаємо марку автомобіля ЗИЛ-130. і в якості підйомно-транспортного обладнання ручну кран-балку вантажопідйомністю 3,2 т з довжиною прольоту 9 м.

2.8 . ПРИЙМАЛЬНИЙ РЕЗЕРВУАР ТА ДРЕНАЖНЕ НАСОСНЕ ОБЛАДНАННЯ

В кожній каналізаційній насосній станції для забезпечення безперебійності її роботи улаштовується приймальний резервуар для прийому стічних вод. Мінімальний об'єм приймального резервуара каналізаційної насосної станції приймається не менше максимальної подачі одного насоса на протязі п'яти хвилин. При цьому насоси в насосній станції

встановлюються під залив. Для цього корпус насосів розташовують на 0, м нижче відмітки рівня рідини в приймальному резервуарі, при якому включається перша ступінь насосів. В розглядуваному випадку мінімальний об'єм приймального резервуару становить

$$W = q_n * 5 * 60 = 990 * 5 / 60 = 82,5 \text{ м}^3,$$

де q_n – максимальна подача одного насоса, $\text{м}^3/\text{год}$.

Для можливості безперебійного забору води з резервуару всмоктуючими патрубками в резервуарі влаштовуються прямки глибиною 1 м і шириною 2 м. Дно резервуару профілюється монтується з похилом 0,1 в бік прямка.

Для підтримки всіх насосів в постійній готовності до запуску і можливості взмучування осаду на дні резервуару, до всмоктуючих труб насосів підключають спеціальні труби $d = 50$ мм.

Перед насосами стічні води повинні пройти решітки-дробарки. В проекті прийняті решітки-дробарки РД-600, 2 робочі і 1 резервна.

2.9. ТЕХНІЧНИЙ ВОДОПРОВІД ТА ДРЕНАЖНЕ ОБЛАДНАННЯ

Для забезпечення технічних потреб каналізаційної насосної станції проектується система технічного водопроводу.

Розрахункова подача насоса для підкачки

$$Q_{\text{ТВ}} = (0,3 \dots 0,5) * n = 0,4 * 3 = 1,2 \text{ л/с} = 4,32 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Об'єм баку розриву струмини приймається 4 м^3 .

Для цього встановлюється насос GRUNDFOS JP6 з подачою $5 \text{ м}^3/\text{год}$ і напором 48,3 м.

Для можливості відкачування із насосно станції дренажних і аварійних вод встановлюються спеціальні дренажні насоси (один робочий і один резервний) марки Гном 25-20.

3. Очисні споруди системи водовідведення

Консультант / _____ /

Здобувач(ка) / _____ /

3.1. ОСНОВНІ ПОКАЗНИКИ ЗАБРУДНЕНЬ СТИЧНИХ ВОД

Визначаємо норму водовідведення по місту:

$$a = \frac{Q_{\text{поб}} \cdot 1000}{N_m} = \frac{36569,3 \cdot 1000}{160389} = 228 \text{ л/ос} \cdot \text{добу}$$

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

$$C_m = \frac{65 \cdot 1000}{a} = \frac{65 \cdot 1000}{228} = 361,1 \text{ г/м}^3$$

$$L_m = \frac{75 \cdot 1000}{a} = \frac{75 \cdot 1000}{228} = 416,67 \text{ г/м}^3$$

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

Визначаємо загальну добову витрату побутових і промислових стічних вод:

$$Q_{\text{заг}} = Q_{\text{поб}} + Q_1 + Q_2 + Q_3 = 36569,3 + 223,19 + 940 + 935,30 = 38668 \text{ м}^3 / \text{добу}$$

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

$$C_{\text{заг}} = \frac{Q_{\text{поб}} \cdot C_m + \sum (Q_i \cdot C_i)}{Q_{\text{поб}} + \sum Q_i} = \frac{36569,3 \cdot 361,1 + 223,12 \cdot 375 + 940 \cdot 255 + 935,3 \cdot 310}{38668} = 345,9 \text{ г/м}^3$$

$$L_{\text{заг}} = \frac{Q_{\text{поб}} \cdot L_m + \sum (Q_i \cdot L_i)}{Q_{\text{поб}} + \sum Q_i} = \frac{36569,3 \cdot 416,67 + 223,12 \cdot 255 + 940 \cdot 610 + 935,3 \cdot 355}{38668} = 419 \text{ г/м}^3$$

де Q_i – добова витрата кожного підприємства;

C_i – концентрація завислих речовин для кожного підприємства;

L_i – концентрація БСК_{повн} для кожного підприємства.

3.2 РОЗРАХУНОК БЛОКУ МЕХАНІЧНОЇ ОЧИСТКИ

3.2.1. Грати

Визначаємо розрахункову секундну витрату стічних вод для ґрат:

$$q_{\max} = \frac{Q_{\max}}{3600} = \frac{2564}{3600} = 0,72 \text{ м}^3/\text{с}.$$

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

$$q'_{(2)} = \frac{q_{\max}}{2} = \frac{0,72}{2} = 0,36 \text{ м}^3/\text{с}; \quad q'_{(3)} = \frac{q_{\max}}{3} = \frac{0,72}{3} = 0,24 \text{ м}^3/\text{с}$$

Приймаємо 2-є механізованих ґрат типу МГ 7Т, з номінальними розмірами каналу 800x1400, ширина каналу в місці установки решітки 950 мм.

За [6,табл. 11.1] визначаємо для прийнятого типу ґрат:

- будівельну глибину каналу $H_K = 0,95$ м;
- кількість прозорів $n_{\text{пр}} = 31$ (шириною $b = 16$ мм);
- товщина стержнів $s = 8$ мм.

Розраховуємо загальну ширину прозорів:

$$b_{\text{заг}} = \frac{b_{\text{пр}} \cdot n_{\text{пр}}}{1000} = \frac{16 \cdot 31}{1000} = 0,496 \text{ м}.$$

Розраховуємо загальну корисну площу прозорів:

$$F_{\text{заг}} = H_{\text{макс}} \cdot b_{\text{заг}} = 0,9 \cdot 0,496 = 0,45 \text{ м}^2.$$

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

$$V_{\text{пр}} = \frac{q'}{F_{\text{заг}}} = \frac{0,72}{0,9} = 0,8 \text{ м/с}.$$

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

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

$$N_{\text{пр}} = N_{\text{м}} + N_{\text{екв}} = 160389 + 9436 = 169825 \text{ ос},$$

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:

$$N_{екв} = \frac{\sum(Q_i \cdot C_i)}{65} = \frac{223,12 \cdot 375 + 940 \cdot 255 + 935,3 \cdot 310}{65} = 9436 \text{ ос.}$$

Загальна добова маса затриманих на ґратах забруднень розраховується за параметрами $m_{забр}$ та $\gamma_{забр}$: $m_{забр} = 8$; $\gamma_{забр} = 750$

$$M_{забр} = \frac{N_{пр} \cdot m_{забр} \cdot \gamma_{забр}}{1000 \cdot 365} = \frac{169825 \cdot 8 \cdot 750}{1000 \cdot 365} = 4164 \text{ кг/добу} = 173,5 \text{ кг/год}$$

Розраховуємо втрати напору на ґратах:

$$h_{пр} = \xi \cdot \frac{V_{пр}^2}{2 \cdot g} \cdot P = 0,616 \cdot \frac{0,8^2}{2 \cdot 9,81} \cdot 3 = 0,07 \text{ м}$$

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

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

$$\xi = \beta \cdot \left(\frac{S_{см}}{b}\right)^{4/3} \cdot \sin \alpha = 1,79 \cdot \left(\frac{8}{16}\right)^{4/3} \cdot \sin 60^\circ = 0,616$$

де β – коефіцієнт, який залежить від форми поперечного перерізу стержня решітки (для круглих стержнів $\beta = 1,79$); α – кут нахилу решітки (60...70 град).

3.2.2. Пісковловлювачі та піскові майданчики

Тип пісковловлювача приймаємо згідно з рекомендаціями [6, п. 11.2]. При $Q_{заг} = 38668 \text{ м}^3/\text{добу}$ приймаємо пісковловлювачі з горизонтальним обертанням води навколо вертикальної осі.

Основні показники пісковловлювача з круговим рухом води

Таблиця 3.1

№	Пропускна здатність		Основні розміри мм						
	м ³ /доб	л/с	діаметр	відстань між центрами пісколовок	відстань між вісями підвідного лотка і камерою переключень	Ширина			
						кільцевого жолоба	підвідного і відвідного лотка	лоток пісколовки	для випуску води
7	25000-40000	394-590	6000	10000, 11000	7500	1500	900	900	5000
									4850

Розрахунок піскових майданчиків

Для підсушування затриманого в пісковловлювачах піску проектуємо піскові майданчики

1. Визначаємо об'єм затриманого піску $W_{п_0}$, м³/рік

$$W_{п_0} (\text{м}^3 / \text{рік}) = \frac{m_n (\text{л} / \text{ос} \cdot \text{доб}) \cdot N_{прив} (\text{ос}) \cdot 365 (\text{днів} / \text{рік})}{1000 (\text{л} / \text{м}^3)} = \frac{0,02 \cdot 169825 \cdot 365}{1000} = 1849 \text{ м}^3 / \text{рік},$$

де m_n – нормативний об'єм піску на 1 особу на добу за [3, с.223]

2. Маса затриманого в пісковловлювачі піску (вологістю $P_{п}$) $M_{п}$, кг/рік

$$M_{п} (\text{кг} / \text{рік}) = W_{п_0} (\text{м}^3 / \text{рік}) \cdot \gamma_{п} (\text{кг} / \text{м}^3) = 1849 \cdot 1500 = 2773963 (\text{кг} / \text{рік}),$$

де $\gamma_{п}$ – об'ємна вага піску за [2] п.6.31,

$P_{п}$ – вологість затриманого піску, % за [3, табл.28], $P_{п} = 60\%$.

3. Маса води в піску $M_{вп}$, кг/рік, та об'єм $V_{вп}$, м³/рік:

$$M_{вп} (\text{кг} / \text{рік}) = \frac{M_{п} (\text{кг} / \text{рік}) \cdot 60(\%) }{100(\%)} = \frac{2773963 \cdot 60}{100} = 1664378 \text{ кг} / \text{рік},$$

$$V_{вп} (\text{м}^3 / \text{рік}) = \frac{M_{вп} (\text{кг} / \text{рік})}{\gamma_{в} (\text{кг} / \text{м}^3)} = \frac{1664378}{1000} = 1664,38 (\text{м}^3 / \text{рік}),$$

де γ_v – густина води (приймається 1000 кг/м^3).

4. Кінцева маса підсушеного на пісковому майданчику піску $M_{пк}$, кг/рік

$$M_{пк}(\text{кг} / \text{рік}) = \frac{M_n(\text{кг} / \text{рік}) \cdot [100(\%) - P_n(\%)]}{100(\%) - P_{пк}(\%)} = \frac{2773963 \cdot (100 - 60)}{100 - 46} = 2133817,7 \text{ кг} / \text{рік}.$$

5. Маса води в підсушеному піску $M_{впк}$, кг/рік та її об'єм $V_{впк}$, $\text{м}^3 / \text{рік}$

$$M_{впк}(\text{кг} / \text{рік}) = \frac{M_{пк}(\text{кг} / \text{рік}) \cdot P_{пк}(\%)}{100(\%)} = \frac{2133817,7 \cdot 46}{100} = 981556,1 \text{ кг} / \text{рік},$$

$$V_{впк}(\text{м}^3 / \text{рік}) = \frac{M_{впк}(\text{кг} / \text{рік})}{\gamma_v(\text{кг} / \text{м}^3)} = \frac{981556,1}{1000} = 981,6(\text{м}^3 / \text{рік})$$

6. Загальний об'єм води, видаленої із затриманого піску в процесі його підсушування на пісковому майданчику

$$V_{вп}(\text{м}^3 / \text{рік}) = V_{вн}(\text{м}^3 / \text{рік}) - V_{впк}(\text{м}^3 / \text{рік}) = 1664,38 - 981,6 = 682,8 \text{ м}^3 / \text{рік}.$$

7. Кінцевий об'єм підсушеного піску $W_{пк}$, $\text{м}^3 / \text{рік}$:

$$W_{пк}(\text{м}^3 / \text{рік}) = W_{нo}(\text{м}^3 / \text{рік}) - V_{вп}(\text{м}^3 / \text{рік}) = 1849 - 682,8 = 1159,2 \text{ м}^3 / \text{рік}.$$

8. Необхідна площа піскових майданчиків $F_{пм}$, м^2 :

$$F_{пм}(\text{м}^2) = \frac{W_{пк}(\text{м}^3 / \text{рік})}{a_{пм}(\text{м}^3 / \text{м}^2 \cdot \text{рік})} = \frac{1159,2}{3} = 386,4 \text{ м}^2,$$

де $a_{пм}$ - нормативне навантаження на піскові майданчики згідно [3, п.6.33].

Виходячи з основних типорозмірів однієї карти (10x20 м; 15x20 м; 15x25 м; 20x25 м.), приймаємо 2 карти піскових майданчиків 10x20 м, загальною площею

$$F_{заг}(\text{м}^2) = 10(\text{м}) \cdot 20(\text{м}) \cdot 2 = 400 \text{ м}^2$$

3.2.3. Первинні відстійники

Вибираємо тип відстійника згідно з [6, р.12.2.1, 12.2.2, 12.2.3]. Для даної витрати підходять два варіанти відстійників: горизонтальні $Q > 15000 \text{ м}^3 / \text{добу}$ і радіальні $Q \geq 20000 \text{ м}^3 / \text{добу}$. Перевагу віддаємо радіальним відстійникам.

Після вибору типу відстійників слід визначити необхідність застосування попередньої аерації (передаерації) стічних вод в блоці первинного відстоювання. Висновок щодо необхідності передаерації можна зробити, якщо проектна ефективність блоку первинного відстоювання ($E_{пр}, \%$) буде перевищувати 50%. Саме такою вважається максимальна ефективність затримання завислих речовин в традиційних вертикальних, горизонтальних і радіальних відстійниках $E_{пр} = f(C_{ен1}, C_{ех})$.

Концентрація завислих речовин на вході до первинних відстійників $C_{ен1}$ повинна враховуватись, зважаючи на попереднє зниження $C_{заг}$ в процесі руху стічної води крізь ґрати та пісковловлювачі.

В схемі з неаерованими пісковловлювачами $C_{ен1}$ дорівнює 95...96 % від $C_{заг}$. Кількість завислих речовин, яка повинна міститися стічній воді після первинних відстійників $C_{ех}$, приймається згідно рекомендацій [5, стор.237]. Таким чином, $E_{пр}$ визначається в діапазоні від $E_{пр(min)}$ до $E_{пр(max)}$. Якщо має місце умова $E_{пр(min)} > 50\%$ обов'язковою умовою передаерація.

Визначаємо проектну ефективність первинного відстійника $E_{пр}$:

$$E_{пр} = \frac{C_{ен1} - C_{ех1}}{C_{ен1}} \cdot 100\%,$$

де $C_{ен1}$ – в схемі з аерованими пісковловлювачами дорівнює 92...93% від $C_{заг}$;

$C_{ех1}$ – кількість завислих речовин, яка міститься в стічній воді після первинних відстійників, приймається згідно рекомендацій.

Визначаємо концентрацію завислих речовин на I відстійнику

$$C_{ен1} = 345,9 \cdot 0,95 = 328,6 \text{ г/м}^3$$

$$C_{ех1} = 150 \text{ г/м}^3$$

$$E_{пр(min)} = \frac{328,6 - 150}{328,6} \cdot 100\% = 54,4\%$$

Так як $E_{пр(min)} > 50\%$, розглядаємо варіант схеми первинного відстоювання води з передаератором.

Розрахунок первинного відстійника з перед аератором

Визначаємо ефект роботи відстійника

$$E_{\text{set ПА}} = \frac{E_{\text{нр1}}}{1,2 \dots 1,25} = \frac{54,4}{1,25} = 43,52\%$$

а) приймаємо розрахунковий ефект $E_{\text{розр}}$ кратний 5%:

$$50\% > E_{\text{розр}} > E_{\text{set ПА}}, \quad 50\% > 45\% > 43,52\%, \quad E_{\text{розр}} = 45\%$$

б) приймаємо розрахункову необхідну тривалість відстоювання стічної води в еталонному циліндрі (t_{set} , с) згідно [6, табл.30]

$$t_{\text{set}} = f(C_{\text{ен}}; E_{1\text{розр}}) = 1433 \text{ с}$$

в) визначаємо розрахункову гідравлічну крупність осідаючих речовин

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

$$\text{При } D=18; 24; 30\text{м: } u_0 = \frac{1000 \cdot 3,4 \cdot 0,45}{1433 \cdot \left(\frac{0,45 \cdot 3,4}{0,5} \right)^{0,15}} = 0,9 \text{ мм/с}$$

де H_{set} - глибина відстійника за [6, табл.12.6];

K_{set} - коефіцієнт, що враховує тип відстійника [3, табл.31], для радіальних відстійників $K_{\text{set}}=0,45$;

h_1 - глибина еталонного циліндра за [3, табл.30], $h_1=0,5$ м;

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

$$n_2 = \frac{0,15 \cdot E_{1\text{розр}} (\%) }{C_{\text{ен1}}^{0,6} (\text{г/м}^3)} + \frac{3,53}{C_{\text{ен1}}^{0,035} (\text{г/м}^3)} - 2,95 = \frac{0,15 \cdot 45}{328,6^{0,6}} + \frac{3,53}{328,6^{0,035}} - 2,95 = 0,15$$

г) визначаємо номінальну пропускну спроможність відстійника q_{set} , за [3, ф.33], $\text{м}^3/\text{год}$

$$q_{\text{set}} (\text{м}^3/\text{год}) = 2,8 \cdot K_{\text{set}} \cdot (D_{\text{set}}^2 (\text{м}) - d_{\text{ен}}^2 (\text{м})) \cdot (u_0 (\text{мм/с}) - v_{\text{тб}} (\text{мм/с}));$$

$$q_{\text{set}} = 2,8 \cdot 0,45 \cdot (18^2 - 0,4^2) \cdot (0,9 - 0) = 367,4 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$q_{\text{set}} = 2,8 \cdot 0,45 \cdot (24^2 - 0,9^2) \cdot (0,9 - 0) = 652,3 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$q_{set} = 2,8 \cdot 0,45 \cdot (30^2 - 1,2^2) \cdot (0,9 - 0) = 1018,97 \text{ м}^3 / \text{год} ;$$

де D_{set} - діаметр відстійника, м;

d_{set} - діаметр випускного пристрою, м;

v_{tb} - турбулентна складова швидкості осідання завислих речовин за [3, табл.32].

При $D=40$ м:

$$u_0 = \frac{1000 \cdot 4 \cdot 0,45}{1433 \cdot \left(\frac{0,45 \cdot 4}{0,5}\right)^{0,15}} = 1,04 \text{ мм/с}$$

$$q_{set} = 2,8 \cdot 0,45 \cdot (40^2 - 1,5^2) \cdot (1,04 - 0) = 2093,7 \text{ м}^3 / \text{год}$$

д) визначення необхідної кількості відстійників

$$N = \frac{Q_{max}}{q_{set}}, \text{шт}$$

$$N^{18} = \frac{Q_{max}}{q_{set}} = \frac{2564}{367,4} = 8 \text{ шт};$$

$$N^{24} = \frac{Q_{max}}{q_{set}} = \frac{2564}{652,3} = 5 \text{ шт};$$

$$N^{30} = \frac{Q_{max}}{q_{set}} = \frac{2564}{1018,97} = 3 \text{ шт};$$

$$N^{40} = \frac{Q_{max}}{q_{set}} = \frac{2564}{2093,7} = 2 \text{ шт}$$

Приймаємо 8 радіальних відстійники діаметром 18 м.

е) гідравлічна крупність

$$u_{оф} = \frac{q_{set1}}{2,8 \cdot K_{set} \cdot (D_{set}^2 - d_{en}^2)} + v_{tb} = \frac{350}{2,8 \cdot 0,45 \cdot (18^2 - 0,4^2)} + 0 = 0,86 \text{ мм/с}$$

ж) визначаємо фактичну тривалість відстоювання $t_{set\phi}$ за [3, ф.30], с

$$t_{set\phi} = \frac{1000 \cdot K_{set} H_{set}}{u_{\phi} \cdot \left(\frac{K_{set} H_{set}}{h_1}\right)^n} = \frac{1000 \cdot 0,45 \cdot 3,4}{0,86 \cdot \left(\frac{0,45 \cdot 3,4}{0,5}\right)^{0,15}} = 1505 \text{ с}$$

$$q_{set1} = \frac{Q_{max} (\text{м}^3 / \text{год})}{N} = \frac{2564}{8} = 320,5 \text{ м}^3 / \text{год}$$

з) визначаємо ефект відстійника в блоці :

$$E_{1\phi} = E_{set \phi}(1,2 \dots 1,25) = 46,3 \cdot 1,25 = 57,9 \%$$

к) визначаємо фактичну концентрацію завислих речовин після блоку первинного відстоювання з передацією:

$$C_{ex} = C_{en} \frac{100 - E_{\text{блф}}}{100} = 328,6 \frac{100 - 57,9}{100} = 138,34 (\text{г} / \text{м}^3)$$

Оскільки в проекті передбачено використання передаератора, виконуємо визначення його об'єму ($W_{ПА}$) та розмірів:

$$W_{ПА} (\text{м}^3) = Q_{\text{max}} (\text{м}^3 / \text{год}) \cdot t_{ПА} (\text{хв}) = 2564 \cdot \frac{20}{60} = 934 \text{ м}^3$$

де $t_{ПА}$ - тривалість передаерації, хвил., згідно [3, п.6.116].

Приймамо 3 секції довжиною 30 м, шириною 3 м і глибиною 3,5 м.

3.3 БЛОК БІОЛОГІЧНОЇ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД

3.3.1 Розрахунок аеротенків

Вибираємо тип аеротенку згідно з [3,п. 6.140].

При відсутності залпових надходжень токсичних речовин, використовуємо аеротенки-витискувачі.

Визначаємо необхідність регенерації активного мулу згідно [3, п. 6.141], для чого розраховуємо значення БПК₂₀ стічної води, що потрапляє до аеротенку

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

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

Згідно [3,табл.25], норматив за БПК₂₀ на одну особу для неосвітленої стічної води L' і для освітленої води L'' складають відповідно 75 та 40 г/ос.добу, звідки:

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

отже

$$L_{\text{ен. аер}} = 419 \cdot 0,533 = 224 \text{ мг/л} .$$

Так, як $L_{\text{ен. аер}} = 224 \text{ мг/л} > 150 \text{ мг/л}$ – необхідна регенерація активного мулу.

Розрахунок аеротенку з регенерацією активного мулу

1. Призначаємо орієнтований діапазон і поточні значення дози АМ a_i :
 $a_i = 3; 3,3; 3,6; 3,9$ г/л

та мінімальний дозволений ступінь рециркуляції АМ $R_i = 0,3$, згідно [3, п. 6.145] .

2. Розраховуємо 4 значення дози АМ в регенераторі за [3, ф.55]

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

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

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

3. Розраховуємо 4 значення тривалості аерації за [3, ф.56]

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

$$t_{1at} = \frac{2,5}{\sqrt{3}} \cdot \lg \frac{224}{17} = 1,53 \text{ год}; \quad t_{2at} = \frac{2,5}{\sqrt{3,3}} \cdot \lg \frac{224}{17} = 1,5 \text{ год};$$

$$t_{3at} = \frac{2,5}{\sqrt{3,6}} \cdot \lg \frac{224}{17} = 1,43 \text{ год}; \quad t_{4at} = \frac{2,5}{\sqrt{3,9}} \cdot \lg \frac{224}{17} = 1,38 \text{ год} .$$

4. Розраховуємо 4 значення питомої швидкості окислення ρ за [3, ф.49],
приймаючи замість a_i значення a_r :

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

де $\rho_{max} = 85$ мг/г · год – максимальна швидкість окислення, приймається за [3, табл. 40];

$C_0 = 2$ мг/л – концентрація розчиненого кисню у воді;

$K_l = 0,33$ мг/л – константа, яка характеризує властивості органічних забруднюючих речовин і приймається за [3, табл. 40];

$K_0 = 0,625 \text{ мг/л}$ – константа, яка характеризує вплив кисню і приймається за [3, табл. 40];

$\varphi = 0,07 \text{ л/г}$ – коефіцієнт інгібування продуктами розпаду АМ, приймається за [3, табл. 40].

$$\rho_1 = 85 \cdot \frac{18 \cdot 2}{18 \cdot 2 + 33 \cdot 2 + 0,625 \cdot 18} \cdot \frac{1}{1 + 0,07 \cdot 13} = 14,05 \text{ мг/Г} \cdot \text{год};$$

$$\rho_2 = 85 \cdot \frac{18 \cdot 2}{18 \cdot 2 + 33 \cdot 2 + 0,625 \cdot 18} \cdot \frac{1}{1 + 0,07 \cdot 14,3} = 13,51 \text{ мг/Г} \cdot \text{год};$$

$$\rho_3 = 85 \cdot \frac{18 \cdot 2}{18 \cdot 2 + 33 \cdot 2 + 0,625 \cdot 18} \cdot \frac{1}{1 + 0,07 \cdot 15,6} = 12,87 \text{ мг/Г} \cdot \text{год};$$

$$\rho_4 = 85 \cdot \frac{18 \cdot 2}{18 \cdot 2 + 33 \cdot 2 + 0,625 \cdot 18} \cdot \frac{1}{1 + 0,07 \cdot 16,9} = 12,28 \text{ мг/Г} \cdot \text{год}.$$

5. Для значень a_r і значень ρ , розраховуємо значення загальної тривалості окислення органічних речовин t_0 , за [3, ф.54]

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

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

$$t_{01} = \frac{224 - 18}{0,3 \cdot 13 \cdot (1 - 0,3) \cdot 14,05} = 5,37 \text{ год};$$

$$t_{02} = \frac{224 - 18}{0,3 \cdot 14,3 \cdot (1 - 0,3) \cdot 13,51} = 5,08 \text{ год};$$

$$t_{03} = \frac{224 - 18}{0,3 \cdot 15,6 \cdot (1 - 0,3) \cdot 12,87} = 4,89 \text{ год};$$

$$t_{04} = \frac{224 - 18}{0,3 \cdot 16,9 \cdot (1 - 0,3) \cdot 12,28} = 4,73 \text{ год}.$$

6. Розраховуємо значення тривалості регенерації АМ t_r за [3, ф.57]:

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

$$t_{1r} = 5,37 - 1,53 = 3,84 \text{ год}; \quad t_{2r} = 5,08 - 1,5 = 3,58 \text{ год};$$

$$t_{3r} = 4,89 - 1,43 = 3,46 \text{ год}; \quad t_{4r} = 4,73 - 1,38 = 3,35 \text{ год}.$$

7. Розраховуємо значення навантаження на АМ q_i за залежністю наведеній в [3, ф.53]

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

$$q_1 = \frac{24 \cdot (224 - 18)}{(1-0,3) \cdot [3 \cdot (1+0,3) \cdot 1,53 + 13 \cdot 0,3 \cdot 3,84]} = 337,2 \text{ мз/г} \cdot \text{добу};$$

$$q_2 = \frac{24 \cdot (224 - 18)}{(1-0,3) \cdot [3,3 \cdot (1+0,3) \cdot 1,5 + 14,3 \cdot 0,3 \cdot 3,58]} = 324 \text{ мз/г} \cdot \text{добу};$$

$$q_3 = \frac{24 \cdot (224 - 18)}{(1-0,3) \cdot [3,6 \cdot (1+0,3) \cdot 1,43 + 15,6 \cdot 0,3 \cdot 3,46]} = 308,6 \text{ мз/г} \cdot \text{добу};$$

$$q_4 = \frac{24 \cdot (224 - 18)}{(1-0,3) \cdot [3,9 \cdot (1+0,3) \cdot 1,38 + 16,9 \cdot 0,3 \cdot 3,38]} = 292,7 \text{ мз/г} \cdot \text{добу}.$$

8. Розраховуємо значення мулового індексу J_i за [3,ф.52]

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

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

$$J_1 = \frac{1000}{13} = 76,9 \text{ см}^3/\Gamma; J_2 = \frac{1000}{14,3} = 69,9 \text{ см}^3/\Gamma;$$

$$J_3 = \frac{1000}{15,6} = 64,1 \text{ см}^3/\Gamma; J_4 = \frac{1000}{16,9} = 59,2 \text{ см}^3/\Gamma.$$

Таблиця 3.2

$a_i, \text{ г/л}$	3	3,3	3,6	3,9
$q_i, \text{ мг БПК/гбз} \cdot \text{добу}$	337,2	324	308,6	292,7
$J_i, \text{ см}^3/\Gamma$	76,9	69,9	64,1	59,2

Приймаємо, що оптимальна доза АМ буде: $a_{i(omn)} = 3,16 \text{ г/л}$. При дозі АМ $a_{i(omn)} = 3,16 \text{ г/л}$, будуть такі значення роботи аеротенку:

$$a_{r(omn)} = 3,16 \cdot \left(\frac{1}{0,3} + 1\right) = 13,6 \text{ г/л};$$

$$t_{at(omn)} = \frac{2,5}{\sqrt{3,16}} \cdot \lg \frac{224}{17} = 1,52 \text{ год};$$

$$\rho_{(omn)} = 85 \cdot \frac{18 \cdot 2}{18 \cdot 2 + 33 \cdot 2 + 0,625 \cdot 18} \cdot \frac{1}{1 + 0,07 \cdot 13,6} = 13,59 \text{ мз/г} \cdot \text{год};$$

$$t_{0(omm)} = \frac{224 - 18}{0,3 \cdot 13,6 \cdot (1 - 0,3) \cdot 13,59} = 5,15 \text{ год};$$

$$t_{r(omm)} = 5,15 - 1,52 = 3,63 \text{ год};$$

$$J_{i(omm)} = \frac{1000}{13,6} = 72,96 \text{ см}^3/\text{г}.$$

9. Визначаємо розрахункові об'єми:

– зони аерації $W_{at \text{ розр}}$ за [3,ф.58]

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

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

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

$$q_w = Q_{\text{сеп}} = \frac{2237 + 2564 + 2553 + 2553}{4} = 2477 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$W_{at \text{ розр}} = 2 \cdot (1 + 0,3) \cdot 2477 = 6240 \text{ м}^3;$$

– зони регенерації $W_{r \text{ розр}}$ за [3,ф.59]

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

де $t_r = t_{r(omm)} = 3,63 \text{ год}$;

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

$$W_{r \text{ розр}} = 3,63 \cdot 0,3 \cdot 2477 = 2578 \text{ м}^3;$$

– загальний об'єм $W_{\text{заг}} = W_{at \text{ розр}} + W_{r \text{ розр}} = 6240 + 2578 = 8818 \text{ м}^3$.

10. Визначаємо геометричні розміри аеротенку: кількість секцій аеротенку n_c , кількість коридорів в секції аеротенку n_k , кількість зон аерації n_a , кількість зон регенерації n_p . Обираємо при

$$K'_p = \frac{W_{r \text{ розр}}}{W_{at \text{ розр}}} = \frac{2578}{6240} = 0,413 \text{ для використання варіант Б: } K_p = 0,5 \text{ 3-х}$$

коридорний аеротенк (2 зони аерації, 1 зона регенерації), $K_p = 0,5$.

$$W_{at} = W_{at \text{ розр}}; \quad W_r = W_{at \text{ розр}} \cdot K_p = 6240 \cdot 0,5 = 3120 \text{ м}^3;$$

Загальний об'єм $W'_{\text{заг}} = W_{at} + W_r = 6240 + 3120 = 9360 \text{ м}^3$

$$W'_{\text{заг}} > W_{\text{заг}}$$

Для подальших розрахунків приймаємо $W'_{\text{заг}} = 9360 \text{ м}^3$.

Допоміжна таблиця порівняння типових варіантів аеротенків

Таблиця 3.3

1	H _к ,м	3,	4,4			5	
2	B _к ,м	4,	4,	6	9	6	9
3	L _к ,м	36	36	4	7	48	7
4	$F_{at}, M^2 = \frac{W'_{заг}(M^2)}{H_{к}(M)}$	2925	2127	2127	2127	1872	1872
5	$L'_{к}(M) = \sqrt{F_{at}(M)} \cdot 0,4$	34,2	29,2	29,2	29,2	27,4	27,4
6	Можливі варіанти	+	-	-	-	-	-
7	L'' _к ,м	36					
8	$B_{at}(M) = \frac{F_{at}(M^2)}{L''_{к}(M)}$	81,25					
9	$n_c \cdot n_{к} = N = \frac{B_{at}(M)}{B_{к}(M)}$	18,1					
10	$n_c \cdot n_{к}$ (n _ε = 3)	7·3= =21					

За даними таблиці, можливий такий варіант геометричних розмірів аеротенку

$$n_c = 7; n_{к} = 3; H_{к} = 3,2 \text{ м}; B_{к} = 4,5 \text{ м}; L_{к} = 36 \text{ м}, W_{заг} = 10886,4 \text{ м}^3 > 9360 \text{ м}^3,$$

який приймається до проектування за фактичними параметрами:

$$W_{ат\ факт} = 10886,4 \cdot \frac{2}{3} = 7257,6 \text{ м}^3 > W_{ат\ розр} = 6240 \text{ м}^3;$$

$$W_{г\ факт} = 10886,4 \cdot \frac{1}{3} = 3628,8 \text{ м}^3 > W_{г\ розр} = 3120 \text{ м}^3$$

$$F_{ат\ факт} = \frac{W_{ат\ факт}}{H_{к}} = \frac{7257,6}{3,2} = 2268 \text{ м}^2;$$

$$F_{г\ факт} = \frac{W_{г\ факт}}{H_{к}} = \frac{3628,8}{3,2} = 1134 \text{ м}^2;$$

$$t_{ат\ факт} = \frac{W_{ат\ факт}}{(1 + R_i) \cdot q_w} = \frac{7257,6}{(1 + 0,3) \cdot 2477} = 2,3 \text{ год};$$

$$t_{г\ факт} = \frac{W_{г\ факт}}{R_i \cdot q_w} = \frac{3628,8}{0,3 \cdot 2477} = 5,04 \text{ год}.$$

11. Розрахунок витрат повітря в аеротенку

Загальна годинна витрата повітря

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

де $Q_{air(at)}$ – витрата повітря в зоні аерації $Q_{air(at)} = F_{at\ факт} \cdot I_{at}$,

де I_{at} – інтенсивність аерації в зоні аерації $I_{at} = \frac{q_{air} \cdot H_{\kappa}}{t_{at\ факт}}$,

$Q_{air(r)}$ – витрата повітря в зоні регенерації $Q_{air(r)} = F_{r\ факт} \cdot I_{at(r)}$,

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

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

- q_{air} – питома витрата повітря, яка визначається за [3, ф.31]

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

де $q_0 = 1,1$ – питома витрата кисню за [3, п. 6,157];

$K_1 = 2,078$ – коефіцієнт, що враховує тип аератора за [3, ф.42] в залежності від $f_{az}/f_{at} = 0,65$;

$K_2 = 2,08$ – коефіцієнт, що залежить від глибини занурення аераторів h_a
 $h_a = H_{\kappa} - 0,2 = 3,2 - 0,2 = 3$ м;

$K_3 = 0,85$ – коефіцієнт якості води, приймається як для міських стічних вод без СПАР за [3, п.6,157];

K_T – температурний коефіцієнт, який розраховується за [3, ф.62] в залежності від T_{CB} :

$$K_T = 1 + 0,02 \cdot (T_{CB} - 20) = 1 + 0,02 \cdot (13 - 20) = 0,86;$$

C_a – розчинність кисню у стічній воді за [3] ф.63 в залежності від h_a та C_T ;

C_T – теоретична розчинність кисню у воді при температурі T_{CB} , яка може прийматись по залежності:

$$C_T = 19,37 - (46 \cdot T_{CB})^{0,34} = 19,37 - (46 \cdot 13)^{0,34} = 10,58 \text{ мг/л};$$

$$C_a = \left(1 + \frac{h_a}{20,6}\right) \cdot C_T = \left(1 + \frac{3}{20,6}\right) \cdot 10,58 = 12,12 \text{ мг/л};$$

$C_0 = 2 \text{ мг/л}$ – концентрація кисню в аеротенку, приймається за [3,п.6,157];

$$q_{air} = \frac{1,1 \cdot (224 - 18)}{2,078 \cdot 2,08 \cdot 0,86 \cdot 0,85 \cdot (12,12 - 2)} = \frac{226,6}{31,9} = 7,1 \text{ м}^3 \text{ повітря на м}^3 \text{ стічної води.}$$

Інтенсивність аерації в зоні аерації:

$$I_{at} = \frac{7,1 \cdot 3,2}{2,3} = 9,9 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \text{ год}$$

Інтенсивність аерації в зоні регенерації:

$$I_{at(r)} = \frac{7,1 \cdot 3,2}{5,04} = 4,5 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \text{ год}$$

Витрата повітря в зоні аерації:

$$Q_{air(at)} = 2268 \cdot 9,9 = 22403,9 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Витрата повітря в зоні регенерації:

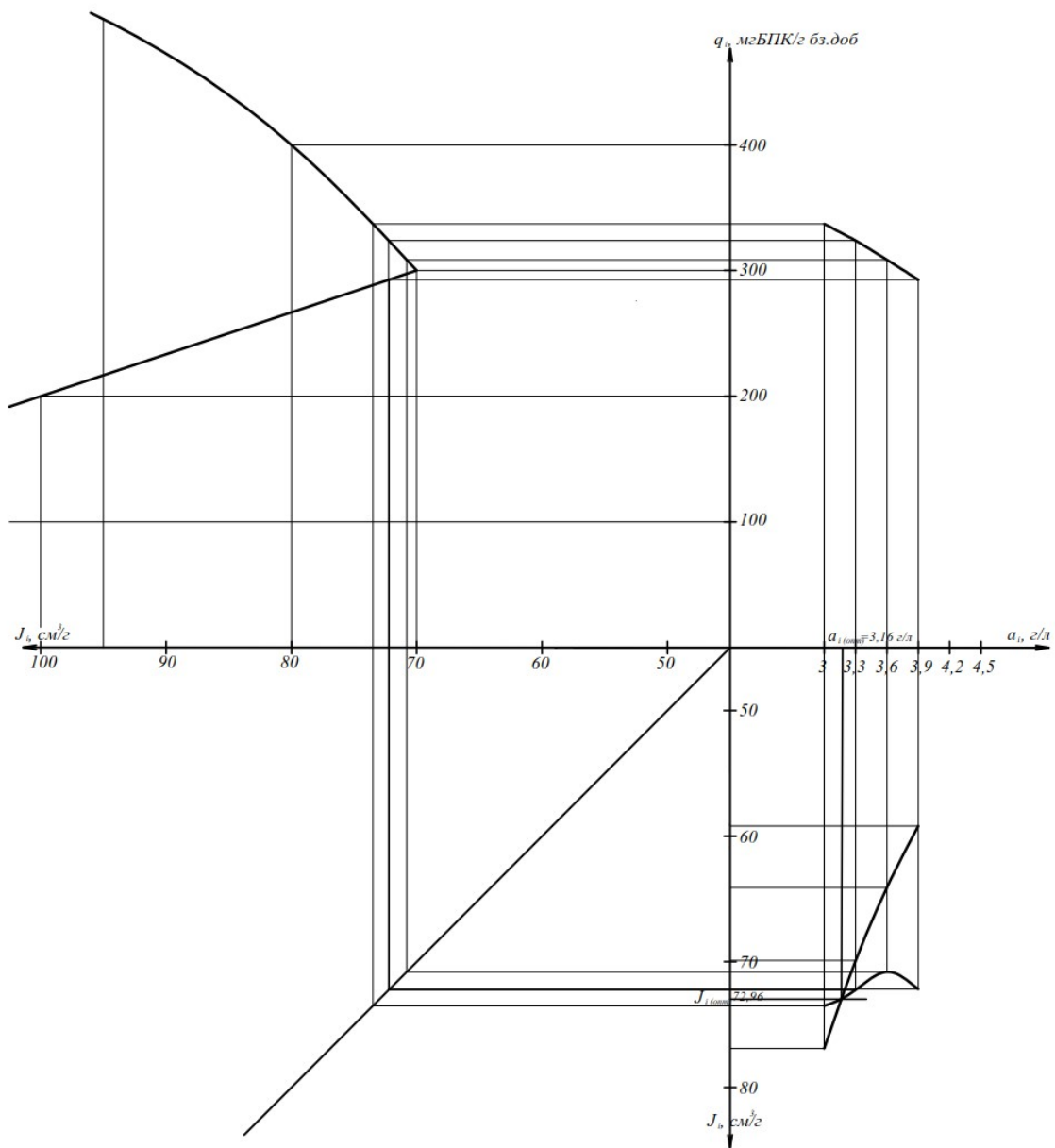
$$Q_{air(r)} = 11,34 \cdot 4,5 = 5103 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Загальна годинна витрата повітря:

$$Q_{air \text{ заг}} = 22403,9 + 5103 = 27506,9 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Приймаємо повітродувну станцію продуктивністю $40000 \text{ м}^3 / \text{год}$ з 6 установленими агрегатами марки ТВ – 175 – 1,6.

Розміри будівлі станції $30 \times 18 \text{ м}$. Об'єм будівлі 6420 м^3 .



Визначення оптимальної дозы активного мулу

3.3.2. Вторинні відстійники

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

Розрахунок вторинних відстійників полягає у визначенні їх кількості n_{setll} та розмірів D_{setll} . Основним розрахунковим параметром є гідравлічне навантаження на поверхню q_{ssa} , яке для відстійників в схемах з аеротенками розраховується за [3, ф.67]:

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

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

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

$H_{setll} = 3,7 \text{ м}$ при $D_{setll} = 18; 24; 30 \text{ м}$;

$H_{setll} = 4,35 \text{ м}$ при $D_{setll} = 40 \text{ м}$;

a_i – розрахункова максимальна концентрація завислих речовин в стічних водах після вторинних відстійників, приймається за такими міркуваннями $C_{дозв} \geq a_i > 10 \text{ мг/л}$.

Приймаємо $a_i = 13 \text{ мг/л}$

$$13,5 \geq 13 > 10 \text{ мг/л}$$

$$a_i = 3,18 \text{ мг/л};$$

$$J_i = 72,96 \text{ см}^3/\text{Г};$$

$$q_{ssa(1)} = \frac{4,5 \cdot 0,4 \cdot 3,7^{0,8}}{(0,1 \cdot 72,96 \cdot 3,18)^{0,5-0,01 \cdot 3,18}} = 1,61 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{год};$$

$$q_{ssa(1)} = \frac{4,5 \cdot 0,4 \cdot 4,35^{0,8}}{(0,1 \cdot 72,96 \cdot 3,18)^{0,5-0,01 \cdot 3,18}} = 1,83 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{год}.$$

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

Розрахунок необхідної площі відстійників та підбір їх геометричних розмірів

Таблиця 3.4

$D_{setII}, м$	18	24	30	40
$d_{en}, м$	0,7	0,9	1,2	1,5
$H_{setII}, м$	3,7	3,7	3,7	4,35
$q_{ssa}, м^3/м^2 \cdot год$	1,61	1,61	1,61	1,83
$F_{setII} = \frac{Q_{cep}}{q_{ssa}}, м^2$	1490,7	1490,7	1490,7	1311,5
$f'_{set} = \pi \cdot \frac{(D_{setII}^2 - d_{en}^2)}{4}, м^2$	253,9	451,5	705,4	1254,2
$n_{setII\ позр} = \frac{F_{setII}}{f'_{set}}$	5,9	3,3	2,1	1,05
$n_{setII\ np}$	6	4	3	2

Приймаємо 4 вторинних радіальних відстійники діаметром 24 .

3.4. БЛОК ЗНЕЗАРАЖЕННЯ СТИЧНИХ ВОД

3.4.1. Хлоратори

Підбираємо кількість хлораторів 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 $Q_{max} = 2564 \text{ м}^3/\text{год}$ – розрахункова максимальна годинна витрата стічних вод;

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

$K_{\text{хл}} = 1,5$ – коефіцієнт можливого збільшення дози хлору за [3, п. 6.223];

$$G_{\text{хл}} = \frac{2564 \cdot 3 \cdot 1,5}{1000} = 12,6 \text{ кг/год.}$$

Приймаємо 2 робочих і 1 резервний хлоратор ЛОНИИ – 100 з продуктивністю 6,5 кг/год.

3.4.2. Змішувачі

В якості змішувача приймаємо „Лоток Паршалья” за [6, табл. 16.2] в залежності від $Q_{\text{заг}} = 38668,11 \text{ м}^3/\text{добу}$

Розміри змішувача типу „Лоток Паршалья”, м

Таблиця 3.5

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

3.4.3 Контактні резервуари

В якості контактного резервуару використовуємо горизонтальний відстійник.

Визначаємо загальний розрахунковий об'єм контактного резервуару

$$W_{\text{кр розр}} = \frac{Q_{\text{max}} \cdot t_{\text{конт}} \cdot K_{\text{хл}}}{60} = \frac{2564 \cdot 30 \cdot 1,5}{60} = 2100 \text{ м}^3,$$

де $t_{\text{конт}} = 30 \text{ хв}$ – тривалість контакту хлорної води із стічною водою [3, п. 6.228].

Кількість та розміри відділень резервуару:

- ширина відділення $V_{\text{від}} = 9 \text{ м}$;
- довжина відділення $L_{\text{від}} = 30 \text{ м}$;
- глибина відділення $H_{\text{від}} = 2,8 \text{ м}$;
- кількість відділень $n_{\text{від}} = 3 \text{ шт}$;
- загальний фактичний об'єм контактного резервуару

$$W_{\text{кр факт}}, \text{ м}^3 : W_{\text{кр факт}} = V_{\text{від}} \cdot L_{\text{від}} \cdot H_{\text{від}} \cdot n_{\text{від}} = 9 \cdot 30 \cdot 2,8 \cdot 3 = 2268 \text{ м}^3 > 2100 \text{ м}^3.$$

3.5. БЛОК ОБРОБКИ ТВЕРДОЇ ФАЗИ ЗАБРУДНЕНЬ

3.5.1. Мулозгущувачі НАМ І ступеня

Визначаємо масу твердої частини НАМ:

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

де P_i – приріст АМ, г/м^3 , за [3, ф. 60]

$$P_i = 0,8 \cdot C_{\text{exl}} + K_g \cdot L_{\text{en}} = 0,8 \cdot 138,34 + 0,3 \cdot 224 = 177,9 \text{ г/м}^3,$$

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

$$M_{\text{тв НАМ}} = \frac{177,9 \cdot 38668,11}{1000} = 8466,7 \text{ кг/доб.}$$

Визначаємо масу рідкої частини НАМ

$$M_{\text{р НАМ}} = \frac{M_{\text{тв НАМ}} \cdot P_{\text{НАМ}}}{(100 - P_{\text{НАМ}})} = \frac{8466,7 \cdot 99}{(100 - 99)} = 838336 \text{ кг/доб.},$$

де $P_{\text{НАМ}} = 99 \dots 99,3 \%$.

Визначаємо загальну масу НАМ

$$M_{\text{НАМ}} = M_{\text{тв НАМ}} + M_{\text{р НАМ}} = 8466,7 + 838336 = 846802,7 \text{ кг/доб.}$$

Визначаємо загальний об'єм НАМ

$$W_{\text{НАМ}} = M_{\text{НАМ}} / \gamma_{\text{НАМ}} = 846802,7 / 1020 = 830,2 \text{ м}^3 / \text{доб.},$$

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

За схемою балансу мас НАМ і ЗНАМ приймаємо

$$M_{\text{тв НАМ}} = M_{\text{тв ЗНАМ}} = 8466,7 \text{ кг/доб.}$$

Далі розрахунки ведемо окремо для радіальних та вертикальних мулозгущувачів.

Маса рідкої частини ЗНАМ:

$$M_{P.ЗНАМ(p)}(\text{кг} / \text{доб}) = \frac{M_{ТВ.ЗНАМ}(\text{кг} / \text{доб}) \cdot P_{ЗНАМ(p)}(\%)}{(100(\%) - P_{ЗНАМ(p)}(\%))} = \frac{8466,7 \cdot 97,3}{100 - 97,3} = 305114,8 \text{ кг} / \text{доб},$$

$$M_{P.ЗНАМ(в)}(\text{кг} / \text{доб}) = \frac{M_{ТВ.ЗНАМ}(\text{кг} / \text{доб}) \cdot P_{ЗНАМ(в)}(\%)}{(100(\%) - P_{ЗНАМ(в)}(\%))} = \frac{8466,7 \cdot 98}{100 - 98} = 414868,3 \text{ кг} / \text{доб},$$

де $P_{ЗНАМ(p)}$, $P_{ЗНАМ(в)}$ - вологість ЗНАМ радіальних та вертикальних мулозгущувачів за [3, табл. 58].

Визначаємо масу мулової води після МЗГ І:

$$M_{MB(p)}(\text{кг} / \text{доб}) = M_{P.НАМ}(\text{кг} / \text{доб}) - M_{P.ЗНАМ(p)}(\text{кг} / \text{доб}) = 838336 - 305114,8 = 533221,2 \text{ кг} / \text{доб},$$

$$M_{MB(в)}(\text{кг} / \text{доб}) = M_{P.НАМ}(\text{кг} / \text{доб}) - M_{P.ЗНАМ(в)}(\text{кг} / \text{доб}) = 838336 - 414868,3 = 423467,7 \text{ кг} / \text{доб}.$$

Об'єм мулової води:

$$W_{MB(p)}(\text{м}^3 / \text{доб}) = \frac{M_{MB(p)}(\text{кг} / \text{доб})}{\gamma_{MB}(\text{кг} / \text{м}^3)} = \frac{533221,2}{1000} = 533,2 \text{ м}^3 / \text{доб}$$

$$W_{MB(в)}(\text{м}^3 / \text{доб}) = \frac{M_{MB(в)}(\text{кг} / \text{доб})}{\gamma_{MB}(\text{кг} / \text{м}^3)} = \frac{423467,7}{1000} = 423,5 \text{ м}^3 / \text{доб}$$

де γ_{MB} – густина МВ, $\gamma_{MB} = 1000 \text{ кг} / \text{м}^3$.

Загальна маса ЗНАМ:

$$M_{ЗНАМ(p)} = M_{P.ЗНАМ(p)} + M_{ТВ.ЗНАМ} = 305114,8 + 8466,7 = 313581,5 \text{ кг} / \text{доб},$$

$$M_{ЗНАМ(в)} = M_{P.ЗНАМ(в)} + M_{ТВ.ЗНАМ} = 414868,3 + 8466,7 = 423335 \text{ кг} / \text{доб}.$$

Об'єм ЗНАМ:

$$W_{ЗНАМ(p)}(\text{м}^3 / \text{доб}) = W_{НАМ}(\text{м}^3 / \text{доб}) - W_{MB(p)}(\text{м}^3 / \text{доб}) = 830,2 - 533,2 = 297 \text{ м}^3 / \text{доб},$$

$$W_{ЗНАМ(в)}(\text{м}^3 / \text{доб}) = W_{НАМ}(\text{м}^3 / \text{доб}) - W_{MB(в)}(\text{м}^3 / \text{доб}) = 830,2 - 423,5 = 406,7 \text{ м}^3 / \text{доб}.$$

За розрахунками МЗГ І складаємо допоміжну схему

МЗГ І (в)

МЗГ І (р)

$W_{MB(в)} = 423,5 \text{ м}^3 / \text{доб}$	$W_{MB(p)} = 533,2 \text{ м}^3 / \text{доб}$
$W_{ЗНАМ(в)} = 406,7 \text{ м}^3 / \text{доб}$	$W_{ЗНАМ(p)} = 297 \text{ м}^3 / \text{доб}$

Розраховуємо необхідний об'єм (м³) мулозгущувача МЗГ І:

$$V_{\text{МЗГ.І}}(\text{м}^3) = \frac{W_{\text{ЗНАМ}}(\text{м}^3 / \text{доб}) \cdot t_{\text{сер.зг}}(\text{год})}{24(\text{год} / \text{доб})} + \frac{W_{\text{МВ}}(\text{м}^3 / \text{доб}) \cdot t_{\text{накоп}}(\text{год})}{24(\text{год} / \text{доб})};$$

де $t_{\text{сер.зг}}$ - середня тривалість згущення за год

$t_{\text{накоп}}$ - середня тривалість накопичення мулової води (для "в" та "р" приймається 2 год.);

$$V_{\text{МЗГ.І(в)}}(\text{м}^3) = \frac{406,7 \cdot 10}{24} + \frac{423,5 \cdot 2}{24} = 204,8 \text{ м}^3;$$

$$V_{\text{МЗГ.І(р)}}(\text{м}^3) = \frac{297 \cdot 10}{24} + \frac{533,2 \cdot 2}{24} = 168,2 \text{ м}^3;$$

Приймаємо вертикальний МЗГ І, визначаємо кількість та розміри вертикальних МЗГ І (за площею):

$$F_{\text{МЗГ.І(в)}}(\text{м}^2) = \frac{W_{\text{НАМ}}(\text{м}^3 / \text{доб})}{86400(\text{с} / \text{доб}) \cdot V_{\text{ц.т.}}(\text{м} / \text{с})} + \frac{W_{\text{МВ(в)}}(\text{м}^3 / \text{доб}) \cdot 1000(\text{мм} / \text{м})}{86400(\text{с} / \text{доб}) \cdot V_{\text{МЗГІ(в)}}(\text{мм} / \text{с})},$$

де $V_{\text{ц.т.}}$ - швидкість руху НАМ в центральній трубі мулозгущувача (прийм. 0,1 м/с);

$V_{\text{МЗГІ(в)}}$ - швидкість руху води у вертикальному МЗГ І мм/с.

$$F_{\text{МЗГ.І(в)}}(\text{м}^2) = \frac{830,2}{86400 \cdot 0,1} + \frac{423,5 \cdot 1000}{86400 \cdot 0,1} = 49,1 \text{ м}^2.$$

Кількість вертикальних МЗГ І

Таблиця 3.6

Параметр	Діаметр МЗГ І, м				Примітки
	4	6	9	12	
$d_{\text{ен}}, \text{м}$	0,2	0,25	0,3	0,35	
$f_{\text{МЗГ.І(в)}}, \text{м}^2$	12,5	28,2	63,5	113	$\frac{\pi(D_{\text{в}}^2 - d_{\text{ен}}^2)}{4}$
$n_{\text{МЗГ.І(в)розр}}$	3,9	1,7	0,8	0,4	$\frac{F_{\text{МЗГ.І(в)}}}{f_{\text{МЗГ.І(в)}}$
$n_{\text{МЗГ.І(в)факт}}$	4	2	1	1	Бажано 2, 4, 3.

Приймаємо 2 вертикальних МЗГ І діаметром 6 м.

3.5.2. Метантенки для зброджування ЗНАМ і СО І відстійників

Визначаємо масу твердої частини сирого осаду І відстійників

$$M_{\text{тв СО}} = \frac{Q_{\text{заг}} \cdot (C_{\text{ен1}} - C_{\text{ек1 бл.ф}})}{1000} = \frac{38669 \cdot (328,6 - 138,4)}{1000} = 9053,52 \text{ кг/доб.}$$

Визначаємо об'єм сирого осаду І відстійників

$$W_{\text{СО}} = \frac{M_{\text{тв СО}} \cdot 100}{(100 - P_{\text{СО}}) \cdot \gamma_{\text{СО}}} = \frac{9053,52 \cdot 100}{(100 - 94) \cdot 1040} = 145,1 \text{ м}^3/\text{доб.},$$

де $P_{\text{СО}} = 94 \%$ – вологість сирого осаду; $\gamma_{\text{СО}} = 1040 \text{ кг/м}^3$ – густина сирого осаду.

Визначаємо масу рідини сирого осаду І відстійників

$$M_{\text{р СО}} = \frac{M_{\text{тв СО}} \cdot P_{\text{СО}}}{(100 - P_{\text{СО}})} = \frac{9053,52 \cdot 94}{(100 - 94)} = 141838,48 \text{ кг/доб.}$$

Визначаємо загальну масу сирого осаду

$$M_{\text{СО}} = M_{\text{тв СО}} + M_{\text{р СО}} = 9053,52 + 141838,48 = 150892 \text{ кг/доб.}$$

Вологість суміші сирого осаду та згущеного НАМ в метантенку

$$P_{\text{сум}} = \frac{M_{\text{р СО}} + M_{\text{р ЗНАМ}}}{M_{\text{СО}} + M_{\text{ЗНАМ}}} \cdot 100 = \frac{141838,48 + 414868,3}{150892 + 423335} \cdot 100 \approx 96,95 \%$$

Визначаємо розрахунковий об'єм метантенку:

$$V_{\text{мт розр}} = \frac{W_{\text{СО}} + W_{\text{ЗНАМ}}}{D_{\text{мт}}} = \frac{145,1 + 406,7}{10} \cdot 100\% = 5518 \text{ м}^3,$$

де $D_{\text{мт}}$ – добове завантаження метантенку в залежності від режиму зброджування та від $P_{\text{сум}} = 97 \%$, дорівнює 19% при термофільному режимі зброджування.

За визначеним $V_{\text{мт розр}} = 2904,2 \text{ м}^3$ добираємо типорозмір згідно [3, табл. 36.5] та кількість (не менше 2) метантенків.

3.5.3. Газгольдери

Визначаємо масу беззольної речовини сирого осаду

$$\begin{aligned} M_{\text{бз CO}} &= M_{\text{мс CO}} \cdot \frac{(100 - P_{z \text{ CO}})}{100} \cdot \frac{(100 - Z_{\text{CO}})}{100} = \\ &= 9053,52 \cdot \frac{(100 - 5)}{100} \cdot \frac{(100 - 27)}{100} = 6278,6 \text{ кг/доб}, \end{aligned}$$

де $P_{z \text{ CO}}$, Z_{CO} – відповідно, гігроскопічна вологість і зольність сирого осаду, приймаємо відповідно, 5 та 27 %.

Визначаємо масу беззольної речовини ЗНАМ:

$$\begin{aligned} M_{\text{бз ЗНАМ}} &= M_{\text{мс ЗНАМ}} \cdot \frac{(100 - P_{z \text{ АМ}})}{100} \cdot \frac{(100 - Z_{\text{АМ}})}{100} = \\ &= 8466,7 \cdot \frac{(100 - 6)}{100} \cdot \frac{(100 - 25)}{100} = 5969,1 \text{ кг/доб} \end{aligned}$$

де $P_{z \text{ АМ}}$, $Z_{\text{АМ}}$ – відповідно, гігроскопічна вологість і зольність активного мулу, приймаємо за [5, стор. 281], відповідно, 6 та 25 %.

Визначаємо масу беззольної речовини стабілізованої суміші

$$M_{\text{бз сум}} = M_{\text{бз CO}} + M_{\text{бз ЗНАМ}} = 6278,6 + 5969,1 = 12247,7 \text{ кг/доб}.$$

Визначаємо максимально можливий теоретичний ступінь зброджування органічної речовини стабілізованої суміші:

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

де $R_{\text{lim CO}}$, $R_{\text{lim ЗНАМ}}$ – відповідно, максимально можливий теоретичний ступінь зброджування сирого осаду і активного мулу, приймаємо за [3, п.

$$6.353] R_{\text{lim CO}} = 53 \% ; R_{\text{lim ЗНАМ}} = 44 \% ;$$

$$R_{\text{lim}} = \frac{53 \cdot 6278,6 + 44 \cdot 5969,1}{12247,7} = 48,6 \% .$$

Визначаємо розпад беззольної речовини стабілізованої суміші

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

де K_r – параметричний коефіцієнт згідно [3, табл. 61] в залежності від режиму зброджування та від $P_{\text{сум}} = 97 \%$, дорівнює 0,17 при термофільному режимі зброджування;

$D_{\text{мт}}$ – добове завантаження метантенку в залежності від режиму зброджування та від $P_{\text{сум}} = 97\%$; дорівнює 19 % при термофільному режимі зброджування.

$$R_r = 48,6 - 0,17 \cdot 19 = 45,37\%$$

Визначаємо ступінь розпаду беззольної речовини

$$A = R_r / 100 = 45,37 / 100 = 0,454 \text{ кг}_{\text{розп. бз}} / \text{кг}_{\text{бз}}.$$

Визначаємо питомий вихід газу при зброджуванні стабілізованої суміші

$$Y = \frac{A \cdot m_r}{\gamma_r} = \frac{0,454 \cdot 1}{1} = 0,454 \text{ м}^3 / \text{кг}_{\text{бз}},$$

де m_r – питомий вихід газу (кг) на 1 кг розпадаючої беззольної речовини, приймаємо за [3, п. 6.354], дорівнює $1 \text{ кг}_{\text{газу}} / \text{кг}_{\text{розп. бз}}$

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

Визначаємо добовий об'єм газу при зброджуванні стабілізованої суміші

$$W_r = M_{\text{бз сум}} \cdot Y = 12247,7 \cdot 0,454 = 5556,78 \text{ м}^3 / \text{доб.}$$

Визначаємо необхідний об'єм газгольдерів

$$V_{\text{зг}} = \frac{W_r}{24} \cdot t_{\text{накоп. з}},$$

де $t_{\text{накоп. з}}$ – тривалість накопичення газу в газгольдері, приймається за [3, п. 6.359], дорівнює 2,5 год;

$$V_{\text{зг}} = \frac{5556,78}{24} \cdot 2,5 = 578,8 \text{ м}^3.$$

За визначенням $V_{\text{зг}} = 578,8 \text{ м}^3$ добираємо типорозмір та кількість (не менше 2) газгольдерів.

Підбираємо 2 газгольдери ($V_{\text{зг заг}} = 600 \text{ м}^3$).

3.5.4. Вакуум-фільтри

Визначаємо необхідну площу робочої поверхні вакуум-фільтрів:

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

де b – навантаження за сухою речовиною на поверхню вакуум-фільтра, приймаємо за [3,табл. 62], дорівнює 17...22 кг/м²·год;

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

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

$$F_{в.ф.} = \frac{9053,52 + 8466,7}{20 \cdot 6 \cdot 2} = 73 \text{ м}^2.$$

Підбираємо 4 вакуум-фільтри з такими конструктивними розмірами ($F_{в.ф. \text{ заг}} = 80 \text{ м}^2$).

Конструктивні розміри вакуум-фільтрів

Таблиця 3.7

Показник	
Площа робочої поверхні вакуум-фільтра, м ²	20
Діаметр барабану, мм	2612
Довжина барабану, мм	2702
Частота обертів барабану, об/хв.	0,13-2
Об'єм рідини в кориті, л	4200
Потужність приводу електродвигуна, кВт	3
Габаритні розміри, мм	4750×3230×3830
Маса, кг	
фільтру з приводами	14432
найбільш важкого вмонтованого вузла	10300

3.5.5. Резервні мулові майданчики (РММ)

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

Визначаємо добовий об'єм стабілізованої суміші

$$W_{Cm.C} = W_{CO} + W_{ЗНАМ} = 145,1 + 406,7 = 551,8 \text{ м}^3/\text{доб.}$$

Визначаємо площу робочої частини РММ

$$F_{\text{роб РММ}} = W_{Cm.C} \cdot 0,2 \cdot \frac{365}{a_{MM}},$$

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

$$F_{\text{роб РММ}} = 551,8 \cdot 0,2 \cdot \frac{365}{1} = 40281,4 \text{ м}^2.$$

Визначаємо площу зимового наморожування на РММ

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

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

$h_{\text{зим}}$ – висота шару зимового наморожування, приймається за [3,п. 6.395], дорівнює 0,8 м;

$K_{\text{зим}}$ – коефіцієнт резервування площі РММ для зимового заморожування, приймається за [3, п. 6.395], дорівнює 0,2;

$$F_{\text{зим}} = 551,8 \cdot 0,2 \cdot \frac{25}{0,8} \cdot 0,2 = 689,75 \text{ м}^2.$$

Визначаємо загальну площу РММ:

$$F_{\text{РММ}} = F_{\text{зим}} + F_{\text{роб РММ}} = 689,75 + 40281,4 = 40971,15 \text{ м}^2.$$

За отриманим значенням $F_{\text{РММ}} = 40971,15 \text{ м}^2$ проектуємо необхідну кількість карт РММ, виходячи із рекомендованих розмірів .

Приймаємо 12 карт РММ розмірами:

- ширина 50 м;
- довжина 70 м;
- площа однієї карти 3500 м².

Загальна площа усіх карт складає: $F_{\text{заг РММ}} = 42000 \text{ м}^2$.

***4. Санітарно-технічне
обладнання житлового
будинку***

Консультант / _____ /

Здобувач(ка) / _____ /

4.1. Загальна характеристика об'єкта

В даній дипломній бакалаврській роботі запроєктовано 12 – ти поверховий житловий будинок, розташований у місті Канів. Конструктивно будинок складається з двох однакових секцій.

У проєкті розглядуваного житлового будинку передбачено улаштування експлуатованого підвалу висотою 2,2 м. Висота житлового поверху прийнята 3,2 м. Будинок обладнаний централізованими системами господарсько-питного водопроводу (В1), протипожежного водопроводу (В2), централізованого гарячого водопостачання (Т3-Т4), господарсько-побутовою (К1) та дощовою каналізацією (К2). В житлових квартирах на кухнях встановлені мийки зі змішувачами, в санвузлах – унітази зі зливними бачками, умивальники, ванни довжиною 1700 мм та біде.

Холодна вода в будинок постачається з міської водопровідної мережі. Приготування гарячої води відбувається в місцевому теплопункті. Господарсько-побутові і дощові води від будинку роздільно відводяться у зовнішні внутрішньоквартальні мережі каналізації.

4.2. Базові розрахунки

У відповідності із архітектурним завданням розміри будинку в плані складають 32 м x 20 м.

Периметр будинку – 104,0 м. У відповідності з діючими будівельними нормами [1] для поливу прилеглої до будинку території проєктуємо 2 поливальних крани в цокольній частині будинку. Від будинку полив території здійснюється на 10 м відстані в кожний бік. Загальна площа поверхні для поливу буде дорівнювати:

$$S = (32+20)*10*2+20*10*2=1440 \text{ м}^2.$$

Норма поливу при цьому складає: зелені насадження $4,0 \text{ л/м}^2$, асфальтовані покриття тротуарів і проїжджих доріг – $0,5 \text{ л/м}^2$. Добова витрата холодної води становить:

$$Q = S \cdot q = 1440 \cdot 4,5 = 6,84 \text{ м}^3/\text{добу}.$$

Висота будинку: $1,5$ (цоколь) + $12 \times (3,2 + 0,4)$ (висота житлової частини) + $2,5$ (горище) + $1,5$ (висота огороження на покрівлі) = $49,0 \text{ м}$.

$$\text{Об'єм будинку} - 49 \cdot 32 \cdot 20 = 31,36 \text{ тис. м}^3.$$

У відповідності з діючими нормами [2, табл. 4] витрата води для зовнішнього пожежогасіння розглядуваного будинку складає 20 л/с . Зовнішнє пожежогасіння здійснюється від пожежних гідрантів, розташованих на міській водопровідній мережі.

У відповідності з планом приймаємо кількість квартир на поверсі – 4 .

Кількість приладів холодної води в квартирі – 5 , гарячої – 4 .

Розрахункова кількість приладів, до яких підводиться холодна вода у дванадцяти поверховому будинку – $N_{\text{хол}} = 12 \times 5 \times 4 = 240$ шт., гаряча – $N_{\text{гор}} = 12 \times 4 \times 4 = 192$ шт.

За вихідними даними в будинку проживає (U) = $4 \cdot 4 \cdot 12 \cdot 2 = 144$ осіб. Кожна особа, у відповідності до [1, табл. А1] споживає за добу холодної води – 150 л , гарячої – 100 л . За добу усі мешканці будинку споживають води: холодної – $21,6 \text{ м}^3$, гарячої – $14,4 \text{ м}^3$, всього - $36,0 \text{ м}^3$.

Середньогодинні витрати води одним мешканцем (q_m) становлять: холодної – $150/24 = 6,25 \text{ л/год}$, гарячої – $100/24 = 4,2 \text{ л/год}$, всього – $250/24 = 10,45 \text{ л/год}$.

Середньогодинні витрати води будинком (всіма мешканцями будинку) становлять: холодної – $6,25 \times 144/1000 = 0,9 \text{ м}^3/\text{год}$, гарячої – $4,2 \times 144/1000 = 0,61 \text{ м}^3/\text{год}$, всього $10,45 \times 144/1000 = 1,51 \text{ м}^3/\text{год}$.

Коефіцієнти максимальної добової нерівномірності у відповідності до [1, табл. А4] складають при: $N = 240$, $q_m = 6,25 \text{ л} - 1,53$ (холодна вода); $N = 192$, $q_m = 4,2 \text{ л} - 1,53$ (гаряча вода); $N = 240$, $q_m = 10,45 \text{ л} - 1,38$ (всього).

З врахуванням цього максимальні добові витрати води будинком (мешканцями): холодної – $21,6 \times 1,53 = 33,1$ м³/доб, гарячої – $14,4 \times 1,53 = 22,1$ м³/доб, всього – $36,0 \times 1,38 = 49,7$ м³/доб.

Максимальна секундна витрата води в будинку (мешканцями) за [1, табл. А5]: холодної – 1,88 л/с, гарячої – 1,41 л/с, всього – 3,29 л/с (сума), всього (знайдено від кількості приладів).

4.3. Гідравлічний розрахунок системи В2 внутрішнього протипожежного водопроводу

Як вже вказувалось вище, у відповідності з діючими будівельними нормами проєктований дванадцятиповерховий житловий будинок обладнується системою внутрішнього протипожежного водопроводу. Проєктом передбачається внутрішнє пожежогасіння в одну струмину з витратою 2,5 л/с.

Згідно з завданням пожежні крани встановлюються на кожному поверсі, у підвалі (підвал експлуатований) і на технічному поверсі (всього 14 пожежних кранів). У зв'язку з тим, що у проєктуємому будинку встановлюється більше дванадцяти пожежних кранів у ньому передбачається два вводи водопроводу, які об'єднуються між собою перед насосами. Пожежні крани встановлюються на сходиноквих клітинках, в місцях де вони не будуть заважати евакуації жителів під час можливої пожежі.

Комплекти пожежних кранів встановлюються в спеціальних дерев'яних шкафчиках. В комплект пожежного крану входить сам кран діаметром 50 мм, пожежний шланг довжиною 20 м, пожежний сприск діаметром 16 мм. Окрім цього кожний пожежний шкафчик повинен бути обладнаний спеціальною лампочкою червоного кольору для аварійного освітлення на випадок пожежі. Також всередині пожежного шкафчика повинна бути улаштована спеціальна кнопка для можливості аварійного дистанційного включення пожежних насосів, які встановлені в підвалі.

Висота встановлення пожежного крану – 1,35 м над рівнем чистої підлоги. Висота пожежного стояка прийнята $1,35+11 \times 3,6+0,4+2-1=41,5$ м.

Трасування труб в підвалі здійснено під стелею на відстані 0,2 м від неї. В місцях установки запірної арматури передбачається улаштування спеціальних підмостків.

Довжина труби в підвалі (за планом підвалу) становить 8,0 м.

Гідравлічний розрахунок системи виконуємо в табличній формі (див. табл. 1). Перед цим розбиваємо мережу трубопроводів на розрахункові ділянки. Під останньою розуміють ділянку постійного діаметру по якій проходить постійна витрата води. При розрахунку використовуємо таблиці для гідравлічного розрахунку напірних труб (таблиці Шевелева).

При діаметрі брандспойта 16 мм, довжині пожежного рукава 15 м, мінімальна висота компактної частини струменя приймається 6 м. Тиск біля самого висикорозташованого пожежного крану становить 10 м.вод.ст. (0,096 МПа) [1, табл. 5].

З урахування цього максимальний тиск в системі В2 повинен бути $(41,5+4,48) \times 0,00981+0,096=0,5$ МПа.

У відповідності з [1, п. 8,6] тиск поруч з пожежним краном не повинен перевищувати 0,4 МПа, тому зайвий напір – $(0,5-0,4)/0,00981=10,31$ м.

Приймаємо на перших трьох поверхах і в підвалі встановлення між пожежним краном і з'єднувальною головкою встановити регулятор тиску.

Результати розрахунку мережі В2

Таблиця 4.1

№ ділянки	q, л/с	d, мм	Швидкість v, м/с	1000i, мм/м	Довжина ділянки, м	Втрати напору по довжині, м	Коефіцієнт, що враховує місцеві втрати напору	Загальні втрати напору, м
1-2	2,5	50	1,18	69,63	42,35	2,95	0,1	3,35
2-3	2,5	50	1,18	69,63	7,9	0,55	0,1	0,61
Сумарні втрати напору								3,86

Для забезпечення потреб пожежогасіння приймаємо насос з характеристиками: Напір $6 - 0,2 + 0,01 + 3,41 \times 0,00981 = 0,60$ МПа (61,5 м). Витрата – 2,5 л/с.

4.4. Гідравлічний розрахунок внутрішньої мережі дощового водовідведення К2

При розрахунку внутрішньої мережі водовідведення спочатку визначаємо витрату дощових і талих вод від кровлі будинку.

$$Q = \frac{Fq_{20}}{10000} \text{ [л/с]}.$$

де $q_{20} = 100$ л/с*га – інтенсивність 20 – ти хвилинного дощу для району будівництва;

$F = F_{кр} + F_1$ – розрахункова площа, м²;

$F_{кр} = 32 \times 20 = 640$ м² безпосередньо площа кровлі;

$F_1 = 104 \times 1,5 \times 0,3 = 46,8$ м² – площа 30% вертикальних бортиків на кровлі.

Тоді розрахункова витрата дощових во складе

$$Q = \frac{Fq_{20}}{10000} = \frac{640 \times 100}{10000} = 6,4 \text{ л/с}.$$

За результатами розрахунку відвідний трубопровід на технічному поверсі приймаємо з поліетиленових безнапірних труб діаметром 100 мм. Прокладаємо його з похилом $i = 0,005$. Водостічний стояк приймаємо з поліетиленових напірних труб діаметром 85 мм. Від стояка дощові води відводяться у внутрішньоквартальну дощову мережу. Перший дощовий колодязь розташований на відстані 7 м від фундаменту будинку.

4.5. Гідравлічний розрахунок внутрішньої мережі В1

Перед виконанням гідравлічного розрахунку системи внутрішнього холодного водопроводу вирішуємо плани типових поверхів і плану підвалу

будинку. Після цього накреслюємо аксонометричну схему даної системи. В проєкті аксонометрична схема внутрішнього холодного водопроводу приведена на листі 4. Для розрахунку розбиваємо водопровідну мережу на розрахункові ділянки. Далі – вибираємо магістральний напрямок (магістраль). Під останньою розуміють напрямок, який має найбільшу довжину по якому проходить найбільша витрата води.

В нашому випадку магістраллю буде напрямок від напірного патрубка підвищувального насосу, через водопровідний стояк до змішувача ванни, який розташований на верхньому поверсі і підключений до стояка, найбільш віддаленого від насосів. Розрахунок починаємо з розрахунку магістралі.

Вважається, що умови роботи магістралі будуть найбільш складними в даній водопровідній системі. Тобто, якщо будуть нормально працювати прилади, які розташовані на магістралі, то нормально будуть працювати і інші прилади.

Розрахунок магістралі починаємо від змішувача ванни. Схема улаштування квартирної розводки приведена на рис. 1.

Діаметр труб квартирної розводки приймаємо 20 мм, оскільки при діаметрі 16 мм втрати напору на цих ділянках перевищують 8 м, що є недоцільним.

Підбір діаметрів виконується за допомогою Таблиць Шевелєвих [7], труби – пластикові, максимально допустима швидкість – 2,5 м/с [1, п.11.6] (при режимі гасіння пожежі – 3,0 м/с). Втрати на розрахунковому напрямку складають для режиму максимального споживання – 7,74 м та 9,3 м при одночасному гасінні пожеж в сміттєвій камері та максимальному споживанні води. Результати гідравлічного розрахунку магістралі внутрішнього холодного водопроводу проєктуємого будинку приведені в табл. 4.2.

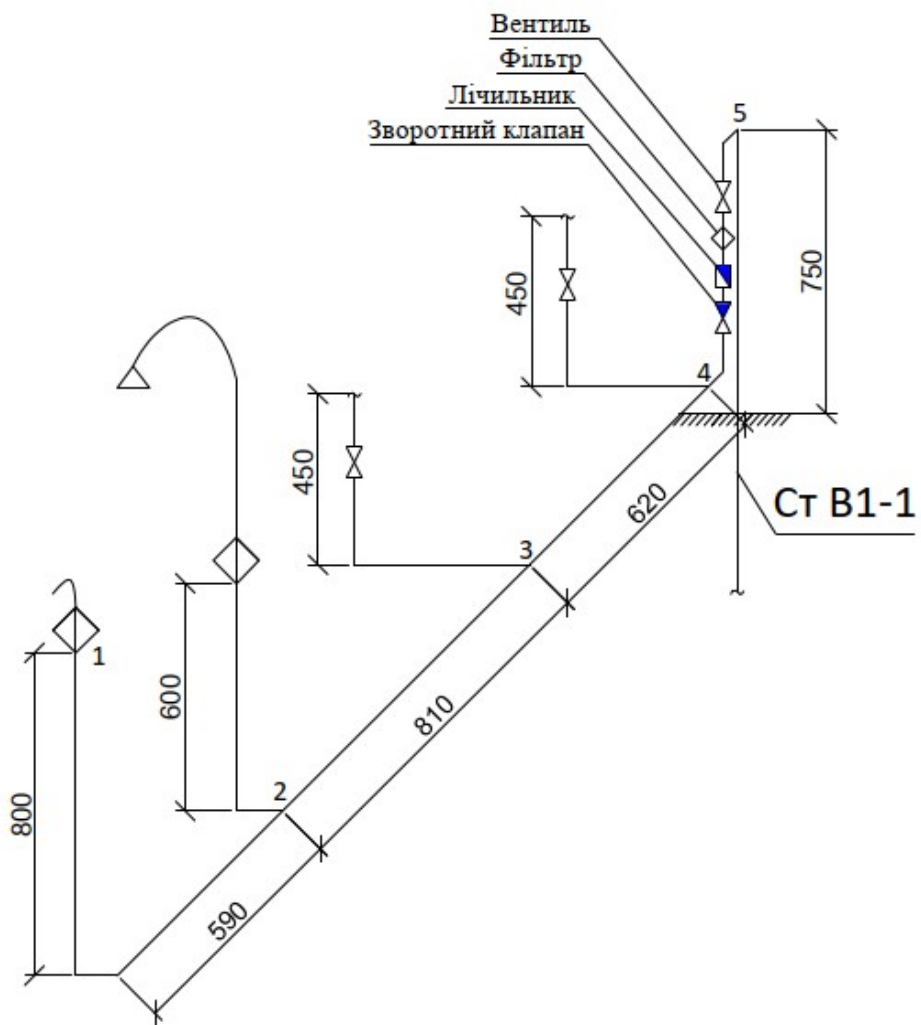


Рис. 1. Аксонометрична схема санвузла В1 стояка В1-1
 на 12 поверсі
 М 1:20

Розрахунок внутрішньої мережі В1 в режимі гасіння пожежі при
максимальному водоспоживанні (визначення діаметрів труб)

Таблиця 4.2

№ ділянки	Кількість приладів N, шт	Витрати води на ділянці, л/с	Витрата води спринклерною	Загальна витрата води на ділянці,	Умовний діаметр труб d, мм	Швидкість v, м/с	Питомі втрати напору, мм/м	Довжина розрахункової ділянки L, м	Втрати напору по довжині ділянки, м	Коефіцієнт, який враховує місцеві втрати напору k _л	Загальні втрати напору, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1-2	1	0,25	0	0,24	20	1,19	150,1	3,8	0,57	0,3	0,75
2-3	2	0,26	0	0,25	20	1,24	160,5	4,6	0,74	0,3	0,97
3-4	3	0,27	0	0,26	20	1,29	172,8	3,3	0,57	0,3	0,75
4-5	4	0,28	0	0,27	20	1,34	185,0	0,8	0,15	0,3	0,20
5-6	4	0,28	0	0,27	25	0,82	58,1	3,6	0,21	0,3	0,28
6-7	8	0,33	0	0,32	25	0,98	78,3	3,6	0,28	0,3	0,38
7-8	12	0,37	0	0,36	25	1,1	96,3	3,6	0,35	0,3	0,46
8-9	16	0,41	0	0,40	25	1,22	115,9	3,6	0,42	0,3	0,55
9-10	20	0,46	0	0,45	32	0,83	43,2	3,6	0,16	0,3	0,21
10-11	24	0,49	0	0,48	32	0,89	48,4	3,6	0,17	0,3	0,24
11-12	28	0,52	0	0,51	32	0,94	53,1	3,6	0,19	0,3	0,26
12-13	32	0,56	0	0,55	32	1,02	61,7	3,6	0,22	0,3	0,29
13-14	36	0,59	0	0,58	32	1,07	67,9	3,6	0,24	0,3	0,33
14-15	40	0,63	0	0,62	32	1,15	76,1	3,6	0,27	0,3	0,37
15-16	44	0,66	0	0,65	32	1,21	83,0	3,6	0,3	0,3	0,39
16-17	48	0,69	0	0,68	32	1,27	90,1	10,1	0,91	0,3	1,19
17-18	60	0,77	1,8	2,56	50	1,95	113,9	10,2	1,16	0,3	1,52
18-19	168	1,48	1,8	3,27	63	1,57	58,4	2,9	0,17	0,3	0,23

19-20	240	1,89	1,8	3,68	63	1,75	70,5	1,0	0,08	0,3	0,09
								76,3			9,4 м
Середні втрати напору на розрахунковому напрямку 0,122											
Розрахунок ділянок на пропуск води до споживачів без пожежної витрати до спринклерної головки											
17-18	60	0,77	-	0,76	50	0,58	13,2	10,2	0,14	0,3	0,98
18-19	168	1,48	-	1,47	63	0,7	14,1	2,9	0,04	0,3	0,06
19-20	240	1,89	-	1,88	63	0,9	21,9	1,0	0,02	0,3	0,04
								76,3			7,75
Середні втрати напору на розрахунковому напрямку 0,101											

4.6. Розрахунок втрат напору в квартирному лічильнику холодної води

Втрати напору в квартирному лічильнику води на пропуск максимальної витрати (ділянка 4-5, табл. 7):

$$h = S q^2 = 14,5 \times 0,25^2 = 1,06 \text{ м.}$$

4.7. Розрахунок калібру та втрат напору в домовому лічильнику холодної води системи В1

На вводі холодного водопроводу в будинок (зразу після вводу в освітлюваному і опалюваному приміщенні) встановлюється водовимірний вузол, в складі якого розміщується лічильник для води.

Оскільки середня годинна витрата холодної води по системі В1 - 54,4 м³/24=2,28 м³/год. То для вимірювання її витрати приймаємо крильчатий лічильник ВСКМ- 50 з експлуатаційною витратою 12 м³/год, який зможе пропустити максимальну витрату (2,25 л/с) до споживачів та спринклерної головки (4,05 л/с) у сміттєзбірнику.

Визначаємо втрати напору в лічильнику на пропуск максимальної господарсько-питної витрати (не більше 5 м):

$$H = Sq^2 = 0,143 \times 2,25^2 = 0,74 \text{ м.}$$

На пропуск максимальної господарсько-питної витрати і витрати до спринклерної головки в сміттєзбірнику (не більше 10 м):

$$h = Sq^2 = 0,143 \times 4,05^2 = 2,27 \text{ м.}$$

4.8. Необхідний напір насосу системи В1

У відповідності до діючих будівельних норм [1, п. 6.6] максимальний тиск води в системі В1 на відмітці найбільш низько розташованих санітарно-технічних приладів не повинен перевищувати 0,45 МПа. В нашому випадку це санітарна арматура встановлена в квартирах першого поверху. На останньому поверсі, вільний надлишковий тиск у санітарних приладів повинен бути не менше 0,2 МПа [1, п. 6.6].

Висота підйому води $11 \times 3,2 + 0,4 + (2,0 - 0,5) + 1,2 = 41,7$ м (від помпи в підвальному приміщенні до змішувача ванни на дванадцятому поверсі, висота розташування якої – 1,2 м над рівнем підлоги).

Втрати напору в квартирному лічильнику – 1,06 м.

Максимальний тиск в системі В1 повинен бути

$$(41,7 + 9,3) \times 0,00981 + 0,2 = 0,69 \text{ МПа.}$$

Зайвий тиск в системі $0,69 - 0,45 = 0,24$ МПа, переводимо в метри $0,24 / 0,00981 = 24,5$ м.

Від насосу в підвальному приміщенні до найнижче розташованого приладу першого поверху (унітаз), відстань дорівнює $0,4 + 0,7 + (2,0 - 0,5) = 2,5$ м. Різниця складає $24,5 - 2,5 = 22,0$ м, або на поверхах $22,0 / 3,2 = 6,9$ (7 поверхів). На семи нижніх поверхах будинку встановлюємо регулятори тиску.

З врахуванням відміток поверхні і вводу водопроводу напір насосу повинен бути: 0,46 МПа (46,9 м). Максимальна секундна витрата – 1,88 л/с.

4.9. Гідравлічний розрахунок внутрішньої мережі Т3 (Т4)

В житловому будинку разом з системою холодного водопроводу проектується система централізованого гарячого водопостачання. При її розрахунку окремо розглядають подавальну частину системи і циркуляційну систему.

Необхідно відмітити, що розрахунок подавальної (розподільної) частини повністю аналогічні розподільчій системі холодного водопроводу. Результати розрахунку зводимо до табличної форми (табл.3). Підбір діаметрів також здійснюється за таблицями Шевелева [7]. До встановлення приймаємо труби пластикові. При розрахунках швидкість руху гарячої води приймається 0,9 – 1,5 м/с. Максимальна швидкість 2,5 м/с [1, п.11.6].

Аксометрична схема внутрішньої системи гарячого водопостачання Т3(Т4) приведено на листі 4. Розрахунковим прийнято стояк Ст. Т3-1. Розрахунковий магістральний напрямок – від змішувача ванни на верхньому поверсі до насосу в підвальному приміщенні будинку.

Результати гідравлічного розрахунку подавальних трубопроводів гарячого водопостачання зводимо в табл. 4.3.

Розрахунок внутрішньої мережі Т3 в режимі максимального водоспоживання

Таблиця 4.3

№ ділянки	Кількість приладів N шт	Витрати води на ділянці л/с	Умовний діаметр труби d мм	Швидкість v, м/с	Питомі втрати напору, мм/м	Довжина розрахункової	Втрати напору по довжині ділянки, м	Коефіцієнт, який враховує місцеві	Загальні втрати напору, м
1-2	1	0,19	16	1,68	389,5	1,5	0,58	0,3	0,77
2-3	2	0,21	16	1,77	426,6	0,6	0,26	0,3	0,34

3-4	3	0,23	16	1,95	509,5	1,1	0,56	0,3	0,74
4-5	3	0,23	25	0,67	40,5	3,6	0,15	0,5	0,23
5-6	6	0,28	25	0,82	58,0	3,6	0,21	0,5	0,32
6-7	9	0,34	25	1,01	82,7	3,6	0,3	0,5	0,46
7-8	12	0,36	25	1,07	91,4	3,6	0,33	0,5	0,49
8-9	15	0,39	25	1,16	106,1	3,6	0,38	0,5	0,58
9-10	18	0,43	25	1,28	126,7	3,6	0,46	0,5	0,69
10-11	21	0,46	25	1,38	142,8	3,6	0,51	0,5	0,78
11-12	24	0,48	25	1,44	154,5	3,6	0,56	0,5	0,84
12-13	27	0,49	25	1,5	166,2	3,6	0,6	0,5	0,91
13-14	30	0,53	25	1,59	184,8	3,6	0,67	0,5	1,01
14-15	33	0,55	25	1,65	197,5	3,6	0,71	0,5	1,08
15-16	36	0,58	25	1,74	217,4	2,5	0,69	0,5	1,01
16-17	36	0,58	32	1,06	65,8	10,5	0,69	0,2	0,84
17-18	48	0,68	32	1,25	87,7	3,4	0,3	0,2	0,37
18-19	96	0,89	40	1,06	50,1	1,0	0,05	0,2	0,07
19-20	108	1,19	40	1,39	84,3	6,2	0,52	0,2	0,64
20-21	192	1,42	50	1,08	39,6	51,1	2,02	0,2	2,44
						117,5			14,46
Середні втрати напору на розрахунковому напрямку 0,123									

Втрати напору на розрахунковому напрямку складають 14,46 м в режимі максимального водоспоживання гарячої води.

Для визначення циркуляційної витрати води у відповідності до [1, п. 5.3, ф.6] знаходимо величину теплового потоку в годину максимального водоспоживання, за формулою:

$$Q_{hr}^h = 1,15q_{hr}^h (55 - 5), \text{кВт}$$

$$Q_{hr}^h = 1,15 \cdot 3,33(55 - 5) = 191,4 \text{ кВт.}$$

Годинну витрату гарячої води (година максимального споживання) знаходимо за [1, табл. А5] при 192 приладів і середньогодинним споживанням гарячої води 4,79 л/год. Приймаємо – 3,33 м³/год.

Тоді розрахунковий тепловий потік на потреби гарячого водоспоживання в холодну пору року становить 191,4 кВт, без теплових втрат. І при 5% теплових втрат від величини теплового потоку отримаємо значення 9,58 кВт.

У відповідності до [1, п.12.4, ф.11] циркуляційна витрата води в системі повинна компенсувати ці теплові втрати.

$$q_{cir}=9,58/(0,988 \times 4,79 \times 5) \approx 0,5 \text{ л/с.}$$

На цю витрату підбираємо циркуляційний насос.

Гідравлічний розрахунок мережі гарячого водопостачання в режимі циркуляції наведено в табл. 4.4.

Розрахунок внутрішньої мережі Т4 в режимі максимального водоспоживання

Таблиця 4.4

№ ділянки	Кількість приладів N шт	Витрати води на ділянці л/с	Умовний діаметр труб d мм	Швидкість v, м/с	Питомі втрати напору, мм/м	Довжина розрахункової	Втрати напору по довжині ділянки, м	Коефіцієнт, який враховує місцеві	Загальні втрати напору, м
1-2	1	0,19	16	1,68	389,5	1,5	0,58	0,3	0,77
2-3	2	0,21	16	1,77	426,6	0,6	0,26	0,3	0,34
3-4	3	0,23	16	1,95	509,5	1,1	0,56	0,3	0,74
4-5	3	0,23	25	0,67	40,5	3,6	0,15	0,5	0,23
5-6	6	0,28	25	0,82	58,0	3,6	0,21	0,5	0,32
6-7	9	0,34	25	1,01	82,7	3,6	0,3	0,5	0,46
7-8	12	0,36	25	1,07	91,4	3,6	0,33	0,5	0,49
8-9	15	0,39	25	1,16	106,1	3,6	0,38	0,5	0,58

9-10	18	0,43	25	1,28	126,7	3,6	0,46	0,5	0,69
10-11	21	0,46	25	1,38	142,8	3,6	0,51	0,5	0,78
11-12	24	0,48	25	1,44	154,5	3,6	0,56	0,5	0,84
12-13	27	0,49	25	1,5	166,2	3,6	0,6	0,5	0,91
13-14	30	0,53	25	1,59	184,8	3,6	0,67	0,5	1,01
14-15	33	0,55	25	1,65	197,5	3,6	0,71	0,5	1,08
15-16	36	0,58	25	1,74	217,4	2,5	0,69	0,5	1,04
16-17	36	0,58	32	1,06	65,8	10,5	0,69	0,2	0,84
17-18	48	0,68	32	1,25	87,7	3,4	0,3	0,2	0,37
18-19	96	0,89	40	1,06	50,1	1,0	0,05	0,2	0,07
19-20	108	1,19	40	1,39	84,3	6,2	0,52	0,2	0,64
20-21	192	1,42	50	1,08	39,6	51,1	2,02	0,2	2,44
						117,5			14,46
Середні втрати напору на розрахунковому напрямку 0,123									

Розрахунок внутрішньої мережі ТЗ в режимі циркуляції (визначення діаметрів труб циркуляційної частини мережі)

Таблиця 4.5

№ ділянки	Кількість приладів N,	Витрати води на ділянці л/с	Умовний діаметр труби d мм	Швидкість v, м/с	Питомі втрати напору, мм/м	Довжина розрахункової	Втрати напору по довжині ділянки, м	Коефіцієнт, який враховує місцеві	Загальні втрати напору, м
4-5	3	0,095	25	0,29	8,88	3,6	0,03	0,5	0,06
5-6	6	0,095	25	0,29	8,88	3,6	0,03	0,5	0,06
6-7	9	0,095	25	0,29	8,88	3,6	0,03	0,5	0,06
7-8	12	0,095	25	0,29	8,88	3,6	0,03	0,5	0,06
8-9	15	0,095	25	0,29	8,88	3,6	0,03	0,5	0,06

9-10	18	0,095	25	0,29	8,88	3,6	0,03	0,5	0,06
10-11	21	0,095	25	0,29	8,88	3,6	0,03	0,5	0,06
11-12	24	0,095	25	0,29	8,88	3,6	0,03	0,5	0,06
12-13	27	0,095	25	0,29	8,88	3,6	0,03	0,5	0,06
13-14	30	0,095	25	0,29	8,88	3,6	0,03	0,5	0,06
14-15	33	0,095	25	0,29	8,88	3,6	0,03	0,5	0,06
15-16	36	0,095	25	0,29	8,88	2,5	0,03	0,5	0,06
16-17	36	0,095	32	0,2	3,55	10,5	0,04	0,2	0,06
17-18	48	0,126	32	0,23	4,46	3,4	0,02	0,2	0,03
18-19	96	0,251	40	0,3	5,37	1,0	0,01	0,2	0,02
19-20	108	0,282	40	0,34	6,6	6,2	0,04	0,2	0,06
20-21	192	0,51	50	0,38	6,29	51,1	0,32	0,2	0,39
						117,5			1,13
Циркуляційна частина									
4-22	-	0,095	25	0,29	8,88	11,8	0,11	0,1	0,13
22-23	-	0,125	25	0,39	14,8	3,5	0,05	0,1	0,07
23-24	-	0,251	40	0,3	5,37	1,7	0,01	0,1	0,01
24-25	-	0,282	40	0,34	6,6	3,8	0,025	0,1	0,04
25-26	-	0,51	50	0,38	6,29	3,9	0,025	0,1	0,04
									0,26
Всього									1,38
Втрати напору на розрахунковому напрямку 0,0135 МПа									

Приймаємо необхідний напір циркуляційного насосу помпи [1, п.12.7, ф.15] 0,02 МПа. Місцеві втрати тиску враховуються додатковим коефіцієнтом. Лічильник на циркуляційній частині мережі не встановлюємо.

Втрати напору в квартирному лічильнику гарячої води:

$$h = S q^2 = 14,5 \times 0,23^2 = 0,7 \text{ м.}$$

4.10. Необхідний напір насосів системи ТЗ

Як і для холодної води максимальний тиск води в системі ТЗ(Т4) на відмітці найбільш низько розташованих санітарно-технічних приладів не повинен перевищувати 0,45 МПа. На останньому поверсі приймаємо надлишковий тиск на приладах 0,2 МПа [1, п.6.6].

Висота підйому води $11 \times 3,2 + 0,4 + (2 - 0,5) + 2,2 = 41,7$ м (від помпи в підвальному приміщенні до змішувача ванни на 12 поверсі.

Втрати напору до розрахункового приладу на 12 поверсі (див. табл. 8) – 14,46 м.

Максимальний тиск в системі ТЗ(Т4) повинен бути:

$$(41,7 + 14,46 + 0,7) \times 0,00981 + 0,2 = 0,74 \text{ МПа.}$$

Маємо зайвий тиск в системі $0,74 - 0,45 = 0,29$ МПа або 29,7 м.

При цьому на 9 нижніх поверхах потрібно встановлювати регулятори тиску.

З урахуванням відміток поверхні землі напір насосу повинен бути 0,56 МПа (56,9 м). Максимальна секундна витрата – 1,42 л/с.

4.11. Система внутрішньої каналізації (К1)

Проведені вище розрахунки показали, що загальна витрата води від будинку 2,98 л/с. Кількість каналізаційних стояків в будинку – сім. Діаметр каналізаційних стояків і випуску каналізації приймаються діаметром 100 мм. До монтажу приймаємо безнапірні поліетиленові труби.

Для прочистки мережі встановлюються ревізії і прочистки. Ревізії облаштовуються на стояках через 3 поверхи. На поворотах горизонтальних ділянок застосовують прочистки.

Для вентиляції каналізаційної мережі каналізаційні стояки виводяться вище кровлі на 0,2 м. Підключення санітарно-технічних приладів до каналізаційної мережі здійснюються за допомогою гідравлічних затворів

(сифонів). Аксонометрична схема підключення каналізації в санітарному вузлі приведено на рис.2.

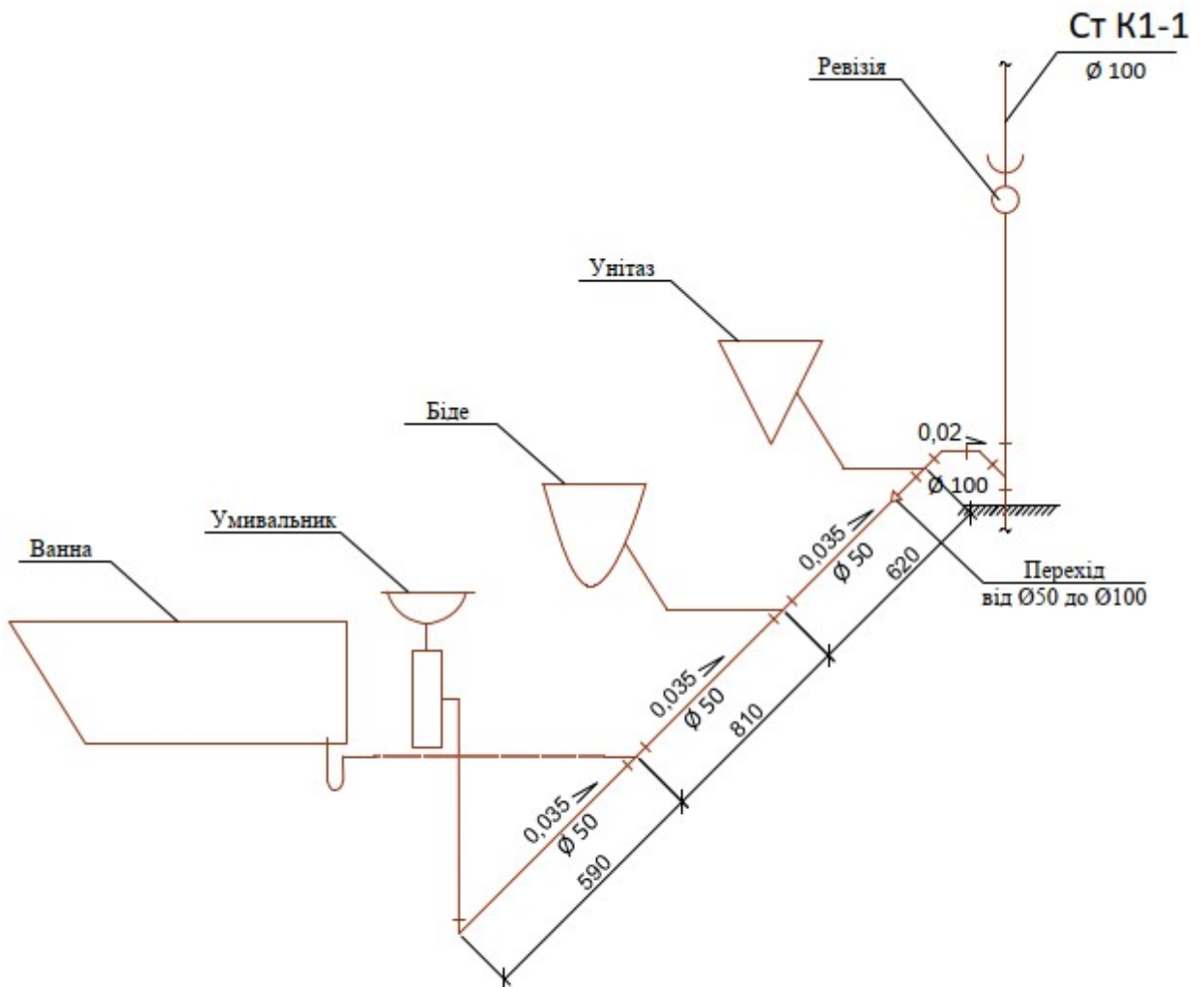


Рис. 2. Аксонометрична схема санвузла К1 стояка К1-1 на 12 поверсі
М 1:20

В підвалі будинку запроектовано приміщення теплового пункту. В його центральній частині встановимо трап, вода з якого потраплятиме до спеціального напрямку, звідки дренажним насосом відкачується до найближчого каналізаційного колодязя дворової системи К1.

5. Технологія і організація будівництва

Консультант / _____ /

Здобувач(ка) / _____ /

5.1. Загальна характеристика споруди

Розробляємо технологічну карту влаштування вторинних відстійників споруд біологічної очистки міських очисних споруд системи водовідведення.

В проєкті прийнято 4 споруди розмірами 30х36 м, сітка колон 6х6 в кожній.

Споруди вторинних відстійників розміщені на загальному майданчику міських очисних споруд системи водовідведення і розташовані після споруд механічної очистки.

Перед розробкою плану проведення будівельних робіт по спорудженню даних відстійників необхідно уточнити всі конкретні місцеві умови будівництва. Виявити основні фактори, які негативно впливають на хід будівництва, в тому складі на техніко-економічні показники процесу, дозволить вибрати оптимальні методи монтажу будівельних конструкцій.

За результатами ретельного аналізу проєктного завдання узгоджені наступні умови виконання робіт: розглядуване будівництво здійснюється в нормальних умовах, улітку з середньою температурою близько 21°C. Вказані умови є сприятливими для. Ці умови є сприятливі для виконання монтажних робіт на будівельному майданчику.

5.2. Складання будівельного генерального плану

Як правило, окремі очисні споруди окремо не будують. Вони, як складові частини, входять в загальний комплекс очисних споруд. Перед будівництвом для всього комплексу складається будівельний генеральний план об'єкта або комплексу об'єктів для підготовчого і основного періодів будівництва з урахуванням зведення підземних і надземних частин з розташуванням: основних монтажних кранів та інших будівельних машин; місць розміщення знаків закріплення розбивочних осей будівель та споруд; доріг, проїздів та під'їздів.

Характеристика споруди та умов виконання робіт

Як приклад, в даній роботі розглянуто особливості технології і організації будівельних робіт при зведенні вторинних відстійників очисних споруд водовідведення. Схема їх улаштування приведена на рис. 5.1.

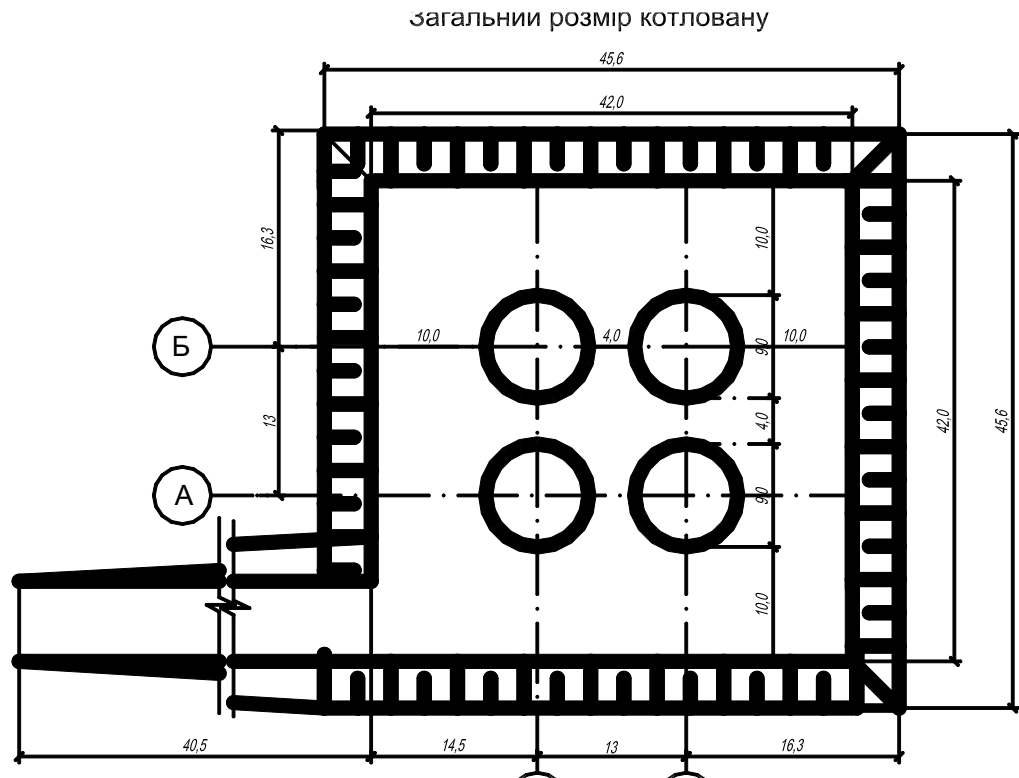


Рис. 5.1. Схема улаштування комплексу вторинних відстійників

5.3. Розрахунок об'єму земляних робіт

Першим етапом будівництва є визначення і виконання необхідного об'єму земляних робіт, який залежить від розміру споруди і котловану в плані. Мінімальні розміри котловану для блоку споруд визначаються за формулами:

$$A_{\text{кmin}}^{\text{д}} = A_{\text{бс}} + 2 \cdot V_{\text{р}}; \quad B_{\text{кmin}}^{\text{д}} = B_{\text{бс}} + 2 \cdot V_{\text{р}},$$

де $A_{\text{кmin}}^{\text{д}}$ - довжина котловану по дну;

$B_{\text{кmin}}^{\text{д}}$ - ширина котловану по дну;

$A_{\text{бс}}$ - загальна довжина блоку споруди;

V_{bc} - загальна довжина блоку споруди.

$v_p = m \cdot H_K$ - закладання укосів;

m - коефіцієнт закладання укосів тимчасових земляних споруд, (грунт суглинок $m = 0,65$);

H_K - глибина котловану, м.

Далі розраховуємо загальний об'єм ґрунту при розробці котловану.

Визначаємо об'єм ґрунту на винос:

$$V_{гр.вин.} = V_{ц.ч.} + V_{к.п.} + V_{тр.,}$$

де $V_{тр.}$ - об'єм ґрунту з виїзної траншеї, m^3 ;

$V_{ц.ч.}$ - об'єм ґрунту з центральної частини;

$V_{к.п.}$ - об'єм ґрунту з кутових пірамід.

Визначаємо об'єм ґрунту на зворотну засипку:

$$V_{гр.зв.зас} = V_{к.п.} + V_{тр.} + 0,3 \cdot A_{кmin}^d \cdot B_{кmin}^d + V_{нас.,}$$

де $V_{нас.}$ - об'єм ґрунту яким проводиться обсіпка РЧВ;

$V_{тр.}$ - об'єм ґрунту з виїзної траншеї;

$V_{к.п.}$ - об'єм ґрунту з кутових пірамід.

Визначаємо об'єм ґрунту на вивіз:

$$V_{вивіз} = V_{гр.вин.} + V_{гр.зв.зас.}$$

Вибір землерийної машини.

Для вибору екскаватора враховуємо глибину і радіус копання. Схема роботи екскаватора приведена на рис. 5.2.

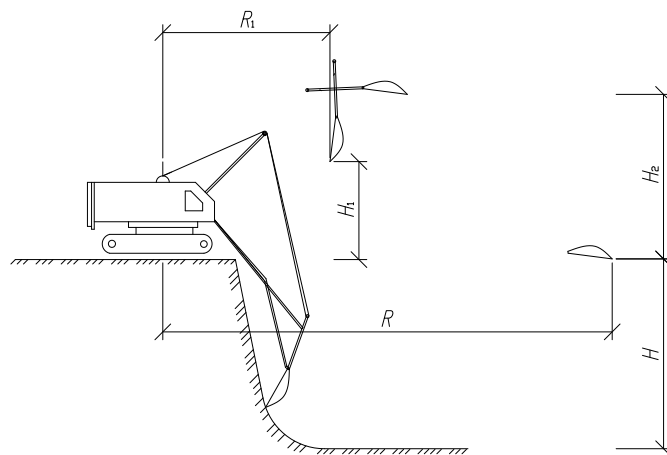


Рис. 5.2. Схема вибору екскаватора

Приймаємо одноківшевий екскаватор зі зворотною лопатою і гнучким підвісним робочим обладнанням – Э304Б.

Розробка графіка руху транспортних засобів при розробці котловану

Для ефективної роботи комплексу землерийних машин треба мати узгоджений графік руху транспортних машин для відвозу надлишкової землі. Для цього необхідно виконання кількох наступних умов.

1. Визначити марку транспортних засобів і їх кількість.
2. В момент від'їзду завантаженої транспортної одиниці повинна бути готова до завантаження порожня транспортна одиниця.
3. Потрібність в транспортному засобі знаходиться із залежності їх зворотності дивлячись що вони також використовуються безперервно.
4. Неперервне використання транспортних засобів досягається схемою їх роботи.
5. Число транспортних засобів знаходиться як:

$$N = \frac{t_n + t_{np} + t_p + t_{mn} + t_{mp} + t_{mn}}{t_n + t_{mn}},$$

де t_n – час завантаження ґрунту в транспортний засіб ,хв.;

t_{np} – час пробігу транспортного засобу від місця завантаження до місця розвантаження і назад;

t_p – час розвантаження транспортного засобу, хв.;

t_{mn} – час маневрів машини при встановленні її під завантаження, хв.;

t_{mp} – час маневрування машини при встановленні її під розвантаження, хв.;

t_{np} – час технологічних перерв в роботі транспортних засобів хв.

6. Знаходження часу завантаження ґрунту t_n транспортних засобів.

$$t_n = \frac{M \cdot t_y}{60 \cdot k_T},$$

де M – кількість ковшів екскаватора забезпечую чого наповнення кузова транспортного засобу.

$t_{ц}$ – знаходимо за табл.5;

K_T – коефіцієнт транспорту;

$$M = \frac{P}{\rho \cdot K_1},$$

P – вантажопідйомність транспортного засобу;

ρ - середня густина ґрунту , т/м³ ;

K_1 – коефіцієнт наповнення ґрунту:

$$K_1 = \frac{K_n}{K_p},$$

K_n – коефіцієнт наповнення ковша рихлим ґрунтом;

K_p – коефіцієнт розрихлення ґрунту.

7. Знаходження часу пробігу транспортного засобу $t_{пр}$

$$t_{пр} = \frac{2z \cdot 60}{V_{ср}},$$

де z – відстань від місця завантаження до місця розвантаження . км

$V_{ср}$ – швидкість руху, км/год.

5.4. Визначення оптимальних методів виконання монтажних робіт на будівельній ділянці

Як показує досвід зведення споруд водопостачання та водовідведення із збірних залізобетонних елементів найбільш трудомістким процесом при будівництві вважається процес монтажу будівельних конструкцій. Очевидно, що вибір основної схеми проведення провідного процесу в першу чергу обумовлюється типом споруди, його об'ємно-планувальними і конструктивними особливостями. Наявністю того чи іншого спеціального

обладнання і техніки.

В практиці виконання монтажних робіт розрізняють три основні схеми виконання монтажних робіт:

Схема I – основні робочі машини в тому складі монтажний кран, які працюють у загальному комплекті, переміщуються по брівці котловану, не заїжджаючи на його дно.

Схема II – транспортні заходи і монтажний кран рухаються по дну котловану за межами споруди і на брівці, по його периметру.

Схема III – транспортні заходи і монтажний кран рухаються по дну котловану, тобто по підготовленому бетонному днищу споруди.

Оскільки розміри одного вторинного відстійника 30х36 м, обираємо для виробництва схему III.

Одним з основних способів скорочення тривалості будівництва споруд водопостачання або водовідведення роботи організують потоковим методом, який базується на розчленуванні загального виробничого процесу на складові. Потоковий метод виконання робіт сприяє також рівномірній і неперервній потребі ресурсів і відповідному терміну випуску продукції.

Звичайно при виробництві робіт будівельний об'єкт розбивають на розрахункові ділянки однакової трудомісткості. На практиці дані ділянки вважаються рівними, якщо об'єми робіт, а значить і їх трудомісткості відрізняються між собою не більше ніж на 20%.

На практиці, у зв'язку зі значною кількістю і особливістю об'ємно-планувальних і конструктивних особливостей споруд водопостачання або водовідведення їх умовно поділяють на дві групи:

До першої групи відносять невеликі окремо стоячі споруди циліндричної і прямокутної форм в плані шириною до 15, кожна з них приймають в якості однієї монтажно-будівельної ділянки.

До другої групи відносяться прямокутні і циліндричні в плані емкісні споруди шириною понад 15 м, які розділені на секції, коридори і прольоти, обмежені стінами. Ці прольоти або секції і приймають в якості монтажних

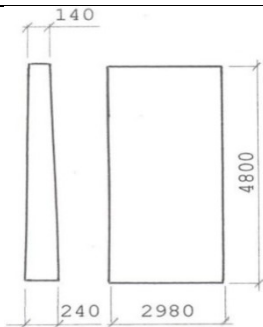
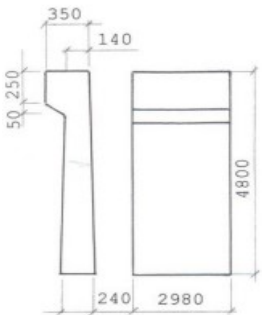
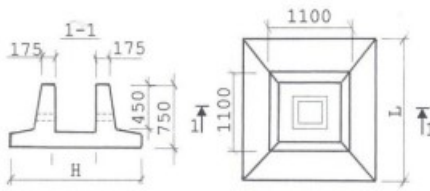
дільниць. У випадках, коли об'єми робіт недостатні для продуктивності будівельного обладнання, то в якості монтажної дільниці приймають дві або більше число секцій.

5.5. Характеристика монтажних елементів і обсяги відповідних робіт

Після підрахунку за прийнятою схемою будівлі кількість монтажних елементів за довідником складаємо таблицю переліку збірних конструкцій та обсягів робіт (табл.5.1.).

Специфікація збірних виробів

Таблиця 5.1

№ п/п	Найменування елемента	Ескіз	К-сть на будову	Маса, т	
				Одного елемента	Усього
1	Стінові панелі ПС2-48-БГ-1а		18	6,7	115,6
2	Стінові панелі ПС1-48-БГ-1		22	7,1	154,2
3	Фундаменти під колони 2ФР2		20	4,18	84,6
					782,3

Після підбору конструкцій збірних монтажних елементів складаємо специфікацію відповідних матеріалів на влаштування монолітних ділянок (результати зводимо в табл.5.2).

Специфікація матеріалів на влаштування монолітних ділянок

Таблиця 5.2

№ п/п	Марка монолітної ділянки	Кількість монолітних ділянок	Кількість бетону, м ³		Арматура, кг		
			На одну МД	На всі МД	Діаметр, мм	На одну МД	На всі МД
1	<p>УМ48-БГ1а</p>	8	3,4	27,2	А-I Ø6 А-III Ø8 Ø12 Ø16 Ø18	3,0 46,3 26,1 126,8 181,1	24 372,4 206,8 1012,4 1446,8
Всього:				27,2		383,3	3064,2

Одним з важливих етапів виконання монтажних робіт є підготовка і виконання робіт по заробці стиків, які мають місце при монтажі залізобетонних конструкцій в загальних планах і схемах будівельних робіт. Відомість об'ємів робіт по заробці стиків з'єднання будівельних конструкцій приведено в табл.5.3.

Відомість об'ємів робіт по заробці стиків

Таблиця 5.3

п/п	Вид стикового з'єднання	Кількість стиків	Об'єми робіт по				
			зварюванні		Замонолічуванні/ герметизації		
			Довжина шва на 1 стик, м	На всі, м	Один. вимір.	Кількість на 1 стик	На всі
.	Стик стінової панелі з днищем	-	-	-	м шва	-	134
.	Стик колони з підколонином	20	-	-	1 стик	1 (до 0,1 м ³ бетону)	22
.	Стик ригеля з колоною (на 1 колону)	20	0,62	$(20 \cdot 0,62) = 12,4$	1 вузол	1	22
.	Стик ригеля з стіновою панеллю (на 1 ригель, який укладається на стінову панель)	10	0,25	$(0,25 \cdot 10) = 2,5$	-	-	-
.	Стик між плитами покриття і стіновою панеллю (на 1 стик)	40 плит	0,16	$(40 \cdot 0,16) = 6,4$	1 стик	1	44
.	Стик плити покриття з ригелем (на 1 плиту)	126	0,24	$(126 \cdot 0,24) = 30,24$	1 стик	1	88
.	Стик між плитами покриття	-	-	-	100 м шва	-	7,4

5.5. Вибір методів виконання робіт

Вибір методу монтажу

Як відомо методи монтажу складаються з технічних рішень щодо організації, механізації монтажного процесу і способів та методів виконання монтажних операцій.

При виборі методу монтажу конструкцій треба в першу чергу забезпечувати стійкість змонтованої частини будівлі на будь-якій стадії спорудження, а також безпечності виконання монтажних робіт, тобто забезпечувати необхідні міроприємства з техніки безпеки. При цьому необхідно виконувати такі основні вимоги.

- Зберігати і підтримувати на весь час виконання робіт необхідний напрямок розвитку монтажного потоку – вздовж;
- Витримувати на протязі всього періоду робіт задану послідовність монтажу покриття;

- В якості головних механізмів монтажу використовувати самохідні стрілові крани.
- Постачання конструкцій для монтажу повинна здійснюватись безпосередньо зі складу;
- Застосовувати вільний спосіб піднімання конструкцій..

Вибір монтажних захватних засобів

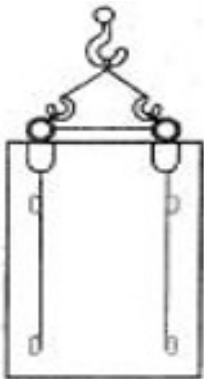

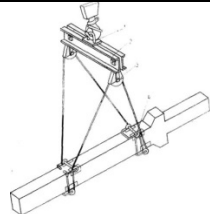
Одними з важливих елементів, які на практиці застосовують для безпечного монтажу прийнятих залізобетонних будівельних конструкцій є правильний і аргументований вибір монтажних захватних засобів для їх підняття. Для цього необхідно користуватись довідниками приведеними в спеціальній літературі. Звичайно цей вибір залежить від типу монтажного обладнання, виду монтажних конструктивних елементів, їх ваги і загального об'єму.

При цьому робочий персонал, який зайнятий в процесі монтажу, повинен бути достатньо підготовлений для цього виду робіт, пройти необхідний інструктаж по техніці безпеки для можливості проведення даного виду робіт. Крім цього, майданчик для проведення монтажних робіт повинен бути відповідним чином огорожений і забезпечений відповідною агітацією.

Узагальнена специфікація захватних заходів для підняття залізобетонних конструкцій в розглядуваному випадку приведена в табл.5.4.

Захватні засоби для підняття і переміщення будівельних конструкцій

Таблиця 5.4

№ п/п	Найменування, характеристика	Ескіз	Характеристика			Обл. застос.
			Вантажо-підйомність, т	Маса, т	Розрахункова висота, м	
1	Балансуюча траверса		≤8	0,15	2,4	Монтаж стінових панелей
2	Строп 4-ох гілковий		≤6,3	0,5	4,5	Монтаж плит перекриття
3	Траверса для підйому колон		≤4	0,08	0,85	Монтаж колон

Визначення монтажних характеристик будівельних елементів

У відповідності з планом робіт монтаж збірних залізобетонних конструкцій необхідно виконувати самохідними стріловими кранами. Відповідно до переліку робіт попередній монтаж планується здійснювати з розкладанням усіх елементів надземної частини будівлі. З метою попереднього розвантаження передбачається залучення автокрана в дні запланованого завезення конструкцій.

У відповідності із затвердженим планом будівництва транспортування конструкцій до об'єкта планується здійснювати автотранспортом безпосередньо від постачальника.

Для кожного прийнятого потоку, з урахуванням прийнятої схеми руху монтажного механізму, конструкцій монтажних залізобетонних елементів (розвитку фронту робіт, а саме можливих напрямках його здійснення вздовж або поперек прольоту), розмірів монтажної ділянки, вибирається монтажний кран, який послідовно встановлює всі збірні елементи будівлі, включені до розглядаємого потоку.

На організацію процесу монтажних робіт на об'єкті в загальному випадку впливають монтажні характеристики - будівельний габарит об'єкта, та монтажні: маса конструкцій, висота їх піднімання і вильоти та ін.

Під монтажною масою конструкцій (Q_m) розуміють загальну масу конструкції, яку треба підняти, перемістити та встановити у необхідне в проекті положення. Вона залежить від прийнятого способу підйому і визначається за залежністю.

$$Q_m = Q + \sum q$$

Величину Q_m визначаємо лише для найважливіших, найважчих і найскладніших елементів за кожним спеціалізованим потоком. Вона складається з суми маси монтованого елемента (Q) і маси пристосування монтажної оснастки ($\sum q$) – стропів, траверс, розчалок та ін.,

Монтажна висота (Нм) – представляє технологічно необхідну мінімальну висоту підйому монтажних елементів що забезпечує їх монтаж.

$$H_m \geq h_1 + h_2 + h_3 + h_4$$

де h_1 - висота від рівня стоянки крана до рівня опори монтованого елемента, м;

h_2 - висота піднімання елемента над опорою, м;

h_3 - висота елемента, який монтують, м;

h_4 - висота захватного засобу, м.

Монтажна висота для кожного об'єкта враховується тільки для самого високого вертикального елемента – як правило колони, горизонтального - плити покриття та самого важкого елемента з них.

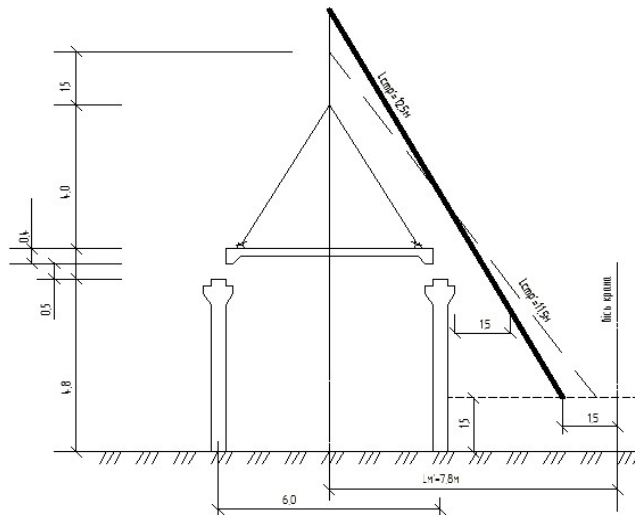
Монтажний виліт L_m визначається як мінімально необхідний виліт стріли крана для монтажу розглядуваної конструкції. Для плити покриття монтаж планується здійснювати вздовж прольоту.

Монтажний виліт визначаємо графічно, виконуючи креслення в масштабі

$$Q_m = 2,2 + 0,25 = 2,45\text{т.}$$

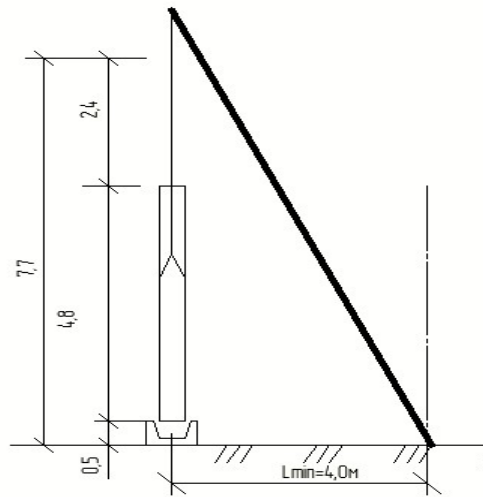
$$H_m = 4,7 + 0,5 + 0,4 + 4,2 = 9,7\text{м.}$$

$$L_m = 7,9\text{м.}$$



Стінові панелі – для даних елементів монтаж звичайно планується здійснювати по днищу внутрішньої сторони, при мінімальній відстані від вісі зовнішнього ряду колон.

$$Q_m = 1,8 + 0,15 = 1,95\text{т. } H_m = 0,5 + 4,8 + 2,5 = 7,8\text{м. } L_m = \text{min}$$



На основі проведених розрахунків і визначених параметрів конструкцій за довідковими матеріалами підбираються характеристики підйомних кранів, які задовольняють визначеним вимогам.

Вибір комплекту кранів за технічними параметрами

За знайденими в попередньому розділі необхідними монтажними характеристиками елементів Q_m , H_m і L_m вибираємо крани для двох варіантів монтажу. Це можуть бути варіанти стрілових кранів на пневмоколісному або гусеничному ході.

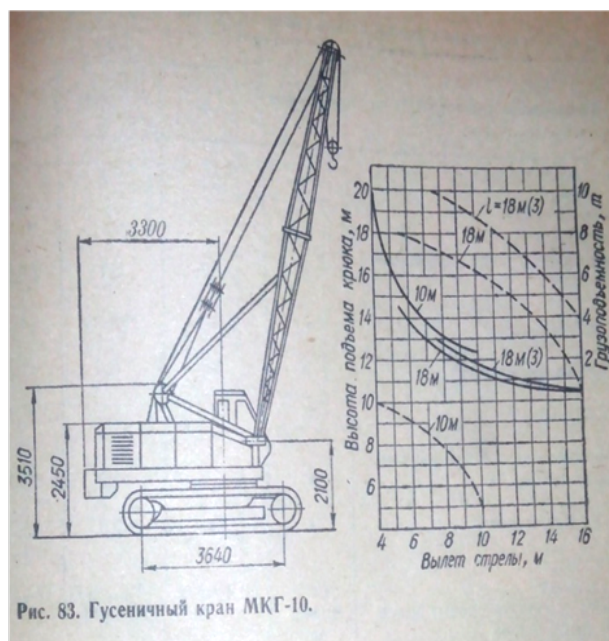


Рис. 83. Гусеничный кран МКГ-10.

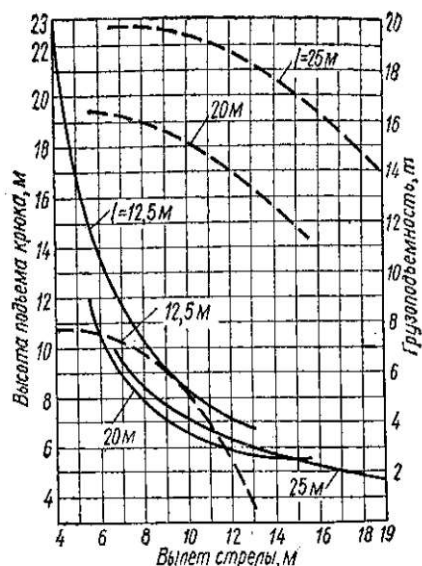
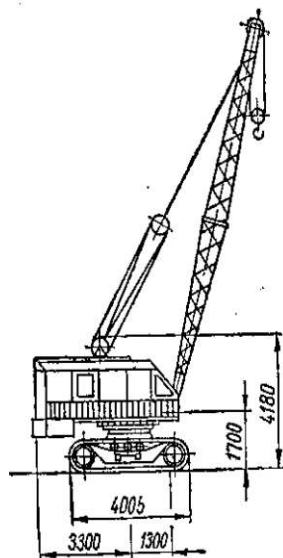


Рис. 92. Гусеничные экскаваторы-краны Э-1003А (с энергоснабжением от внешней сети) и Э-1004А (с дизельным приводом).

5.6. Визначення трудових затрат

Трудові затрати визначаються на основі ЕНИР.

З норм вибирають затрати на оплату праці працівників та затрати часу роботи будівельних кранів та іншого обладнання, а також на виконання допоміжних робіт. Визначення загальних витрат праці на об'єкті зволимо в спеціальні таблиці.

5.7. Інженерні заходи з охорони праці

При розробці плану будівельних і монтажних робіт на об'єкті обов'язково розробляється комплекс заходів по забезпеченню заходів по охороні праці і техніки безпеки. До основних з них можна віднести наступні:

1. До початку основних монтажних робіт всю територію по периметру майданчику необхідно обгородити суцільним дерев'яним парканом.
2. Будівельні роботи слід здійснювати відповідно з проектом.
3. Робітники повинні мати захисний одяг і відповідне захисне обладнання.

4. До виконання монтажних робіт допускаються особи не молодше 18 років. Всі працівники повинні пройти відповідний інструктаж по техніці безпеки.

5. На території монтажу проходи і проїзди повинні бути загороджені і оснащені написами і освітлювальними сигналами.

6. На відкритих перекриттях встановлюються огорожі заввишки 1 м

7. Піднімати елементи потрібно у 2 прийоми: спочатку на висоту 20-30 см, після чого дозволяється подальший підйом елементів.

8. Розстроповка установлених конструкцій дозволяється лише після міцного надійного закріплення.

5.8. Вказівки до виконання робіт

1. При виконанні монтажних робіт на об'єкті необхідно виконувати встановлену і затверджену технологічну послідовність монтажу збірних конструкцій.

2. Монтажний процес здійснюємо розчленовано по будівельних елементах.

3. При монтажі конструкцій використовувати спеціальні уніфіковані захватні засоби.

4. При проведенні монтажних робіт у нічний час , будівельний майданчик має бути освітлений ліхтарями.

Список використаної літератури

1. ДБН В.2.5-64:2012. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина 1. Проектування. – Київ: Мінрегіон України, 2013. – 113 с.
2. 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.
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. Гидравлический расчет сетей водоотведения: Расчет. табл./ Ю. М. Константинов, А. А. Василенко. — К.: Будівельник, 1987. – 120 с.
5. Шевелев Ф. А., Шевелев А. Ф. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб: Справ. пособие. – 6-е изд., перераб. и доп. — М.: Стройиздат, 1984. – 116 с.
6. 7. Шевченко Т.О. Насосні та повітрорудні станції: навчальний посібник / Т.О. Шевченко, Ю.В. Ярошенко, М.М. Яковенко, В.М. Беляєва. – Харків: ХНУМГ, 2014. - 191 с.
7. Кравчук А.М., Кравчук О.Я. Водопостачання і водовідведення: навчальний посібник. К.: КНУБА, 2012. – 180 с.
8. Кравченко В.С., Саблій Л.А., Зінич П.Л. Санітарно-технічне обладнання будинків: підручник. К: Кондор, 2007. – 458 с.
9. Санітарно-технічне обладнання будівель: методичні вказівки до виконання курсового проекту / уклад.: А.М. Кравчук, О.А. Кравчук. – Київ: КНУБА, 2022. – 46 с. (для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» освітньої програми «Водопостачання та водовідведення»).