

**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 15-ТИ ПОВЕРХОВОГО 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

Здобувач:

Хащевич А.О.

(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)

ХАЩЕВИЧ Артем Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи **Водовідведення міста з розробкою санітарно-технічного обладнання 15-ти поверхового 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 I-му районі норма водопостачання складає 290 л/доб, в II-му районі - 210 л/доб. В місті розташовано 3 промислових підприємства: 1 – молокозавод, 2 – арматурний завод, 3 – бетонний завод.

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

Представити проект санітарно-технічного обладнання 15-поверхового житлового будинку. Розробити проект технології і організації будівництва очисних споруд.

5. Перелік розділів основної частини кваліфікаційної роботи:

- P.1. Водовідвідна мережа міста
- P.2. Каналізаційна насосна станція
- P.3. Очисні споруди 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 24.03.2025

Керівник _____
(підпис)

Андрій КРАВЧУК
(власне ім'я та прізвище)

Здобувач _____
(підпис)

Артем ХАЩЕВИЧ
(власне ім'я та прізвище)

РЕЗЮМЕ (summary) до атестаційної випускної роботи студента:		<i>Хащевич Артем Олександрович</i> <i>Khashchevych Artem</i>	
Назва ЗВО	Київський національний університет будівництва і архітектури		
Тема	Водовідведення міста з розробкою санітарно-технічного обладнання 15-ти поверхового житлового будинку Water disposal of the settlement with the development of sanitary and technical equipment of a 15-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
	82	5	5
Вступ	Приведена загальна характеристика міста, для якого проектується система водовідведення.		
Розділ 1. Водовідвідна мережа міста	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. Підібрано діаметри каналізаційних труб.		
Розділ 2. Каналізаційна насосна станція	Розраховано і підібрано водовідвідні насоси, діаметри трубопроводів і арматури всередині насосної станції, розміри приміщення насосної. Розрахована потужність встановленого обладнання. Підібрано допоміжне обладнання. Побудовано графік сумісної роботи насосів і водоводів.		
Розділ 3. Очисні споруди 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 15-поверхового житлового будинку. Запроектовано систему внутрішнього пожежогасіння. Розроблена конструкція внутрішніх систем господарсько-побутової і дощової систем водовідведення.		
Розділ 5. Технологія 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 багатоквартирного 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. A project for a treatment plant with full biological wastewater treatment has been presented. The project of sanitary and technical equipment of a 15-stored 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: _____ / Артем ХАЩЕВИЧ/

Керівник: _____ / Андрій КРАВЧУК/

“ 12 ” червня 2025 р.

Зміст

Стор.

Вступ.....	7
2. Розділ 1. Водовідвідна мережа міста.....	9
3. Розділ 2. Каналізаційна насосна станція.....	22
4. Розділ 3. Очисні споруди водовідведення.....	33
5. Розділ 4. Санітарно-технічне обладнання житлового будинку.....	51
6. Розділ 5. Технологія будівельного виробництва.....	67
Використана література.....	81

Всмысл

В представленій атестаційній бакалаврській роботі запроєктована каналізаційна система для відводу і очищення суміші господарсько-побутових і промислових стічних вод міста. Дана система складається з мережі зовнішніх каналізаційних трубопроводів міста і міських очисних споруд. Дане місто за своїми геологічними та кліматичними умовами відповідає м. Житомир. В проєкті обрано централізовану схему водовідведення пересіченого типу, де колектори окремих басейнів збираються головним колектором і надходять на одну для всього міста очисну станцію, що розташована нижче міста за течією ріки. Звідки насосами стічні перекачуються на міські очисні споруди. В проєкті передбачена повна біологічна очистка стічних вод.

Водовідвідна мережа міста діаметром 200 - 1000 мм запроєктована з керамічних ГОСТ 286-82 і залізобетонних труб ГОСТ 6482.0-79*.

У випадку приєднання до міської каналізаційної мережі виробничих стічних вод, які за своєю якістю не задовольняють визначеним умовам, на цих підприємствах здійснюється їх попередня очистка.

Розрахунок витрат стічних вод, гідравлічний розрахунок каналізаційної мережі виконується згідно ДБН В.2.5-75:2013 “Каналізація. Зовнішні мережі та споруди”. На основі цього розрахунку здійснено побудову повздовжнього профілю руху води в головному колекторі (графічна частина).

Міська каналізаційна насосна станція запроєктована з урахуванням характеру притоку стічних вод і має 6 насосів – 4 головних, 2 резервних. Всі насоси встановлюються під залив. КНС відноситься до I категорії надійності (населення – 90400 чол.).

Проєктом передбачається повна біологічна очистка міських стічних вод. Після очищення стічні води знезаражуються і скидаються у річку.

В даній бакалаврській роботі приведено проєкт санітарно-технічного обладнання житлового будинку. Також представлено проєкт технології і організації будівництва очисних міських споруд водовідведення.

Прийняті в проєкті інженерні рішення відповідають діючим нормам і правилам.

РОЗДІЛ 1

Водовідвідна мережа міста

Консультант / _____ /

Здобувач / _____ /

Вихідні дані для проектування мережі водовідведення міста:

Основні показники для проектування системи водовідведення міста з промисловими підприємствами приведено в таблицях.

Таблиця 1.1

№	Показники	
1	2	3
1	Щільність населення, тис. чол. /км ² I район II район	18 26
2	Ступінь благоустрою жилої забудови за ДБН В.2.5-75:2013 I район II район	3 2
3	Місто за кліматичними і ґрунтовими умовами відповідає місту	Полтава
4	Глибина залягання ґрунтових вод, м	3,5
5	Розбиття території кварталу за родом покриття, %: Кривлі, асфальт Бруківка Чорне покриття доріг з щебеня Покриття з щебеня Жорствяні стежинки Ґрунтові поверхні Газони	20 7 8 6 7 40 16

Дані про промислові підприємства

Таблиця 1.2

№	Підприємство	Кількість змін	Кількість продукції, що виробляється			Питоме водовідведення на одиницю продукції, м ³	Кількість працюючих		Відсоток працюючих в цехах з підвищеним тепловіділенням	Відсоток тих, хто користується душем	Концентрація забруднень, які скидаються вміську мережу стічних вод, мг/л	
			Одиниця виробу	За добу	За максимальну		Всього	В максимальну			Завислі речовини	Біохімічне споживання
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Молокозавод	3	Т	150	60	2,0	200	80	50	50	420	240
2	Арматурний завод	3	Т	420	180	1,6	500	200	30	40	300	120
3	Бетонний завод	3	Т	120	500	0,9	300	120	30	60	350	170

Вихідні дані для проектування

Таблиця 1.3

Найменування	Значення
Кількість населення обслуговується каналізацією N , тис. чол	91,4
Норма водовідведення q_0 , л/чол·добу	290/210
Коефіцієнт годинної нерівномірності, K	1,56/0,61
Категорія водоймища	3
Середня річна температура, $^{\circ}C$	+2
Глибина промерзання ґрунту, m	3,5
Витрата води ріки Q_p , m^3/c	20
Кількість кисню розчиненого в річці літом, mg/l	6,2
Кількість кисню розчиненого в річці зимою, mg/l	7,1
БСК річної води, mg/l	6
Відмітка лотка подаючого колектора, m	70
Дані про промислові підприємства	
№1. Молокозавод	
Витрата промислових стічних вод, $m^3/добу$	620
Концентрація забруднень в стічних водах промислового підприємства за БСК ₂₀ , mg/l	200
Концентрація забруднень в стічних водах промислового підприємства за завислими речовинами, mg/l	420
Загальна кількість робочих на підприємстві / в тах зміну	200/80
Кількість робочих, які користуються душем, %	50
№2. Арматурний завод	
Витрата промислових стічних вод, $m^3/доб$	1020
Концентрація забруднень в стічних водах промислового підприємства за БСК ₂₀ , mg/l	120
Концентрація забруднень в стічних водах промислового підприємства за завислими речовинами, mg/l	300
Загальна кількість робочих на підприємстві / в тах зміну	500/200
Кількість робочих, які користуються душем, %	40
№3. Бетонний завод	
Витрата промислових стічних вод, $m^3/доб$	820
Концентрація забруднень в стічних водах промислового підприємства за БСК ₂₀ , mg/l	170
Концентрація забруднень в стічних водах промислового підприємства за завислими речовинами, mg/l	350
Загальна кількість робочих на підприємстві / в тах зміну	320/120
Кількість робочих, які користуються душем, %	60

1.1 Витрата стічних вод від населення

Визначення розрахункових витрат стічних вод від населення починаємо з визначення за ДБН В.2.5-75:2013 питомого водовідведення, тобто витрати стічних вод від однієї особи за добу. Після цього, за величиною отриманої витрати приймаємо загальні максимальні і мінімальні значення коефіцієнтів нерівномірності $K_{gen\ max}$ і $K_{gen\ min}$, а потім за їх величиною розраховуємо максимальну і мінімальну секундні витрати і далі максимальну і мінімальну годинні витрати. Результати середнього водовідведення з кварталів для кожного з житлових районів зведені в табл.1.4.

Середнє водовідведення від кожного жилого кварталу

Таблиця 1.4

№ кварт	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	Прим
1	2	3	4	5	6	7	8
1	0,26x0,55	0,144	18000	1473	55,5	7,95	I район
2	0,28x0,55	0,155	18000	1473	55,5	8,56	
3	0,26x0,53	0,139	18000	1473	55,5	7,67	
4	0,26x0,53	0,139	18000	1473	55,5	7,67	
5	0,30x0,60	0,181	18000	1760	55,5	9,98	
6	0,30x0,54	0,163	18000	1760	55,5	8,98	
7	0,26x0,52	0,136	18000	1248	55,5	7,48	
8	0,28x0,52	0,147	18000	1248	55,5	8,11	
9	0,27x0,65	0,175	18000	1505	55,5	9,67	
10	0,26x0,63	0,163	18000	1505	55,5	9,11	
11	0,29x0,61	0,178	18000	1760	55,5	9,83	
12	0,21x0,59	0,125	18000	1168	55,5	6,87	
13	0,21x0,59	0,125	18000	1168	55,5	6,87	
14	0,30x0,59	0,178	18000	2080	55,5	9,83	
15	0,22x0,57	0,126	18000	1536	55,5	6,95	
16	0,22x0,57	0,126	18000	1536	55,5	6,95	
17	0,22x0,44	0,098	18000	1185	55,5	5,37	
18	0,22x0,40	0,089	18000	1185	55,5	4,87	
19	0,26x0,34	0,089	18000	1472	55,5	4,87	
20	0,27x0,34	0,093	18000	1472	55,5	5,12	
21	0,27x0,34	0,093	18000	1472	55,5	5,12	
22	0,27x0,34	0,034	18000	1472	55,5	5,12	
23	0,29x0,32	0,092	18000	1489	55,5	5,06	
24	0,29x0,29	0,085	18000	1489	55,5	4,67	
		3,120		35600		172,3	

Таблиця 1.4 (продовження)

№ кварт	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	Прим
1	2	3	4	5	6	7	8
25	0,29x0,55	0,098	26000	2277	53,24	5,28	II район
26	0,28x0,51	0,098	26000	2277	53,24	5,28	
27	0,25x0,47	0,098	26000	2277	53,24	5,28	
28	0,25x0,45	0,098	26000	2277	53,24	5,28	
29	0,31x0,44	0,116	26000	2645	53,24	6,13	
30	0,36x0,41	0,116	26000	2645	53,24	6,13	
31	0,28x0,39	0,092	26000	2093	53,24	4,84	
32	0,30x0,53	0,092	26000	2093	53,24	4,84	
33	0,27x0,55	0,097	26000	2208	53,24	5,13	
34	0,25x0,54	0,097	26000	2208	53,24	5,13	
35	0,23x0,52	0,097	26000	2208	53,24	5,13	
36	0,28x0,48	0,097	26000	2208	53,24	5,13	
37	0,28x0,50	0,121	26000	2760	53,24	6,34	
38	0,27x0,54	0,121	26000	2760	53,24	6,34	
39	0,31x0,54	0,096	26000	2185	53,24	5,08	
40	0,31x0,54	0,096	26000	2185	53,24	5,08	
41	0,26x0,54	0,096	26000	2185	53,24	4,06	
42	0,24x0,54	0,081	26000	1840	53,24	4,24	
43	0,31x0,54	0,102	26000	2300	53,24	5,32	
44	0,34x0,59	0,102	26000	2300	53,24	5,32	
45	0,28x0,58	0,121	26000	2760	53,24	6,42	
46	0,28x0,60	0,092	26000	2070	53,24	4,64	
47	0,24x0,59	0,092	26000	2070	53,24	4,64	
48	0,24x0,59	0,092	26000	2070	53,24	4,64	
		2,390		54800		126,7	

Сумарна витрата стічних вод від населення

Таблиця 1.5

Район	Площа житлових кварталів, км ²	Щільність населення, чол./км ²	Кількість мешканців, чол.	Питоме водовідведення л/чол. добу	Середня величина водовідведення			Загальні коефіцієнти нерівномірності		Витрата			
					м ³ /добу	м ³ /год	л/с	K _{gen max}	K _{gen min}	Максимальна		Мінімальна	
										м ³ /год	л/с	м ³ /год	л/с
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
I	2,120	18000	35600	280	10540,6	439,3	122,3						
II	2,390	26000	54800	210	10929,5	455,5	126,7						
	3,902		90400		21470,1	894,8	248,5	1,56	0,61	1395,8	387,5	545,7	151,6

1.2. Визначення водовідведення від промислових підприємств

Таблиця 1.6

Порядковий номер	Підприємство	Категорія	Зміна	Кількість робітників по змінах у цехах		Години роботи	Кількість продукції, що випускається	Питома витрата стічних вод на одиницю продукції	Питома витрата стічних вод на одиницю продукції, м ³	Виробничі стічні води				Господарчо-фекальні води				Душові води					Розрахункова витрата води, л/с	
										За зміну, м ³	Коef. нерівномірності	Максимальне водовідведення		Питома водовідведення, л/с	За зміну, м ³	Максимальне водовідведення		Кількість робітників на одну душову сітку	Витрата душової сітки	Кількість душових сіток	Витрата за зміну, м ³	Секундна витрата, л/с		
												м ³ /год	л/с			м ³ /год	л/с							
1	2	3	4	5		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
1	Молокозавод		1	80	Г Х	40 40	8-16	60	т	4	240	1	30	8,3	45 25	2,7 1,5	0,844 0,563	0,23 0,15	10	375	8	3	1,11	9,84
			2	60	Г Х	30 30	16-24	50	т	4	200	1	25	6,9	45 25	2,03 1,13	0,634 0,424	0,17 0,12	10	375	6	2,25	0,83	8,06
			3	60	Г Х	30 30	24-8	50	т	4	200	1	25	6,9	45 25	2,03 1,13	0,634 0,424	0,17 0,12	10	375	6	2,25	0,83	8,06
2	Аматурний завод		1	200	Г Х	100 100	8-16	150	т	2,6	390	1	48,8	13,6	45 25	2,97 3,85	0,925 1,44	0,26 0,4	10	375	12	4,5	1,67	15,86
			2	150	Г Х	75 75	16-24	125	т	2,6	325	1	40,6	11,3	45 25	2,75 3,33	0,8 1,26	0,22 0,35	10	375	10	3,75	1,39	13,74
			3	150	Г Х	75 75	24-8	125	т	2,6	325	1	40,6	11,3	45 25	2,57 3,33	0,8 1,26	0,22 0,35	10	375	10	3,75	1,39	13,74
3	Бетонний завод		1	120	Г Х	60 60	8-16	600	т	0,6	360	1	45	12,5	45 25	13,52 21,04	1,69 2,63	0,47 0,73	10	375	24	9	3,33	16,72
			2	90	Г Х	45 45	16-24	400	т	0,6	240	1	30	8,33	45 25	10,08 15,84	1,26 1,98	0,35 0,55	10	375	18	6,8	2,52	11,75
			3	90	Г Х	45 45	24-8	400	т	0,6	240	1	30	8,33	45 25	10,08 15,84	1,26 1,98	0,35 0,55	10	375	18	6,8	2,52	11,75

В загальному випадку міські стічні води складаються з господарсько-побутових стічних вод від населення і стічних вод від промислових підприємств. В свою чергу останні включають безпосередньо промислові води, які отримані в результаті проходження виробничого процесу і господарсько-побутових стічних (включаючи стічні води від прийому душу).

Промислові стічні води в залежності від їх якості або зразу скидаються у міську водовідвідну мережу, або спочатку проходять попередню очистку на місцевих очисних спорудах і тільки після цього відправляються в каналізаційну мережу міста.

Господарсько-побутові і душові води від підприємства змішуються з відповідними виробничими водами і тільки після цього отримана суміш скидається у міську мережу.

У відповідності з існуючими правилами стічні води від кожного конкретного промислового підприємства під'єднуються до міської мережі водовідведення здійснюються в одній точці. При цьому за розрахункову витрату приймаємо максимальну витрату в максимальну зміну.

На базі даних таблиць 1.5 і 1.6 можна скласти зведену таблицю водовідведення по населеному пункту. Куди включені витрати стічних вод від населення і промислових підприємств. Результати розрахунку приведені в табл.1.7.

Зведене відомість водовідведення

Таблиця 1.7

Об'єкт	Водовідведення		
	Середньодобове, м ³ /добу	Максимальне годинне, м ³ /год	Розрахункове, л/с
1	2	3	4
Місто	21470,1	1395,8	387,5
Арматурний завод	1242	57,14	15,86
Молокозавод	646	35,39	9,84
Бетонний завод	842	60,26	16,72
	24200,1	1548,59	Σ 429,92

1.3. Визначення розрахункової витрати стічних вод

Для проведення гідравлічного розрахунку мережі зовнішніх самоплинних каналізаційних трубопроводів, тобто підбору діаметрів на конкретних ділянках мережі, швидкості руху рідини на них, відміток лотка трубопроводів необхідно знати величину витрат стічних вод на цих ділянках.

Для визначення розрахункових витрат спочатку розбиваємо мережу каналізаційних трубопроводів населеного пункту розбиваємо на розрахункові ділянки. При цьому під розрахунковою ділянкою розуміють ділянку трубопроводів однакового діаметру, прокладеного з однаковим похилом, по якій проходить однакова витрата води. Звичайно довжина розрахункової ділянки приймається рівною довжині кварталу або відстані від одного бокового приєднання до наступного.

При гідравлічному розрахунку приймають, що вся шляхова (розрахункова) витрата надходить в початковій точці ділянки і без змін протікає по ній. Загальні коефіцієнти нерівномірності визначають в залежності від середньої витрати на ділянці згідно табл. 2 ДБН В.2.5-75:2013. У випадку проміжних значень коефіцієнтів їх реальну величину визначають інтерполяцією. Конкретні результати визначення розрахункових витрат на ділянка мереж приведені в табл.1.8.

Визначення розрахункової витрати стічних вод

Таблиця 1.8

Розрахункова ділянка	№ кварталів		Середня втрата від житлових кварталів				Загальні коефіцієнти		Розрахункова витрата, л/с						
	власних	притоків	приток	транзит	власна	сумарна	$K_{gen,max}$	$K_{gen,min}$	від житлових кварталів		зосереджена			загальна	
									max	min	власн і	прито ...	сумар на	max	min
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60,23		60,23	60,24	60,23
2-3	-	1	5,08	-	-	5,08	2,5	0,38	12,7	1,93			60,23	72,94	62,16
3-4	-	2	5,08	5,08	-	10,16	2,1	0,45	21,34	4,57			60,23	81,56	64,8
4-5	-	3	5,08	10,16	-	15,24	2	0,47	30,48	7,163			60,23	90,72	67,39

7-8	-	5	6,11	-	-	6,11	2,45	0,4	14,97	2,44				14,978	2,44
8-9	-	6	6,11	6,11	-	12,22	1,99	0,47	24,32	5,74				24,33	5,74
9-10	-	7	4,32	12,22	-	16,64	2	0,47	33,28	7,82				33,29	7,82
10-5	-	8	4,32	16,64	-	20,96	1,9	0,5	39,82	19,91				39,83	19,91
5-6	-	4	5,08	20,96 +15,2	-	36,2	1,75	0,53	63,35	19,19			60,23	123,57	142,77
6-42	-	-	-	36,2	-	36,2	1,75	0,53	63,35	19,19	57,13		60,23	180,72	133,55
11-12	-	9	5,21	-	-	5,21	2,5	0,38	13,03	1,98				13,04	1,98
12-13	-	10	5,21	5,21	-	10,42	2,1	0,45	21,88	4,69				21,89	4,69
13-14	-	11	5,83	10,42	-	16,25	2	0,47	39,81	6,5				32,51	6,5
14-15	-	12	4,03	16,25	-	20,28	1,9	0,5	38,53	10,14				38,53	10,14
15-16	-	13	4,03	20,28	-	24,31	1,85	0,52	44,97	12,64				44,96	12,64
16-17	-	14	6,92	24,31	-	31,22	1,8	0,55	56,19	17,17				56,18	17,17
17-42	-	15	5,31	31,22	-	36,53	1,8	0,55	65,75	20,09				65,76	20,09
42-41	16	-	-	36,2+ 36,53	5,31	78,03	1,65	0,57	128,7 5	44,48			60,23 57,13	246,12	161,84
18-19	-	17	4,08	-	-	4,08	2,5	0,38	10,2	1,55				10,21	1,55
19-20	-	18	4,08	4,08	-	8,16	2,15	0,42	17,54	3,43				17,53	3,43
20-21	-	19	5,13	8,16	-	13,29	2	0,47	26,58	6,25				26,57	6,25
21-22	-	20	5,13	13,29	-	18,42	1,92	0,49	35,37	9,03				35,36	9,08
22-23	-	21	5,13	18,42	-	23,55	1,87	0,51	44,04	12,01				44,03	12,01
23-24	-	22	5,13	23,55	-	28,68	1,8	0,53	51,62	15,2				51,64	15,2
24-25	-	23	5,15	28,68	-	33,83	1,8	0,53	60,89	17,93				60,88	17,93
25-41	-	24	5,15	33,83	-	38,98	1,75	0,54	68,22	21,05				68,23	21,05
26-27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35,39		35,39	35,38	35,39
27-28	-	25, 32	5,27 4,83	-	-	10,1	2,1	0,45	21,21	4,55			35,39	56,62	39,94
28-29	-	26, 33	5,27 5,12	10,1	-	10,49	2,1	0,45	22,03	4,72			35,39	57,43	40,11
29-30	-	27, 34	5,27 5,12	10,49	-	20,88	1,9	0,5	39,67	10,44			35,39	75,07	45,83
30-31	-	28, 35	5,27 5,12	20,88	-	31,27	1,8	0,53	56,29	16,57			35,39	91,69	51,96
31-32	-	29, 36	6,12 5,12	31,27	-	42,51	1,75	0,54	74,39	22,96	-	-	35,39	109,77	58,35
32-33	-	30, 37	6,12 6,33	42,51	-	54,96	1,68	0,56	92,33	30,78	-	-	35,39	127,73	66,17
33-40	-	31, 38	4,83 6,33	54,96	-	66,08	1,65	0,57	109,0	37,67	-	-	35,39	144,44	73,06
34-35	-	39, 44	5,07 5,31	-	-	10,38	2,1	0,45	21,79	4,671	-	-	-	21,78	4,671
35-36	-	40, 45	5,07 6,41	10,38	-	21,86	1,9	0,5	41,53	10,93	-	-	-	41,54	10,93
36-37	-	41, 46	5,07 4,63	21,86	-	31,56	1,8	0,53	56,81	16,73	-	-	-	56,82	16,73
37-38	-	42, 47	4,25 4,63	31,56	-	40,44	1,75	0,54	70,77	21,84	-	-	-	70,78	21,84
38-41	-	43, 48	5,31 4,63	40,44	-	50,38	1,7	0,55	85,65	27,71	-	-	-	85,66	27,71
41-42	-	-	-	116,4	-	116,4	1,59	0,6	185,1	69,88	-	-	35,39	407,13	105,71

42-НС	-	-	-	-	223,4	1,58	0,57	353,1	127,3	-	-	152,7	429,92	280,13
-------	---	---	---	---	-------	------	------	-------	-------	---	---	-------	--------	--------

1.4. Гідралічний розрахунок

Запроектувати зовнішню мережу каналізаційних трубопроводів в першу чергу це значить здійснити трасування мережі трубопроводів на плані населеного пункту. При цьому обов'язково повинні бути забезпечені певні конкретні вимоги, а саме: висотне підключення до магістрального (головного) колектору всіх бічних колекторів. Максимальну і мінімальну глибину прокладання каналізаційних трубопроводів. Пропуск при цьому розрахункової витрати стічних вод, дотримання не менше ніж мінімальні похили прокладання труб, розрахункового наповнення діаметра труб. Розрахункових діаметрів і похилів прокладання, а також інших елементів мережі.

На основі виконано гідралічного розрахунку мережі зовнішніх каналізаційних трубопроводів будуються повздовжні профілі поверхні землі і по головному і бічних каналізаційних колекторах. Звичайно профілі будуються у масштабі: горизонтальний 1:10000; вертикальний 1:100. Визначення позначок поверхні землі і після цього відміток трубопроводів здійснюється з використанням генплану міста. На повздовжніх профілях звичайно записуються всі розрахункові відмітки як поверхні землі, так і відміток лотка колекторів. При побудові повздовжніх профілів завжди необхідно дотримуватись певних обов'язкових вимог, а саме максимального заглиблення трубопроводів від поверхні землі. Дотримання мінімально і максимально допустимих похилів прокладання труб, швидкостей руху стічної рідини, наповнення трубопроводів.

При цьому в залежності від типу ґрунтів визначається тип фундаментів під труби, глибина каналізаційних колекторів, відмітки підключення бічних колекторів до головного. Важливим моментом при побудові колекторів є визначення рівня ґрунтових вод на майданчику будівництва.

Результати гідралічного розрахунку основного і бічних колекторів приведено в табл.1.9.

Гідралічний розрахунок мережі

Таблиця 1.9

№ діл.	Розр. ви-трага, л/с	Довжи-на, м	Діам., мм	Похил, і	Шви-дкість V, л/с	Наповнення		Падіння, Н	Позначки, м						Глибина заклад., м			Матері ал труби
						h/d	h, м		Поверхні землі		Поверхні рідини		Лотка		На початк у	У кінці	Серед ня	
									На початку	У кінці	На початку	У кінці	На початку	У кінці				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1-2	60,24	364	300	0,0045	1,2	0,75	0,22	1,63	189,50	188,50	188,81	187,19	188,60	186,97	0,90	1,53	1,21	Кераміка
2-3	72,94	326	350	0,004	1,24	0,8	0,28	1,30	188,50	187,30	187,18	185,90	186,92	185,62	1,58	1,68	1,63	Кераміка
3-4	81,56	320	350	0,004	1,24	0,8	0,28	1,28	187,30	185,80	185,90	184,62	185,62	184,34	1,68	1,46	1,57	Кераміка
4-5	90,72	360	350	0,004	1,33	0,8	0,28	1,44	185,80	184,20	184,62	183,21	184,34	182,93	1,46	1,27	1,37	Кераміка
7-8	24,48	350	200	0,0045	0,87	0,75	0,15	1,47	188,90	187,50	188,25	186,78	188,10	186,63	0,80	0,87	0,84	Кераміка
8-9	37,77	300	250	0,003	0,98	0,8	0,20	0,90	187,50	186,60	186,78	185,88	186,58	185,68	0,92	0,92	0,92	Кераміка
9-10	52,94	310	300	0,003	1,06	0,85	0,25	0,93	186,60	185,80	185,88	184,95	185,63	184,70	0,97	1,10	1,03	Кераміка
10-5	65,68	608	300	0,003	1,07	0,85	0,25	1,72	185,80	184,50	184,95	183,23	184,70	182,98	1,10	1,52	1,31	Кераміка
5-6	176,39	362	400	0,0035	1,41	0,8	0,32	1,11	184,50	183,40	183,20	182,09	182,88	181,77	1,62	1,63	1,62	Кераміка
6-39	233,52	1540	450	0,003	1,48	0,75	0,34	4,62	183,40	181,00	182,06	177,44	181,72	177,10	1,68	3,90	2,79	Кераміка
11-12	24,14	280	200	0,005	1,01	0,6	0,12	1,40	193,20	192,40	191,64	190,24	191,52	190,12	1,68	2,28	1,98	Кераміка
12-13	39,39	350	250	0,004	1,08	0,7	0,17	1,40	192,40	191,80	190,24	188,84	190,07	188,67	2,33	3,13	2,73	Кераміка
13-14	57,15	300	300	0,004	1,12	0,7	0,21	1,20	191,80	191,00	188,83	187,63	188,62	187,42	3,18	3,58	3,38	Кераміка
14-15	67,37	300	350	0,005	1,16	0,75	0,26	1,50	191,00	190,00	187,63	186,13	187,37	185,87	3,63	4,13	3,88	Кераміка
15-16	78,33	400	350	0,006	1,21	0,75	0,26	2,40	190,00	188,00	186,13	183,73	185,87	183,47	4,13	4,53	4,33	Кераміка
16-17	93,89	320	350	0,007	1,32	0,7	0,25	2,24	188,00	185,00	183,72	181,48	183,47	181,23	4,53	3,77	4,15	Кераміка
17-39	106,38	345	350	0,007	1,36	0,7	0,25	2,42	185,00	194,20	181,48	179,06	181,23	178,81	3,77	2,19	2,98	Кераміка
18-19	13,45	320	200	0,006	1,03	0,8	0,16	1,92	194,20	193,00	193,36	191,44	193,20	191,28	1,00	1,72	1,36	Кераміка
19-20	22,06	300	200	0,006	1,11	0,8	0,16	1,80	193,00	192,00	191,44	189,64	191,28	189,48	1,72	2,52	2,12	Кераміка
20-21	30,28	300	250	0,006	1,16	0,75	0,19	1,80	192,00	190,80	189,62	187,82	189,43	187,63	2,57	3,17	2,62	Кераміка
21-22	38,88	360	250	0,006	1,21	0,75	0,19	2,16	190,80	189,40	187,82	185,66	187,63	185,47	3,17	3,93	3,55	Кераміка
22-23	47,42	320	300	0,006	1,26	0,75	0,23	1,92	189,40	188,00	185,65	183,73	185,42	183,50	3,98	4,50	4,24	Кераміка
23-24	54,85	320	300	0,008	1,31	0,7	0,23	2,56	188,00	185,70	183,27	181,17	183,50	180,94	4,50	4,76	4,63	Кераміка
24-25	63,94	340	300	0,008	1,39	0,7	0,23	2,72	185,70	182,10	181,17	178,45	180,94	178,22	4,76	3,88	4,32	Кераміка
25-40	70,32	220	350	0,008	1,43	0,65	0,23	1,76	182,10	193,60	178,40	176,64	178,17	176,41	3,93	2,59	3,26	Кераміка
26-27	35,39	320	250	0,006	0,92	0,75	0,19	1,92	193,60	192,00	192,72	190,80	192,53	190,61	1,07	1,39	1,23	Кераміка
27-28	71,05	310	350	0,006	1,1	0,75	0,26	0,86	192,00	191,20	190,77	188,91	190,51	188,65	1,47	2,55	2,08	Кераміка
28-29	103,68	280	350	0,006	1,11	0,75	0,26	1,68	191,20	190,20	188,91	187,23	188,65	186,97	2,55	3,23	2,89	Кераміка
29-30	122,66	280	350	0,007	1,13	0,65	0,23	1,96	190,20	188,90	187,20	185,24	186,97	185,01	3,23	3,89	3,56	Кераміка
30-31	140,31	380	400	0,007	1,17	0,65	0,26	2,66	188,90	187,00	185,22	182,56	184,96	182,30	3,94	4,70	4,32	Кераміка
31-32	162,55	325	450	0,006	1,22	0,7	0,31	1,95	187,00	185,00	182,56	180,61	182,25	180,30	4,75	4,70	4,73	Кераміка

Таблиця 1.9 (продовження)

№ діл.	Розр. ви-трата., л/с	Довжи-на, м	Діам., мм	Похил, і	Швидкість V, л/с	Наповнення		Падіння, Н	Позначки, м						Глибина заклад., м			Матеріал труби
						h/d	h, м		Поверхні землі		Поверхні рідини		Лотка		На початку	У кінці	Середня	
									На початку	У кінці	На початку	У кінці	На початку	У кінці				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
32-33	183,21	320	450	0,008	1,26	0,7	0,32	1,29	185,00	182,80	180,61	178,06	180,30	177,74	4,70	5,06	4,88	Кераміка
33-41	202,96	240	500	0,01	1,28	0,65	0,33	1,61	182,80	193,00	178,02	175,62	177,69	175,29	5,11	2,47	3,89	Залізобет
34-35	41,03	310	300	0,007	1,03	0,75	0,23	1,82	193,00	191,80	192,03	189,86	191,80	189,63	1,20	2,17	1,68	Кераміка
35-36	70,45	320	350	0,008	1,23	0,7	0,25	1,71	191,80	190,60	189,83	187,27	189,58	187,02	2,22	3,58	2,90	Кераміка
36-37	96,19	300	350	0,008	1,32	0,7	0,25	0,86	190,60	189,20	187,27	184,87	187,02	184,62	3,58	4,58	4,08	Кераміка
37-38	118,77	300	350	0,008	1,37	0,7	0,25	0,8	189,20	187,60	184,87	182,47	184,62	182,22	4,58	5,38	4,98	Кераміка
38-42	143,34	980	400	0,009	1,42	0,75	0,30	2,63	187,60	181,00	182,47	173,65	182,17	173,35	5,43	3,85	4,59	Кераміка
39-40	335,85	1040	600	0,003	1,59	0,75	0,45	0,71	181,00	179,00	177,40	174,40	176,95	173,95	4,05	5,05	4,05	Залізобет
40-41	384,17	495	800	0,003	1,75	0,75	0,60	0,44	179,00	178,60	174,35	172,87	173,75	172,27	5,25	6,33	5,79	Залізобет
41-42	407,13	1160	1000	0,003	1,77	0,8	0,70		178,60	177,20	172,87	169,29	172,07	168,59	6,53	8,61	7,63	Залізобет
42-нс	429,92	260	1000	0,003	1,77	0,8	0,70	0,53	177,20	176,80	169,29	168,51	168,59	167,81	8,61	8,99	8,80	Залізобет

РОЗДІЛ 2

Каналізаційна насосна станція

Консультант / _____ /

Здобувач / _____ /

Загальні положення

Для розрахунків насосної станції і очисних споруд необхідно визначити приплив стічних вод по годинам доби.

Відсоткове розподілення середньодобової витрати побутових стічних вод від населення міста по годинах доби залежить від загального коефіцієнту нерівномірності. Стічні води від промислових підприємств розподіляються по годинам зміни залежно від технологічного процесу виробництва і організації роботи різних цехів і служб.

Каналізаційну насосну станцію для перекачки стічних вод по напірних трубопроводах на очисні спорудження приймаємо з автоматичним керуванням роботою насосних агрегатів і допоміжних механізмів. Приймаємо конструкцію каналізаційної насосної станції камерного типу. Насосна станція має підземну частину круглої в плані форми й прямокутну надземну частину. Підземна частина розділена на два відсіки глухою водонепроникною перегородкою: в одному відсіку розташовані прийомний резервуар і грабельне приміщення, в іншому - машинний зал.

У машинному залі розташовані основні фекальні насоси з електродвигунами. для ущільнення сальників і необхідна арматури; у грабельному - ґрати механізовані й з ручним очищенням. У надземній частині розташовані щити керування двигунами, прилади автоматики, вентиляційно-опалювальне встаткування, службове приміщення, санвузол, духова, монтажні площадки й вантажопідйомні пристрої.

2.1. Вихідні дані для проектування

У відповідності з генпланом міста Головні міські каналізаційні очисні споруди знаходяться на відстані 1,6 км від КНС. Максимальна відмітка подачі стічної води 178,200 м.

2.2. Сумарний графік надходження стічних вод з населеного пункту

Для підбору фекальних насосів для перекачування стічних вод від міста на головні міські очисні споруди необхідно мати графік надходження стічних вод від міста на головну каналізаційну станцію по годинах на протязі доби. Ці коливання необхідно визначити окремо для побутових стічних вод з житлової зони, для побутових, виробничих стічних вод від промислових підприємств. Розподіл надходження господарсько-побутових стічних вод від міста залежить від величини коефіцієнта нерівномірності $K_{\text{общ}}$. Відповідна таблиця 2.1. Промислових стічних вод – табл.2.2. Зведені дані по всьому місту – табл.2.3.

Визначення притоку стічних вод від населення по годинам доби

Таблиця 2.1

Години доби	Відсоток розподілу	Кількість стічних вод від населення, $\text{м}^3/\text{год}$
1	2	3
0-1	1,55	491,22
1-2	1,55	491,22
2-3	1,55	491,22
3-4	1,55	491,22
4-5	1,55	491,22
5-6	4,35	1378,59
6-7	5,95	1885,66
7-8	5,8	1838,12
8-9	6,7	2123,35
9-10	6,7	2123,35
10-11	6,7	2123,35
11-12	4,8	1521,20
12-13	3,95	1251,82
13-14	5,55	1758,89
14-15	6,05	1917,35
15-16	6,05	1917,35
16-17	5,6	1774,74
17-18	5,6	1774,74
18-19	4,3	1374,35
19-20	4,35	1390,33
20-21	4,35	1390,33
21-22	2,35	751,10
22-23	1,55	491,22
23-24	1,55	491,22
Всього	100	31691,76

**Визначення притоку промислових стічних вод від
промислових підприємств за годинами доби**

Таблиця 2.2

Години доби	Зміна	Відсоток розподілу	Кількість стічних вод від підприємств, м ³ /год			Загальна вибірка
			№1	№2	№3	
1	2	3	4	5	6	7
0-1	3	3,75	24	39	31,5	94,7
1-2		3,75	24	39	31,5	94,7
2-3		3,75	24	39	31,5	94,7
3-4		3,75	24	39	31,5	94,7
4-5		3,75	24	39	31,5	94,7
5-6		3,75	24	39	31,5	94,7
6-7		3,75	24	39	31,5	94,7
7-8		5,00	32	52	42	128,4
8-9	1	4,50	29	46,8	37,8	113,4
9-10		4,50	29	46,8	37,8	113,4
10-11		4,50	29	46,8	37,8	113,4
11-12		4,50	29	46,8	37,8	113,4
12-13		4,50	29	46,8	37,8	113,4
13-14		4,50	29	46,8	37,8	113,4
14-15		4,50	29	46,8	37,8	113,4
15-16		5,79	37	62,4	50,4	149,6
16-17	2	3,75	24	39	31,5	94,8
17-18		3,75	24	39	31,5	94,8
18-19		3,75	24	39	31,5	94,8
19-20		3,75	24	39	31,5	94,8
20-21		3,75	24	39	31,5	94,8
21-22		3,75	24	39	31,5	94,8
22-23		3,75	24	39	31,5	94,8
23-24		5,00	32	52	42	126
		100	646	1042	842	2524

Зведені дані по водовідведенню міста

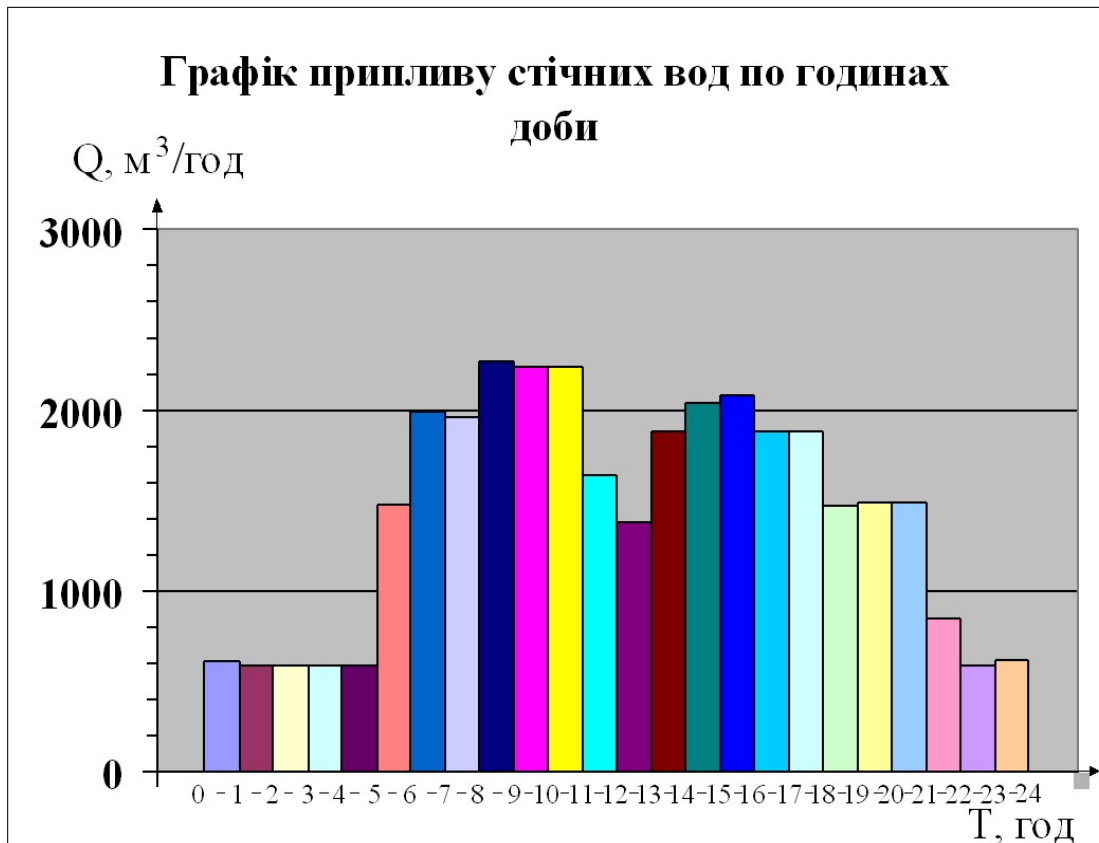
Таблиця 2.3

Години доби	Господарсько-побутові ст. води		Промислові ст. Води від пром. підприємств по годинам доби, м ³ /год			Загальна витрата, м ³ /год
	%	м ³ /год	виробничі	госп.-побутові	душові	
1	2	3	4	5	6	7
0-1	1,55	491,22	94,5	7,864	17,064	610,65
1-2	1,55	491,22	94,5	6,0		591,72
2-3	1,55	491,22	94,5	6,0		591,72
3-4	1,55	491,22	94,5	6,0		591,72
4-5	1,55	491,22	94,5	7,0		592,72
5-6	4,35	1378,59	94,5	6,0		1479,09
6-7	5,95	1885,66	94,5	6,0		1986,16
7-8	5,8	1838,12	126	6,0		1964,12
8-9	6,7	2123,35	113,6	12,36	21,990	2271,3
9-10	6,7	2123,35	113,6	8,0		2244,95
10-11	6,7	2123,35	113,6	8,0		2244,95
11-12	4,8	1521,20	113,6	8,0		1643,42
12-13	3,95	1251,82	113,6	11,0		1376,42
13-14	5,55	1758,89	113,6	8,0		1880,49
14-15	6,05	1917,35	113,6	8,0		2038,95
15-16	6,05	1917,35	149,8	8,0		2075,15
16-17	5,6	1774,74	94,5	7,0	17,064	1876,24
17-18	5,6	1774,74	94,5	6,0		1875,24
18-19	4,3	1374,35	94,5	6,0		1474,85
19-20	4,35	1390,33	94,5	6,0		1490,83
20-21	4,35	1390,33	94,5	6,864		1491,69
21-22	2,35	751,10	94,5	6,0		851,60
22-23	1,55	491,22	94,5	6,0		591,72
23-24	1,55	491,22	126	6,0		623,22
Всього:	100	31691,76	2520	173,09	56,12	34710,97

Q_{max}=2271,3 м³/год;

Q_{сер}=1446,26 м³/год.

На підставі таблиці № 3 будуюмо графік припливу стічних вод по годинах доби



Максимальна витрата припадає між 8 і 9 годиною доби – 2271,3 м³/год = 630,9 л/с вона і буде розрахунковою.

2.3. Визначення робочого напору насоса і втрат напору в насосній станції

Повний напір робочих каналізаційних насосів на насосній станції визначається для подачі води в годину максимально водовідведення. Подача води від насосної станції до очисних споруд здійснюється по двох напірних водоводах.

Розрахункова витрата по кожному водоводу становить:

$$Q_{н.в.} = \frac{Q_{max.год}}{n} = \frac{630,9}{2} = 315,45 м^3 / год$$

Для транспортуванні води всередині насосної станції приймаємо сталеві електрозварні труби і сталеві фасонні частини по ГОСТ 10707-91. Їх сортамент приведено в табл.2.4.

При діаметрі труб $D = 500\text{мм}$; швидкість руху води $V = 1,48 \text{ м/с}$ і

<u>№</u> <u>позиц</u> <u>ії</u>	<u>Найменування</u> <u>місцевих опорів</u>	<u>D,мм</u>	<u>Q, л/с</u>	<u>ζ</u>	<u>v, м/с</u>	<u>v²/2g</u>	<u>v²/2g</u>
<u>1</u>	<u>Плавний вхід в</u> <u>трубу</u>	<u>500</u>	<u>315,45</u>	<u>0,2</u>	<u>1,41</u>	<u>0,101</u>	<u>0,0203</u>
<u>2</u>	<u>Коліно</u>	<u>500</u>	<u>315,45</u>	<u>0,5</u>	<u>1,41</u>	<u>0,101</u>	<u>0,0507</u>
<u>3</u>	<u>Перехід звуж.</u>	<u>500</u>	<u>315,45</u>	<u>0,1</u>	<u>2,9</u>	<u>0,429</u>	<u>0,0429</u>
<u>4</u>	<u>Засувка</u>	<u>500</u>	<u>315,45</u>	<u>0,2</u>	<u>2,9</u>	<u>0,429</u>	<u>0,0857</u>
<u>5</u>	<u>Коліно</u>	<u>500</u>	<u>315,45</u>	<u>0,5</u>	<u>2,9</u>	<u>0,429</u>	<u>0,2143</u>
<u>6</u>	<u>Коліно</u>	<u>500</u>	<u>315,45</u>	<u>0,5</u>	<u>2,9</u>	<u>0,429</u>	<u>0,2143</u>
<u>7</u>	<u>Зворот. клапан</u>	<u>500</u>	<u>315,45</u>	<u>1,7</u>	<u>2,9</u>	<u>0,429</u>	<u>0,7287</u>
<u>8</u>	<u>Засувка</u>	<u>500</u>	<u>315,45</u>	<u>0,2</u>	<u>2,9</u>	<u>0,429</u>	<u>0,0857</u>
<u>9</u>	<u>Трійник</u>	<u>500</u>	<u>315,45</u>	<u>1,5</u>	<u>2,9</u>	<u>0,429</u>	<u>0,6430</u>

$1000i = 2,58$.

Втрати напору в насосній станції при подачі розрахункової витрати води приведені в табл.2.4.

За даними табл. 2.4 визначаємо необхідний напір $H_{нс}$

$$H_{нс} = H_{ст} + h_{нс} + h_{вдв} + h_{нв} + h_{вил},$$

де $h_{вил} = 0,5\text{м}$; $h_{вдв} = 1,5\text{м}$; $h_{нс} = 2\text{м}$; $h_{нв} = 1,1 \cdot 1000i \cdot L = 1,1 \cdot 2,58 \cdot 1,5 = 4,24\text{м}$;

$$H_{ст} = 178,100 - 166,810 = 11,29\text{м}; H_{нс} = 11,29 + 2 + 1,5 + 4,25 + 0,5 = 19,35 \text{ м}$$

У відповідності з таблицею 4 втрати напору всередині каналізаційної насосної станції становлять 2,17 м.

Уточнюємо напір НС:

$$H_{нс} = H_{ст} + h_{нс} + h_{вдв} + h_{нв} + h_{вил}$$

$$H_{нс} = 11,29 + 2,17 + 1,5 + 4,25 + 0,5 = 19,82 \text{ м}$$

Запроектована каналізаційна станція відноситься до 1 категорії надійності (90400 жителів). Для встановлення приймаємо насоси СД 165/25 потужністю - 150 кВт, $Q = 165 \text{ л/с}$, $H = 25\text{м}$, $n = 1000 \text{ об/хв.}$; $\text{КПД} = 0,6$ в кількості 4-х робочих та два резервних.

2.4. Визначення розмірів машинної зали

Як вже було сказано підземну частину каналізаційної насосної станції будують круглої форми в плані. Об'єм підземної частини повинен бути мінімальним. Приймаємо радіус будівлі підземної частини - 6м. Каналізаційні насоси в машинній залі встановлюються під залив, тобто розташовуємо їх на 0,3 м нижче рівня відмітки в приймальному резервуарі, при якому вмикається перший насос.

Визначивши розміри насосного агрегату та діаметри трубопроводів, визначаємо висотне розташування його відносно підлоги машинної зали.

Фундамент під насосний агрегат (насос і електродвигун) приймаємо розмірами 800х370 мм, висотою 1700мм.

Мінімальна висота підземної частини складе

$$\begin{aligned} H_{п.з. \min} &= h_{\phi} + 0,5 + h_{\text{обл}} + h_{\text{стр}} + h_2 + h_3 + 0,1 + h_{\text{пер}} = \\ &= 0,5 + 0,5 + 1,963 + 1,0 + 0,5 + 1,705 + 0,1 + 0,4 = 6,67\text{м}, \end{aligned}$$

де h_{ϕ} - висота фундаменту;

$h_{\text{обл}}$ – висота встановленого обладнання;

$h_{\text{стр}}$ – висота стропова вантажу;

$h_2 + h_3$ – параметри крану;

$h_{\text{пер}}$ – товщина перекриття.

Висота заглиблення підлоги насосної станції складе

$$\begin{aligned} H_{\text{загл}} &= h_{\text{обл}} + 0,5 + H_{\text{ван}} + h_{\text{стр}} + h_2 + h_3 + H_{\text{Н}} + H_{\text{пер}} = \\ &= 1,963 + 0,5 + 3,290 + 1 + 1,705 + 0,36 + 0,2 = 9,2 \text{ м} \end{aligned}$$

З урахуванням глибини залягання підходящого колектора - 8,3 м, що дорівнює максимальному рівню води в приймальному резервуарі, знаходимо:

$$H_{\text{загл}} = H_{\text{підв.кол.}} + H_{\text{мах.}} + H_{\text{пр.р.}} = 8,3 + 1,6 + 3 = 12,9 \text{ м}$$

Так як $H_{п.з. \min} < H_{\text{загл}}$, то приймаємо заглиблену будівлю НС.

Визначаємо потрібну висоту наземної частини

$$H_{п.з. \min} = h_{\text{тр}} + 0,5 + h_{\text{обл}} + h_{\text{стр}} + H + h_1 + 0,1 = 1,52 + 0,5 + 2,170 + 1 + 0,5 + 0,3 + 0,1 = 5,1 \text{ м}$$

Приймаємо висоту наземної частини 5 м.

2.5. Підйомно-транспортне обладнання

У відповідності з розміром і вагою насосного агрегату для перевозки встановленого обладнання використовуємо автомобіль КрАЗ - 257, вантажопідйомність якого 12 т. Розміри автомобіля: довжина 9660мм, ширина 2650 мм, висота 2620 мм. Розміри платформи: довжина 5770мм, ширина 2480мм, висота (завантаження) 1520 мм.

Мінімальний розмір монтажної площадки: довжина 6000 мм, ширина 3880 мм.

Для монтажу демонтажу приймаємо кран підвісний з електроприводом, основні параметри якого вказані в табл. 2.5

Таблиця 2.5

Довжина крану	Вантажопідйомність, т	Проліт	Розміри					Потужність електродвигуна, кВт	№ двутавра підкранового шляху	Вага крану
			H+h ₁	l ₁	l ₂	C	B			
5,4	3,2	6	1705	750	1200	1500	1865	4,5	36	1500
5,4	2	6	1360	710	1200	1500	1850	2,8	30	1135

2.6. Підбір решіток

На вході в каналізаційну насосну станцію перед тим як стічні води потраплять в насоси, вони проходять через спеціальні решітки для забезпечення неможливості попадання різного роду сміття в насоси. Затримане на решітках сміття подається на механічні дробарки, подрібнюється і знову скидається в канал перед насосами. Приймаємо до встановлення решітку РД-300 в кількості 2-х робочих та 1 резервної. Технічні дані прийнятої решітки дробарки наведені в табл. 2.6

Технічні параметри решітки дробарки РД-300

Таблиця 2.6

Мах витрата стічної рідини, л/с	Сумарна прохідного отвору щілин в арабані, м2	Швидкість руху стіч рідини в щілинах	Розміри				Потужність електродвигуна, кВт	Загальна вага, кг
			Найбільша висота, Н	Найбільша ширина, В	Найбільший діаметр барабана D	Ширина щілин		
236	0,455	0,99	2170	1250	635	10	1,5	1800

2.7. Електрична частина насосної станції

Для обслуговування електричної частини каналізаційної насосної станції застосовуються спеціальні шафи керування.

Для насосів моделі СД застосовуються два типи шаф керування: LC 107 і LCD 107 (пневматичні), LC 108 і LCD 108 (для роботи з поплавковими вимикачами).

Пристрої керування LC призначені для керування одним, а LCD - двома насосами.

Шафи керування містять у собі контролер пускач електродвигуна, контактори і світлодіоди індикації робочого режиму.

8. Підбір допоміжного обладнання. Дренажні насоси

До допоміжного обладнання каналізаційної насосної станції в першу чергу відносять: дренажні насоси; вимірювач витрати; вентилятори та ін.

Витрату дренажних насосів визначаємо за формулою:

$$Q_o = (1,5...2) \sum q_i$$

q_i - сумарні витрати з сальників, по 0,05..0,1 л/с крізь кожний сальник

$$Q_c = 4 \cdot 0,1 \cdot 2 = 0,8 \text{ л/с.}$$

Приймаємо 2 насоси фірми „GRUNDFOS” AP 150-1 з подачею 0,75 - 2,2 л/с, напором 9-15м.

В якості пристрою для вимірювання витрати води в проєкті приймаємо трубу Вентурі з характеристиками: $D = 400\text{мм}$, $V = 1,63\text{ м/с}$. Втрати напору в пристрої визначаємо за залежністю

$$h = \frac{v^2}{2g} \left(\frac{1}{m^2} - 1 \right)$$

Приймаємо $m=0,2$ $h = \frac{1,63^2}{2 \cdot 9,81} \left(\frac{1}{0,2^2} - 1 \right) = 3,25$

$$h_{\text{одс}} = h \cdot 0,14(1 - m) = 3,25 \cdot 0,14 \cdot (1 - 0,2) = 1,37\text{ м}$$

Уточнюємо напір НС: $H_{\text{НС}} = H_{\text{ст}} + h_{\text{НС}} + h_{\text{вдв}} + h_{\text{нв}} + h_{\text{вил}}$

$$H_{\text{НС}} = 11,29 + 2,17 + 1,37 + 4,25 + 0,5 = 19,6\text{ м}$$

Для забезпечення в приміщенні решіток і в машинному залі 5-ти кратного повітрообміну застосовуються 3 вентилятори ЦАГІ з характеристиками $Q = 3000\text{ м}^3/\text{год}$, $n = 1400\text{ об/хв}$. В інших приміщеннях передбачаємо однократний обмін об'єм повітря.

РОЗДІЛ 3

Очисні споруди водовідведення

Консультант / _____ /

Здобувач / _____ /

3.1. Визначення розрахункових концентрацій забруднень

У відповідності з проведеними вище розрахунками максимальна добова витрата господарсько-побутових стічних від населення міста становить:

$$Q_{\max \text{ доб}} = 31961,76 \text{ м}^3/\text{добу}.$$

Концентрація завислих речовин в господарсько-побутових водах:

$$C = \frac{a \cdot 1000}{q} = \frac{65 \cdot 1000}{239,3} = 271,74 \text{ мг/л}$$

де a – кількість завислих речовин, що вносяться однією людиною; $a = 65$ г/добу;

q – норма водовідведення по району чи по місту:

$$q = \frac{n_1 \cdot N_1 + n_2 \cdot N_2}{N_1 + N_2} = \frac{290 \cdot 35600 + 210 \cdot 54800}{90400} = 239,3 \text{ мг/л}$$

Концентрація по завислим речовинам суміші побутових і промислових стоків:

$$C_{\text{см}} = \frac{C_{\text{х.б}} \cdot Q_{\text{х.б}} + \sum(C_{\text{пр}} \cdot Q_{\text{пр}})}{Q_{\text{х.б}} + \sum Q_{\text{пр}}} = \frac{239,3 \cdot 31691,76 + 620 \cdot 420 + 1020 \cdot 300 + 820 \cdot 350}{31961,76 + 2460} = 302,5 \text{ мг/л}$$

де $C_{\text{х.б}}$, $C_{\text{пр}}$ – концентрація побутових і промислових стічних вод, мг/л;

$Q_{\text{х.б}}$, $Q_{\text{пр}}$ – середня витрата відповідно побутових і промислових стічних вод, м³/добу.

Концентрація забруднень по БСК₂₀ побутових стічних вод:

$$L = \frac{a \cdot 1000}{q} = \frac{75 \cdot 1000}{239,3} = 313,6 \text{ мг/л}$$

де a – БСК₂₀ неосвітленої води, $a = 75$ г/добу·чол.

Концентрація органічних забруднень по БСК₂₀ в суміші стічних вод:

$$L_{\text{см}} = \frac{L_{\text{х.б}} \cdot Q_{\text{х.б}} + \sum(L_{\text{пр}} \cdot Q_{\text{пр}})}{Q_{\text{х.б}} + \sum Q_{\text{пр}}} = \frac{313,6 \cdot 31691,76 + 620 \cdot 200 + 1020 \cdot 120 + 820 \cdot 170}{31961,76 + 2460} = 388,1 \text{ мг/л}$$

де $L_{x.б}$, L_{np} – відповідно розрахована концентрація забруднень по БСК₂₀ побутових і прийнята по завданню концентрація забруднень промислових стічних вод, мг/л.

3.2. Ступінь очистки стічних вод

Допустимий вміст завислих речовин в очищених стічних водах:

$$C_{зав.р} = P \cdot \left(\frac{\gamma \cdot Q}{q} + 1 \right) + b = 0,75 \cdot \left(\frac{0,7 \cdot 20}{0,63} + 1 \right) + 12 = 18,6 \text{ мг/л},$$

де P – допустиме збільшення вмісту завислих речовин у водоймі після спуску очищених стічних вод, $P = 0,75$ мг/л; γ – коефіцієнт змішування, $\gamma = 0,7$;

Q – витрата ріки в межень, м³/с;

q – середня витрата стічних вод, $q = 0,43$ м³/с;

b – наявність завислих речовин у водоймі до спуску стічних вод (12).

Необхідна ступінь очистки стічних вод по завислим речовинам:

$$E_{зав.р} = \frac{(C_{сум} - C_{зав.дон})}{C_{сум}} \cdot 100 = \frac{(302,5 - 15)}{302,5} \cdot 100 = 95,1\%$$

Гранично допустима концентрація забруднень по БСК₂₀ очищеної стічної води, мг/л:

$$L_{ст} = \frac{2,5 \cdot a \cdot Q}{q} \cdot (O_p - 0,4 \cdot L_p - 4) - 10,$$

де O_p – кількість розчиненого кисню у воді водойми, мг/л;

L_p – БСК₂₀ води водойми, мг/л.

$$L_{ст}^{літо} = \frac{2,5 \cdot 0,7 \cdot 20}{0,63} \cdot (7,1 - 0,4 \cdot 7 - 4) - 10 = 12,28 \text{ мг/л} \leq 15 \text{ мг/л}$$

$$L_{ст}^{зима} = \frac{2,5 \cdot 0,7 \cdot 20}{0,63} \cdot (7,3 - 0,4 \cdot 7 - 4) - 10 = 14,1 \text{ мг/л} \leq 15 \text{ мг/л}$$

Згідно з вимогами санітарних норм приймаємо $L_{ст} \leq 15$ мг/л.

Необхідна ступінь очистки стічних вод по БСК:

$$E_{зав.р} = \frac{(L_{сум} - L_{ст})}{L_{сум}} \cdot 100 = \frac{(388,1 - 12,28)}{388,1} \cdot 100 = 96,78\%.$$

3.3. Розробка технологічної схеми. Перелік очисних споруд

№	Споруди за схемою очистки	Прийняті різновиди	Позиція на плані	Характеристика
1	Пісколовки	горизонтальна	3	H=0,5 м, L=8 м
2	Первинні відстійники	радіальні	6	D =30 м
3	Аеротенки	витиснювачі	9	3-х коридорн.
4	Вторинні відстійники	радіальні	11	D =30 м
5	Хлораторна та зміш.		15	
6	Контактні резервуари	прямокутні	14	
7	Метантенки		18	

3.4. Розрахунок споруд механічної очистки стічних вод

3.4.1. Грати

Втрати напору при русі рідини через грати:

$$h_n = \varepsilon \cdot \frac{V^2}{2g} = 1,3 \cdot \frac{1^2}{2 \cdot 9,81} = 0,066 \text{ м,}$$

де ε – коефіцієнт місцевого опору ґрат, який залежить від форми стержнів:

$$\varepsilon = \beta \cdot \left(\frac{S}{b}\right)^{4/3} = 2,42 \cdot \left(\frac{10}{16}\right)^{4/3} = 1,3$$

β – коефіцієнт для прямокутних стержнів з закругленим кінцем для зменшення опору, $\beta = 2,42$;

S – товщина стержня, $S = 10 \text{ мм}$;

b – товщина провіту між ґратами, $b = 16 \text{ мм}$;

V – швидкість перетікання стічної рідини між стержнями ґрат, $V = 1 \text{ м/с}$.

Загальні втрати напору в ґратах:

$$h_{нов} = 3 \cdot h_p = 3 \cdot 0,066 = 0,2 \text{ м.}$$

Об'єм відходів:

$$W = \frac{n \cdot N}{1000} = \frac{8 \cdot 90400}{1000} = 722,5 \text{ м}^3 / \text{рік},$$

де n – кількість відходів, що знімають з ґрат, $n = 8$ л/рік на 1 людину [1, табл. 23];

N – кількість населення.

Об'єм відходів за добу:

$$W = 722,5 / 365 = 1,98 \text{ м}^3 / \text{добу}$$

Для застосування приймаємо вертикальні ґрати марки РМУ – 3.

3.4.2. Розрахунок пісковловлювачів

За проведеними попередніми розрахунками приймаємо горизонтальні аеруємі пісколовки.

Довжина пісколовки:

$$L_S = K \cdot \frac{1000 H_p}{U_0} \cdot V = 1,3 \cdot \frac{1000 \cdot 0,5}{24,2} \cdot 0,3 = 8,1 \text{ м}$$

Добовий об'єм піску:

$$W_{\text{доб}} = \frac{n \cdot N}{1000} = \frac{0,02 \cdot 90400}{1000} = 1,82 \text{ м}^3 / \text{доб},$$

Так як пісок видаляють 3 рази за зміну

$$W_{\text{зм}} = W_{\text{с/доб}} / 3 = 1,82 / 3 = 0,61$$

Коеф. задовольняється (1:10...1)

$$W_n = 0,61 \cdot 15 = 10 \text{ м}^3$$

Ширина $B = \frac{10}{24 \cdot 1} = 0,42 \text{ м}$ приймаємо 1 м

Час проходження через пісколовкі води:

$$t = 8 / 0,3 = 27 \text{ сек}$$

Площа піскових майданчиків:

$$F_{n,m} = L \cdot B = 8 \cdot 1 = 8 \text{ м}^2,$$

$$W_n = 10 \text{ м}^3 \quad L = 8 \text{ м} \quad B = 1 \text{ м}$$

3.4.3. Розрахунок преаераторів

Визначаємо ефект освітлення первинних радіальних відстійників:

$$E = \frac{C_{cm} - C_{don}}{C_{cm}} \cdot 100 = \frac{302,5 - 150}{302,5} \cdot 100 = 50,4\%$$

Так як відстійники не забезпечують ефект освітлення більше ніж на 50...60 %, то згідно [1] для досягнення необхідного ефекту очистки потрібно передбачити попередні міри покращення відстоювання.

Так як потрібний ефект 50,4%, то преаератор не потрібен.

3.4.4. Розрахунок первинних відстійників

В якості первинних відстійників приймаємо відстійники радіального типу ($Q > 20000 \text{ м}^3/\text{добу}$).

Визначаємо ефект освітлення первинних радіальних відстійників:

$$E = \frac{C_{cm} - C_{don}}{C_{cm}} \cdot 100 = \frac{302,5 - 150}{302,5} \cdot 100 = 50,4\%$$

де C_{cm} – концентрація завислих речовин суміші стічних вод, що надходять у первинний відстійник;

C_{don} – допустима концентрація завислих речовин у стічних водах, що надходять у споруди біологічної очистки, $C_{don} \leq 150 \text{ мг/л}$.

Приймаємо радіальний відстійник діаметром $D = 30 \text{ м}$, Т.П. 902-2-383.83.

Визначаємо гідравлічну крупність часток зависі:

$$U_0 = \frac{1000 \cdot K_{set} \cdot H_{set}}{t \cdot \left(\frac{K_{set} \cdot H_{set}}{h_1} \right)^{n_2}} = \frac{1000 \cdot 0,45 \cdot 3}{2700 \cdot \left(\frac{0,45 \cdot 3}{0,5} \right)^{0,2}} = 0,38 \text{ мм/с},$$

де K_{set} – коефіцієнт використання об'єму проточної частини відстійника, $K_{set} = 0,45$; H_{set} – глибина проточної частини, $H_{set} = (1,5 \dots 5) = 3 \text{ м}$; n_2 – показник степеня, який залежить від агломерації зависі під час осідання, $n_2 = 0,2$;

t – час відстоювання, $t = 2700 \text{ с}$; h_1 – висота стовпа рідини, $h_1 = 500 \text{ мм}$.

Визначаємо потужність одного радіального первинного відстійника:

$$q = 2,8 \cdot K \cdot (D^2 - d_{en}^2) \cdot U_0 = 2,8 \cdot 0,45 \cdot (30^2 - 2^2) \cdot 0,38 = 429,0 \text{ м}^3/\text{год},$$

де d_{en} – діаметр випускного пристрою, $d_{en} = 2 \text{ м}$.

Кількість відстійників:

$$n = \frac{Q}{q} = \frac{1446,26}{429} = 3,37 = 4 \text{шт}$$

Приймаємо чотири первинних радіальних відстійника діаметром 30 м.

3.5. Розрахунок споруд біологічної очистки

3.5.1. Розрахунок аеротенків

Згідно [1] табл. 25 норматив по БПК₂₀ на одну особу неосвітленої стічної води та освітленої стічної води складають відповідно 75 та 40 г/ос. добу звідки: $K_{вх} = 40/75 = 0,533$, отже

$$L_{ен} = L_{сум} \cdot K = 388,1 \times 0,533 = 206,8 > 150 \text{ г/м}^3.$$

Визначаємо ступінь рециркуляції активного мулу. При першому наближенні приймаємо муловий індекс $I_i = 100 \text{ см}^3/\text{г}$:

$$R_i = \frac{a_i}{\frac{1000}{I_i} - a_i} = \frac{3}{\frac{1000}{80} - 3} = 0,32$$

де a_i – доза активного мулу в аеротенку-витискувачі ; $a_i = 2 \dots 3 \text{ мг/л}$ (табл. 32, [4]).

БСК₂₀ з врахуванням розбавлення рециркуляційною витратою активного мулу:

$$L_{mix} = \frac{L_{см} + L_{ex} \cdot R_i}{1 + R_i} = \frac{388,1 + 15 \cdot 0,32}{1 + 0,32} = 160,4 \text{ мг/л}$$

де $L_{ex} = 15 \text{ мг/л}$ – БСКповн очищеної стічної води. [1]

Тривалість обробки води в аеротенку:

$$t_{at} = \frac{2,5}{\sqrt{a_i}} \cdot \lg \frac{L_{mix}}{L_{ex}} = \frac{2,5}{\sqrt{3}} \cdot \lg \frac{160,4}{15} = 1,5 \text{ год}$$

Отже, приймаємо $t_{at} = 2 \text{ год}$ [1, п. 6.143].

Доза мулу в регенераторі:

$$a_r = a_i \cdot \left(\frac{1}{2 \cdot R_i} + 1 \right) = 3 \cdot \left(\frac{1}{2 \cdot 0,32} + 1 \right) = 7,79 \text{ з/л}$$

Питома швидкість окислення:

$$\begin{aligned} \rho &= \rho_{\max} \cdot \frac{L_{ex} \cdot C_0}{L_{ex} \cdot C_0 + K_l \cdot C_0 + K_0 \cdot L_{ex}} \cdot \frac{1}{1 + \varphi \cdot a_r} = \\ &= 85 \cdot \frac{15 \cdot 2}{15 \cdot 2 + 33 \cdot 2 + 0,625 \cdot 15} \cdot \frac{1}{1 + 0,07 \cdot 7,79} = 15,7 \text{ мг/г} \cdot \text{год} \end{aligned}$$

де ρ_{\max} – максимальна швидкість окислення, яка приймається за даними науково-дослідних організацій, для міських стічних вод $\rho_{\max} = 85$ мг/г·год;
 C_0 – концентрація розчиненого кисню (в першому наближенні $C_0 = 2$ мг/л);
 K_l – константа, яка характеризує властивості органічних забруднюючих речовин, $K_l = 33$ мг БСК_{повн}/л; K_0 – константа, яка характеризує вплив кисню, $K_0 = 0,625$ мгО₂/л; φ – коефіцієнт інгібування продуктами розпаду активного мулу, $\varphi = 0,07$ г/л.

Час окислення органічних забруднюючих речовин:

$$t_0 = \frac{L_{cm} - L_{ex}}{R_i \cdot a_r \cdot (1 - S) \cdot \rho} = \frac{388,1 - 15}{0,32 \cdot 7,79 \cdot (1 - 0,3) \cdot 15,7} = 7,1 \text{ год}$$

де S – зольність мулу, $S = 0,3$ [1, табл. 40].

Час регенерації мулу:

$$t_r = t_0 - t_{at} = 7,1 - 2 = 5,1 \text{ год}$$

Час перебування в системі аеротенк-регенератор:

$$t = (1 + R_i) \cdot t_{at} + R_i \cdot t_r = (1 + 0,32) \cdot 2 + 0,32 \cdot 3,27 = 3,69 \text{ год}$$

Об'єм аеротенку:

$$W_{at} = t_{at} \cdot (1 + R_i) \cdot q_w = 2 \cdot (1 + 0,32) \cdot 1446,26 = 3820,8 \text{ м}^3$$

де $q_w = 1446,26$ м³/год – розрахункова витрата стічних вод.

Об'єм регенератору:

$$W_r = t_r \cdot R_i \cdot q_w = 5,202 \cdot 0,32 \cdot 1446,26 = 2409,2 \text{ м}^3$$

Для уточнення мулового індексу визначаємо середню дозу мулу в системі аеротенк-регенератор:

$$a_{i\text{mix}} = \frac{(1 + R_i) \cdot t_{at} \cdot a + R_i \cdot t_r \cdot a_r}{t} = \frac{(1 + 0,32) \cdot 2 \cdot 3 + 0,32 \cdot 5,202 \cdot 7,79}{3,69} = 5,66 \text{ г/л}$$

Визначаємо навантаження на мул:

$$q_i = \frac{24 \cdot (L_{cm} - L_{ex})}{a_{i\text{mix}} \cdot (1 - S) \cdot t} = \frac{24 \cdot (388,1 - 15)}{5,66 \cdot (1 - 0,3) \cdot 2} = 581,1 \text{ мг БПК/г} \cdot \text{добу}$$

За ДБН табл. 41 для мулу міських стічних вод приймаємо муловий індекс I = 78 см³/г.

Площа аеротенку при робочій глибині H_{at} = 4.4 м [1, п. 6.150]:

$$F = \frac{W_{at} + W_r}{H_{at}} = \frac{3820,8 + 2409,2}{3,4} = 1832,4 \text{ м}^2$$

Довжина одного коридору:

$$L = \frac{F}{B \cdot n \cdot m} = \frac{1832,4}{6 \cdot 3 \cdot 3} = 33,9 \text{ м}$$

де B – ширина коридору аеротенку; n – кількість коридорів; m – кількість секцій.

Приймаємо аеротенк L = 40 м (ТП 902 – 2 – 179).

Визначаємо кількість секцій:

$$m = F_{\text{зар}}/F_{\text{од}} = 1832,4/(40 \cdot 18) = 2,55.$$

Приймаємо 3 секції.

Визначаємо витрату повітря:

$$q_{air} = \frac{q_O \cdot (L_{cm} - L_{ex})}{K_1 \cdot K_2 \cdot K_T \cdot K_3 \cdot (C_a - C_O)} = \frac{1,1 \cdot (288,1 - 15)}{2 \cdot 2,62 \cdot 0,92 \cdot 0,85 \cdot (10,98 - 2)} = 3,88 \text{ м}^3/\text{м}^3$$

де q_O – питома витрата кисню повітря, мг на 1 мг знятого БПК_{повн}, приймається при очистці до БПК_{повн} 15 – 20 мг/л — 1,1;

K₁ – коефіцієнт, який враховує тип аератора і приймається за ДБН табл. 42; K₂ – коефіцієнт, який залежить від глибини занурення аераторів h_a і приймається по [1, табл. 43];

K_T – коефіцієнт, який враховує температуру стічної води, яку знаходять за формулою:

$$K_T = 1 + 0,02 \cdot (T_w - 20) = 1 + 0,02 \cdot (16 - 20) = 0,92 ;$$

T_w – середньомісячна температура води за літній період, 0С; K_3 – коефіцієнт якості води, який приймається для міських стічних вод 0,85; C_a – розчинність кисню повітря в воді:

$$C_a = \left(1 + \frac{h_a}{20,6}\right) \cdot C_T = \left(1 + \frac{3,2}{20,6}\right) \cdot 9,95 = 10,98 \text{ мг/л}$$

C_T – розчинність кисню в воді в залежності від температури і атмосферного тиску, $C_T = 9,95$;

h_a – глибина занурення аератора, м;

C_O – середня концентрація кисню в аеротенку, $C_O = 2$ мг/л.

3.6. Вторинні відстійники

Гідравлічні навантаження на вторинні відстійники після аеротенків:

$$q_{ssa} = \frac{4,5 \cdot K_{ss} \cdot H_{set}^{0,8}}{(0,1 \cdot I_i \cdot a_i)^{0,5-0,01a_i}} = \frac{4,5 \cdot 0,4 \cdot 3,0^{0,8}}{(0,1 \cdot 78 \cdot 3)^{0,5-0,01 \cdot 10}} = 0,68 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \cdot \text{год}$$

де K_{ss} – коефіцієнт використання об'єму зони відстоювання, для радіальних відстійників $K_{ss} = 0,4$ [1, п. 6.160];

H_{set} – глибина зони відстоювання, $H_{set} = 3$ м;

I – муловий індекс, $I = 78$ см³/Г;

a_t – слід приймати не менше 10 мг/л [1, п. 6.161); a_i – 3 мг/л.

Визначаємо площу дзеркала відстійників:

$$F_{ss} = \frac{q_w}{q_{ssa}} = \frac{144,26}{0,68} = 2127,7 \text{ м}^2$$

Приймаємо радіальні вторинні відстійники діаметром 30 м з площею дзеркала:

$$f_{ss} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{\pi \cdot 30^2}{4} = 706,5 \text{ м}^2$$

Визначаємо кількість відстійників:

$$n = \frac{2127,7}{706,5} = 3,01 \approx 4 \text{ шт}$$

Приймаємо 4 радіальних вторинних відстійника діаметром 30 м.

3.7. Знезараження стічних вод

В якості способу знезараження приймаємо хлорування стічної води. До складу споруд для хлорування стічної води входять: хлораторна, змішувачі і контактні резервуари.

3.7.1. Розрахунок хлораторної. Підбір змішувачів

Визначаємо необхідну кількість активного хлору:

$$P_{myd} = \frac{a \cdot q_w}{1000} = \frac{3 \cdot 1446,26}{1000} = 4,35 \text{ кг/год}$$

де a – доза хлору, $a = 3 \text{ г/м}^3$ [1, п. 6.223]; $q_w = 1447,26 \text{ м}^3/\text{год}$ – середня витрата стічних вод.

$$P_{myd} = \frac{a \cdot q_{w \max}}{1000} = \frac{3 \cdot 2271,3}{1000} = 6,81 \text{ кг/год}$$

$q_{w \max}$ – максимальна витрата стічних вод, $q_{w \max} = 2271,3 \text{ м}^3/\text{год}$.

Приймаємо один робочий хлоратор ХВ – 200 пропускною здатністю 2,5 – 10 кг/год і один резервний.

3.7.2. Контактні резервуари

Для забезпечення мінімального контакту очищеної води з хлором застосовуються спеціальні контактні резервуари. В якості останніх приймаємо первинні відстійники без скребків, кількістю не менше двох. Час контакту стічних вод з хлором $\geq 30 \text{ хв}$.

Об'єм контактних резервуарів:

$$W_{кр} = q_k \cdot T_k = 1446,26 \cdot 0,5 = 723,6 \text{ м}^3$$

де T_k – час контакту стічних вод з хлором, $T_k = 0,5 \text{ год}$.

Площа дзеркала води відстійника:

$$F_{кр} = \frac{W_{кр}}{n \cdot H} = \frac{723,6}{2 \cdot 3} = 120,6 \text{ м}^2$$

де n – кількість контактних резервуарів, $n = 2$ шт [ДБН, п. 6.229];

H – глибина проточної частини відстійника, $H = 3$ м.

Діаметр відстійника:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{кр}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 120,6}{3,14}} = 12,4 \text{ м}$$

Приймаємо два контактні резервуари діаметром 15 м, при $H = 3$ м.

Кількість стиснутого повітря для барботажу в контактних резервуарах становить:

$$Q_{air} = I_a^k \cdot F_{кр} \cdot n = 0,5 \cdot 120,6 \cdot 2 = 120,6 \text{ м}^3 / \text{год}$$

де I_a^k – інтенсивність барботажу стиснутим повітрям, $I_a^k = 0,5 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \cdot \text{год}$ згідно ДБН п. 6.229.

Загальна кількість осаду:

$$W_{oc} = \frac{q \cdot Q_w}{1000} = \frac{0,5 \cdot 34710,97}{1000} = 17,36 \text{ м}^3 / \text{добу}$$

Кількість осаду, що випадає в контактний резервуар приймаємо за ДБН п. 6.229, $q = 0,5 \text{ л} / \text{м}^3$ після біологічної очистки в аеротенках.

3.8. Визначення параметрів осаду

3.8.1 Сирий осад первинних відстійників

Кількість сирого осаду, видаляє мого з первинних відстійників:

- по сухій речовині:

$$M_{mud} = \frac{Q_w \cdot (C_{cm} - C_{ex})}{10^6} = \frac{34710,97 \cdot (302,5 - 150)}{10^6} = 5,3 \text{ т} / \text{добу}$$

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

$P_{mud} = 95\%$ згідно ДБН п. 6.345:

$$W_{mud} = \frac{Q_w \cdot (C_{cm} - C_{ex})}{(100 - P_{mud}) \cdot \gamma_{mud} \cdot 10^4} = \frac{34710,97 \cdot (302,46 - 150)}{(100 - 95) \cdot 1,05 \cdot 10^4} = 100,8 \text{ м}^3 / \text{добу}$$

Гігроскопічну вологість і зольність приймаємо $P_q = 5 \%$, $S_{mud} = 27 \%$.

Визначаємо витрату беззольної речовини:

$$M_{mud}^S = \frac{M_{mud} \cdot (100 - P_q) \cdot (100 - S_{mud})}{10^4} = \frac{5,29 \cdot (100 - 5) \cdot (100 - 27)}{10^4} = 3,67 \text{ м/добу}$$

3.8.2. Надлишковий активний мул аеротенків

Кількість мулу по сухій речовині:

$$M_{mud AM} = \frac{P_i \cdot Q_w}{10^6} = \frac{236,42 \cdot 34710,97}{10^6} = 8,21 \text{ м/добу},$$

де P_i – приріст мулу аеротенку, поступаю чого на обробку,

$$P_i = 0,8 \cdot C_{don} + K_q \cdot L_{cm} = 0,8 \cdot 150 + 0,3 \cdot 388,1 = 236,4 \text{ мг/л}$$

$C_{don} = 150$ мг/л – концентрація завислих речовин, які поступають в аеротенк на обробку; $K_q = 0,3$ – коефіцієнт приросту активного мулу.

Визначаємо об'єм мулу:

$$W_{mud} = \frac{M_{mud Au} \cdot 100}{(100 - P_{mud}) \cdot \gamma_{mud}} = \frac{8,21 \cdot 100}{(100 - 99,3) \cdot 1,02} = 1149,9 \text{ м}^3/\text{добу},$$

де $P_{mud} = 99,3 \%$ – вологість активного мулу; $\gamma_{mud} 1,02$ т/м³ - густина активного мулу.

Враховуючи, що 50 % надлишкового мулу іде в преаератор:

$$M'_{mud} = \frac{8,21}{2} = 4,1 \text{ м/добу}$$

$$W'_{mud} = \frac{1149,9}{2} = 574,9 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Об'єм ущільненого активного мулу:

$$W_u = \frac{M'_{mud} \cdot 100}{100 - P_{en}} = \frac{4,1 \cdot 100}{100 - 97,3} = 151,85 \text{ м}^3/\text{добу}$$

де P_{en} – вологість мулу після радіальних ущільнювачів, $P_{en} = 97,3 \%$ [1, табл. 58].

Приймаємо гігроскопічну вологість $P'_q = 6 \%$ і зольність мулу $S_{mud} = 25 \%$.

Визначаємо кількість беззольної речовини:

$$M_{muda}^S = \frac{M'_{mud} \cdot (100 - P'_q) \cdot (100 - S_{mud})}{10^4} = \frac{4,1 \cdot (100 - 6) \cdot (100 - 25)}{10^4} = 3,0 \text{ м/добу}$$

3.8.3. Суміш сирого осаду первинних відстійників і надлишкового активного мулу

Кількість суміші по сухій речовині:

$$M_{tot} = M_{mud} + M'_{mud} = 5,29 + 4,1 = 9,39.$$

Об'єм суміші:

$$W_{tot} = W_{mud} + W'_{mud} = 100,8 + 574,9 = 675,7 \text{ м}^3/\text{добу}.$$

Витрата беззольної речовини суміші:

$$M_{tot}^S = M_{mud}^S + M_{muda}^S = 3,67 + 3,0 = 6,67 \text{ м}^3/\text{добу}.$$

Вологість суміші:

$$P_{mix} = 100 \cdot \left(1 - \frac{M_{tot}}{W_{tot}}\right) = 100 \cdot \left(1 - \frac{9,39}{675,7}\right) = 98,6\%.$$

Зольність суміші:

$$S_{tot} = 100 \cdot \left(1 - \frac{M_{tot}^S}{M_{mud} \cdot \frac{(100 - P_q)}{100} + M'_{mud} \cdot \frac{(100 - P'_q)}{100}}\right) =$$

$$= 100 \cdot \left(1 - \frac{6,68}{5,29 \cdot \frac{(100 - 5)}{100} + 4,1 \cdot \frac{(100 - 5)}{100}}\right) = 25,2\%.$$

3.9. Розрахунок споруд обробки осаду

3.9.1. Радіальні мулоуцілювачі

Визначаємо максимальну годинну витрату активного мулу:

$$Q_{mud} = \frac{P_i \cdot Q_w}{24 \cdot C_{mud} \cdot 10^3} = \frac{236,42 \cdot 34710,97}{24 \cdot 4 \cdot 10^3} = 85,5 \text{ м}^3/\text{год},$$

де C_{mud} – концентрація активного мулу, $C_{mud} = 4 \text{ г/л}$ [1, табл. 58].

Площа перетину центральних труб мулоущільнювачів:

$$f_p' = \frac{Q_{mud}}{3600 \cdot V_p'} = \frac{85,5}{3600 \cdot 0,1} = 0,23 \text{ м}^2$$

де V_p' – швидкість руху води в центральній трубці, $V_p' = 0,1 \text{ м/с}$ [1, табл. 58]

Робоча площа поперечного перетину радіальних мулоущільнювачів:

$$F_s' = \frac{Q_{mud}}{q_0} = \frac{85,5}{0,5} = 171,0 \text{ м}^2$$

де q_0 – розрахункове навантаження на дзеркало води радіальних мулоущільнювачів при концентрації активного мулу 2...3 мг/л; $q_0 = 0,5 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{год}$.

Загальна площа:

$$F' = F_s' + f_p' = 171,0 + 0,23 = 171,23 \text{ м}^2$$

Визначаємо діаметр одного мулоущільнювача:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot F'}{\pi \cdot n}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 171,23}{3,14 \cdot 2}} = 10,44 = 15 \text{ м}$$

Приймаємо два мулоущільнювача діаметром 15 м.

Витрата ущільненого мулу:

$$Q_{mudn} = \frac{100 - P_{mud}}{100 - P_{en}} \cdot Q_{mud} = \frac{100 - 99,3}{100 - 97,3} \cdot 85,5 = 22,17 \text{ м}^3/\text{год}$$

3.9.2. Розрахунок метантенків

Добова доза завантаження осаду в метантенк при вологості осаду 95,8 % в умовах термофільного режиму зброжування $D_{mt} = 17,8 \%$ [1, табл. 59]. Враховуючи наявність в стічних водах ПАР, величину добової дози завантаження осаду в метантенк уточнюємо за формулою:

$$D_{mt} = \frac{10 \cdot D_{lim}}{C_{dt} \cdot (100 - P_{md})}$$

де C_{dt} – вміст ПАР в осаді, мг/л:

$$C_{dt} = \frac{C_{dt_0} \cdot M_{mud} + C_{dt_a} \cdot M'_{mud}}{M_{mud} + M'_{mud}}$$

$C_{dt_0} = 13$ мг/л – кількість сухої речовини ПАР з первинних відстійників [1, табл. 60]; $C_{dt_a} = 7$ мг/л – кількість сухої речовини ПАР НАМ при початковій концентрації ПАР 15 мг/л [1, табл. 60]; $D_{lim} = 65$ г/л – гранично допустиме завантаження робочого об'єму метантенка за добу, яке приймаємо для аніонних ПАР в побутових стічних водах [1, п. 6.351].

$$C_{dt} = \frac{13 \cdot 5,29 + 7 \cdot 4,1}{5,29 + 4,1} = 10,38 \text{ мг/л}$$

$$D_{mt} = \frac{10 \cdot 65}{10,38(100 - 95,8)} = 14,91\%$$

Приймаємо метантенк з дозою завантаження $D_{mt} = 14,91\%$.

Об'єм метантенку:

$$V_{mt} = \frac{W_{tot} \cdot 100}{D_{mt}} = \frac{675,73 \cdot 100}{14,91} = 4532,1 \text{ м}^3$$

Приймаємо два метантенки діаметром 18 м, корисним об'ємом одного резервуара 6000 м^3 , висотою верхнього конусу 3,15 м, циліндричної частини 18 м, нижнього конуса 3,5 м.

Фактична доза завантаження:

$$D_{mtf} = \frac{V_{mt} \cdot D_{mt}}{V_{mtS} \cdot n} = \frac{4532,1 \cdot 14,91}{6000 \cdot 2} = 5,63\%$$

Максимально можливе зброджування сухої речовини:

$$R_{lim} = \frac{R_{lim_0} \cdot M_{mud}^S + R_{lim_a} \cdot M_{mud_a}^S}{M_{tot}^S} = \frac{53 \cdot 3,67 + 44 \cdot 3,01}{6,68} = 48,95\%$$

де $R_{lim_0} = 53$ % – тах можливе зброджування беззольної речовини осаду первинних відстійників [1, п. 6.353]; $R_{lim_a} = 44$ % – тах можливе зброджування беззольної речовини НАМ [1, п. 6.353].

Визначаємо розклад беззольної речовини завантажуючої суміші в залежності від дози завантаження:

$$R_r = R_{lim} - K_r \cdot D_{mt} = 48,95 - 0,254 \cdot 14,91 = 45,57\%$$

де $K_r = 0,254$ – коефіцієнт, що залежить від вологості суміші [1, табл. 61].

Об'єм суміші після зброджування:

$$W_{зг} = W_{tot} = 675,73 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Вага суміші по сухій речовині після зброджування:

$$M_{зг} = M_{tot} \cdot \left(1 - \frac{R_r \cdot \left(1 - \frac{S_{tot}}{100} \right)}{100} \right) = 9,39 \cdot \left(1 - \frac{\left(1 - \frac{25,2}{100} \right)}{100} \right) = 9,32 \text{ т/добу}$$

Вологість суміші, що зброджується:

$$P_{зг} = 100 \cdot \left(1 - \frac{M_{зг}}{W_{зг}} \right) = 100 \cdot \left(1 - \frac{9,32}{675,73} \right) = 98,62 \%$$

3.10. Розрахунок газгольдера

Газ, який виділився із зброженого мулу в аеротенках. Технологічно направляється в газгольдери, де піддається відповідній обробці, фільтрації і направляється на повторне використання.

Добова кількість газу, що виділяється при зброджуванні:

$$Q_G = \frac{R_r \cdot M_{tot}^S \cdot 1000}{100 \cdot \rho} = \frac{45,57 \cdot 6,68 \cdot 1000}{100 \cdot 1} = 3044,1 \text{ м}^3/\text{добу},$$

де $\rho = 1 \text{ кг/м}^3$ – густина газу [1, п. 6.354].

Ємність газгольдера:

$$W_G = \frac{Q_G \cdot \tau}{24} = \frac{3044,1 \cdot 4}{24} = 507,4 \text{ м}^3,$$

де $\tau = 4$ год - час виходу газу [1, п. 6.359).

Приймаємо два газгольдера об'ємом $W = 1000 \text{ м}^3$ кожен по ТП 707 – 2 – 5. Внутрішній діаметр резервуару – 14500 мм. Висота газгольдера – 15400 мм, резервуара – 7390 мм, колокола – 7610 мм, витрата металу – 53 т.

3.11. Розрахунок резервних мулових майданчиків

Корисна площа мулових майданчиків:

$$F_{кор} = \frac{W_{36} \cdot 365}{K_1 \cdot K_2} \cdot 0,1 = \frac{675,73 \cdot 365}{0,7 \cdot 0,8} \cdot 0,1 = 44043,1 \text{ м}^2,$$

де K_1 – кліматичний коефіцієнт, $K_1 = 0,7$; $K_2 = 0,8$ – навантаження на мулові майданчики [1, табл. 64].

Загальна площа мулових майданчиків:

$$F_{заг} = 1,2 \cdot F_{кор} = 1,2 \cdot 44043,1 = 52851,7 \text{ м}^2$$

Приймаємо площу однієї карти 3600 м² (60×60 м).

Кількість карт:

$$n = \frac{52851,7}{3600} = 16 \text{ шт}$$

Приймаємо 4 групи карт по 4 карти в кожній.

РОЗДІЛ 4

Санітарно-технічне обладнання **житлового будинку**

Консультант / _____ /

Здобувач / _____ /

4.1. Вихідні дані для проектування

Житловий будинок – 15 поверхів;

Висота підвалу – 2,0 м;

Висота поверху – 3,2 м;

Висота горища – 2,5 м;

4.2. Попередні розрахунки

Згідно з завданням в даній бакалаврській роботі запроєктовано багатоповерховий житловий будинок, який налічує 15 поверхів і складається з одної секції.

Розміри будинку в плані: 24,0 м x 10,0 м.

Периметр будинку – 68,0 м. Проектуємо 2 поливальних крани в цокольній частині будинку.

Витрата води на полив прилеглої території. Приймаємо зону поливу шириною 10 м навколо будинку $(24,0+10) \times 5 \times 2 + (10,0+10) \times 5 \times 2 = 340+200 = 540 \text{ м}^2$. Приймаємо норму поливу зелених насаджень 4,5 л/м², асфальтові покриття 0,5 л/м². З урахування цього добова витрата води на полив прилеглої території складе [1, табл. А.2] $540 \times 5 = 2,7 \text{ м}^3$.

Висота будинку: 1,5 (цоколь) + 15x3,2 (висота житлової частини+товщина перекриття) + 2,5 (горище) + 1,6 (висота огороження на покрівлі) = 52,1 м.

Загальний об'єм будинку при цьому складе – 12,5 тис. м³.

За [2, табл. 4] витрата води для зовнішнього гасіння пожежі розрахункового будинку складає 20 л/с. Зовнішнє пожежогасіння передбачено від пожежних гідрантів, які розташовані на міській водопровідній мережі.

Кількість квартир на поверсі – 4.

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

Розрахункова кількість приладів (N) холодної води в п'ятнадцяти поверховому будинку – $15 \times 5 \times 4 = 300$ шт., гарячої – $15 \times 4 \times 4 = 240$ шт.

За вихідними даними в будинку проживає (U) 210 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 – 31,5 м³, гарячої – 21 м³, всього 52,5 м³.

Середньогодинні витрати води одним мешканцем (q_m) становлять: холодної – $150/24=6,25$ л, гарячої – $100/24=4,17$ л, всього – $250/24=10,42$ л.

Середньогодинні витрати води будинком (всіма мешканцями): холодної – $6,25 \times 210/1000=1,31$ м³, гарячої – $4,17 \times 210/1000=0,88$ м³, всього $10,42 \times 210/1000=2,19$ м³.

Коефіцієнти максимальної добової нерівномірності у відповідності до [1, табл. А4] складають при: $N=300$, $q_m=6,25$ л – 1,53 (холодна вода); $N=240$, $q_m=4,17$ л – 1,53 (гаряча вода); $N=300$, $q_m=10,42$ л – 1,38 (всього).

Максимальні добові витрати води будинком (мешканцями): холодної – $31,5 \times 1,53=48,2$ м³, гарячої – $21 \times 1,53=32,1$ м³, всього – $52,5 \times 1,38=72,5$ м³.

Максимальна секундна витрата води в будинку (мешканцями) за [1, табл. А5]: холодної – 2,12 л/с, гарячої – 1,58 л/с, всього – 3,72 л/с (сума).

4.3. Гідравлічний розрахунок системи В2 внутрішнього водопроводу

Для забезпечення внутрішнього пожежогасіння в будівлі встановлюються пожежні крани. Пожежогасіння в споруді здійснюється в 1 струмину з розрахунковою витратою 2,5 л/с. Пожежні крани встановлено в спеціальних приставних шкафчиках на кожному поверсі та на горищі, висота встановлення – 1,35 м від рівня чистої підлоги. Для зручності обслуговування пожежні крани встановлюються біля сходинок клітинок.

В проєкті прийнято пожежні крани діаметром 50 мм, довжина пожежних шлангів – 15 м.

Висота пожежного стояка від насосу в підвальному приміщенні до пожежного крана на горищі: $1,35+12 \times 3,2+0,4+2-1=50,7$ м.

Виконуємо гідравлічний розрахунок системи протипожежного водопроводу і результати розрахунків зводимо в табл. 4.1.

Розрахунок мережі В2 (2,5 л/с)

№ ділянки	q, л/с	d, мм	v, м/с	1000i, мм/м	Довжина ділянки l, м	Втрати напору по довжині, м	Коефіцієнт, що враховує місцеві втрати напору	Загальні втрати напору, м
1-2	2,5	50	1,19	69,61	58,7	4,1	0,1	4,6
2-3	2,5	50	1,19	69,61	6	0,44	0,1	0,48
Сумарні втрати напору								5,08

Розрахункова висота компактної частини пожежної струмینی становить 6 м. Мінімальний напір у пожежного крану приймається 10 м. З врахуванням цього максимальний тиск в системі В2 повинен становити:

$$(50,7+5,08) \times 0,00981 + 0,096 = 0,64 \text{ МПа.}$$

У відповідності з [1, п. 8,6] тиск поруч з пожежним краном не повинен перевищувати 0,4 МПа, тому зайвий напір – $(0,64-0,4)/0,00981=26,4$ м.

На перших шести поверхах потрібно між пожежним краном і з'єднувальною головкою встановити регулятор тиску.

З урахуванням викладеного напір насосу повинен становити:

$$0,64-0,2+0,01+10,12 \times 0,00981 = 0,63 \text{ МПа (55,8 м). Витрата – 2,5 л/с.}$$

4.4. Гідравлічний розрахунок внутрішньої мережі дощової каналізації К2

При розрахунку витрати дощових і талих вод від покрівлі даного житлового будинку спочатку визначаємо розрахункову площу.

$$F_{кр} = F + F_1 = 24 \times 10 + 68 \times 1,5 \times 0,3 = 270,6 \text{ м}^2,$$

де F – площа кровлі будинку, m^2 ;

F_1 – площа вертикальних бортів на кровлі.

При визначенні площі водозабору враховано 30% сумарної площі стін, які піднімаються над покрівлею у відповідності до [1, розділ 22.1.12], а саме вертикальні стіни надбудови для виходу на покрівлю (3x3x3) та огороження покрівлі (висотою 1,5 м).

Інтенсивність дощу на території будівництва складає $q_{20} = 100$ л/с*га, яка представляє собою витрату дощу в л/с, що випадає за одну секунд

Розрахунок виконано за методикою на площі 1 гектар площі (1 га = 10000 m^2). Витрата дощових вод з кровлі при цьому із плоскої складе:

$$Q = \frac{Fq_{20}}{10000} = \frac{270,6 * 100}{10000} = 2,71 \text{ [л/с]}.$$

Приймаємо відвідні пластмасові труб діаметром 100 мм. Водовідвідні труби прокладаємо на горіщі з похилом $i = 0,005$. Водовідвідний стояк приймаємо з поліетиленових напірних труб діаметром 85 мм.

Від будинку дощові води відводяться у внутрішньоквартальну зовнішню дощову мережу.

4.5. Гідралічний розрахунок внутрішньої мережі холодного водопроводу В1

Плани типових поверхів і підвалу з розводками трубопроводів холодного і гарячого водопроводу приведені на листі 4 графічної частини проєкту. На їх основі будуємо аксонометричну схему холодного водопроводу. Вона також приведена на листі 4.

Аксонометрична схема підводок холодної води санвузла стояка В1-1 на 15 поверсі наведена в записці на рис. 1. Розрахунковий напрямок – від змішувача ванни на п'ятнадцятому поверсі, стояка Ст.В1-1 до насосу в підвальному приміщенні будинку (в ІТП). Розрахунок системи В1 для пропуску господарсько-питної витрати з одночасною роботою спринклерної головки наведено в таблиці

2 (для визначення діаметрів труб на розрахунковому напрямку). Там же наведено розрахунок для пропуску максимальної секундної витрати до споживачів. Гідравлічний розрахунок магістрал виконуємо з використанням таблиць Шевелєва. Для монтажу трубопроводів холодного водопроводу використовуємо напірні поліетиленові труби. Результати розрахунку зводимо в табл. 4.2.

Втрати напору на розрахунковому напрямку складають для режиму максимального споживання – 8,57 м та 9,51 м при одночасному гасінні пожежі в сміттєвій камері та максимальному споживанні води.

АксонOMETрична схема санвузла В1 М 1:20

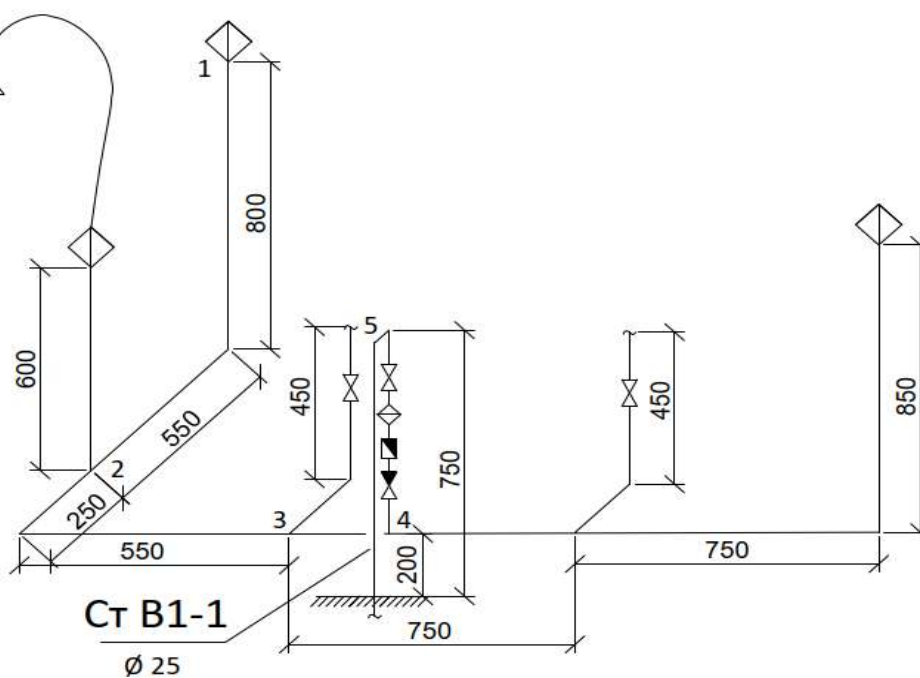


Рис. 1

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

№ ділянки	Кількість приладів N, шт	Витрати води на ділянку, л/с	Витрата води спринклерною головою смігтевої камери, л/с	Загальна витрата води на ділянку, л/с	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 kL	Загальні втрати напору, м
1-2	1	0,23	0	0,22	16	1,95	509,3	1,35	0,69	0,3	0,91
2-3	2	0,24	0	0,23	16	2,03	550,7	0,8	0,44		0,58
3-4	3	0,25	0	0,24	16	2,12	592,1	0,25	0,15		0,21
4-5	5	0,29	0	0,27	16	2,37	730,3	0,6	0,44		0,55
5-6	5	0,29	0	0,27	25	0,92	73,7	3,7	0,27		0,36
6-7	10	0,33	0	0,32	25	1,08	98,1	3,7	0,36		0,48
7-8	15	0,38	0	0,37	25	1,25	128,6	3,7	0,47		0,63
8-9	20	0,43	0	0,42	25	1,42	161,1	3,7	0,6		0,78
9-10	25	0,47	0	0,46	32	0,95	61,8	3,7	0,23		0,31
10-11	30	0,51	0	0,50	32	1,04	67,7	3,7	0,25		0,34
11-12	35	0,55	0	0,54	32	1,12	77,7	3,7	0,29		0,38
12-13	40	0,59	0	0,58	32	1,2	88,2	3,7	0,33		0,43
13-14	45	0,63	0	0,62	32	1,28	99,3	3,7	0,37		0,49
14-15	50	0,66	0	0,65	32	1,35	107,9	3,7	0,4		0,53
15-16	55	0,69	0	0,69	40	0,92	41,4	3,7	0,15		0,21
16-17	60	0,73	0	0,72	40	0,95	44,6	3,7	0,17		0,23
17-18	65	0,77	0	0,76	40	1,0	49,1	3,7	0,18		0,25
18-19	70	0,80	0	0,79	40	1,05	52,5	3,7	0,19		0,26

19-20	75	0,84	0	0,83	40	1,1	57,4	7,1	0,41		0,53
20-21	75	0,43	1,8	2,63	50	2,24	154,9	2,1	0,33		0,43
21-22	150	1,30	1,8	3,09	50	2,6	201,4	0,6	0,12		0,17
22-23	225	1,72	1,8	3,51	63	1,88	85,1	3,0	0,25		0,34
23-24	240	1,80	1,8	3,59	63	1,92	87,9	0,6	0,05		0,08
24-25	300	2,12	1,8	3,91	63	2,1	103,1	1,5	0,16		0,21
							Σ 69,7				Σ 9,51
Середні втрати напору на розрахунковому напрямку 0,14											

Розрахунок ділянок на пропуск води до споживачів без пожежної витрати до спринклерної головки											
20-21	75	0,84	-	0,83	50	0,7	19,5	2,1	0,04		0,06
21-22	150	1,29	-	1,29	50	1,09	42,5	0,6	0,02		0,04
22-23	225	1,72	-	1,71	63	0,9	22,9	3,0	0,07		0,08
23-24	240	1,79	-	1,79	63	0,95	25,3	0,6	0,02		0,03
24-25	300	2,12	-	2,11	63	1,13	35,6	1,5	0,05		0,08
							Σ 69,7				Σ 8,58
Середні втрати напору на розрахунковому напрямку 0,12											

Втрати напору на розрахунковому напрямку складають для режиму максимального споживання – 8,58 м та 9,51 м при одночасному гасінні пожежі в сміттєвій камері та максимальному споживанні води.

4.6. Розрахунок втрат напору в квартирному лічильнику холодної води

В квартирі для врахування витрат витраченої води встановлюється крильчатий водолічильник типу ВСКМ-15. Втрати напору в квартирному лічильнику води на пропуск максимальної витрати (ділянка 4-5, табл. 3):

$$h = Sq^2 = 14,5 \times 0,27^2 = 1,06 \text{ м} < 5 \text{ м.}$$

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

Для врахування витрати води у всьому будинку також встановлюється крильчатий водолічильник ВСКМ-40. Експлуатаційна витрата лічильника становить 6,4 м³/год. Він може пропустити максимальну витрату (2,12 л/с) до споживачів та спринклерної головки (3,92 л/с).

Визначаємо втрати напорів в прийнятому лічильнику при пропуску максимальної господарсько-питної витрати:

$$h = Sq^2 = 0,5 \times 2,11^2 = 2,24 \text{ м} < 5 \text{ м.}$$

При одночасному пропуску витрати до спринклерної головки в режимі максимального споживання:

$$h = Sq^2 = 0,5 \times 3,91^2 = 7,65 \text{ м} < 10 \text{ м.}$$

4.8. Необхідний напір помпи системи В1

У відповідності з діючими нормативними документами [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 прекуємому будинку найбільш низько розташованими є прилади на першому поверсі. На останньому поверсі приймаємо вільний тиск у приладах – 0,2 МПа.

Висота підйому води $14 \times 3,2 + 0,4 + (2 - 0,5) + 2,2 = 51,8$ м (від насосу в підвальному приміщенні до душової сітки ванни на 15 поверсі, висота розташування якої – 2,2 м над рівнем підлоги).

Втрати води в квартирному лічильнику – 1,06 м.

Максимальний тиск в системі В1 повинен бути

$$(51,8 + 9,48) \times 0,00981 + 0,2 = 0,79 \text{ МПа.}$$

Зайвий тиск в системі $0,79 - 0,45 = 0,34$ МПа, переводимо в метри $0,39 / 0,00981 = 34,76$ м.

Для недопущення перевищення величини допустимого тиску (0,45 МПа) на одинадцяти нижніх поверхах потрібно встановити регулятори тиску.

З врахуванням місцевих відміток поверхні землі, для забезпечення нормальних умов роботи системи внутрішнього холодного водопроводу, в підвалі будинку встановлюємо підвищувальні насоси. З урахуванням всіх потреб споживачів необхідний напір насосу складе:

$$P_{\text{нас}} = 0,84 - 0,2 + 0,01 + (2,23 + 0,68) \times 0,00981 = 0,64 \text{ МПа (65,2 м).}$$

Максимальна секундна витрата – 2,12 л/с.

4.9. Гідравлічний розрахунок внутрішньої мережі Т3 (Т4)

Будинок, що проектується, разом з системою холодного водопроводу обладнується системою централізованого гарячого водопостачання. Дана система складається з двох головних частин: подавальної системи трубопроводів по яких подається гаряча вода споживачам і циркуляційної частини, по якій відбувається циркуляція гарячої води, що дозволяє споживачам постійно отримувати гарячої води необхідної температури.

В системі внутрішнього гарячого водопостачання також застосовують напірні пластикові труби. Гідравлічний розрахунок даних труб також ведемо з використанням таблиць Шевелева. Оптимальною вважається швидкість руху 0,9 – 1,2 м/с, максимальна швидкість не повинна перевищувати 2,5 м/с.

Визначення розрахункових витрат води в подавальній частині системи, а також втрати тиску на її окремих ділянках та всьому розрахунковому напрямку виконуємо в табличній формі (табл. 4.3).

Аксонетрична схема внутрішньої системи Т3(Т4) наведено на арк. 4. Розрахунковий стояк Ст. Т3-1. За аналогією з холодним водопроводом магістральним напрямком будемо вважати напрямок від змішувача ванни на першому поверсі через розподільчу систему трубопроводів на горищі та подавальний стояк до насосу в підвальному приміщенні будинку.

**Розрахунок внутрішньої мережі ТЗ в режимі максимального
водоспоживання**

№ 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 ділянки L, м	Втрати напору по довжині ділянки, м	Коефіцієнт, який враховує місцеві втрати напору k _L	Загальні втрати напору, м
1-2	1	0,18	16	1,5	319,6	1,6	0,51	0,3	0,67
2-3	2	0,19	16	1,59	353,7	1,55	0,55	0,3	0,73
3-4	3	0,20	16	1,68	389,3	0,55	0,21	0,3	0,28
4-5	4	0,21	16	1,77	426,4	1,0	0,43	0,3	0,57
5-6	4	0,21	32	0,41	13,3	3,7	0,05	0,5	0,09
6-7	8	0,25	32	0,5	18,5	3,7	0,07	0,5	0,12
7-8	12	0,29	32	0,58	24,4	3,7	0,09	0,5	0,15
8-9	16	0,33	32	0,66	30,8	3,7	0,11	0,5	0,18
9-10	20	0,36	32	0,73	36,0	3,7	0,13	0,5	0,21
10-11	24	0,39	32	0,77	41,8	3,7	0,15	0,5	0,24
11-12	28	0,42	32	0,85	47,7	3,7	0,18	0,5	0,28
12-13	32	0,45	32	0,91	54,1	3,7	0,2	0,5	0,31
13-14	36	0,48	32	0,97	60,8	3,7	0,22	0,5	0,34
14-15	40	0,51	32	1,04	67,7	3,7	0,25	0,5	0,39
15-16	44	0,53	32	1,08	72,7	3,7	0,27	0,5	0,42
16-17	48	0,55	32	1,12	77,7	3,7	0,29	0,5	0,45
17-18	52	0,58	32	1,16	85,6	3,7	0,32	0,5	0,49
18-19	56	0,61	32	1,24	93,6	3,7	0,35	0,5	0,54
19-20	60	0,64	32	1,3	102,2	9,7	0,99	0,2	1,20
20-21	120	0,98	40	1,29	75,7	3,0	0,23	0,2	0,29
21-22	180	1,30	50	1,08	42,0	1,3	0,06	0,2	0,08
22-23	240	1,61	50	1,34	62,2	57,5	3,58	0,1	3,94
						128			11,76
Середні втрати напору на розрахунковому напрямку 0,09									

Втрати напору на розрахунковому напрямку складають 11,76 м в режимі максимального водоспоживання гарячої води в подавальних трубопроводах.

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

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

Витрата гарячої води в годину максимального водоспоживання для 240 приладів, що споживають гарячу воду в проєктуємому будинку, де середньогодинна витрата гарячої води одним мешканцем 4,17 л/год, складе 3,86 м³/год.

Тоді розрахунковий тепловий потік на потреби гарячого водоспоживання в холодну пору року становить:

$$Q_{hr}^h = 1,15 \times 3,86 \times (55 - 5) = 224 \text{ кВт},$$

без теплових втрат. І при 5% теплових втрат від величини теплового потоку отримаємо значення 11,1 кВт.

У відповідності до [1, п.12.4, ф.11] розрахункова циркуляційна витрата води в системі буде дорівнювати.

$$q_{cir} = 11,1 / (0,988 \times 4,19 \times 5) = 0,55 \text{ л/с}.$$

Діаметри труб циркуляційної частини системи гарячого водопостачання підбираємо у відповідності до [1, п.12.6], а саме при швидкостях руху води в діапазоні 0,2 - 0,5 м/с. Розрахункові витрати визначаємо згідно [1, табл. А5]. Коефіцієнти що враховують місцеві втрати напору приймаємо за величиною: 0,2 – для трубопроводів, що подають воду та розподільчих циркуляційних; 0,5 – для водорозбірних стояків з сушарками рушників; 0,1 – для циркуляційних стояків.

Розрахунок мережі гарячого водопостачання, яка працює в режимі циркуляції наведено в табл. 4.4.

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

№ 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 ділянки L, м	Втрати напору по довжині ділянки, м	Коефіцієнт, який враховує місцеві втрати напору k _L	Загальні втрати напору, м
5-6	4	0,136	32	0,28	6,65	3,7	0,03	0,5	0,06
6-7	8	0,136	32	0,28	6,65	3,7	0,03	0,5	0,06
7-8	12	0,136	32	0,28	6,65	3,7	0,03	0,5	0,06
8-9	16	0,136	32	0,28	6,65	3,7	0,03	0,5	0,06
9-10	20	0,136	32	0,28	6,65	3,7	0,03	0,5	0,06
10-11	24	0,136	32	0,28	6,65	3,7	0,03	0,5	0,06
11-12	28	0,136	32	0,28	6,65	3,7	0,03	0,5	0,06
12-13	32	0,136	32	0,28	6,65	3,7	0,03	0,5	0,06
13-14	36	0,136	32	0,28	6,65	3,7	0,03	0,5	0,06
14-15	40	0,136	32	0,28	6,65	3,7	0,03	0,5	0,06
15-16	44	0,136	32	0,28	6,65	3,7	0,03	0,5	0,06
16-17	48	0,136	32	0,28	6,65	3,7	0,03	0,5	0,06
17-18	52	0,136	32	0,28	6,65	3,7	0,03	0,5	0,06
18-19	56	0,136	32	0,28	6,65	3,7	0,03	0,5	0,06
19-20	60	0,136	32	0,28	6,65	9,7	0,07	0,2	0,09
20-21	120	0,28	40	0,36	7,86	3,0	0,02	0,2	0,03
21-22	180	0,406	50	0,34	5,51	1,3	0,01	0,2	0,02
22-23	240	0,55	50	0,49	7,19	57,5	0,41	0,1	0,46
						123,3			1,28
Циркуляційна частина									
5-24	60	0,136	32	0,28	6,65	11	0,07	0,2	0,09
24-25	120	0,28	40	0,36	7,86	3	0,02	0,2	0,03
25-26	180	0,406	50	0,34	5,51	2	0,01	0,2	0,01
26-27	195	0,45	50	0,37	6,38	0,8	0,01	0,2	0,01
27-28	240	0,55	50	0,49	7,19	1,3	0,01	0,2	0,01
Всього									1,42
Втрати напору на розрахунковому напрямку 0,0144 МПа									

Необхідний напір циркуляційного насосу без врахування втрат тиску на зворотних клапанах, термостатичному клапані, водонагрівачі – 0,0144 МПа.

Місцеві втрати тиску враховані при розрахунку мережі на пропуск циркуляційної витрати максимальна витрата насосу складає 0,55 л/с. Лічильник на циркуляційній частині не встановлюємо.

Втрати напору в квартирному лічильнику гарячої води:

$$h = S q^2 = 14,5 \times 0,21^2 = 0,59 \text{ м.}$$

4.10. Необхідний напір насосу Т3 (Т4)

Як і для системи холодного водопроводу максимальний тиск води в системі Т3(Т4) на відмітці найбільш низько розташованих санітарно-технічних приладів (на рівні першого поверху) не повинен перевищувати 0,45 МПа. На останньому поверсі приймаємо надлишковий тиск на приладах 0,2 МПа [1, п.6.6].

Висота підйому води $14 \times 3,2 + 0,4 + (2 - 0,5) + 2,2 = 51,9$ м (від помпи в підвальному приміщенні до змішувача душу).

Втрати напору до розрахункового приладу на 15 поверсі (див. табл. 7) – 11,76 м. Якщо забезпечити водою душеву сітку на 15 поверсі, то всі інші поверхи будуть мати воду з відповідними параметрами.

Втрати в квартирному лічильнику – 0,59 м.

Максимальний тиск в системі Т3(Т4) повинен бути:

$$(51,9 + 11,76 + 0,58) \times 0,00981 + 0,2 = 0,78 \text{ МПа.}$$

Маємо зайвий тиск в системі $0,78 - 0,45 = 0,33$ МПа або 33,7 м.

На 10 нижніх поверхах потрібно встановлювати регулятори тиску.

Напір насосу повинен бути $0,78 - 0,2 + 0,01 + 0,68 \times 0,00981 = 0,77$ МПа (75,9 м). Максимальна секундна витрата – 1,59 л/с.

4.11. Система внутрішньої каналізації (К1)

Житловий будинок, що проєктується обладнується системою господарсько-побутової каналізації. За планами типових поверхів і підвалу

креслимо аксонометричну схему каналізаційних випусків. Остання приведена на листі 4 графічної частини.

Відповідно до проведених розрахунків максимальна загальна витрата стічних вод на випуску з будинку складає 3,7 л/с. Кількість каналізаційних стояків в будинку – 5. В середньому витрата на один стояк складає 0,92 л/с.

В проєкті для відводу стічних вод від споживачів запроєктовані безнапірні поліетиленові труби діаметром 100 мм. Для прочистки внутрішньої системи трубопроводів проєктуються ревізії по висоті на стояках не рідше ніж через три поверхи. На поворотах горизонтальних ділянок каналізаційних трубопроводів передбачається встановлення прочисток. Для вентиляції внутрішньої каналізаційної мережі каналізаційні стояки виводяться вище кровлі на 0,2 м.

Всі санітарно-технічні прилад повинні підключатися через гідравлічний затвор (сифон). При відсутності спеціального сифона, це значить, о сифон вмонтований в саму конструкцію приладу.

В тепlopункті, якщо санітарно-технічні прилади знаходяться нижче рівня поверхні землі, технологічні води (скид води з системи водопостачання або опалення) спочатку надходять в спеціальний приямок, а потім дренажним або ручним насосом відкачуються в зовнішній каналізаційний колодезь.

Всі трубопроводу господарсько-побутової системи водовідведення підключаються за допомогою спеціальних фасонних частин. Які, як правило, виготовлюються з того ж матеріалу, що і труби.

Аксонометрична схема К1 санвузла на стояку К1-1 приведена на рис. 4.2.

АксонOMETрична схема санвузла K1 М 1:20

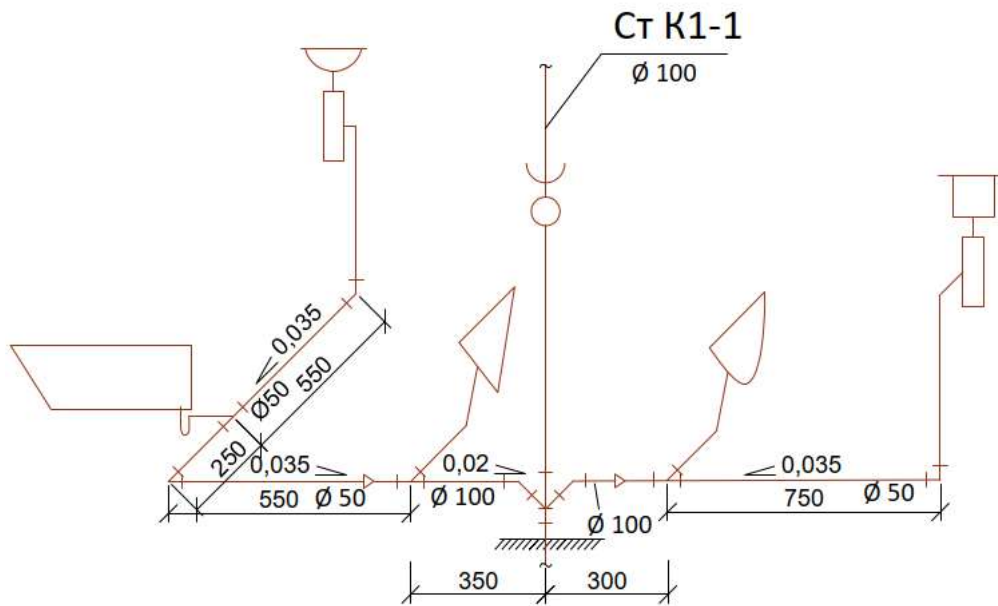


Рис. 4.2

Всі каналізаційні трубопроводи прокладаються з похилом. Мінімальний похил прокладання цих труб приймається: для $d = 150$ мм – 0,012; $d = 100$ мм – 0,02; $d = 50$ мм – 0,035.

У випадку, коли похил прокладання каналізаційних трубопроводів невідомий, у відповідності з діючими нормативними документами здійснюється перевірка умов прокладання за критеріальною залежністю. Вважається, що співвідношення між прийнятими гідравлічними характеристиками труб визначені вдало, якщо буде виконуватись умова:

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

$$1,2 \sqrt{0,6} \geq 0,92,$$

де $K = 0,5$ – для трубопроводів з пластмасових труб;

$K = 0,6$ – для трубопроводів з інших матеріалів.

У випадку, коли на окремих ділянках магістралі або випусках дану умову не вдається виконати через незначні витрати води, що проходять по них, діаметри і похили труб беруть конструктивно за аналогією з розводками на поверхах.

Перші колодязі на каналізаційних випусках встановлюються на відстані 5 м від фундаменту будинку. Каналізаційні колодязі проєктуються залізобетонні діаметром 1 м.

РОЗДІЛ 5

ТЕХНОЛОГІЯ І ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

Консультант / _____ /

Здобувач / _____ /

5.1. Складання будівельного генерального плану

Як правило, при проектуванні комплексу очисних споруд системи водовідведення, окремі споруди будують дуже рідко. При розгляді проєктів конкретних споруд вони, як правило, входять в загальний комплекс очисних споруд. В загальному випадку перед будівництвом всього комплексу очисних споруд складається загальний будівельний генеральний план об'єкта. При цьому складається будівельний план 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.

5.2. Характеристика споруди та умов виконання робіт

В даній роботі розглянуто особливості технології і організації будівельних і монтажних робіт при зведенні аеротенку очисних споруд водовідведення. Схема улаштування аеротенку приведена на рис. 5.1.

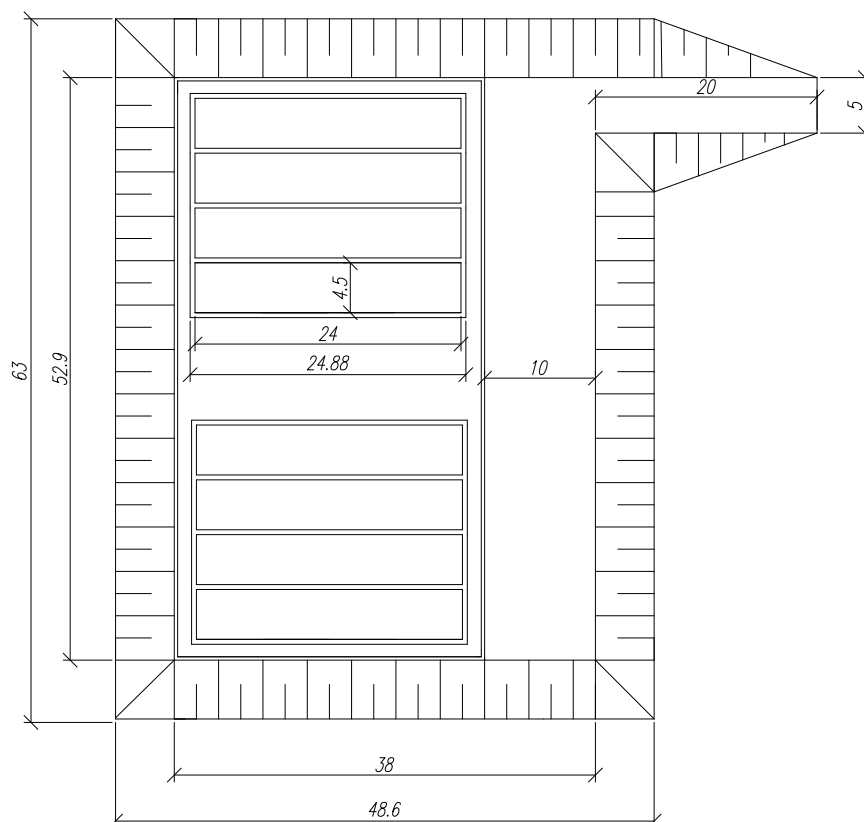


Рис. 5.1. Схема улаштування аеротенку

5.3. Розрахунок об'єму земляних робіт

Будівельні роботи на звичайному об'єкті, як правило, починаються з виконання земляних робіт. Спочатку виконується проєкт об'ємів земляних робіт. За генпланом будівельного майданчика або планом конкретної споруди визначаються її реальні розміри в плані. За цими розмірами розраховуються мінімальні розміри будівельного котловану в плані 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;

$B_{\text{бс}}$ - загальна довжина блоку споруди.

$v_{\text{р}} = m \cdot H_{\text{к}}$ - закладання укосів;

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

$H_{\text{к}}$ - глибина котловану, м.

Після визначення розмірів котловану в плані розраховується загальний об'єм ґрунту, який необхідно вибрати з цього котловану. Для цього спочатку визначаємо об'єм ґрунту на виніс (вивіз ґрунту з будівельного майданчика) за залежністю:

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

де $V_{\text{тр.}}$ - об'єм ґрунту з виїзної траншеї, м³;

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

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

Після цього, наступним етапом розрахунку є визначення об'єму ґрунту на наступну зворотну засипку частини котловану:

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

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

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

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

Далі, розраховуємо необхідний об'єм ґрунту призначений на вивіз з будівельного майданчика:

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

Для ефективного виконання земляних робіт спочатку здійснюємо вибір технічних характеристик і, відповідно, типу і марки землерийної машини:

В якості останньої приймаємо екскаватор одноківшевий зі зворотною лопатою і гнучким підвісним робочим обладнанням – Э304Б.

Схема роботи вибраного екскаватора приведена на рис. 5.2. При цьому враховуємо його глибину і радіус копання.

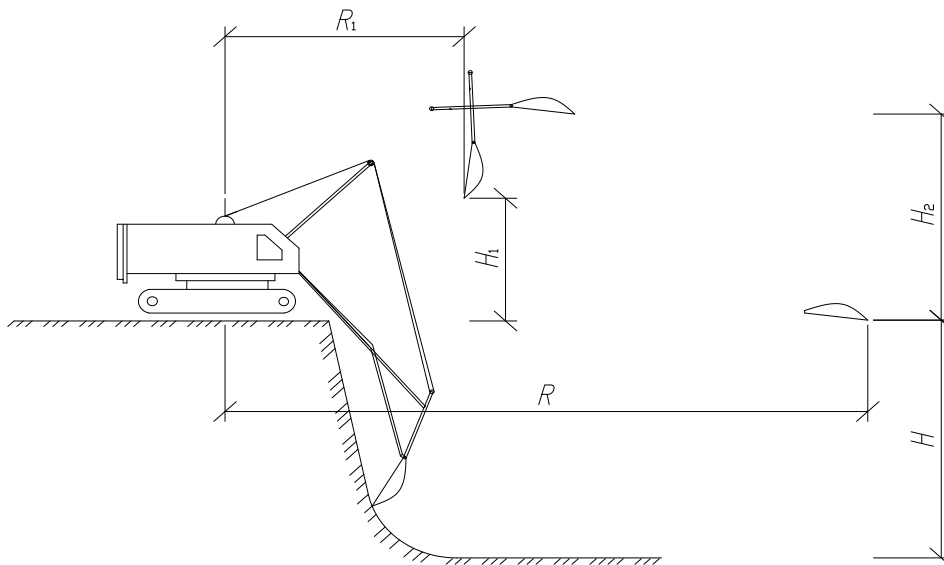


Рис. 5.2. Схема вибору екскаватора

5.4. Розробка графіка руху транспортних засобів при розробці котловану

Для забезпечення ефективної роботи комплексу землерийних машин обов'язково розробляють узгоджений графік руху транспортних машин для відвозу надлишкової землі. Для цього звичайно необхідно виконання кількох наступних умов.

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

Кількість 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.;

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

- Знаходження часу завантаження ґрунту t_n транспортних засобів.

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

де M – кількість ковшів екскаватора забезпечуючого наповнення кузова транспортного засобу.

t_y – 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;

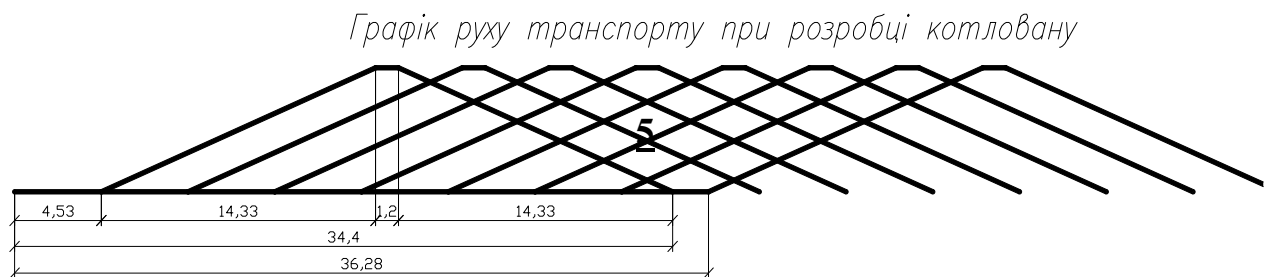
K_p – коефіцієнт розрихлення ґрунту.

1. 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.



5.5. Монтажні роботи

Розрізняють три основні стандартні схеми виконання монтажних робіт:

Схема I – монтажний кран і інші машини, які працюють з ним у комплекті, переміщуються по брівці котловану, не заїжджаючи на його дно.

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

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

Схемі I віддається перевага при зведенні споруд водопостачання та водовідведення, ширина яких не перевищує 15 м; за *Схемою II* – шириною 16 – 30 м; за *Схемою III* – шириною понад 30 м.

Для прискорення проведення будівельних робіт і скорочення тривалості будівництва споруд водопостачання або водовідведення роботи організуються потоковим методом, який базується на розчленуванні загального виробничого

процесу на складові. Основною умовою при призначенні кожного з них, є умова забезпечення приблизної однаковості цих процесів за складністю і тривалістю робіт в часі, можливості їх суміщення виконання робіт за часом. Поточковий метод виконання робіт сприяє і забезпечує відносно рівномірну і неперервну потребу в ресурсах і відповідному випуску кінцевої продукції.

Зазвичай об'єкт розбивають на ділянки приблизно однакові за трудомісткістю. При цьому ділянки вважають рівними, якщо об'єми робіт, а значить і трудомісткості відрізняються між собою не більше ніж на 20%.

В практиці будівництва, у зв'язку зі значною кількістю об'ємно-планувальних, будівельно-технологічних і конструктивних особливостей споруд водопостачання або водовідведення їх поділяють на дві основні групи:

- *До першої групи відносять невеликі окремо стоячі споруди циліндричної і прямокутної форм в плані шириною до 15, які об'єднані в технологічний блок з трубопроводами. Причому кожному з цих споруд приймають в якості однієї монтажної ділянки.*

- До другої групи відносять це прямокутні і циліндричні в плані ємкісні споруди шириною понад 15 м, які розділені на секції, коридори і прольоти, обмежені стінами (замкнутими або не замкнутими по контуру) і колонами або роздільними діафрагмами. Ці прольоти або секції і приймають в якості монтажних ділянок. Часто, якщо об'єми робіт недостатні для продуктивності кранів, то в якості монтажної ділянки приймають дві або більше число секцій. Підраховавши за заданою схемою будівлі кількість монтажних елементів за марками та визначивши їх масу за довідниками і альбомами збірних уніфікованих елементів, складають таблицю переліку збірних конструкцій та обсягів робіт. Також складається специфікація затребуваних матеріалів.

Вибір методу монтажу

Визначивши в результаті розрахунків необхідні об'єми будівельних елементів, вирішують питання вибору методу їх монтажу, рівень його організації і механізації. Вибраний метод монтажу повинен забезпечувати стійкість

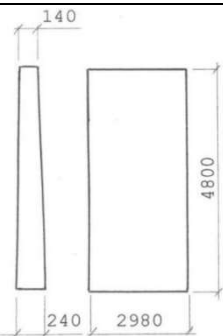
змонтованої частини будівлі на будь-якій стадії спорудження й можливість безпечного виконання монтажних робіт. Разом з тим вибраний метод монтажу будівельних конструкцій повинен забезпечувати подальший розвиток процесу монтажу в напрямках:

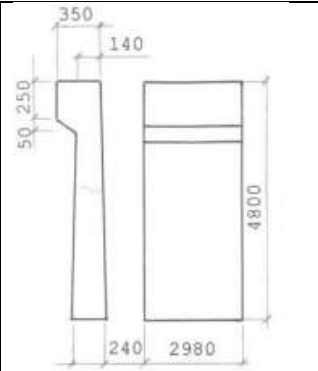
- розвитку монтажного потоку – вздовж споруди;
- забезпечувати задану послідовність монтажу покриття – комбіновану;
- забезпечувати необхідні засоби механізації монтажу – самохідні стрілові крани;
- забезпечувати можливість укрупнення конструкції –відправні елементи;
- забезпечувати можливість швидкої подачі конструкцій під монтаж – зі складу.

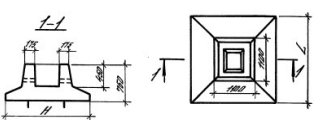
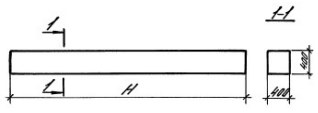
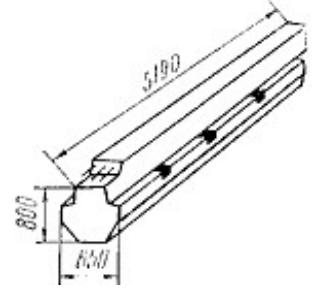
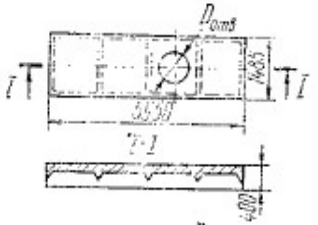
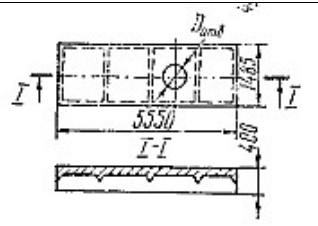
Характеристики монтажних елементів, які вирішено було застосовувати в даному проєкті, наведено у табл. 5.1.

Характеристика монтажних елементів

Таблиця 5.1

№ n/n	Монтажні елементи	Марка	Ескіз	Маса елемента, т	Об'єм елемента, м ³
1	2	3	4	5	6
1	Стінова панель	ПС2-48- БГ1		6,7	2,68

2	Стінова панель	ПС1-48-БГ1		7,1	2,86
---	----------------	------------	--	-----	------

3	Фундамент під колону	2ФР2		4,18	1,68
4	Колона	ЗКР48		1,7	0,64
5	Ригель	Р-1		4,2	2,36
6	Плита покриття	1П7		1,2	1,08
7	Плита покриття	1П3		2,3	1,92

Вибір монтажних захватних засобів

Як вже вказувалось одним з основних способів будівництва споруд водопостачання та водовідведення із збірних залізобетонних елементів є

монтаж. При проведення монтажних робіт поряд з монтажними машинами і механізмами є спеціальні монтажні пристрої і засоби. Їх важливість пояснюється тим, що при їх недосконалості важко монтувати відносно важкі і масштабні конструктивні будівельні елементи.

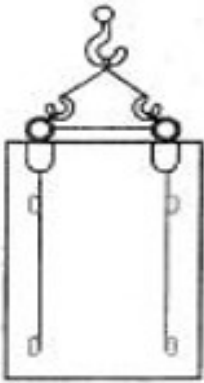

Особливу увагу різним конструкціям монтажних пристроїв слід приділяти зважаючи на необхідність забезпечення правил техніки безпеки при здійсненні монтажних будівельних робіт.

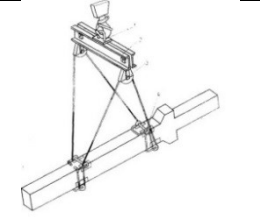
Основні конструктивні особливості монтажних захватних засобів призначених для різних умов роботи приведені у спеціальних довідниках і альбомах.

Вибрані для розглядуваного процесу монтажу конструкцій первинних відстійників очисних споруд системи водовідведення міста приведені нижче в табл.5.2.

Захватні засоби для піднімання конструкцій

Таблиця 5.2

№ пп	Найменування, характеристика	Ескіз	Характеристика			Обл. застос.
			Вантажопідйомність, 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	4,0	Монтаж плит перекриття

3	Траверса для підйому колон		≈ 4	0,08	0,85	Монтаж колон
---	----------------------------	---	-----	------	------	--------------

5.6. Визначення монтажних характеристик будівельних машин і механізмів

Монтаж збірних залізобетонних конструкцій виконується самохідними стріловими кранами. Відповідно до переліку робіт, монтаж планується здійснювати з попереднім розкладанням усіх елементів надземної частини будівлі. З метою попереднього розвантаження передбачається залучення автокрана в дні завезення конструкцій. Укрупнення конструкцій на будівельному майданчику не передбачається. Транспортування конструкцій до об'єкта планується здійснювати автотранспортом безпосередньо від постачальника.

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

На організаційно-технологічну структуру монтажу впливають наступні монтажні характеристики - будівельний габарит об'єкта, та монтажні: маса конструкцій, висота їх піднімання і вильоти.

Під монтажною масою будівельної конструкції (Q_m) звичайно розуміють загальну масу конструкції, яку треба підняти або перемістити в задане проектне положення. Вона визначається як сума:

$$Q_m = Q + \sum q,$$

де Q – маса монтованого елемента;

$\sum q$ – загальна маса пристосування монтажного оснащення (стропи, траверси, розчалки та ін.).

Величину Q_m визначаємо лише для найважливіших елементів за кожним спеціалізованим потоком.

Під монтажною висотою (H_m) розуміють технологічно необхідну мінімальну висоту підйому монтажних елементів, яка забезпечує їх монтаж і визначається за співвідношенням:

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

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.

Звичайно монтажна висота враховується для самого високого вертикального елемента – колони, горизонтального, що знаходиться на самій високій позначці – плити покриття та самого важкого елемента з них.

Монтажний виліт (L_m) визначається як мінімально необхідний виліт стріли крана для монтажу даної конструкції.

Перед монтажем даного типу будівельних елементів конструкцій розробляється схема їх монтажу. Наприклад, для монтажу плит покриття їх монтаж планується здійснювати вздовж прольоту (рис.5.3).

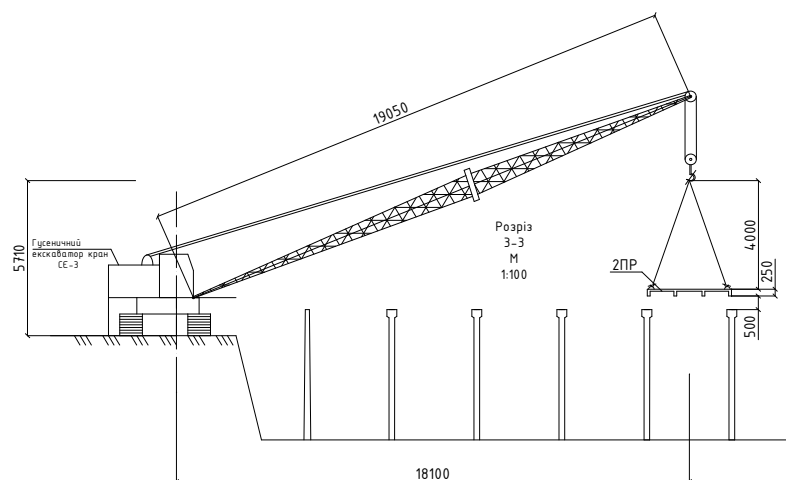


Рис.5.3. Схема монтажу плит покриття

У випадку монтажу стінових панелей їх монтаж планується здійснювати по днищу внутрішньої сторони, вісь руху крану розташована на мінімальній відстані від осі зовнішнього ряду колон (рис. 5.4).

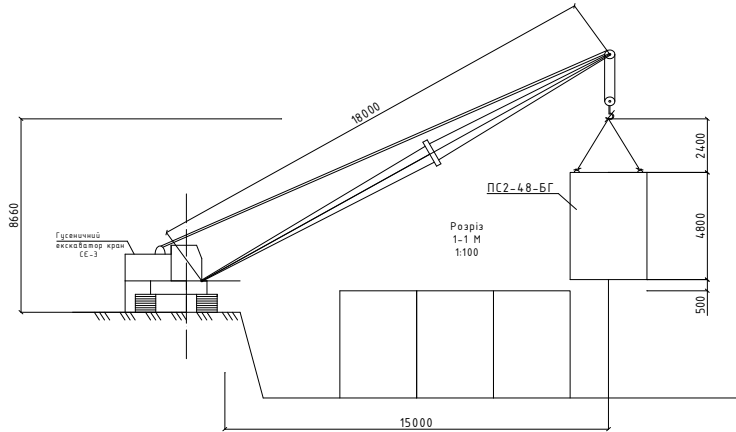


Рис.5.4. Схема монтажу стінових панелей

Аналогічно виконується монтаж колон встановлених на днище відстійника. Схема монтажу для цього випадку приведена на рис.5.5.

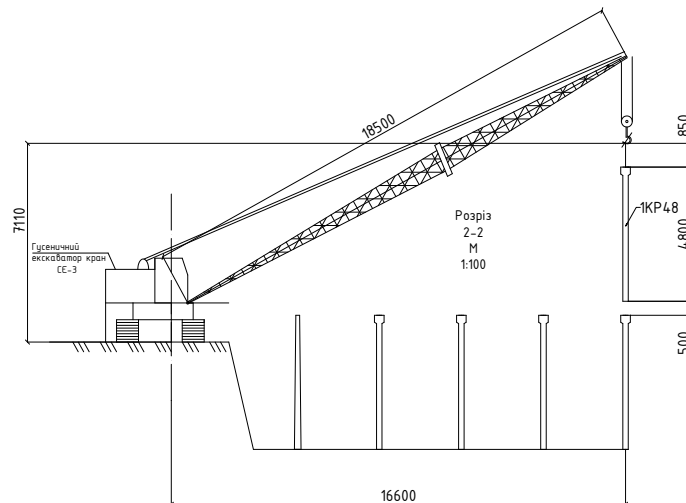


Рис.5.5. Схема монтажу колон

За розрахованими параметрами і характеристиками монтажу відповідних конструктивних елементів конструкцій споруди за даними

довідників підбираються відповідні конструкції кранів і інших типів монтажних механізмів.

5.7. Загальні вказівки до виконання робіт

При складанні проєкта виробництва робіт на розглядуваному об'єкті спочатку визначають параметри конструктивних елементів, які підлягають монтажу. На основі цього здійснюється підбір відповідного обладнання, яке буде використовуватись при монтажі. Далі розписується порядок пересування монтажних механізмів по будівельному майданчику. А також підбираються необхідні монтажні захватні заходи.

Після цього формулюють основні правила виробництва робіт і техніки безпеки.

1. Будівельні роботи слід здійснювати відповідно з проєктом виконання робіт, а також ДБН А.3.2-2-2009 "Охорона праці і промислова безпека в будівництві"

2. Піднімати монтажні елементи потрібно у 2 прийоми: спочатку на висоту 20-30 см, в такому положенні перевірити траверси чи стропи, після чого дозволяється подальший підйом.

3. Монтажники забезпечуються страховими поясами.

4. Монтаж (демонтаж) інвентарних риштувань необхідно здійснювати у послідовності визначеній у технічній документації.

5. В необхідних місцях монтажу повинні бути розміщені плакати на яких наведені схеми навантажень їх величини, а також схеми евакуації працівників на випадок виникнення аварійних ситуацій.

Література

Література

1. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. ДБН В.2.5–74:2013. Мінрегіон України, Київ-2013. – 172 с.
2. Внутрішній водопровод та каналізація. ДБН В.2.5-64:2012. Мінрегіон України, Київ-2012.
3. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. ДБН В.2.5-75:2013. Мінрегіон України, Київ-2013.
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. Гідравлічні та аеродинамічні машини. Насосні і повітродувні станції: методичні вказівки до виконання курсового проекту та контрольної роботи / уклад.: А.М. Кравчук, О.А. Кравчук. – Київ: КНУБА, 2022. – 44 с. (для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» освітньої програми «Водопостачання та водовідведення»).
7. Шевченко Т.О. Насосні та повітродувні станції: навчальний посібник / Т.О. Шевченко, Ю.В. Ярошенко, М.М. Яковенко, В.М. Беляєва. – Харків: ХНУМГ, 2014. - 191 с.
8. Кравчук А.М., Кравчук О.Я. Водопостачання і водовідведення: навчальний посібник. К.: КНУБА, 2012. – 180 с.
9. Кравченко В.С., Саблій Л.А., Зінич П.Л. Санітарно-технічне обладнання будинків: підручник. К: Кондор, 2007. – 458 с.
10. 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»).
11. Шадура В.О, Кравченко Н.В. Водопостачання та водовідведення: навч. посібник. Рівне: НУВГП, 2018. – 343 с.