

**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 НАСЕЛЕНОГО ПУНКТУ З РОЗРОБКОЮ
СПОРУД ПОВНОЇ БІОЛОГІЧНОЇ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД»**

Галузь знань:

19 «Архітектура та будівництво»

Спеціальність:

192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Освітньо-професійна програма:

«Водопостачання та водовідведення»

IV курс, група зВВ-20

Здобувач:

Бобіровський О.Л.

(прізвище та ініціали)

Керівник:

Кравчук О.А.

(прізвище та ініціали)

Рецензент:

Самченко Д.М.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

(підпис)

(підпис)

Київ – 2025

**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

Бобіровський Олексій Леонідович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи Водовідведення населеного пункту з розробкою споруд повної біологічної очистки стічних вод

2. Керівник роботи Кравчук Олександр Андрійович, к.т.н., доцент

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

затверджені наказом КНУБА № 424/24/25 від «24» березня 2025 року

3. Термін подання здобувачем роботи 12.06.2025 р.

4. Вихідні данні:

Генплан міста М 1:5000. Місто складається з двох районів. В І-му районі норма водопостачання складає 270 л/доб, в ІІ-му районі – 300 л/доб. В місті розташовано 3 промислових підприємства: 1 – м'ясокомбінат, 2 – хіммаш, 3 – молокозавод.

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

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

5. Перелік розділів основної частини кваліфікаційної роботи:

- P.1. Мережі водовідведення населеного пункту
- P.2. Головна насосна станція водовідведення
- P.3. Міські 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 житлового 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	Перевірив	
		дата	підпис
Розділ 1			
Розділ 2			
Розділ 3			
Розділ 4			
Розділ 5			

9. Дата видачі завдання 31.03.2025

Керівник _____
(підпис)

Олександр КРАВЧУК
(власне ім'я та прізвище)

Здобувач _____
(підпис)

Олексій БОБІРОВСЬКИЙ
(власне ім'я та прізвище)

РЕЗЮМЕ (summary) до атестаційної випускної роботи студента:		Бобіровський Олексій Леонідович Bobirovskiy Oleksii	
Назва ЗВО	Київський національний університет будівництва і архітектури		
Тема	Водовідведення населеного пункту з розробкою споруд повної біологічної очистки стічних вод Water disposal of the settlement with the development of facilities for complete biological wastewater treatment		
Освітній ступень	Бакалавр		
Факультет	Інженерних систем та екології		
Кафедра	Водопостачання та водовідведення		
Спеціальність	192 Будівництво та цивільна інженерія		
Освітня програма	Водопостачання та водовідведення		
Керівник	к.т.н., доцент Кравчук Олександр Андрійович		
Обсяг роботи:	пояснювальна записка, стор.	розділів	креслень формату А1
	98	5	5
Вступ	Приведена загальна характеристика населеного пункту, в якому проектується система водовідведення.		
Розділ 1. Мережі водовідведення	Проведено розрахунок кількості мешканців населеного пункту і добового об'єму водовідведення від населення, промислових підприємств. Представлено погодинне водовідведення міста. Запроектовано і розраховано мережу водовідведення населеного пункту. Підбрано діаметри каналізаційних труб.		
Розділ 2. Головна каналізаційна насосна станція	Розраховано і підбрано каналізаційні насоси, діаметри трубопроводів і арматури всередині насосної станції, розміри будівлі. Розраховано потужність встановленого обладнання. Підбрано допоміжне обладнання. Побудовано графік сумісної роботи насосів і водоводів.		
Розділ 3. Міські очисні споруди водовідведення	Приведено вихідні дані для розрахунку міських очисних споруд водовідведення. Розрахована необхідний ступінь очистки. Вибрано технологічну схему очистки стічних вод і розраховано необхідні очисні споруди.		
Розділ 4. Санітарно-технічне обладнання житлового будинку	Виконано розрахунок внутрішніх систем холодного і гарячого водопостачання багатоквартирного житлового будинку. Запроектовано систему внутрішнього пожежогасіння. Розроблена конструкція внутрішніх систем господарсько-побутової і дощової систем водовідведення.		
Розділ 5. Технологія і організація будівельного виробництва	Приведено основні положення і правила організації та технології будівництва при будівництві очисних споруд водовідведення міста.		

<p>Висновки по роботі:</p> <p>Conclusions:</p>	<p>В роботі представлено проєкт системи водовідведення населеного пункту з промисловими підприємствами. Запроєктовано мережу водовідвідних труб і насосну станцію для подачі стічних вод на очистку. Представлено проєкт очисних споруд з повною біологічною очисткою стічних вод. Також приведено проєкт санітарно-технічного обладнання житлового будинку.</p> <p>The work presents the project of the wastewater system of the settlement with industrial plants. Wastewater disposal pipes network and a pumping station for supplying wastewater for treatment have been designed. The project of sanitary and technical equipment 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: _____ Олексій БОБІРОВСЬКИЙ

Керівник: _____ Олександр КРАВЧУК

“ 12 ” червня 2025 р.

Зміст

Вступ.....	7
Розділ 1. Мережі водовідведення.....	9
Розділ 2. Головна насосна станція водовідведення.....	33
Розділ 3. Міські очисні споруди водовідведення.....	45
Розділ 4. Санітарно-технічне обладнання житлового будинку.....	70
Розділ 5. Технологія і організація будівельного виробництва.....	85
Використана література	98

ВСТУП

У відповідності із завданням кафедри водопостачання та водовідведення Київського національного університету будівництва і архітектури у представленому бакалаврському проєкті запроєктована система водовідведення міста з промисловими підприємствами. Місто, що проєктується розташоване у західній частині України і за своїми кліматичними умовами близьке до міста Львів. В залежності від поверховості житлової забудови і за ступенем благоустрою місто розділене на два райони. В першому житловому районі норма водовідведення становила 270 л/особу на добу, у другому районі – 300 л/особу на добу.

Господарсько-побутові і виробничі стічні води, які утворюються при життєдіяльності населення і роботи промислових підприємств мережею каналізаційних трубопроводів відводяться на міські очисні каналізаційні споруди. В роботі прийнято повна біологічна очистка суміші стічних вод. Очисні споруди складаються із споруд механічної і біологічної очистки. Також передбачається знезараження очищених стічних вод а також споруди з обробки осаду. Очищені і знезаражені стічні води скидаються у проточну водойму, яка розташована біля населеного пункту.

Окремий розділ бакалаврської роботи присвячений розробці проєкту санітарно-технічного обладнання багатоповерхового житлового будинку. Даний будинок обладнаний внутрішніми системами холодного і гарячого водопроводу. При цьому гаряча вода підготовляється у водонагрівачі, який встановлений у тепlopункті, розташованому у підвальному приміщенні. В будівлі передбачається улаштування внутрішнього пожежогасіння в одну струмину з витратою 2,5 л/с. В тепlopункті розміщені підвищувальні насоси. З них два господарсько-питні і два протипожежні.

В бакалаврській роботі також представлено розділ технології будівельного виробництва. В якому розроблено проєкт виконання будівельних робіт по будівництву каналізаційних очисних споруд.

1. МЕРЕЖІ ВОДОВІДВЕДЕННЯ

Консультант / _____ /

Здобувач / _____ /

1. Трасування побутової мережі повної роздільної системи водовідведення

Тасування міської мережі каналізаційних трубопроводів здійснювалось по пониженій грані кварталу. Бічні колектори об'єднувались в головний каналізаційний колектор. Схема міської мережі каналізаційних трубопроводів від окремих кварталів і районів міста приведена на рис.1.

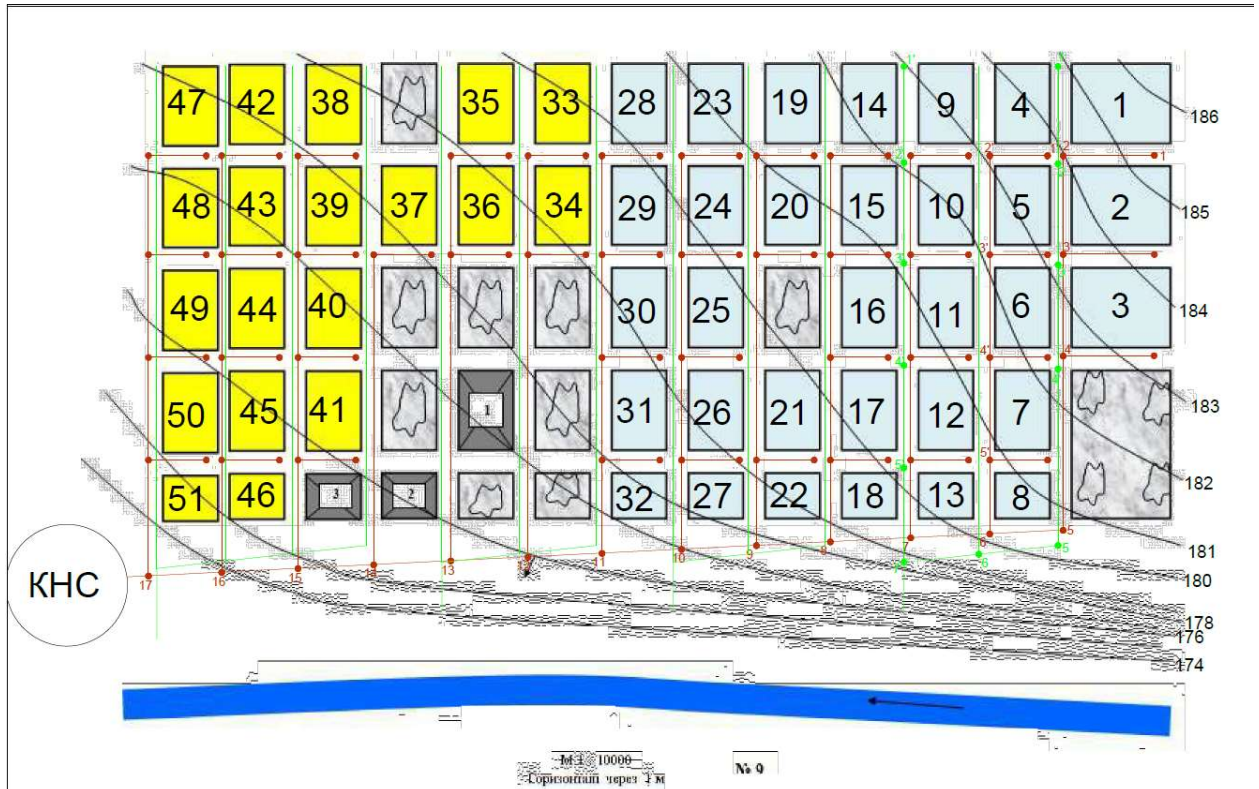


Рис. 1. Генплан водовідвідних мереж міста

2.Визначення розрахункових витрат

2.1. Визначення розрахункової кількості населення

Для визначення розрахункових витрат стічних вод від населення необхідно попередньо визначити розрахункову кількість населення.

При цьому використовують щільність населення (n – число жителів на 1 га міської території).

Розрахункову кількість населення визначають за формулою:

$$N = \sum F_i \cdot n_i \cdot \beta, \quad (1)$$

де F_i – сумарна площа житлових кварталів міста в га, з однаковою густотою населення;

n_i – щільність населення житлових кварталів, відповідної площі, чол/га;

β – коефіцієнт, враховуючий наявність громадських будівель.

Для визначення сумарної площі житлових кварталів міста використаємо данні таблиці 1, яка крім площ кварталів, включає також модулі стоку і середні секундні витрати від кожного кварталу.

Попередньо нумерують житлові квартали міста і визначають модуль стоку по районах за формулою:

$$q_0 = \frac{n \times q}{86400} \times \beta, \text{ л/(с} \times \text{га)}, \quad (2)$$

$$q_{01} = \frac{280 \times 270}{86400} * 0.85 = 0.75$$

$$q_{02} = \frac{350 \times 300}{86400} * 0.9 = 1.08$$

де q – норма водовідведення, літрів на чоловіка на добу.

Середні секундні витрати від жилого кварталу становитимуть:

$$q_{\text{mids}} = f \times q_0, \text{ л/с} \quad (3)$$

де f – площа жилого кварталу, га.

Розрахунок площі окремих житлових кварталі і розрахункових витрат стічних вод від кожного з них приведені в табл. 1.

Таблиця 1

Номер району	Номер кварталу	Розміри кварталів, м	Площа кварталів f , га	Модуль стоку q_0 , л/(с×га)	Середня секундна витрата кварталу q_{mids} , л/с
1	2	3	4	5	6
1	1	330*260	8,58	0,75	6,34
	2	330*260	8,58		6,34
	3	330*260	8,58		6,34

	4	180*260	4,68		3,45
	5	180*260	4,68		3,45
	6	180*260	4,68		3,45
	7	180*260	4,68		3,45
	8	180*150	2,7		2,01
	9	180*260	4,68		3,45
	10	180*260	4,68		3,45
	11	180*260	4,68		3,45
	12	180*260	4,68		3,45
	13	180*150	2,7		2,01
	14	180*260	4,68		3,45
	15	180*260	4,68		3,45
	16	180*260	4,68		3,45
	17	180*260	4,68		3,45
	18	180*150	2,7		2,01
	19	180*260	4,68		3,45
	20	180*260	4,68		3,45
	21	180*260	4,68		3,45
	22	180*150	2,7		2,01
	23	180*260	4,68		3,45
	24	180*260	4,68		3,45
	25	180*260	4,68		3,45
	26	180*260	4,68		3,45
	27	180*150	2,7		2,01
	28	180*260	4,68		3,45
	29	180*260	4,68		3,45
	30	180*260	4,68		3,45
	31	180*260	4,68		3,45
	32	180*150	2,7		2,01
		ΣF	149,58	Σq_{mid1}	110,69
2	33	180*260	4,68	1,08	5,11
	34	180*260	4,68		5,11
	35	180*260	4,68		5,11
	36	180*260	4,68		5,11
	37	180*260	4,68		5,11
	38	180*260	4,68		5,11
	39	180*260	4,68		5,11
	40	180*260	4,68		5,11
	41	180*260	4,68		5,11
	42	180*260	4,68		5,11
	43	180*260	4,68		5,11

	44	180*260	4,68		5,11
	45	180*260	4,68		5,11
	46	180*150	2,7		2,95
	47	180*260	4,68		5,11
	48	180*260	4,68		5,11
	49	180*260	4,68		5,11
	50	180*260	4,68		5,11
	51	180*150	2,7		2,95
		ΣF_2	84,96	Σq_{mid2}	92,62
		ΣF	234,54	Σq_{mid}	203,40

Тоді кількість населення по районах

$$N_1 = 149.58 * 280 * 0.85 = 35700 \text{ ос.}$$

$$N_2 = 84.96 * 350 * 0.9 = 26760 \text{ ос.}$$

2.2 Витрати побутових стічних вод від населення міста

Розрахункові витрати побутових стічних вод від населення міста визначають за формулами:

Середня добова витрата –

$$Q_d^w = \frac{q \cdot N}{1000}, \text{ м}^3/\text{доб}, \quad (4)$$

де N – розрахункова кількість населення, чол.

$$Q_{d1}^w = \frac{270 \cdot 35700}{1000} = 9611 \text{ м}^3/\text{добу};$$

$$Q_{d2}^w = \frac{300 \cdot 26760}{1000} = 8028 \text{ м}^3/\text{добу};$$

Середня часова витрата –

$$q_{midh}^w = \frac{Q_d^w}{24}, \text{ м}^3/\text{годину} \quad (5)$$

$$q_{midh1}^w = \frac{9611}{24} = 400.4 \text{ м}^3/\text{годину};$$

$$q_{midh2}^w = \frac{8028}{24} = 334.5 \text{ м}^3/\text{годину};$$

Середня секундна витрата –

$$q_{mids}^w = \frac{q_{midh}^w \cdot 1000}{3600} = \frac{q_{midh}^w}{3,6}, \text{ л/с} \quad (6)$$

$$q_{mids}^w = \frac{400.4}{3.6} = 111.25 \text{ л/с}$$

$$q_{mid}^w = \frac{334.5}{3.6} = 92.96 \text{ л/с}$$

Залежно від витрати q_{mids}^w визначається загальний коефіцієнт нерівномірності притоку побутових стічних вод – $K_{gen\ max}$ за таблицею 2 /5/ і визначаються максимальні секундні і часові витрати стічних вод від населення за формулами:

$$q_{max\ s}^W = K_{gen\ max} \cdot q_{mids}^W, \text{ л/с} \quad (7)$$

$$q_{max\ s1}^W = 1.58 * 111.25 = 175.6 \text{ л/с}$$

$$q_{max}^W = 1.6 * 92.96 = 148.9 \text{ л/с}$$

$$q_{max\ h}^W = K_{gen\ max} \cdot q_{midh}^W, \text{ м}^3/\text{ГОДИНУ} \quad (8)$$

$$q_{max\ h1}^W = 1.58 * 400.4 = 632.8 \text{ м}^3/\text{ГОДИНУ}$$

$$q_{max\ h2}^W = 1.6 * 334.5 = 535.3 \text{ м}^3/\text{ГОДИНУ}$$

Таблиця 2 – Загальні коефіцієнти нерівномірності припливу стічних вод у населених пунктах

Загальний коефіцієнт нерівномірності припливу стічних вод	Середня витрата стічних вод, л/с								
	5	10	20	50	100	300	500	1000	5000 і більше
Максимальний $K_{gen, max}$	2,50	2,10	1,90	1,70	1,60	1,55	1,50	1,47	1,44
Мінімальний $K_{gen, min}$	0,38	0,45	0,50	0,55	0,59	0,62	0,66	0,69	0,71

Для визначення розрахункових витрат стічних вод від населення на розрахункових ділянках каналізаційних колекторів необхідно мати і враховувати величину коефіцієнтів нерівномірності (максимального і мінімального). Їх величина залежить від середньої витрати стічних вод (л/с). Значення цих коефіцієнтів ($K_{gen, max}$ та $K_{gen, min}$) приведені в діючих будівельних нормах [3]. $K_{gen, max}$ та $K_{gen, min}$.

Кожний район буде мати свої значення вказаних коефіцієнтів. Причому

більшому значенню середньої витрати відповідають менші значення $K_{gen.max}$ і збільшені значення $K_{gen.min}$.

Результати розрахунків зведені в табл. 3.

Розрахунок витрат стічних вод від населення міста.

Таблиця 3

Номер району	Кількість населення, чол.	Норма водовідведення	Добова витрата	Загальний коефіцієнт нерівномірності	Часові витрати, м ³ /годину		Секундні витрати, л/с	
					Середня	Макс.	Середня	Макс.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I	35600	270	9611	1,58	400,4	632,79	111,25	175,76
II	26763	300	8028	1,6	334,5	535,26	92,96	148,68
Всього:	62363	-	17639	-	734,9	1168,1	204,21	324,44

2.3. Витрати стічних вод від промислових підприємств

Витрата стічних вод від промислового підприємства складається з суми виробничих (технологічних), побутових та душових стічних вод.

Добова витрата стічних вод промислових підприємств

$$Q_d^{p.p} = Q_d^p + Q_d, \text{ м}^3/\text{доб}, \quad (9)$$

Середня годинна витрата

$$q_{mid h}^{p.p} = q_{mid h}^p + q_{mid h}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (10)$$

Середня секундна витрата

$$q_{mid s}^{p.p} = q_{mid s}^p + q_{mid s} \text{ л/с}, \quad (11)$$

Максимальна годинна витрата

$$q_{max h}^{p.p} = q_{max h}^p + q_{max h}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (12)$$

Максимальна секундна витрата

$$q_{max\ s}^{p.p} = q_{max\ s}^P + q_{max\ s} \text{ л/с.} \quad (13)$$

Отримані данні заносимо до таблиці 4.

2.3.1. Витрати технологічних стічних вод

Витрату промислових (технологічних) стічних вод визначають з урахуванням кількості виробленої продукції в одиницю часу (продуктивності підприємства) та питому витрату води на одиницю продукції. Питомі витрати води на одиницю продукції приймають за нормами або згідно технологічних даних підприємств.

Добова витрата технологічних стічних вод від підприємства

$$Q_d^P = M \cdot q_{nut}, \text{ м}^3/\text{доб}, \quad (14)$$

де M – кількість одиниць продукції, що випускається за добу;

q_{nut} – питома витрата стічної рідини на одиницю продукції, м^3 , за завданням.

$$Q_{d1}^P = 170 \cdot 12 = 2040, \text{ м}^3/\text{доб}$$

$$Q_{d2}^P = 150 \cdot 2.5 = 375, \text{ м}^3/\text{доб}$$

$$Q_{d3}^P = 100 \cdot 2 = 200, \text{ м}^3/\text{доб}$$

Витрата технологічних стічних вод за зміну

$$Q_{змін.}^P = \frac{Q_d^P}{n} \text{ м}^3/\text{змін}, \quad (15)$$

де Q_d^P - добова витрата технологічних стічних вод підприємства, $\text{м}^3/\text{доб}$;

n – кількість змін, за завданням.

$$Q_{змін.1}^P = \frac{2040}{3} = 680, \text{ м}^3/\text{змін}$$

$$Q_{змін.2}^P = \frac{375}{3} = 125, \text{ м}^3/\text{змін}$$

$$Q_{змін.3}^P = \frac{200}{3} = 66.66, \text{ м}^3/\text{змін}$$

Витрата технологічних стічних вод за годину

$$q_{mid\ h}^p = \frac{Q_{змін}^p}{8}, \text{ м}^3/\text{ГОД}, \quad (16)$$

де T – кількість годин роботи підприємства за добу (робоча зміна 8 годин).

$$q_{mid\ h1}^p = \frac{680}{8} = 85, \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

$$q_{mid\ h2}^p = \frac{125}{8} = 15.62, \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

$$q_{mid\ h3}^p = \frac{66.66}{8} = 8.33, \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

Максимальна годинна витрата технологічних стічних вод

$$q_{max\ h}^p = K \cdot q_{mid\ h}^p, \text{ м}^3/\text{ГОД}, \quad (17)$$

де K – загальний коефіцієнт нерівномірності водовідведення виробничих стічних вод, дані технологів (за завданням).

$$q_{max\ h1}^p = 1.35 \cdot 85 = 114.75, \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

$$q_{max\ h2}^p = 1.4 \cdot 15.62 = 21.87, \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

$$q_{max\ h3}^p = 1.35 \cdot 8.33 = 11.25, \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

Середня секундна витрата технологічних стічних вод

$$q_{mid\ s}^p = \frac{q_{mid\ h}^p}{3,6} \text{ л/с}, \quad (18)$$

$$q_{mid\ s1}^p = \frac{85}{3.6} = 23.61, \text{ л/с}$$

$$q_{mid\ s2}^p = \frac{15.62}{3.6} = 4.34, \text{ л/с}$$

$$q_{mid\ s3}^p = \frac{8.33}{3.6} = 2.31, \text{ л/с}$$

Максимальна секундна витрата технологічних стічних вод

$$q_{max\ s}^p = \frac{q_{max\ h}^p}{3,6} \text{ л/с}. \quad (19)$$

$$q_{max\ s1}^p = \frac{114.75}{3.6} = 31.88, \text{ л/с}$$

$$q_{max\ s2}^p = \frac{21.87}{3.6} = 6.08, \text{ л/с}$$

$$q_{max\ s3}^p = \frac{11.25}{3.6} = 3.13, \text{ л/с}$$

2.3.2. Витрати побутових стічних вод промислових підприємств

Розрахункові витрати побутових стічних вод промислових підприємств визначають, виходячи з норм водовідведення побутових стічних вод.

Норми водовідведення побутових стічних вод приймають для холодних цехів – 25 л/зміну на одного чоловіка з коефіцієнтом нерівномірності водовідведення 3, а для цехів з значним тепловиділенням – 45 л/зміну на одного чоловіка з коефіцієнтом нерівномірності водовідведення 2,5.

Добові витрати побутових стічних вод

$$Q_d = \frac{25N'_x + 45N'_r}{1000} \text{ м}^3/\text{добу}, \quad (20)$$

де N'_r - загальна кількість робітників в цехах з значним тепловиділенням у цілому по підприємству протягом доби, тобто в гарячих цехах $N'_r = (N_{\text{доб}} \nabla_r) / 100$;

$N_{\text{доб}}$ - кількість робітників, що працюють на підприємстві протягом доби;

∇_r - % працюючих людей в гарячих цехах;

N'_x - спільна кількість робітників, що працюють в холодних цехах (тобто в холодних цехах $N'_x = N_{\text{доб}} - N'_r$);

$$Q_{d1} = \frac{25 \cdot 280 + 45 \cdot 120}{1000} = 12.4, \text{ м}^3/\text{добу}$$

$$Q_{d2} = \frac{25 \cdot 560 + 45 \cdot 140}{1000} = 20.3, \text{ м}^3/\text{добу}$$

$$Q_{d3} = \frac{25 \cdot 280 + 45 \cdot 120}{1000} = 12.4, \text{ м}^3/\text{добу}$$

Розрахункові витрати за зміну визначають по максимальній зміні з максимальним числом робітників:

$$Q_{\text{змін.}} = \frac{45N'_r + 25N'_x}{1000} \text{ м}^3/\text{зміну}, \quad (21)$$

$$Q_{\text{змін.1}} = \frac{25 \cdot 140 + 45 \cdot 60}{1000} = 6.2, \text{ м}^3/\text{зміну}$$

$$Q_{\text{змін.2}} = \frac{25 \cdot 240 + 45 \cdot 60}{1000} = 8.7, \text{ м}^3/\text{зміну}$$

$$Q_{\text{змін.з}} = \frac{25 \cdot 105 + 4 \cdot 45}{1000} = 4.7, \text{ м}^3/\text{зміну}$$

Середня годинна витрата побутових стічних вод

$$q_{\text{mid } h} = \frac{Q_{\text{змін.}}}{T}, \text{ м}^3/\text{ГОД}, \quad (22)$$

де T – кількість годин роботи підприємства в зміну.

$$q_{\text{mid } h1} = \frac{6.2}{8} = 0.78, \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

$$q_{\text{mid } h2} = \frac{8.7}{8} = 1.09, \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

$$q_{\text{mid } h3} = \frac{4.7}{8} = 0.59, \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

Максимальна годинна витрата побутових стічних вод

$$q_{\text{max } h} = \frac{1}{T} \left(\frac{45 \cdot N_{\text{г}} \cdot 2.5 + 25 \cdot N_{\text{х}} \cdot 3}{1000} \right), \text{ м}^3/\text{ГОД}, \quad (23)$$

де $N_{\text{г}}$ і $N_{\text{х}}$ - кількість робітників працюючих в гарячих і холодних цехах в максимальну зміну.

$$q_{\text{max}} = \frac{1}{8} \left(\frac{45 \cdot 60 \cdot 2.5 + 25 \cdot 140 \cdot 3}{1000} \right) = 2.16, \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

$$q_{\text{max}} = \frac{1}{8} \left(\frac{45 \cdot 60 \cdot 2.5 + 25 \cdot 240 \cdot 3}{1000} \right) = 3.09, \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

$$q_{\text{max } h3} = \frac{1}{8} \left(\frac{45 \cdot 45 \cdot 2.5 + 25 \cdot 105 \cdot 3}{1000} \right) = 1.62, \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

Середня секундна витрата побутових стічних вод

$$q_{\text{mid } s} = \frac{q_{\text{mid } h}}{3.6}, \text{ л/с}, \quad (24)$$

де $q_{\text{mid } h}$ - середня годинна витрата побутових стічних вод.

$$q_{\text{mid } s1} = \frac{0.78}{3.6} = 0.22, \text{ л/с}$$

$$q_{\text{mid } s2} = \frac{1.09}{3.6} = 0.3, \text{ л/с}$$

$$q_{\text{mid } s3} = \frac{0.59}{3.6} = 0.16, \text{ л/с}$$

Максимальна секундна витрата побутових стічних вод

$$q_{\text{max } s} = \frac{q_{\text{max } h}}{3.6}, \text{ л/с} \quad (25)$$

де $q_{max h}$ - максимальна годинна витрата побутових стічних вод.

$$q_{max s1} = \frac{2.16}{3.6} = 0.6, \text{ л/с}$$

$$q_{max s2} = \frac{3.09}{3.6} = 0.86, \text{ л/с}$$

$$q_{max s3} = \frac{1.62}{3.6} = 0.45, \text{ л/с}$$

2.3.3. Витрати стічних вод від душових

Розрахункові витрати душових стічних вод визначають за нормами витрат води на одну душову сітку. Часову витрату на одну душову сітку слід приймати рівною 500 л, тривалість користування душем 45 хвилин після закінчення зміни. Кількість душових сіток належить приймати залежно від кількості працюючих у максимальну зміну та кількості чоловік які обслуговуються однією душовою сіткою.

$$\text{Кількість душових сіток: } n_c = \frac{N}{n_o}, \quad (26)$$

де N – кількість робітників працюючих у максимальну зміну;

n_o – кількість чоловік, які обслуговуються однією душовою сіткою, належить приймати у залежності від категорії підприємств (5 – 15 чоловік).

$$n_{c1} = \frac{200}{10} = 20$$

$$n_{c2} = \frac{300}{10} = 30$$

$$n_{c3} = \frac{150}{10} = 15$$

Годинні витрату стічних вод від душових

$$q_{max h}^{\partial} = \frac{0.5 \cdot n_c \cdot 45}{60}, \text{ м}^3/\text{ГОД} \quad (27)$$

$$q_{max h1}^{\partial} = \frac{0.5 \cdot 20 \cdot 45}{60} = 7.5, \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

$$q_{max h2}^{\partial} = \frac{0.5 \cdot 30 \cdot 45}{60} = 11.25, \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

$$q_{\max h3}^{\partial} = \frac{0.5 \cdot 15 \cdot 45}{60} = 5.63, \text{ м}^3/\text{год}$$

Секундні витрати стічних вод від душових

$$q_{\max s}^{\partial} = \frac{500 \cdot n_c \cdot 45}{60 \cdot 2700} = \frac{500 \cdot n_c}{3600}, \text{ л/с} \quad (28)$$

$$q_{\max s1}^{\partial} = \frac{500 \cdot 20}{3600} = 2.78, \text{ л/с}$$

$$q_{\max s2}^{\partial} = \frac{500 \cdot 30}{3600} = 4.17, \text{ л/с}$$

$$q_{\max s3}^{\partial} = \frac{500 \cdot 15}{3600} = 2.08, \text{ л/с}$$

Добові витрату стічних вод від душових

$$Q_d^{\partial} = q_{\max h}^{\partial} \cdot n, \text{ м}^3/\text{доб} \quad (29)$$

де n – кількість змін роботи підприємства за добу (за завданням)

$$Q_{d1}^{\partial} = 7.5 \cdot 3 = 22.5, \text{ м}^3/\text{доб}$$

$$Q_{d2}^{\partial} = 11.25 \cdot 3 = 33.75, \text{ м}^3/\text{доб}$$

$$Q_{d3}^{\partial} = 5.63 \cdot 3 = 16.89, \text{ м}^3/\text{доб}$$

Таблиця 4

Розрахунок сумарних витрат стічних вод промислових підприємств

Номер підприємства	Назва підприємства	Витрати стічних вод																	
		Технологічні						Побутових та душових						Сумарні					
		Добові, м ³	У максимальну зміну, м ³	Годинні, м ³		Секундні, л		Добові, м ³	У максимальну зміну, м ³	Годинні, м ³		Секундні, л		Добові, м ³	У максимальну зміну, м ³	Годинні, м ³		Секундні, л	
Середні	Максимальні			Середні	Максимальні	Середні	Максимальні			Середні	Максимальні	Середні	Максимальні			Середні	Максимальні		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	Мясокомбінат	2040	680	85	114,75	23,62	31,88	34,9	13,7	0,78	9,66	0,22	3,38	2074	693,7	85,78	124,4	23,8	35,3
2	Хіммаш	375	125	15,62	21,87	4,34	6,08	54,05	19,95	1,09	14,34	0,3	5,03	429,0	144,9	16,71	36,21	4,6	11,1
3	Молокозавод	200	66,66	8,33	11,25	2,31	3,13	29,29	10,33	0,59	7,25	0,16	2,53	229,2	76,99	8,92	18,5	2,5	5,76
Разом		2615	871,6	108,9	147,8	30,27	41,09	118,2	43,98	2,46	31,25	0,68	10,94	2733,	915,6	111,4	179,1	30,9	52,0

Сумарні витрати стічних вод від населення міста та промислових підприємств визначають за допомогою таблиці 5.

Таблиця 5

Розрахунок витрати стічних вод міста

Номер	Вид водовідведення	Добова витрата, м ³	Витрати			
			Годинні, м ³		Секундні, л	
			Середні	Максимальні	Середні	Максимальні
1	2	3	4	5	6	7
1	Від населення міста	17639,0	735,04	1168,1	204,18	324,5
2	Від промислових підприємств	2615	111,41	179,1	30,95	52,0
	Разом	20254,0	846,45	1347,2	235,13	376,5

3. ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ВИТРАТ СУМАРНИХ ГОСПОДАРСЬКО- ПОБУТОВИХ І ПРОМИСЛОВИХ СТІЧНИХ ВОД НА ДІЛЯНКАХ ПОВНОЇ РОЗДІЛЬНОЇ МЕРЕЖІ ВОДОВІДВЕДЕННЯ

На генплані населеного пункту обирають найбільш віддалену та найвище розташовану точку головного колектора та нумерують розрахункові ділянки по вузловим чи поворотним колодязям по напрямку руху стічних вод до КНС.

Вуличні мережі та колектори прокладають по пониженій стороні кварталу, або по об'ємній схемам. Напрямок трасування вуличних мереж повинен співпадати з ухилом землі та прокладатись найкоротшим шляхом до головного колектора. Також трасуються прилеглі колектори басейнів водовідведення на яких так само нумеруємо розрахункові ділянки. Кожній початковій і вузловій точці привласнюють номер.

3.1. Визначення витрат стічних вод для розрахункових ділянок прилеглих колекторів

Середня секундна витрата побутових стічних вод від населення міста для кожної розрахункової ділянки головного або окремого прилеглого колектору побутової мережі – $q_{mid s}$ визначають як суму 3^х витрат:

$$q_{mid s} = q_n + q_{mp} + q_b, \text{ л/с.} \quad (30)$$

де q_n – прилегла, яка надходить до розрахункової ділянки від кварталу житлової забудови, розташованого вздовж цієї ділянки;

q_{mp} – транзитна, яка надходить від розташованих вище кварталів дорівнює середній секундній витраті побутових стічних вод попередньої ділянки;

q_b – бокова, яка надходить від приєднаних бокових ліній.

При визначенні розрахункових витрат для ділянок мережі розрахункового колектора необхідно також враховувати величину зосередженої витрати q_{zos} , яка надходить до розрахункових ділянок від

промислових підприємств, районних насосних станцій та інших великих споживачів.

$$q_{cit} = q_{max s} + \sum q_{zos} , \text{ л/с}, \quad (31)$$

де $\sum q_{zos}$ - сума зосереджених витрат промислових підприємств та насосних станцій, л/с.

Розрахунки по визначенню витрат побутових стічних вод на ділянках мережі ведуть в табличній формі (таблиця 6).

Таблиця 6

№ ділянки	Середні секундні витрати, л/с				Загальний коефіцієнт нерівномірності	Максимальна витрата	Зосереджена витрата	Розрахункова витрата
	Прилегла,	Бокова,	Транзитна,	Сума				
Головний колектор побутової мережі								
1-2	6,35	0	0,00	6,35	2,39	15,18	0	15,18
2-3	0	0	6,35	6,35	2,39	15,18	0	15,18
3-4	0	6,35	6,35	12,7	2,05	26,04	0	26,04
4-5	0	6,35	12,70	19,05	1,92	36,58	0	36,58
5-6	0	0	19,05	19,05	1,92	36,58	0	36,58
6-7	2	13,84	19,05	34,89	1,8	62,80	0	62,80
7-8	2	13,85	34,89	50,74	1,7	86,26	0	86,26
8-9	2	13,85	50,74	66,60	1,67	111,21	0	111,21
9-10	2	10,39	66,60	78,99	1,64	129,54	0	129,54
10-11	2	13,85	78,99	94,84	1,61	152,69	0	152,69
11-12	2	13,85	94,84	110,69	1,6	177,11	0	177,11
12-13	0	10,20	110,69	120,89	1,59	192,22	0	192,22
13-14	0	10,20	120,89	131,10	1,59	208,44	23,84	232,28
14-15	0	5,10	131,10	136,20	1,59	216,55	28,48	245,03
15-16	0	20,40	136,20	156,60	1,59	249,00	30,95	279,95
16-17	2,94	20,40	156,60	179,95	1,58	284,32	30,95	315,27
17-КНС	2,94	20,40	179,95	203,30	1,57	319,18	30,95	350,13
Прилеглий колектор побутової мережі								
1'-2'	3,46	0	0	3,46	2,5	8,65	0	8,65
2'-3'	0	0	3,46	3,46	2,5	8,65	0	8,65
3'-4'	0	3,46	3,46	6,92	2,35	16,26	0	16,26
4'-5'	0	3,46	6,92	10,38	2,09	21,69	0	21,69
5'-6'	0	3,46	10,38	13,84	2,02	27,96	0	27,96

3.2 Гідравлічний розрахунок господарсько-побутової мережі водовідведення

Таблиця 7

Гідравлічний розрахунок окремих прилеглих колекторів побутової водовідвідної мережі

Номер ділянок	Довжина L, м	Розрахункова витрата $Q_{\text{сб.}}$, л/с	Діаметр d, мм	Ухил		Наповнення h/d	Висота h, м	Швидкість V, м/с	Падіння $i_{\text{пр}} \times L$, м	Відмітки, м								Глибина закладання лотка труби в м	
				Землі i_z	Труби $i_{\text{тр}}$					Поверхні землі		Поверхні води		Лотка труби		Шелиги труби		На початку	В кінці
										На початку	В кінці	На початку	В кінці	На початку	В кінці	На початку	В кінці		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Головний колектор побутової мережі 1-17																			
1-2	300	15,18	200	0,004 7	0,007	0,6	0,12	0,85	2,1	185,4	184,0	183,5 7	181,4 7	183,4 5	181,3 5	183,6 5	181,5 5	1,95	2,65
2-3	325	15,18	200	0,002 2	0,007	0,6	0,12	0,85	2,275	184,0	183,3	181,4 7	179,2 0	181,3 5	179,0 8	181,5 5	179,2 8	2,65	4,22
3-4	335	26,04	250	0,002 4	0,005	0,59	0,15	0,85	1,675	183,3	182,5	179,2 0	177,5 2	179,0 5	177,3 7	179,3 0	177,6 2	4,25	5,13
4-5	575	36,58	350	0,003 5	0,004	0,45	0,16	0,86	2,3	182,5	180,5	177,5 2	175,2 2	177,3 6	175,0 6	177,7 1	175,4 1	5,14	5,44
5-6	240	36,58	350	0,001 7	0,004	0,45	0,16	0,86	0,96	180,5	180,1	175,2 2	174,2 6	175,0 6	174,1 0	175,4 1	174,4 5	5,44	6,00
6-7	260	62,80	400	0,002 3	0,003	0,55	0,22	0,89	0,78	180,1	179,5	174,2 6	173,4 8	174,0 4	173,2 6	174,4 4	173,6 6	6,06	6,24
7-8	265	86,26	450	0,004 2	0,002 5	0,6	0,27	0,9	0,662 5	179,5	178,4	173,4 8	172,8 2	173,2 1	172,5 5	173,6 6	173,0 0	6,29	5,85
8-9	245	111,2 1	450	0,002 4	0,002 5	0,7	0,32	0,94	0,612 5	178,4	177,8	172,8 2	172,2 1	172,5 0	171,8 9	172,9 5	172,3 4	5,90	5,91
9-10	245	129,5	500	0,003	0,003	0,6	0,30	1,06	0,735	177,8	177,0	172,2	171,4	171,9	171,1	172,4	171,6	5,90	5,83

		4		3								1	7	1	7	1	7			
10-11	260	152,6 9	550	0,002 3	0,003	0,6	0,33	1,1	0,78	177,0	176,4	171,4 7	170,6 9	171,1 4	170,3 6	171,6 9	170,9 1	5,86	6,04	
11-12	245	177,1 1	550	0,001 6	0,003	0,63	0,35	1,14	0,735	176,4	176,0	170,6 9	169,9 6	170,3 4	169,6 1	170,8 9	170,1 6	6,06	6,39	
12-13	255	192,2 2	600	0,002 4	0,003	0,58	0,35	1,18	0,765	176,0	175,4	169,9 6	169,1 9	169,6 1	168,8 4	170,2 1	169,4 4	6,39	6,56	
13-14	255	232,2 8	600	0,000 8	0,003	0,65	0,39	1,23	0,765	175,4	175,2	169,1 9	168,4 3	168,8 0	168,0 4	169,4 0	168,6 4	6,60	7,16	
14-15	250	245,0 3	600	0,002 4	0,003	0,66	0,40	1,23	0,75	175,2	174,6	168,4 3	167,6 8	168,0 3	167,2 8	168,6 3	167,8 8	7,17	7,32	
15-16	250	279,9 5	600	0,002 4	0,003	0,74	0,44	1,26	0,75	174,6	174,0	167,6 8	166,9 3	167,2 3	166,4 8	167,8 3	167,0 8	7,37	7,52	
16-17	240	315,2 7	700	0,002 1	0,003	0,6	0,42	1,3	0,72	174,0	173,5	166,9 3	166,2 1	166,5 1	165,7 9	167,2 1	166,4 9	7,50	7,72	
17-KHC	70	350,1 3	700	0,007 1	0,003	0,65	0,455	1,36	0,21	173,5	173,0	166,2 1	166,0 0	165,7 5	165,5 4	166,4 5	166,2 4	7,75	7,46	
Окремий прилеглий колекто побутової мережі																				
1'-2'	200	8,65	200	0,005 0	0,007	0,4	0,08	0,74	1,4	184,0	183,0	182,3 8	180,9 8	182,3 0	180,9 0	182,5 0	181,1 0	1,70	2,10	
2'-3'	320	8,65	200	0,002 5	0,007	0,4	0,08	0,74	2,24	183,0	182,2	180,9 8	178,7 4	180,9 0	178,6 6	181,1 0	178,8 6	2,10	3,54	
3'-4'	340	16,26	250	0,002 1	0,004 5	0,47	0,117 5	0,75	1,53	182,2	181,5	178,7 4	177,2 1	178,6 2	177,0 9	178,8 7	177,3 4	3,58	4,41	
4'-5'	350	21,69	300	0,002 0	0,005	0,4	0,12	0,82	1,75	181,5	180,8	177,2 1	175,4 6	177,0 9	175,3 4	177,3 9	175,6 4	4,41	5,46	
5'-6	245	27,96	300	0,002 9	0,005	0,45	0,135	0,88	1,225	180,8 0	180,1 0	175,4 6	174,2 4	175,3 3	174,1 0	175,6 3	174,4 0	5,47	6,00	

4. Проектування дощової мережі

При проектуванні водостоків належить керуватися рекомендаціями:

1. Трасування водостоків виконується з урахуванням рельєфу місцевості. Водостоки бажано укладати приблизно паралельно до уклону поверхні землі, особливо коли є ґрунтові води й пливуні.

2. При трасуванні необхідно намагатися, щоб водостоки проектувалися по найкоротших напрямках до найближчих водойм.

3. Бажано водостоки укладати паралельно вуличним колекторам побутової мережі, щоб запобігти перехрещень побутових колекторів з водостоками.

Розрахунок дощової мережі полягає в визначенні розрахункових витрат на ділянках та підбір діаметрів, ухилів труб та швидкості течії води в водостоках при повному наповненні. Труби на ділянках з'єднують по шелягах труб (при повному наповненні труб.)

4.1 Визначення розрахункових витрат на ділянках водостоків

Розрахункові витрати дощових вод слід визначати за методом граничних інтенсивностей за формулою:

$$q_r = \frac{z_{mid} \cdot A^{1,2} \cdot F}{t_r^{1,2n-0,1}} \cdot \eta m$$

де z_{mid} – середня величина коефіцієнта, який характеризує поверхню басейна стоку, визначають відповідно з ДБН (Таблиця А.6):

A, n – параметри, які визначають відповідно з ДБН

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

$q_{20} = 109$ – інтенсивність дощу л/с на 1 га, тривалістю 20 хв, знаходиться табл. А. 1 ДБН ст. 103;

$m_r=125$ – середня кількість дощів за рік, табл. А. 1 ДБН;

$P=0,99$ – період однократного перевищення розрахункової інтенсивності дощу (таблиця А.2 ДБН):

Таблиця А.6 – Коефіцієнт покриву z для водопроникних поверхонь

Поверхня	Коефіцієнт z для водопроникних поверхонь
Брущата бруківка та чорні щебеневі покриття доріг	0,224
Бруківки	0,145
Щебеневі покриття, не оброблені в'язкими речовинами	0,125
Гравійні садово-паркові доріжки	0,09
Ґрунтові поверхні (сплановані)	0,064
Газони	0,038

Вид поверхні	Доля від загальної площі міста	Z	Окреме значення
Дах	0,33	0,28	$0,28*0,33=0,092$
Брущатні мостові	0,05	0,224	0,011
Булижні мостові	0,03	0,145	0,004
Покриття із щебеня	0,05	0,125	0,006
Гравійні садово-паркові доріжки	0,08	0,09	0,007
Ґрунтові поверхні	0,25	0,064	0,016
Газони	0,21	0,038	0,008
Встановлення коефіцієнта	1	-	$\sum Z_{mid}=0,02$

Таблиця А.2 – Період одноразового перевищення розрахункової інтенсивності дощу P для населених пунктів

Умови розташування колекторів		Період одноразового перевищення розрахункової інтенсивності дощу P , років, для населених пунктів при значеннях q_{20}		
		понад 60 до 80	понад 80 до 120	понад 120
На проїздах місцевого значення	На магістральних вулицях			
Сприятливі й середні	Сприятливі	0,33-1	0,5-1	1-2
Несприятливі	Середні	1-1,5	1-2	2-3
Особливо несприятливі	Несприятливі	2-3	3-5	5-10
–	Особливо несприятливі	3-5	5-10	10-20
<p>Примітка 1. Сприятливі умови розташування колекторів: – басейн площею не більше ніж 150 га має плоский рельєф при середньому ухлоні поверхні 0,005 і менше; – колектор проходить по вододілу або у верхній частині схилу на відстані від вододілу не більше ніж 400 м.</p> <p>Примітка 2. Середні умови розташування колекторів: – басейн площею понад 150 га має плоский рельєф з ухломом 0,005 і менше; – колектор проходить у нижній частині схилу по тальвегу з ухломом схилів 0,02 і менше, при цьому площа басейну не перевищує 150 га.</p> <p>Примітка 3. Несприятливі умови розташування колекторів: – колектор проходить у нижній частині схилу, площа басейну перевищує 150 га; – колектор проходить по тальвегу із крутими схилами при середньому ухлоні схилів понад 0,02.</p> <p>Примітка 4. Особливо несприятливі умови розташування колекторів: колектор відводить воду із замкнутого зниженого місця (котловини).</p>				

$\gamma = 1,54$ – показник ступеню, табл. А. 1 ДБН;

F – розрахункова площа стоку, га;

t_r – розрахункова тривалість руху дощових вод по поверхні та трубах до розрахункового перерізу водостоку (хвилин), визначається відповідно до ДБН за формулою:

$$t_r = t_{con} + t_{can} + t_p$$

Для розрахунків можна умовно прийняти, що $(t_{con} + t_{can}) = 11$ хв (час поверхневої концентрації $t_{con} = 10$ хв, а час пробігання по вуличному лотку $t_{can} = 1$ хв),

$$t_p = 0,017 \cdot l_p / v_n$$

де l_p – довжина розрахункових ділянок колектора;

v_n – швидкість руху води на цих ділянках.

- η – коефіцієнт, що враховує нерівномірність випадання дощу на площі стоку, визначається згідно з А.4;
- m – коефіцієнт, що враховує тривалість дощу, приймається при тривалості дощу більше 10 хв таким, що дорівнює одиниці, при тривалості від 2 хв до 10 хв визначається за формулою:

$$m = 0,457 t_r^{0,34}. \quad (\text{A.2})$$

Таблиця А.5 – Коефіцієнт η для врахування нерівномірності випадання дощу по площі

Площа стоку F , га	< 500	500	1000	2000	4000	6000	8000	10000
Значення коефіцієнта η	1,00	0,95	0,90	0,85	0,8	0,7	0,6	0,55

Крім того, при знаходженні розрахункових витрат дощових вод слід враховувати заповнення вільної місткості дощової мережі в момент виникнення напірного режиму. Ця обставина потребує введення коефіцієнта β , що знаходиться згідно ДБН.

А.9 Значення коефіцієнта β слід визначати згідно з таблицею А.8.

Таблиця А.8 – Коефіцієнт β

Показник ступеня n	$\leq 0,4$	0,5	0,6	$\geq 0,7$
Значення коефіцієнта β	0,80	0,75	0,70	0,65

Примітка 1. При уклонах місцевості 0,01-0,03 подані у таблиці значення коефіцієнта β можна збільшувати на 10-15 %, а при уклонах місцевості понад 0,03 приймати за одиницю.

Примітка 2. Якщо загальне число ділянок на дощовому колекторі або на припливах менше ніж 10, то значення β при всіх уклонах можна зменшувати на 10 % при числі ділянок від 4 до 10 і на 15 % при числі ділянок менше ніж 4.

Таким чином, формула для знаходження розрахункових витрат буде мати вигляд:

$$q_{\text{cal}} = \beta \cdot q_r$$

Таблиця 7

Гідравлічний розрахунок колекторів дощової мережі

Ном ер діля	Дов жин а	сума рна пло	Попе редн я	tr	tr	r(1.2n-0.1)	η	m	qr	β	qcal	Ухили		d,мм	Напо вненн я	Висота	Шв идкі сть	%	Падіння по	Відмітка						Заглиблення в м.	
												із	igr							Поверхні землі		Лотка		Щелиги		П	К
																				П	К	П	К	П	К		
1-2	320	13,6	1,9	2,86	13,86	7,69	1	1,12	1135,6	0,65	738,15	0,0031	0,007	700	0,983	0,69	1,9	-0,53	2,24	184,90	183,90	183,20	180,96	183,90	181,66	1,70	2,94
2-3	340	26,8	2,1	2,75	13,75	7,65		1,11	2245,7		1459,7	0,0021	0,007	900	0,999	0,90	2,3	-9,52	2,38	183,90	183,20	180,76	178,38	181,66	179,28	3,14	4,82
3-4	340	40	2,2	2,63	13,63	7,59		1,11	3365,1		2187,3	0,0024	0,0055	1100	0,969	1,07	2,3	-4,55	1,87	183,20	182,40	178,18	176,31	179,28	177,41	5,02	6,09
4-5	580	60	2,2	4,48	15,48	8,38		1,16	4774,6		3103,5	0,0033	0,0045	1300	0,983	1,28	2,4	-9,09	2,61	182,40	180,50	176,11	173,50	177,41	174,80	6,29	7,00
5-6	260	97,5	2,3	1,92	12,92	7,28		1,09	8394,9		5456,7	0,0038	0,003	1750	0,98	1,72	2,4	-2,17	0,78	180,50	179,50	173,05	172,27	174,80	174,02	7,45	7,23
6-7	250	135	2,3	1,85	12,85	7,25		1,09	11653		7574,3	0,0040	0,0025	2000	0,989	1,98	2,4	-4,35	0,63	179,50	178,50	172,02	171,40	174,02	173,40	7,48	7,11
Прилеглий колектор																											
1'-2'	320	8,9	1,7	3,20	14,20	7,84	1	1,13	735,43	0,65	478,03	0,0044	0,006	600	0,989	0,59	1,73	-1,76	1,92	184,20	182,80	182,60	180,68	183,20	181,28	1,60	2,12
2'-3'	340	17,7	1,8	3,21	14,21	7,84		1,13	1460,44		949,28	0,0035	0,005	800	0,951	0,76	1,91	-5,89	1,7	182,80	181,60	180,48	178,78	181,28	179,58	2,32	2,82
3'-4'	320	26	2,1	2,59	13,59	7,58		1,11	2189,93		1423,5	0,0034	0,007	900	0,99	0,89	2,28	-8,62	2,24	181,60	180,50	178,68	176,44	179,58	177,34	2,92	4,06
4'-5'	350	35,1	2,1	2,83	13,83	7,68		1,12	2933,66		1906,9	0,0029	0,004	1100	0,968	1,06	2,24	-6,86	1,4	180,50	179,50	176,24	174,84	177,34	175,94	4,26	4,66
5'-7'	320	41,6	2,2	2,47	13,47	7,52		1,11	3517,20		2286,2	0,0047	0,004	1200	0,976	1,17	2,35	-6,59	1,28	179,50	178,00	174,74	173,46	175,94	174,66	4,76	4,54

2. КАНАЛІЗАЦІЙНА НАСОСНА СТАНЦІЯ

Консультант / _____ /

Здобувач / _____ /

Для подачі суміші господарчо-побутових і промислових стічних вод від міста на очисні споруди водовідведення запроектована головна насосна станція. Каналізаційна насосна станція приймається з автоматичним керуванням роботою насосних агрегатів і допоміжних механізмів. В проєкті прийнято конструкцію каналізаційної насосної станції камерного типу. Конструктивно насосна станція складається з підземної частини круглої в плані форми й прямокутної надземної частини. В свою чергу підземна частина розділена на два відсіки глухою водонепроникною перегородкою: в одному відсіку розташовані прийомний резервуар і грабельне приміщення, в другому - машинний зал.

У машинному залі розташовані основні фекальні насоси з електродвигунами і необхідна арматури а також допоміжне насосне обладнання; у грабельному - ґрати механізовані. 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

Головні каналізаційні очисні споруди знаходяться на відстані 2,0 км від каналізаційної насосної станції. Мах відмітка подачі стічної води 173,300 м. Відмітку мах рівня води в резервуарі приймаємо на глибині залягання лотка підводячого колектора, тобто 166,81 м. Середній рівень води в резервуарі приймаємо на 1 м нижче, тобто 165,81 м. Мінімальний рівень в резервуарі приймаємо на позначці 165,81 м.

2.2. Сумарний графік надходження стічних вод від населеного пункту до каналізаційної насосної станції

Для можливості якісного підбору насосної станції необхідно мати погодинний графік надходження стічних вод від міста до насосної станції. Вказаний графік будується на основі суміщення погодинних графіків надходження господарсько-побутових стічних вод від населення і виробничих стічних вод від промислових підприємств. Графік надходження господарсько-побутових стічних вод від населення міста залежить від коефіцієнта годинної нерівномірності, який визначається у відповідності від величини загальної добової витрати стічних вод. Графік надходження виробничих стічних вод від промислових підприємств залежить від технології виробництва, кількості випускаємої продукції і режиму роботи підприємств. Сумарне надходження стічних вод від населення міста зводимо в таблицю 2.1.

Визначення притоку стічних вод від населення по годинам доби

Таблиця 2.1

Години доби	Відсоток розподілу	Кількість стічних вод від населення, $m^3/год$
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	17640

Сумарне надходження стічних вод від промислових підприємств зводимо в таблицю 2.2.

**Визначення притоку промислових стічних вод від пром.
підприємств по годинам доби**

Таблиця 2.2

Години доби	Зміна	Відсоток розподілу	Кількість стічних вод від підприємств, м ³ /год			Загальна витрата
			№1	№2	№3	
1	2	3	4	5	6	7
0-1	3	3,75	24	39	31,5	94,5
1-2		3,75	24	39	31,5	94,5
2-3		3,75	24	39	31,5	94,5
3-4		3,75	24	39	31,5	94,5
4-5		3,75	24	39	31,5	94,5
5-6		3,75	24	39	31,5	94,5
6-7		3,75	24	39	31,5	94,5
7-8		5,00	32	52	42	126
8-9	1	4,50	29	46,8	37,8	113,6
9-10		4,50	29	46,8	37,8	113,6
10-11		4,50	29	46,8	37,8	113,6
11-12		4,50	29	46,8	37,8	113,6
12-13		4,50	29	46,8	37,8	113,6
13-14		4,50	29	46,8	37,8	113,6
14-15		4,50	29	46,8	37,8	113,6
15-16		5,79	37	62,4	50,4	149,8
16-17	2	3,75	24	39	31,5	94,5
17-18		3,75	24	39	31,5	94,5
18-19		3,75	24	39	31,5	94,5
19-20		3,75	24	39	31,5	94,5
20-21		3,75	24	39	31,5	94,5
21-22		3,75	24	39	31,5	94,5
22-23		3,75	24	39	31,5	94,5
23-24		5,00	32	52	42	126
		100	693,7	144,9	77,0	2615

Сумарні дані витрат стічних вод по всьому місту зведені в таблицю 2.3.

Звідні дані по водовідведенню міста

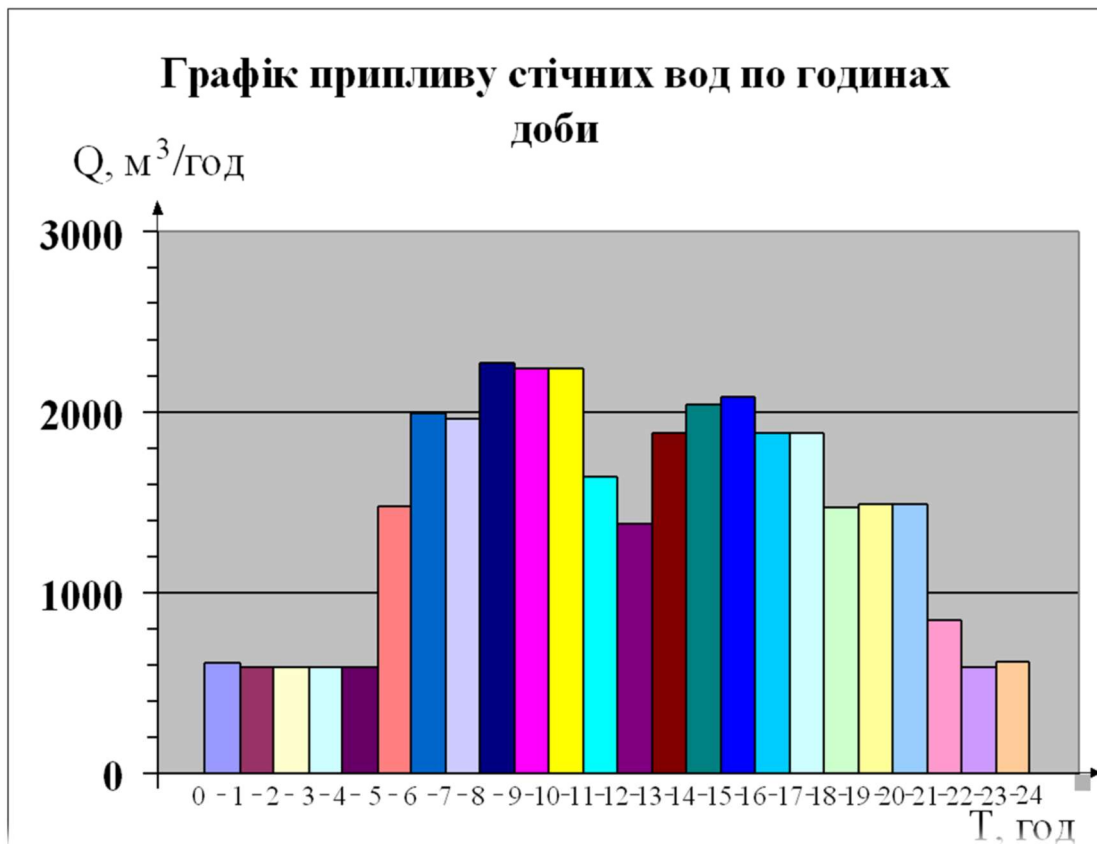
Таблиця 2.3

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	17639,0	2520	173,09	56,12	20254,0

Q_{max}=2271,3 м³/год;

Q_{сер}=1446,26 м³/год.

За даними таблиці № 2.3 будемо 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

Від насосної станції двома водоводами стічні води перекачуються на головні каналізаційні споруди.

Витрата, яка подається по одному напірному водоводу становить: одів :

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

За сортаментом труб фірми „RENAU” для нашого Q_{\max} приймаємо сталеві електрозварні емальовані труби по ГОСТ 10707-91. Для напірної каналізації в нашому випадку маємо $D = 500$ мм; $1000i = 2,58$; $V = 1,48$ м/с.

В насосній станції для подачі води розміщені сталеві трубопроводи і

№ позиції	Найменування місцевих опорів	D,мм	Q, л/с	ζ	v, м/с	$v^2/2g$	$v^2/2g$
1	Плавний вхід в трубу	500	315,45	0,2	1,41	0,101	0,0204
2	Коліно	500	315,45	0,5	1,41	0,101	0,0508
3	Перехід звуж.	500	315,45	0,1	2,9	0,429	0,0428
4	Засувка	500	315,45	0,2	2,9	0,429	0,0856
5	Коліно	500	315,45	0,5	2,9	0,429	0,2144
6	Коліно	500	315,45	0,5	2,9	0,429	0,2145
7	Зворот. клапан	500	315,45	1,7	2,9	0,429	0,7288
8	Засувка	500	315,45	0,2	2,9	0,429	0,0858
9	Трійник	500	315,45	1,5	2,9	0,429	0,6431
10-11	Засувка	500	315,45	0,6	1,63	0,135	0,0814

необхідні фасонні частини. В аблицю 2.4.трати напору в трубопроводах і арматурі всередині насосної станції зводимо в т

Втрати напору в насосній станції приведені в табл.2.4.

Таблиця

2.4

Тоді необхідний напір насосів у насосній станції складе:

$$H_{\text{НС}} = H_{\text{СТ}} + h_{\text{НС}} + h_{\text{ВДВ}} + h_{\text{НВ}} + h_{\text{ВИЛ}},$$

$$\text{де } h_{\text{ВИЛ}} = 0,5\text{м}; h_{\text{ВДВ}} = 1,5\text{м}; h_{\text{НС}} = 2\text{м}; h_{\text{НВ}} = 1,1 \cdot 1000i \cdot L = 1,1 \cdot 2,58 \cdot$$

$$1,5 = 4,27\text{м};$$

$$H_{\text{СТ}} = 178,100 - 166,810 = 11,29\text{м}; H_{\text{НС}} = 11,29 + 2 + 1,5 + 4,27 + 0,5 = 19,56$$

м

У відповідності з таблицею 4 втрати напору всередині каналізаційної насосної станції становлять 2,18 м.

Уточнюємо напір НС:

$$H_{\text{НС}} = H_{\text{СТ}} + h_{\text{НС}} + h_{\text{ВДВ}} + h_{\text{НВ}} + h_{\text{ВИЛ}}$$

$$H_{\text{НС}} = 11,29 + 2,18 + 1,5 + 4,26 + 0,5 = 19,71 \text{ м}$$

Категорія надійності станції -I, виходячи з кількості мешканців = 62400 чол. Приймаємо насоси СД 165/25 потужністю - 150 кВт, $Q=165$ л/с, $H = 25$ м, $n = 1000$ об/хв.; КПД = 0,6 в кількості 4-х робочих та два резервних.

2.4. Визначення розмірів машинної зали

У відповідності з економічними вимогами об'єм підземної частини повинен бути мінімальним.

Підземну частину каналізаційних НС приймаємо круглої форми в плані. Приймаємо радіус будівлі підземної частини - 6 м. Висота машинної зали залежить від висотного розташування насосів відносно підлоги машинної зали. У відповідності з діючими вимогами насоси водовідведення повинні становлюватися під залив. Тобто корпус насосів повинен бути встановлений так щоб він був на 0,3 м нижче рівня відмітки в приймальному резервуарі, при якому вмикається перший насос.

Фундамент під насосний агрегат приймаємо розмірами 800x370 мм висотою 1700 мм. При цьому „підлога„ фундаменту повинна бути вища підлоги машинної зали на 500 мм.

При цьому мінімальна висота підземної частини насосної станції становить

$$\begin{aligned} H_{\text{п.з. min}} &= h_{\text{ф}} + 0,5 + h_{\text{обл}} + h_{\text{стр}} + h_2 + h_3 + 0,1 + h_{\text{пер}} = \\ &= 0,5 + 0,5 + 1,963 + 1,0 + 0,5 + 1,705 + 0,1 + 0,4 = 6,8 \text{ м,} \end{aligned}$$

де $h_{\text{ф}}$ - 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.

З урахуванням цього висота заглиблення підлоги насосної станції складе

$$H_{\text{загл}} = h_{\text{обл}} + 0,5 + H_{\text{ван}} + h_{\text{стр}} + h_2 + h_3 + H_N + H_{\text{пер}} = \\ = 1,963 + 0,5 + 3,290 + 1 + 1,705 + 0,36 + 0,2 = 9,02 \text{ м}$$

З урахуванням глибини залягання підходящого колектора - 8,25 м, що дорівнює максимальному рівню води в приймальному резервуарі, знаходимо:

$$H_{\text{загл}} = H_{\text{підв.кол.}} + H_{\text{мах.}} + H_{\text{пр.р.}} = 8,25 + 1,6 + 3 = 12,86 \text{ м.}$$

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

Визначаємо потрібну висоту наземної частини

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

Приймаємо висоту наземної частини 5 м.

2.5. Підйомно-транспортне обладнання

Для транстартування 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. Технічні характеристики підвісних кранів з електроприводом. Для монтажу демонтажу насосів приймаємо кран вантажопідйомністю 3.5 т, для решіток - 2 т.

Технічні характеристики підвісних кранів з електроприводом.

Таблиця 2.5

Довжина крана	Ширина крана	Висота крана	Вантажопідйомність	Тип крана	Розміри	Тип електропривода	Висота підкранового прогону	Вага крана

			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

Перед надходженням стічних вод до насосів, вони повинні пройти через спеціальні решітки. Затримане на решітках крупне сміття подрібнюється на дробарках і знову повертається в лоток зі стічною рідиною. Для витрат розглядуваних в даній роботі для встановлення приймаємо решітку РД-300 в кількості 2-х робочих та 1 резервної. Технічні дані цієї 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, м ²	Швидкість руху стіч рідини в щілинах решіток дробарок, м/с	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

Шафи керування для насосів типу СД «Grundfos»

Шафи керування насосами й поплавковими вимикачами поставляються для насосів, обладнаних:

- електродвигунами потужністю до - 15 кВт, прямий пуск

- електродвигунами потужністю до - 130 кВт, пуску за схемою "зірка-трикутник".

Для насосів моделі СД поставляються 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.

Шафи керування насосом у вибухово-захищеному виконанні з LC 108 або LCD 108 вимагає наявності допоміжної шафи керування LC-Ex 4.

Вбудована в LC-Ex 4 захист, у якій використовується замикаючий ефект Зенера, забезпечує умови, при яких сигнали до/від LC 108 або LCD 108 не створюють ніякої небезпеки, потрапляючи в потенційно вибухонебезпечну зону, навіть якщо виникає найбільш серйозна з можливих несправностей LC 108 або LCD108.

Увага: LC-Ex 4, LC 108, LCD 108 не можна розміщати в вибухонебезпечній зоні.

До допоміжного обладнання насосних станцій відносять в першу чергу дренажні насоси, які призначені для відкачування дренажних вод, що надходять

в колодязь з навколишнього ґрунту. Їх також можливо застосовувати при виникненні аварійних ситуацій. 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. Габарити насоса в плані: 947x320. Потужність 3,7 кВт, маса-130 кг.

Підбір водовимірювача

В якості вимірювального пристрою в насосній станції приймаємо трубу Вентурі, яка рекомендована для каналізаційних НС D=400 мм, $v=1,63$ м/с.

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

Приймаємо $m=0,2$

$$h = \frac{1.63^2}{2 \cdot 9.81} \left(\frac{1}{0.2^2} - 1 \right) = 3.25$$

$$h_{\text{дов}} = h \cdot 0.14(1 - m) = 3.25 \cdot 0.14 \cdot (1 - 0.2) = 1.37 \text{ м}$$

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

$$H_{\text{НС}} = 11,29 + 2,17 + 1,37 + 4,25 + 0,5 = 19,57 \text{ м}$$

Підбір вентилятора

У відповідності з діючими нормами в приміщенні решіток необхідно передбачити 5-ти кратний обмін об'єму повітря.

$$Q_{\text{вент}} = 5(W_{\text{н.ч.реш}} + W_{\text{н.ч.реш}}) = 5 \cdot (148,7 + 291,5) = 2201 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Приймаємо для встановлення вентилятори ЦАГИ МГ 5 в кількості 3 шт. з характеристиками $Q = 3000 \text{ м}^3/\text{г}$ $n = 1400 \text{ об/хв.}$

В інших приміщеннях передбачаємо однократний обмін об'єм повітря.

3. МІСЬКІ ОЧИСНІ СПОРУДИ

ВОДОВІДВЕДЕННЯ

Консультант / _____ /

Здобувач / _____ /

1. Визначення розрахункових витрат і концентрацій забруднень стічних вод

За розрахунками, які були проведені в розділі 1, отримані наступні вихідні дані для розрахунку міських споруд системи водовідведення міста.

- Добова витрата від житлових районів міста:
- район 1 – 9611 м³/добу;
- район 2 – 8028 м³/добу.

Всього від житлових кварталів міста – 17639 м³/добу.

- Добове водовідведення промислових стічних вод:
- підприємство № 1 – 2040 м³/добу;
- підприємство № 2 – 375 м³/добу;
- підприємство № 3 – 200 м³/добу.

Всього промислових стічних вод – 2615 м³/добу.

Добова господарсько-побутових стічних вод від підприємств:

- підприємство № 1 – 12,4 м³/добу;
- підприємство № 2 – 20,3 м³/добу;
- підприємство № 3 – 12,4 м³/добу.

Всього господарсько-побутових стічних вод від підприємств – 45,1 м³/добу.

Добове водовідведення душових стічних вод від підприємств:

- підприємство № 1 – 22,5 м³/добу;
- підприємство № 2 – 33,75 м³/добу;
- підприємство № 3 – 16,89 м³/добу.

Всього господарсько-побутових стічних вод від підприємств – 73,14 м³/добу.

Кількість мешканців в 1 районі:

$$N_{(ос)1} = \frac{Q_d^w (\text{м}^3/\text{добу}) \cdot 1000 (\text{л}/\text{м}^3)}{q_0 (\text{л}/\text{ос} \cdot \text{добу})} = \frac{9612 \times 1000}{260} = 36970 \text{ ос,}$$

Кількість мешканців у 2 районі:

$$N_{(oc)2} = \frac{8029 \times 1000}{175} = 45880 \text{ ос.}$$

Кількість мешканців в місті:

$$N_M = N_1 + N_2 = 36970 + 45880 = 82850 \text{ ос.},$$

Визначення добових витрат з населеного пункту:

$$Q_{\text{заг}} \left(\text{м}^3 / \text{добу} \right) = Q_I + Q_{II} + Q_1 + Q_2 + Q_3 = 20254 \text{ м}^3 / \text{добу.}$$

1.2. Визначення концентрацій забруднень стічних вод

Концентрацією забруднень – називають кількість забруднень, що приходить на 1 одиницю об'єму стічних вод ($\text{мг}/\text{дм}^3$; $\text{г}/\text{м}^3$). Концентрація забруднень залежить від норми водовідведення.

Основними показниками характеристики міських стічних вод є концентрація забруднень по завислим речовинам і по БСК_{повн}.

а) Концентрація забруднень госп-побутових стічних вод від населення:

- по завислим речовинах в стічних вод по районах, $\text{мг}/\text{дм}^3$:

$$C_{P1}^W = \frac{a}{q_0} \times 1000 = \frac{65}{260} \times 1000 = 250 \text{ мг}/\text{дм}^3,$$

$$C_{P2}^W = \frac{65}{175} \times 1000 = 371,43 \text{ мг}/\text{дм}^3,$$

- Концентрація БСК_{повн} в стічних водах району, $\text{мг}/\text{дм}^3$:

$$L_{P1}^W = \frac{a_1}{q_0} \times 1000 = \frac{75}{260} \times 1000 = 288,46 \text{ мг}/\text{дм}^3,$$

$$L_{P2}^W = \frac{75}{175} \times 1000 = 428,58 \text{ мг}/\text{дм}^3,$$

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

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

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

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

- по завислим речовинах, $\text{мг}/\text{дм}^3$:

$$C_{\text{заг}} = \frac{Q_1 C_1 + Q_2 C_2 + Q_{N1} C_{N1} + Q_{N2} C_{N2} + Q_{N3} C_{N3}}{Q_1 + Q_2 + Q_{N1} + Q_{N2} + Q_{N3}} =$$

$$= \frac{9612 \times 250 + 8029 \times 371,43 + 2040 \times 150 + 375 \times 320 + 200 \times 420}{9612 + 8029 + 2040 + 375 + 200} = 291,04 \text{ мг/дм}^3,$$

$$C_{\text{ен}} = \frac{Q_d^w \cdot C_p^w + \sum(Q_{di}^P \cdot C_{pi}^P)}{Q_d^w + \sum Q_{di}^P} \cdot K_C = C_{\text{заг}} \times K_C = 291,04 \times 1,1 = 320,14 \text{ г/м}^3,$$

- по БСК_{повн}, мг/дм³:

$$L_{\text{заг}} = \frac{Q_1 L_1 + Q_2 L_2 + Q_{N1} L_{N1} + Q_{N2} L_{N2} + Q_{N3} L_{N3}}{Q_1 + Q_2 + Q_{N1} + Q_{N2} + Q_{N3}} =$$

$$= \frac{9612 \times 288,46 + 8029 \times 428,58 + 2040 \times 340 + 375 \times 350 + 200 \times 430}{9612 + 8029 + 2040 + 375 + 200} = 351,73 \text{ мг/дм}^3,$$

$$L_{\text{ен}} = \frac{Q_d^w \cdot L_p^w + \sum(Q_{di}^P \cdot L_{pi}^P)}{Q_d^w + \sum Q_{di}^P} \cdot K_L = L_{\text{заг}} \times K_L = 351,73 \times 1,05 = 369,32 \text{ г/м}^3;$$

де Q_d^w – добова витрата гос-побутових стічних вод від населення міста, м³/добу;

Q_{di}^P – добові витрати стічних вод від промислових підприємств, м³/добу;

C_{pi}^P – концентрація завислих речовин у стічних водах промислових підприємств, мг/л;

L_{pi}^P – концентрація забруднень по БСК_{повн} у стічних водах промислових підприємств, мг/л;

K_C – 1,08 ÷ 1,10 – коефіцієнт, що враховує збільшення концентрації забруднень по зважених речовинах за рахунок надходження мулової води після обробки осаду;

K_L – 1,02 ÷ 1,05 – коефіцієнт, що враховує збільшення концентрації забруднень по БСК_{повн} за рахунок надходження мулової води після обробки осаду.

Концентрація забруднень по БСК_{повн} освітлених стічних вод:

$$L_{\text{осв}} = L_{\text{заг}} \cdot \frac{40}{75} = 369,32 \cdot \frac{40}{75} = 196,97 \text{ , мг/дм}^3.$$

1.3 Визначення приведенного числа жителів

а

де N - число жителів міста;

$NEKBC$ - еквівалентне число жителів по завислих речовинах:

$$NEKBC = \sum (Q_{diP} \cdot C_{diP}) \cdot a.$$

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

$$\text{Підприємство №1 } N_{ekv\text{№1}} = \frac{2040 \cdot 150}{65} = 4708$$

$$\text{В підприємство №2 } N_{ekv\text{№2}} = \frac{375 \cdot 320}{65} = 1847$$

$$\text{Підприємство №3 } N_{ekv\text{№3}} = \frac{200 \cdot 420}{65} = 1293$$

Приведена кількість жителів за завислими речовинами:

$$\begin{aligned} N_{priv}^{3B} &= N + N_{ekv} = N_1 + N_2 + N_{ekv\text{№1}} + N_{ekv\text{№2}} + N_{ekv\text{№3}} \\ &= 36970 + 45880 + 4708 + 1847 + 1293 = 90698 \end{aligned}$$

ч

2. Визначення необхідного ступеня очищення стічних вод

и

Основними показниками забруднень міських стічних вод є концентрація

завислих речовин і БСК_{повн}.

а) Необхідний ступінь очищення стічних вод по завислих речовинах, %:

$$\begin{aligned} \text{ж} \quad \Theta &= \frac{C_{еп} - C_{ех}}{C_{еп}} \cdot 100 = \frac{320,14 - 15}{320,14} \cdot 100 = 95,31\% \\ \text{и} \end{aligned}$$

де $C_{ех}$ - концентрація зважених речовин у стічних водах, що допускати, до спуска у водойму, 15 мг/дм³

л Необхідний ступінь очищення СВ по завислих речовинах на первинних відстійниках при подачі на аеротенки:

$$\begin{aligned} \text{в} \quad \Theta_{\text{відст}} &= \frac{C_{еп} - C_{ех}}{C_{еп}} \cdot 100 = \frac{320,14 - 150}{320,14} \cdot 100 = 53,15\% \end{aligned}$$

де - $C_{ех}$ - концентрація зважених речовин у стічних водах, що допускати, до спуска у водойму, 150 мг/дм³.

о

з

а

б) Необхідний ступінь очищення за БСК_{повн}:

$$\mathcal{E}_{\text{БСК}} = \frac{L_{\text{еп}} - L_{\text{ех}}}{L_{\text{еп}}} \cdot 100 = \frac{369,32 - 15}{369,32} \cdot 100 = 95,94\%$$

де $L_{\text{ех}}$ - концентрація органічних забруднень по БПК_{повн} у стічній воді, припустимої до скидання у водойму, 15 мг/дм³

$$\mathcal{E}_{\text{БСК}_{\text{осв}}} = \frac{L_{\text{осв}} - L_{\text{ех}}}{L_{\text{осв}}} \cdot 100 = \frac{196,97 - 15}{196,97} \cdot 100 = 92,38\%$$

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

Вибір методу очищення стічних вод, як правило, роблять на підставі отриманих результатів визначення необхідного ступеня очищення. В проєкті прийнята повна біологічна очистка стічних вод. Склад очисних споруд складає:

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

4. Розрахунок очисних споруд.

Розрахунок споруд механічного очищення стічних вод

4.1. Приймальна камера

Звичайно стічні води надходять на очисні спорудження по напірним водоводам. Приймальна камера призначається для прийому стічних вод, що надходять на очисні споруди, гасіння швидкості потоку рідини й сполучення трубопроводів з відкритим лотком.

4.2 Решітки

Для затримки великих плаваючих покидьків на очисних спорудженнях установлюють решітки зі стрижнями прямокутної форми із прозорами не більше 16 мм (п. 6.16 [8]).

Решітки оснащуються механізованими граблинами для зняття покидьків. При кількості покидьків менш 0,1 м³/добу допускається установка решіток з ручним очищенням.

Резервні решітки встановлюють залежно від розрахункового числа робочих агрегатів. При числі робочих решіток до трьох включно - дві резервні. Схема установки решіток приведена на рис.5.

Швидкість руху стічної рідини в прозорах решітки становить

$$V_{\text{пр}}(\text{м/с}) = \frac{q \text{ (м}^3\text{/с)}}{F_{\text{зар}}(\text{м}^2)} = \frac{0,18}{0,2} = 0,9$$

При цьому втрати напору в решітках складуть:

$$h_{\text{гр}}(\text{м}) = \xi \cdot \frac{V_{\text{пр}}^2}{2 \cdot g} \cdot P = 0,93 \cdot \frac{0,9^2}{2} \cdot 3 = 2,26,$$

Швидкість руху стічної рідини в прозорах решітки становить

$$V_{\text{пр}}(\text{м/с}) = \frac{q \text{ (м}^3\text{/с)}}{F_{\text{зар}}(\text{м}^2)} = \frac{0,18}{0,2} = 0,9$$

При цьому втрати напору в решітках складуть:

$$h_{\text{гр}}(\text{м}) = \xi \cdot \frac{V_{\text{пр}}^2}{2 \cdot g} \cdot P = 0,93 \cdot \frac{0,9^2}{2} \cdot 3 = 2,26,$$

де ξ - коефіцієнт місцевого опору для круглих стержнів:

$$\xi = \beta \cdot \left(\frac{s}{b}\right)^{4/3} \cdot \sin\alpha = 1,79 \cdot \left(\frac{0,008}{0,016}\right)^{4/3} \cdot 0,87 = 0,93$$

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

де: β - коефіцієнт, що залежить від форми поперечного перерізу стержнів ґрат (для прямокутних стержнів

$\beta = 2,42$ - для стержнів прямокутної форми;

$\beta = 1,79$ - для круглих стержнів;

$\beta = 1,83$ - для прямокутних з заокругленими ребрами; P - коефіцієнт, що враховує забрудненість поверхні ґрат під час експлуатації: 3;

Добова кількість покидьків, затримуваних на решітках:

Кількість відходів, що буде затримуватися на решітках розраховують за приведеною кількістю жителів:

За рік:

$$W_{\text{відх}}^{\text{рік}} = \frac{8 \cdot N_{\text{priv}}^{\text{зв}}}{1000} = \frac{8 \cdot 90698}{1000} = 725,58$$

За добу:

$$W_{\text{відх}}^{\text{доб}} = \frac{W_{\text{відх}}^{\text{рік}}}{365} = \frac{725,58}{365} = 1,99,$$

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

При щільності відходів $\rho = 0,750 \text{ т/м}^3$ їх добова кількість, вологість 80% становить (т/доб):

$$G_{\text{п}} = \rho_{\text{п}} \cdot W_{\text{відх}}^{\text{доб}} = 0,75 \cdot 1,99 = 1,49.$$

4.3. Піскоуловлювачі

Піскоуловлювачі необхідно передбачати для виділення зі стічних вод мінеральних домішок. Число піскоуловлювачів або відділень піскоуловлювачів слід приймати не менш двох, причому всі піскоуловлювачі й відділення повинні бути робочими.

Приймаємо до встановлення аеровані горизонтальні піскоуловлювачі з поздовжнім рухом рідини.

Приймаємо типорозмір відділень пісковловлювача:

(А) - шириною $b=3$ м; глибиною $h=2,1$ м; довжиною $L = 12$ м.

При цьому дозволений діапазон швидкості води примаксимальній витраті складає $0,08...0,12$ м/с.

Для затримання піску приймається аеруємий пісковловлювач.

Гідравлічна крупність $U_0=18,7$ мм/с.

Тривалість протікання при максимальному припливі, с:

$$t_{\text{ПР}} = \frac{L_S \cdot B_S \cdot H_S}{q_{\text{max},s}} = \frac{9 \cdot 2,14 \cdot 0,8}{0,36} = 43 \text{ с}$$

Згідно з рекомендаціями остаточно приймаємо до проєктування 2 типорозміру (А).

Після вибору фактичної кількості відділень (n') визначаємо фактичну швидкість руху води, яка повинна знаходитись в межах $0,08...0,12$ м/с :

$$V_{\text{факт}} \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right) = \frac{Q_{\text{max}}(\text{м}^3/\text{год})}{n' \cdot b(\text{м}) \cdot h(\text{м}) \cdot 3600 \left(\frac{\text{с}}{\text{год}} \right)} = \frac{1231,41}{2 \cdot 3 \cdot 0,8 \cdot 3600} = 0,08 \text{ м/с} .$$

Видалення піску з піскоуловлювачів здійснюється гідроелеваторами напіскові майданчики або в піскові бункери.

Піскові майданчики

Для підсушування піску, що надходить із піскоуловлювачів, необхідно передбачати майданчики з обмежувачами висотою $1+2$ м. Для підсушування затриманого в пісковловлювачі піску належить запроектувати піскові майданчики - 2, або 4-прямокутні карти розмірами $B \times L$,

де B – ширина карти; L – довжина карти.

Об'єм піску, затримуваного піскоуловлювачами:

$$W_s = \frac{0,03 \cdot N_{\text{priv}}}{1000} = \frac{0,03 \cdot 90698}{1000} = 2,72, (\text{м}^3/\text{доб})$$

Приймаємо 2 карти площею 10×20 м.

4.4. Первинні відстійники

Для видалення грубодисперсних домішок зі стічних вод застосовують відстоювання. В проєкті приймаємо горизонтальні відстійники радіального типу з центральною подою подачею стічних вод.

Розрахунок первинних відстійників

Розрахунок первинних відстійників здійснюють по кінетиці випадіння завислих речовин, з урахуванням необхідного ефекту освітління.

1. Необхідний ефект освітлення:

$$\Xi = \frac{C_{en} - C_{cdp}}{C_{en}} \cdot 100 \% = \frac{297,73 - 150}{297,73} \cdot 100 \% = 49,62 \% ,$$

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

C_{cdp} – концентрація завислих речовин у проясненій воді, що надходить в аеротенки мг/дм³.

2. Розрахункове значення гідравлічної крупності U_0

необхідно визначати за формулою:

$$U_0 = \frac{1000 H_{set} \cdot K_{set}}{t_{set} \left(\frac{H_{set} \cdot K_{set}}{h_1} \right)^{n_2}} = \frac{1000 \cdot 3,1 \cdot 0,45}{632 \left(\frac{3,1 \cdot 0,45}{0,5} \right)^{0,25}} = 1,71$$

де H_{set} – глибина проточної частини відстійника (табл. 3), м;

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

- для горизонтальних відстійників - 0,5;

- для радіальних - 0,45;

- для вертикальних - 0,35;

t_{set} – тривалість відстоювання, с.

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

$$q_{set} = 2,8K_{set}(D_{set}^2 - d_{en}^2)(u_0 - v_{tb}) = 2,8 \cdot 0,45 \cdot (24^2 - 1,6^2)(1,71 - 0) \\ = 1235,53, (\text{м}^3/\text{год})$$

K_{set} – коефіцієнт використання об'єму проточної частини

відстійника D_{set} – діаметр відстійника, м (таб. 3);

d_{en} – діаметр впускного пристрою, м (таб. 3);

u_0 – значення гідравлічної крупності

v_{tb} – турбулентна складова, мм/с.

4. Після встановлення продуктивності одного відстійника q_{set} , м³/год, встановлюють необхідну кількість відстійників: приймаємо 2 відстійника діаметром 24 м. При цьому фактична швидкість 2,93 мм/с. Кількість осаду по сухій речовині:

$$M_{mud} = \frac{Q_d(C_{en1} - 150)}{10^6} = \frac{19116(297,73 - 150)}{10^6} = 2,82, \text{ т/доб}$$

Діаметри мулових труб для видалення осаду з первинних і вторинних відстійників варто приймати з розрахунку, але не менше 200 мм.

Висоту борта відстійника над поверхнею стічної води слід приймати $h_6 = 0,3$ м.

Переливну крайку водозливу лотків можна передбачити гладкою або зубчастою (з трикутними вирізами). Навантаження на 1 п.м. водозливу не повинне перевищувати 10 л/с.

Висота нейтрального шару 0,3 м.

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

5.1. Аеротенки

Розрахунок аеротенка-витиснювача з регенераторами

1. Ступінь рециркуляції активного мулу R_i , в аеротенках

визначають за формулою:

$$R_i = \frac{a_i}{\frac{1000}{J_i} - a_i} = \frac{2,5}{\frac{1000}{100} - 2,5} = 0,33 ,$$

де a_i , – доза мулу в аеротенку, г/дм³; для аеротенка-витиснювача з регенераторами приймають $a_i = 2 - 3,5$ г/дм³ у діапазоні БСК_{повн} – 150 - 300 мг/дм³;

J_i , – муловий індекс, см³/г; приймають орієнтовно для міських стічних вод 70-100 см³/г.

2. Тривалість перебування стічних вод у самому аеротенку:

$$t_{at} = \frac{2,5}{\sqrt{a_i}} \lg \frac{L_{en}^i}{L_{ex}} = \frac{2,5}{\sqrt{2,5}} \lg \frac{196,97}{15} = 1,77 ,$$

Приймаємо $t_{at} = 2$ год.

де L_{en}^i – БСК_{повн} вихідної стічної води з урахуванням зниження БСК_{повн} при первинному відстоюванні, мг/дм³. Ефективність зниження БСК_{повн} при відстоюванні без інтенсифікації приймають 10+20%. $L_{en}^i = L_{осв}$
 L_{ex} – БСК_{повн} очищеної стічної води, мг/дм³, приймають із розрахунку необхідного ступеня очищення (при повному біологічному очищенні приймають $L_{ex} = 15-20$ мг/дм³).

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

3. Доза мулу в регенераторі:

$$a_r = a_i \left(\frac{1}{R_i} + 1 \right) = 2,5 \left(\frac{1}{0,33} + 1 \right) = 10 .$$

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

$$\rho = \rho_{\max} \frac{L_{\text{ex}} C_0}{L_{\text{ex}} C_0 + K_L C_0 + K_0 L_{\text{ex}}} \cdot \frac{1}{1 + \phi \cdot a_r}$$

$$= 85 \frac{15 \cdot 2}{15 \cdot 2 + 33 \cdot 2 + 0,625 \cdot 15} \cdot \frac{1}{1 + 0,07 \cdot 10} = 14,23$$

де ρ_{\max} – максимальна швидкість окислювання, мг/(г·год). Для міських стічних вод $\rho_{\max} = 85$ мг/(г·год);

C_0 – концентрація розчиненого кисню, мг/дм³: $C_0 = 2$ мг/дм³;

K_L – константа, що характеризує властивості органічних забруднюючих речовин: $K_L = 33$ мг БСКповн/дм³;

K_0 – константа, що характеризує вплив кисню: $K_0 = 0,625$ мг/дм³;

ϕ – коефіцієнт інгібування продуктами розпаду активного мулу, дм³/г:

$\phi = 0,07$ дм³/г.

5. Тривалість окислювання органічних забруднюючих речовин:

$$t_0 = \frac{L_{\text{en}} - L_{\text{ex}}}{R_i a_r (1-s) \rho} = \frac{196,97 - 15}{0,33 \cdot 10 (1 - 0,3) 14,23} = 5,53$$

де S – зольність мулу. Приймається $S = 0,3$.

$$L_{\text{en}} = L_{\text{осв}}$$

5. Тривалість регенерації:

$$t_r = t_0 - t_{\text{at}} = 5,53 - 2 = 3,53$$

Для уточнення мулового індексу J_i необхідно визначити тривалість перебування води в системі «аеротенк-регенератор» - і середню дозу мулу в системі «аеротенк-регенератор».

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

$$t = (1 + R_i) \cdot t_{at} + R_i t_r = (1 + 0,33) \cdot 2 + 0,33 \cdot 3,53 = 3,82$$

7. *Середня доза мулу в системі:*

$$a_{im} = \frac{(1 + R_i) \cdot t_{at} a_i + R_i t_r a_r}{t}$$

$$= \frac{(1 + 0,33) \cdot 2 \cdot 2,5 + 0,33 \cdot 3,53 \cdot 10}{3,82} = 4,79$$

8. *Навантаження на мул:*

$$q_i = \frac{24 \cdot (L_{en} - L_{ex})}{a_{im}(1 - s) \cdot t} = \frac{24(196,74 - 15)}{4,79 \cdot (1 - 0,3) \cdot 3,82} = 340,54$$

$$\rho = 85 \frac{15 \cdot 2}{15 \cdot 2 + 33 \cdot 2 + 0,625 \cdot 15} \cdot \frac{1}{1 + 0,07 \cdot 13,86} = 12,3$$

$$t_0 = \frac{196,74 - 15}{0,22 \cdot 13,86 \cdot (1 - 0,3) \cdot 12,3} = 6,92$$

$$t_r = 6,92 - 2 = 4,92$$

$$t = (1 + 0,22) \cdot 2 + 0,22 \cdot 4,92 = 3,52$$

$$a_{im} = \frac{(1 + 0,22) \cdot 2 \cdot 2,5 + 0,22 \cdot 4,92 \cdot 13,86}{3,52} = 5,99$$

$$q_i = \frac{24(196,74 - 15)}{5,99 \cdot (1 - 0,3) \cdot 3,52} = 295,52$$

9. *Об'єм аеротенка:*

$$W_{at} = t_{at} \cdot (1 + R_i) \cdot q_{\max h} = 2 \cdot (1 + 0,22) \cdot 1231,41 = 3004,64$$

10. *Місткість регенератора:*

$$W_r = t_r R_i q_{\max h} = 4,92 \cdot 0,22 \cdot 1231,41 = 1332,88$$

12. *Загальна місткість аеротенку:*

$$W = W_{at} + W_r = 3004,64 + 1332,88 = 4337,52$$

13. *Відсоток регенерації:*

$$\frac{W_r}{W} \cdot 100\% = \frac{1332,88}{4337,52} \cdot 100\% = 30,73\%$$

14. *Площа аеротенка:*

$$F = \frac{W}{H_{at}} = \frac{4337,52}{3,2} = 1355,48$$

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

Кількість коридорів аеротенка приймається відповідно до відсотка регенерації.

Якщо $29 < \frac{W_r}{W} < 40$ – приймаємо "трьохкоридорний аеротенк".

15. Довжина одного коридору аеротенка:

$$L = \frac{F}{B \cdot n \cdot m} = \frac{1355,48}{4,5 \cdot 3 \cdot 2} = 50,2 \text{ м.}$$

де, B – ширина коридору аеротенка, м.

Співвідношення $B:H$ приймається від 1:1 до 2:1;

n – число коридорів, шт.;

m – число секцій, шт. ($m > 2$ шт.).

16. Фактичний об'єм однієї секції:

$$W_{\phi} = B \cdot L \cdot H_{at} \cdot n = 4,5 \cdot 36 \cdot 3,2 \cdot 3 = 1555,2 \text{ ,м}^3 \text{ ,}$$

17. Фактичний час перебування стічної рідини, що обробляється в системі «аеротенк-регенератор» складає:

$$t_{\phi} = \frac{W_{\phi} \cdot m}{q_{W_a}} = \frac{1555,2 \cdot 2}{1231,41} = 2,53$$

5.2. Визначення витрати повітря

1. Питому витрату повітря, $\text{м}^3/\text{м}^3$, при очищенні стічних вод у аеротенку визначають за формулою:

$$q_{\text{air}} = \frac{q_0(L_{\text{en}} - L_{\text{ex}})}{K_1 \cdot K_2 \cdot K_T \cdot K_3(C_a - C_0)} = \frac{1,1(196,97 - 1)}{1,68 \cdot 2,08 \cdot 1 \cdot 0,85(2,34 - 2)} = 198,21$$

/де q_0 – питома витрата кисню повітря в мг/мг знятої БСК_{повн}, приймають при очищенні до БСК_{повн} 15-20 мг/дм³ - $q_0 = 1,1$ мг/мг;

K_1 – коефіцієнт враховуючий тип аератора; для дрібно- бульбашкових аераторів приймають по таблиці залежно від відношення площ аерованої зони і аеротенка f_{ar}/f_{at} .

K_2 – коефіцієнт залежний від глибини занурення аератора (h_a). При застосуванні фільтросних пластин глибину занурення аератора приймають:

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

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

T_w – середньомісячна температура стічних вод за літній період, приймається $= 20 \text{ C}^\circ$

K_3 – коефіцієнт якості води, прийнятий для міських стічних вод $= 0,85$

C_a – Розчинність кисню повітря у воді, мг/л, визначають за формулою:

$$C_a = \left(1 + \frac{h_a}{20,6}\right) C_T = \left(1 + \frac{3}{20,6}\right) 9,17 = 2,34$$

h_a – глибина занурення аератора, м;

C_T – розчинність кисню повітря у воді, мг/л.

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

$$J_a = \frac{q_{\text{air}} \cdot H_{\text{at}}}{t_{\text{at}}} = \frac{198,21 \cdot 3,2}{2} = 317,14$$

де H_{at} – робоча глибина аеротенки, м;

t_{at} – період аерації, год.

3. **Годинна витрата повітря** складе:

$$Q_{\text{air}} = q_{\text{air}} \cdot q_w^a = 198,21 \cdot 1231,41 = 244077,78 \text{ м}^3/\text{год},$$

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

4. **Добова витрата повітря для аерації стічних вод в аеротенках** буде:

$$Q_{\text{пов}} = Q_{\text{заг}} \cdot q_{\text{air}} = 17641 \cdot 198,21 = 3496622,61$$

4. **Визначення кількості аераторів.**

Фільтросні пластини. При застосуванні як аераторів фільтросних пластин, необхідна кількість пластин може бути визначена, виходячи з

питомої витрати повітря 80-100 л/хв на стандартну пористу пластину розміром 30×30 см.

$$\text{Загальне число пластин: } n = \frac{Q_{air} \cdot 1000}{100 \cdot 60} = \frac{244077,78 \cdot 1000}{100 \cdot 60} = 40680 \text{ шт.}$$

6. Підбор повітродувок.

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

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

Необхідний загальний напір при розподілі повітря фільтросами буде:

$$H = h_{тр} + h_m + h_{\phi} + h_a = 0,3 + 0,3 + 0,7 + 3 = 4,3 \text{ м;}$$

де $h_{тр}$ – втрати напору по довжині повітроводів від повітродувки до найбільш вилученого стояка - 0,2-0,4 м;

h_m – втрати напору на місцеві опори - 0,3-0,35 м;

h_{ϕ} – втрати напору у фільтросних пластинах - 0,5-0,8 м;

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

Тиск, що розвиває повітродувка:

$$p = 0,1 + 0,01 \cdot h_a = 0,1 + 0,01 \cdot 3 = 0,13 \text{ МПа;}$$

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

Розрахункова витрата повітря, м³/год:

$$Q_{air}^1 = 1,1 \cdot Q_{air} = 1,1 \cdot 244077,78 = 2684855,56$$

5.2. Вторинні відстійники

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

В проєкті приймаємо горизонтальні, вертикальні і радіальні вторинні відстійники. Їх рекомендується розраховувати по гідравлічному навантаженню.

1. Гідравлічне навантаження для відстійників після аеротенків

визначають за формулою:

$$Q_{ssa} = \frac{4,5 \cdot K_{ss} \cdot H_{set}^{0,8}}{(0,1 \cdot J_i \cdot a_i)^{0,5-0,01 \cdot t}} = \frac{4,5 \cdot 0,4 \cdot 3,1^{0,8}}{(0,1 \cdot 71 \cdot 2,5)^{0,5-0,01 \cdot 10}} = 1,41$$

де K_{ss} - коефіцієнт використання об'єму зони відстоювання, для радіальних відстійників - 0,4

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

J_i - муловий індекс, см³/г, приймаємо з розрахунку аеротенків по остаточному навантаженню на мул q_i ;

a_i - концентрація активного мулу в аеротенку, г/дм³, приймаємо з розрахунку аеротенків $a_i = 3$

a_t - концентрація мулу в проясненій воді, ($a_t = 10 - 15$ мг/дм³)

H_{set} – глибина проточної частини відстійника, м, приймається для діаметра відстійника –

При виконанні робіт бажано мати однотипні відстійники.

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

$$F_{ssa} = \frac{q_{maxh}}{q_{ssa}} = \frac{1231,41}{1,41} = 873,34, \text{ м}^2,$$

де $q_{max.h}$ - максимальна годинна витрата стічних вод.

3. Площа дзеркала води для одного відстійника складе:

$$f_{ssa} = \frac{F_{ssa}}{n} = \frac{873,34}{3} = 291,11, \text{ м}^2,$$

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

4. Для радіальних і вертикальних відстійників діаметр дорівнює:

$$D_{ssa} = \sqrt{\frac{4 \cdot f_{ssa}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 291,11}{\pi}} = 19,26 \text{ м,}$$

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

5. *Об'єм мулової камери.*

Для II відстійників після аеротенків об'єм мулової камери передбачають рівним об'єму осаду, що випав, за період не більше 2 год, а для відстійників після біофільтрів не більше 2 діб [8].

Гідростатичний тиск при видаленні осадів з відстійників приймають не менш, кПа (м вод.ст.):

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

5.3. Знезараження стічних вод

Хлорне господарство очисних споруджень повинне забезпечувати можливість збільшення розрахункової дози хлору в 1,5 рази без зміни місткості складів для реагентів.

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

$$q_{Cl} = \frac{a \cdot q_{maxh}}{1000} \cdot 1,5 = \frac{3 \cdot 1231,41}{1000} \cdot 1,5 = 5,54 ,$$

де a - розрахункова доза активного хлору, приймають після повного біологічного очищення – 3 г/м³

q_{maxh} - максимальна часова витрата стічних вод, м³/год;

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

3. *Визначають кількість ємностей для зберігання хлору.*

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

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

$$n = \frac{q_{cl} \cdot 24 \cdot 30}{W \cdot \gamma_{cl}} = \frac{5,54 \cdot 24 \cdot 30}{0,8 \cdot 1400} = 3,56, \text{ шт,}$$

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

Приймаємо 4 шт.

4. Змішувачі.

Для змішання стічної води з хлором можуть бути застосовані змішувачі типу «лоток Паршала» (2 штуки).

5. Контактні резервуари.

Контактні резервуари проєктують як первинні відстійники без скребків горизонтальні.

Ємність контактних резервуарів:

$$W_k = q_{maxh} \cdot T_k = 1231,41 \cdot 0,5 = 615,71, \text{ м}^3,$$

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

Площа дзеркала води відстійника:

$$F_k = \frac{W_k}{n \cdot H} = \frac{615,71}{2 \cdot 3,1} = 99,31, \text{ м}^2,$$

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

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

Для горизонтальних відстійників, довжина секції:

$$L_k = \frac{F_k}{B_k} = \frac{99,31}{6} = 16,55, \text{ м,}$$

Приймаємо горизонтальні контактні резервуари, кількість секцій $n - 2$, ширина $B_k = 6$ м, робоча глибина $h = 3,1$ м.

5. Споруди для обробки осадів стічних вод

1. сирий осад, затримуваний у первинних відстійниках:

$$W_{\text{mud}} = Q_{\text{mud}} = \frac{Q(C_{\text{en1}} - 150)}{(100 - P_{\text{mud}}) \gamma_{\text{mud}} \cdot 10^4} = \frac{17641(320,14 - 150)}{(100 - 95)1,06 \cdot 10^4} = 56,63$$

Кількість сирого осаду по сухій речовині, т/доб. Буде

(первинні відстійники):

$$M_{\text{mud}} = \frac{Q_d(C_{\text{en1}} - 150)}{10^6} = \frac{17641(320,14 - 150)}{10^6} = 3, \text{ т/доб}$$

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

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

$$M_{\text{mud}}^S = \frac{M_{\text{mud}} \cdot (100 - P_g) \cdot (100 - S_{\text{mid}})}{10^4} = \frac{3 \cdot (100 - 5) \cdot (100 - 25)}{10^4} = 2,14,$$

2. надлишковий активний мул або біологічна плівка, затримувані у вторинних відстійниках..

Кількість сирого осаду по сухій речовині:

$$M_{\text{mud.a}} = \frac{P_i \cdot Q_d}{10^6} = \frac{179,09 \cdot 17641}{10^6} = 3,16$$

Де Q_d – добова витрата стічних вод, $\text{м}^3/\text{добу}$,

P_i - приріст активного мулу:

$$P_i = 0,8 \cdot C_{\text{cdp}} + K_g \cdot L'_{\text{en}} = 0,8 \cdot 150 + 0,3 \cdot 196,97 = 179,09, \text{ г/м}^3,$$

C_{cdp} - концентрація завислих речовин, що надходять в аеротенк, 150 мг/дм^3

L'_{en} - БСК_{повн}, що надходить в аеротенк стічної води (з урахуванням зниження БСК при первинному відстоюванні) $L_{\text{осв}} = 196,74$,

K_g - коефіцієнт приросту: $0,3$

Об'єм мулу:

$$W_{\text{mud.a}} = \frac{M_{\text{mud.a}} \cdot 100}{(100 - P_{\text{mud.a}}) \cdot \rho_{\text{mud.a}}} = \frac{3,16 \cdot 100}{(100 - 99,5) \cdot 1,03} = 613,59$$

$P_{\text{mud.a}}$ - вологість надлишкового активного мулу приймається рівною = $99,5\%$

$\rho_{\text{mud.a}}$ - густина активного мулу - $1,03 \text{ т/м}^3$.

Об'єм ущільненого надлишкового активного мулу визначається за формулою:

$$W_u = \frac{M_{\text{mud.a}} \cdot 100}{100 - P_{\text{ex}}} = \frac{3,16 \cdot 100}{100 - 97,3} = 177,04$$

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

Кількість надлишкового активного мулу по абсолютно сухій беззольній речовині буде:

$$M_{\text{mud.a}}^{\text{S}} = \frac{M_{\text{mud.a}} \cdot (100 - P_g) \cdot (100 - S_{\text{mud.a}})}{10^4} = \frac{3,16 \cdot (100 - 5) \cdot (100 - 2)}{10^4} = 2,25$$

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

Кількість суміші по сухій речовині, визначається (сума сирого осаду і активного мулу):

$$M_{\text{tot}} = M_{\text{mud}} + M_{\text{a.mud}} = 3 + 3,16 = 6,16$$

а по абсолютно сухій беззольній речовині:

$$M_{\text{tot}}^{\text{S}} = M_{\text{mud}}^{\text{S}} + M_{\text{a.mud}}^{\text{S}} = 2,14 + 2,25 = 4,39$$

Об'єм осаду:

$$W_{\text{tot}} = W_{\text{mud}} + W_u = 56,63 + 177,04 = 233,67$$

5.3. Ущільнення осадів

Для ущільнення осадів приймаємо радіальні мулозгущувачі.

1. Розрахунок мулозгущувачів виконують на максимальну годинну подачу активного мулу:

$$Q_{\text{mud.a}} = \frac{P_{\text{max}} \cdot q_{\text{max.h}}}{C \cdot 10^3} = \frac{202,91 \cdot 1231,41}{13,86 \cdot 10^3} = 18,03$$

$q_{\text{max.h}}$ – максимальногодинна витрата стічних вод,

C - концентрація надлишкового активного мулу, що ущільнюється - приймається рівною дозі мулу в регенераторі аеротенка $a_t = 13,86$

P_{max} - максимальний приріст надлишкового активного мулу, г/м³:

$$P_{\text{max}} = K_M \cdot (P_i - a_t) = 1,2(179,09 - 10) = 202,91$$

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

P_i - приріст активного мулу;

a_t - концентрація активного мулу, що виноситься з вторинних відстійників у водойму – 10-15 мг/дм³ (вторинні відстійники)

2. Корисна площа поперечного перерізу радіального мулозгущувача:

$$F_{\text{ПОЛ}} = \frac{Q_{\text{mud.a}}}{q_0} = \frac{18,03}{0,3} = 60,1,$$

q_0 - розрахункове навантаження на площу дзеркала ущільнювача.

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

- при $C = 2 \div 3$ г/л - $q_0 = 0,5$ м³/(м²·ч) ;

- при $C = 5 \div 8$ г/л - $q_0 = 0,3$ м³/(м²·ч) .

3. Діаметр одного мулоущільнювача визначаємо за формулою:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\text{ПОЛ}}}{\pi \cdot n}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 60,1}{\pi \cdot 2}} = 6,19$$

Приймаємо $n = 2$ радіальні мулоущільнювачі діаметрами (18, 24, або 30 м) – 18м.

4. Висота робочої зони мулоущільнювача за формулою:

$$h = q_0 \cdot T_{\text{ущ}} = 0,3 \cdot 11 = 3,3$$

$T_{\text{ущ}}$ - тривалість ущільнення, ч. Для радіальних мулоущільнювачів = 9 - 11 год

5. Загальна висота мулоущільнювача:

$$H = h + h_{\text{ЗАЛ}} + h_{\text{Б}} = 3,3 + 0,7 + 0,3 = 4,3$$

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

6.3. Метантенки

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

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

1. Необхідна місткість метантенків буде:

$$W_{mt} = \frac{W_{tot} \cdot 100}{D_{mt}} = \frac{233,67 \cdot 100}{19} = 1229,84$$

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

2. Об'єм одного метантенка:

$$W'_{mt} = \frac{W_{mt}}{n} = \frac{1229,84}{2} = 614,92$$

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

3. Фактична доза завантаження:

$$D_{mtf} = \frac{W_{mt} \cdot D_{mt}}{W_{mtf} \cdot n} = \frac{1229,84 \cdot 19}{1100 \cdot 2} = 10,62$$

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

$$Q_r = \frac{R_r \cdot M_{tot}^S \cdot 1000}{100 \cdot \rho} = \frac{45,16 \cdot 4,39 \cdot 1000}{100 \cdot 1} = 1982,52$$

ρ – густина газу = 1 кг/м³.

4. Вага осаду по сухій речовині після зброджування за формулою:

$$M_{SB} = M_{tot} \cdot \left(1 - \frac{(1 - \frac{S_{tot}}{100})}{100}\right) = 6,16 \left(1 - \frac{(1 - \frac{24,98}{100})}{100}\right) = 6,11$$

S_{tot} – зольність суміші.

6.4. Газгольдери

1. Ємність газгольдерів визначаємо за формулою:

$$W_{gr} = \frac{Q_r \cdot \tau}{24} = \frac{1982,52 \cdot 3,5}{24} = 289,12$$

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

Номер типового проєкту: ТП 7-07-02/66.

6.5. Механічне зневоднення забродженого осаду

Механічне зневоднення осадів застосовується при недостатній площі або в разі необхідності подальшої утилізації осадів. Для механічного зневоднення осаду можуть бути застосовані вакуум-фільтрування. Застосовуємо для зневоднення вакуум-фільтри.

Розрахунок барабанних вакуум-фільтрів

Необхідна площа фільтрації буде:

$$F_f = \frac{M_{\text{tot}}}{P_f \cdot n \cdot t} = \frac{6,16}{20 \cdot 1 \cdot 8} = 0,04$$

M_{tot} – загальна кількість осаду по сухій речовині, кг/доб; t – тривалість зміни: 8 годин; n – кількість змін роботи фільтра: 1 зміна; P_f – продуктивність фільтра 17...22 кг/год·м², приймається: 20.

Приймається 1 робочих вакуум-фільтри і 1 резервний БОУ-5-1,75 з поверхнею фільтрування 5 м² кожний

6.6. Зневоднення осадів в природних умовах

На станції очистки стічних вод з механічним зневодненням осаду передбачаються аварійні мулові майданчики на 20% річної кількості осаду.

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

Таким чином, на аварійні мулові майданчики може надходити :

$$W_{\text{ав.мул}} = 0,2 \cdot W_{\text{tot}} = 0,2 \cdot 233,67 = 46,73$$

Корисна площа мулових майданчиків м², буде визначатись за формулою:

$$F = \frac{W_{\text{ав.мул}} \cdot 365}{h \cdot K} = \frac{46,73 \cdot 365}{1,5 \cdot 0,9} = 12634,41$$

Де, навантаження, h , осаду м³ на м² майданчика за рік – 1,5 м³

$K = 0,8 - 1$ - коефіцієнт, що враховує частину площі, що відводиться під зимове намерзання.

Приймаючи площу однієї карти 600 м² = 20 × 30 м, кількість карт буде:

$$n = \frac{F}{600} = \frac{12634,41}{600} \approx 21.$$

**4. САНІТАРНО – ТЕХНІЧНЕ
ОБЛАДНАННЯ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ**

Консультант / _____ /

Здобувач / _____ /

1. Загальна характеристика об'єкта

В даній бакалаврській роботі представлено проєкт 12-ти поверхового житлового будинку, який знаходиться у м. Львів. розташований у місті Запоріжжя. Будинок має 12 поверхів, з двома секціями.

У відповідності із завданням у будинку передбачено підвал висотою 2,0 м. Висота житлового поверху – 3,2 м. Будинок обладнаний централізованими системами холодного господарчо-питного водопроводу (В1), протипожежного водопроводу (В2), централізованим гарячим водопостачанням (Т3-Т4), системою господарсько-госпобутової (К1) та дощової каналізацією (К2). В квартирах на кухнях встановлені мийки зі змішувачами, в санвузлах – унітази зі зливними бачками, умивальники, ванни довжиною 700 мм та біде.

Джерелом холодного водопостачання проєктуємого житлового будинку служить міська водопровідна мережа. Господарсько-побутові стічні води від будинку також відводяться у міську водовідвідну мережу. В районі будівництва наявна міська мережа дощового водовідведення.

2. Базові розрахунки

Розміри будинку в плані. 30,0 м x 18,0 м.

Периметр будинку – 96,0 м. Для полива прилеглої до будинку території проєктується 2 поливних крани діаметром 25 мм, розташованих в цокольній частині будинку.

Витрата води на полив прилеглої території $(30,0+5) \times 5 \times 2 + (18,0+5) \times 5 \times 2 = 350 + 185 = 535 \text{ м}^3$. У відповідності до діючих

норм норма поливу приймається 4,0 л на 1 квадратний метр прилеглої території. Тоді, добова витрата води на полив прибудинкової території складе $535 \cdot 4 = 2,14 \text{ м}^3$.

У відповідності із завданням висота будинку становить: 1,5 (цоколь) + $12 \cdot (3,2 + 0,4)$ (висота житлової частини) + 2,5 (горище) + 1,4 (висота огороження на покрівлі) = 48,8 м.

Тоді загальний об'єм будинку – 27,4 тис. м^3 .

У відповідності з діючими нормами [2, табл. 4] витрата води для зовнішнього гасіння пожежі розрахункового будинку приймається 20 л/с.

Кількість квартир на поверсі – 4.

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

Розрахункова кількість приладів (N) холодної води в дванадцяти поверховому будинку – $12 \cdot 5 \cdot 4 = 240$ шт., гарячої – $12 \cdot 4 \cdot 4 = 192$ шт.

За вихідними даними в будинку проживає (U) 320 осіб. Кожна особа, у відповідності до [1, табл. А1] споживає за добу холодної води – 170 л, гарячої – 115 л. За добу усі мешканці будинку споживають води: холодної – $54,4 \text{ м}^3$, гарячої – $36,8 \text{ м}^3$, всього $91,2 \text{ м}^3$.

Середньогодинні витрати води всіма жителями будинку складуть:

холодної – $7,08 \cdot 320 / 1000 = 2,27 \text{ м}^3$,

гарячої – $4,79 \cdot 320 / 1000 = 1,53 \text{ м}^3$,

всього $11,88 \cdot 320 / 1000 = 3,8 \text{ м}^3$.

Коефіцієнти максимальної добової нерівномірності у відповідності до [1, табл. А4] складають при: $N=240$, $q_m=7,08$ л – 1,53 (холодна вода); $N=192$, $q_m=4,79$ л – 1,53 (гаряча вода); $N=240$, $q_m=11,88$ л – 1,38 (всього).

Максимальні добові витрати води будинком (мешканцями): холодної – $54,4 \cdot 1,53 = 83,23 \text{ м}^3$, гарячої – $36,8 \cdot 1,53 = 56,3 \text{ м}^3$, всього – $91,2 \cdot 1,38 = 125,86 \text{ м}^3$.

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

Оскільки у будинку запроєктовано більше ніж 12 пожежних крани, то у будинку приймається два вврти холодного водопроводу. Підбір діаметрів труб виконуємо за допомогою таблиць Шевелєвих [7] за умови, що максимально допустима швидкість – 2,5 м/с.

Для забезпечення двох вводів водопроводу в розрахунковий будинок дворова мережа проектується кільцевою. Дане кільце приймається одного діаметра і розраховується на пропуск 100% витрати.

Пожежна витрата при внутрішньому пожежогасінні становить $2,5+1,8=4,3$ л/с (1 струмінь+ 1 спринклер у сміттевій камері).

Як вже було вказано, витрата води для зовнішнього гасіння пожежі розрахункового будинку складає 20 л/с.

3. Гідравлічний розрахунок системи В2 внутрішнього водопроводу

Пожежні крани встановлено на кожному поверсі і в підвалі (в підвалі є легкозаймисті матеріали). Висота встановлення – 1,35 м від чистого рівня підлоги. Висота підвального приміщення 2,3 м. Трасування труб в підвалі здійснено під стелею приміщень.

Висота пожежного стояка $1,35+11 \times 3,6+0,4+2-1=42,35$ м.

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

Діаметр труби – 50 мм. Витрата 2,5 л/с, одним струменем [1, табл. 3].

Гідравлічний розрахунок системи виконуємо в табличній формі (див. табл. 1).

Максимальний тиск в системі В2 повинен бути $(42,85+4,48) \times 0,00981+0,096=0,58$ МПа.

У відповідності з [1, п. 8,6] тиск поруч з пожежним краном не повинен перевищувати 0,4 МПа, тому зайвий напір – $(0,58-0,4)/0,00981=13,3$ м.

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

Напір протипожежного насосу повинен бути $0,58-0,2+0,01+3,41 \times 0,00981=0,60$ МПа (61,5 м). Витрата – 2,5 л/с.

Результати гідравлічного розрахунку системи В2 представлені в табл.1.

Розрахунок мережі В2

Таблиця 1

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

4. Гідравлічний розрахунок внутрішньої мережі К2

Розрахунок виконано у відповідності до [1, розділ 22.1], а інтенсивність дощу в л/с з 1 га тривалістю 20 хв. при періоді однократного перевищення розрахункової інтенсивності, яка дорівнює 1 рік ($q_{20} = 104$ л/с*га).

Результати розрахунку наведено в табл. 2.

Розрахунок внутрішньої мережі К2

Таблиця 2

Довжина короткої сторони будинку, м	Довжина довгої сторони будинку, м	Довжина шляху дощової води по покрівлі, м	q^{20}	Середній похил покрівлі	В	К	r	Q, л/с	d, мм
18,05	30,9	17	104	0,025	27,3	2,5	0,026	18,2	100

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 двох надбудов для виходу на покрівлю (3х3х3) та огороження покрівлі (висотою 1,6 м:

$$F=18,0 \times 30,0 + 0,3((18,05 \times 30,0) \times 2 \times 1,4 + 3 \times 3 \times 3) = 557,2 + 49,8 = 607 \text{ м}^2.$$

На кровлі будинку для відводу дощових вод встановлено дві водостічних воронки. Для відводу дощових вод на горищі прокладено відвідну трубу з похилом 0,005. Яка підключається до стояка. Стояк монтується з полімерного матеріалу [1, п. 22.1.14]. Він розміщений на сходовій площадці відкрито поруч з внутрішньою капітальною стіною (в будинку відсутні шахти для інженерних мереж). На першому поверсі встановлено ревізію на висоті 1 м над підлогою.

5. Гідравлічний розрахунок внутрішньої мережі В1

Аксонетрична схема внутрішньої системи В1 наведена на арк. 4, схема санвузла Стояка В1-1 наведена в записці. Розрахунковий стояк

Ст. В1-1. Розрахунковий напрямок – від змішувача мийки на дванадцятому поверсі стояка Ст. В1-1 до помпи в підвальному приміщенні будинку.

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

Підбір діаметрів виконується за допомогою Таблиць Шевелєвих [7], труби – пластикові, максимально допустима швидкість – 2,5 м/с [1, п.11.6] (при режимі гасіння пожежі – 3,0 м/с). Результати гідравлічного розрахунку трубопроводів холодного водопроводу В1 приведено в табл. 3.

6. Розрахунок втрат напору в квартирному лічильнику холодної води

Втрати напору в квартирному лічильнику води (крильчатий лічильник) на пропуск максимальної витрати:

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

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

Таблиця 3

№ ділянки	Кількість приладів N, шт	Витрати води на ділянці, л/с	Витрата води спринклерною головою смігтєвої камери, л/с	Загальна витрата 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 _л	Загальні втрати напору, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1-2	1	0,24	0	0,24	20	1,19	150,1	3,8	0,57	0,3	0,74
2-3	2	0,25	0	0,25	20	1,24	160,5	4,6	0,74	0,3	0,96

3-4	3	0,26	0	0,26	20	1,29	172,8	3,3	0,57	0,3	0,74
4-5	4	0,27	0	0,27	20	1,34	185,0	0,8	0,15	0,3	0,19
5-6	4	0,27	0	0,27	25	0,82	58,1	3,6	0,21	0,3	0,27
6-7	8	0,32	0	0,32	25	0,98	78,3	3,6	0,28	0,3	0,37
7-8	12	0,36	0	0,36	25	1,1	96,3	3,6	0,35	0,3	0,45
8-9	16	0,40	0	0,40	25	1,22	115,9	3,6	0,42	0,3	0,54
9-10	20	0,45	0	0,45	32	0,83	43,2	3,6	0,16	0,3	0,2
10-11	24	0,48	0	0,48	32	0,89	48,4	3,6	0,17	0,3	0,23
11-12	28	0,51	0	0,51	32	0,94	53,1	3,6	0,19	0,3	0,25
12-13	32	0,55	0	0,55	32	1,02	61,7	3,6	0,22	0,3	0,29
13-14	36	0,58	0	0,58	32	1,07	67,9	3,6	0,24	0,3	0,32
14-15	40	0,62	0	0,62	32	1,15	76,1	3,6	0,27	0,3	0,36
15-16	44	0,65	0	0,65	32	1,21	83,0	3,6	0,3	0,3	0,39
16-17	48	0,68	0	0,68	32	1,27	90,1	10,1	0,91	0,3	1,18
17-18	60	0,76	1,8	2,56	50	1,95	113,9	10,2	1,16	0,3	1,51
18-19	168	1,47	1,8	3,27	63	1,57	58,4	2,9	0,17	0,3	0,22
19-20	240	1,88	1,8	3,68	63	1,75	70,5	1,0	0,08	0,3	0,09
								76,3			9,3 м
Середні втрати напору на розрахунковому напрямку 0,122											
Розрахунок ділянок на пропуск води до споживачів без пожежної витрати до спринклерної головки											
17-18	60	0,76	-	0,76	50	0,58	13,2	10,2	0,14	0,3	0,18
18-19	168	1,47	-	1,47	63	0,7	14,1	2,9	0,04	0,3	0,05
19-20	240	1,88	-	1,88	63	0,9	21,9	1,0	0,02	0,3	0,03
								76,3			7,74
Середні втрати напору на розрахунковому напрямку 0,101											

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

Середня годинна витрата води по системі В1 - $54,4 \text{ м}^3/24=2,28 \text{ м}^3/\text{год}$.

Приймаємо крильчатий лічильник ВК- 50 з експлуатаційною витратою $12 \text{ м}^3/\text{год}$, який зможе пропустити максимальну витрату ($2,28 \text{ л/с}$) до споживачів та спринклерної головки ($4,07 \text{ л/с}$).

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

$$h=Sq^2=0,143 \times 2,28^2=0,74 \text{ м.}$$

На пропуск витрати до спринклерної головки в режимі максимального споживання (не більше 10 м):

$$h = S q^2 = 0,143 \times 4,07^2 = 2,28 \text{ м.}$$

8. Необхідний напір насосу системи В1

У відповідності до [1, п. 6.6] максимальний тиск води в системі В1 на відмітці найбільш низько розташованих санітарно-технічних приладів не повинен перевищувати 0,45 МПа. В нашому випадку квартири першого поверху. Висота підйому води $12 \times 3,6 + 0,4 + (2,0 - 0,5) + 2,2 = 43,7$ м (від помпи в підвальному приміщенні до душової сітки ванни на дванадцятому 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 $(43,7 + 9,3) \times 0,00981 + 0,2 = 0,72$ МПа.

Зайвий тиск в системі $0,72 - 0,45 = 0,27$ МПа, переводимо в метри $0,27 / 0,00981 = 27,52$ м.

Від насосу (підвальне приміщення) до найнижчого приладу першого поверху (унітаз, залежить від конструкції, для проекту приймаємо 0,7 м) відстань дорівнює $0,4 + 0,7 + (2,0 - 0,5) = 2,6$ м. Різниця складає $27,52 - 2,6 = 24,92$ м, або на поверхах $24,92 / 3,6 = 6,9$ (7 поверхів). На семи нижніх поверхах потрібно встановити регулятори тиску.

Глибина залягання труби міського водопроводу в місці підключення дворової мережі 1,7 м. Різниця відміток поверхні землі поруч з колодязем 5 (33,12) і та вводом водопроводу до будинку (34,17) – -1,05 м. Відмітка вводу водопроводу до будинку -1,500, а всмоктувальної частини помпи $-((2 + 0,4) - 0,5) = -1,900$. Умовна відмітка труби в колодязі 5 становить $-1,5 - 1,05 - 1,6 = -2,550$. Підйом на висоту 0,47 м або $0,47 \times 0,00981 = 0,01$ МПа. Втрати напору у водомірному вузлі системи В1 – 0,74 м та дворовій мережі – 0,23 м.

Напір насосу повинен бути:

$0,72-0,2+0,01+(0,74+1,06)\times 0,00981=0,56$ МПа (56,9 м).

Максимальна секундна витрата – 1,88 л/с.

9. Гідравлічний розрахунок внутрішньої мережі Т3(Т4)

Розрахунок трубопроводів системи гарячого водопостачання здійснюється на два режими роботи. Режим роздачі гарячої води і режим циркуляційний. Визначення розрахункових витрат води в подавальній частині системи, а також втрати тиску на окремих ділянках системи та всьому розрахунковому напрямку виконуємо в табличній формі (табл. 4). Підбір діаметрів також виконується за Таблицями Шевелєва [7], труби – пластикові згідно з завданням, максимально допустима швидкість – 2,5 м/с [1, п.11.6].

При визначенні діаметрів стояків системи Т3(Т4) слід керуватись [1, п. 12,3]. В системі передбачається встановлення термостатичних клапанів у відповідності до [1, п. 12.8].

Аксометрична схема внутрішньої системи Т3(Т4) наведена нижче. Розрахунковий стояк Ст. Т3-1. Розрахунковий напрямок – від змішувача мийки на першому поверсі через розподільчу систему трубопроводів на горищі та подавальний стояк до помпи в підвальному приміщенні будинку.

Втрати напору на розрахунковому напрямку складають 14,45 м в режимі максимального водоспоживання гарячої води.

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

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

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

Годинну витрату гарячої води (година максимального споживання) знайдемо за [1, табл. А5] для 192 приладів, що споживають гарячу воду та

розташовані в житлових квартирах та середньою годинною витратою води одним мешканцем – 4,79 л/год. Вона дорівнює – 3,33 м³/год.

Тоді розрахунковий тепловий потік на потреби гарячого водоспоживання в холодну пору року становить 191,5 кВт, без теплових втрат. І при 5% теплових втрат від величини теплового потоку отримаємо значення 9,57 кВт.

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

$$q_{cir}=9,57/(0,988 \times 4,79 \times 5)=0,5 \text{ л/с.}$$

Від помпи по подавальному стояку на горище буде надходити в режимі циркуляції 0,5 л/с гарячої води, далі 0,125 л/с надходить до стояка ТЗ-4 (4 прилади), 0,094 л/с – до стояків ТЗ-1, ТЗ-5, ТЗ-7 (по 3 прилади), 0,031 л/с – до стояків ТЗ-2, ТЗ-3, ТЗ-6 (по 1 приладу). Різні тепловтрати в розподільчій системі на горищі до окремих стояків будуть корегувати термостатичні клапани.

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. Розрахунок мережі гарячого водопостачання в режимі циркуляції наведено в табл. 5.

Розрахунок внутрішньої мережі ТЗ в режимі максимального водоспоживання

Таблиця 4

№ ділянки	Кількість приладів N, шт	Витрати води на ділянці, л/с	Умовний діаметр труб d, мм	Швидкість v, м/с	Питомі втрати напору, мм/м	Довжина розрахункової ділянки L, м	Втрати напору по довжині ділянки, м	Коефіцієнт, який враховує місцеві втрати напору k _л	Загальні втрати напору, м
1-2	1	0,19	16	1,68	389,5	1,5	0,58	0,3	0,76
2-3	2	0,20	16	1,77	426,6	0,6	0,26	0,3	0,33

3-4	3	0,22	16	1,95	509,5	1,1	0,56	0,3	0,73
4-5	3	0,22	25	0,67	40,5	3,6	0,15	0,5	0,22
5-6	6	0,27	25	0,82	58,0	3,6	0,21	0,5	0,31
6-7	9	0,33	25	1,01	82,7	3,6	0,3	0,5	0,45
7-8	12	0,35	25	1,07	91,4	3,6	0,33	0,5	0,49
8-9	15	0,38	25	1,16	106,1	3,6	0,38	0,5	0,57
9-10	18	0,42	25	1,28	126,7	3,6	0,46	0,5	0,68
10-11	21	0,45	25	1,38	142,8	3,6	0,51	0,5	0,77
11-12	24	0,47	25	1,44	154,5	3,6	0,56	0,5	0,83
12-13	27	0,49	25	1,5	166,2	3,6	0,6	0,5	0,9
13-14	30	0,52	25	1,59	184,8	3,6	0,67	0,5	1,0
14-15	33	0,54	25	1,65	197,5	3,6	0,71	0,5	1,07
15-16	36	0,57	25	1,74	217,4	2,5	0,69	0,5	1,03
16-17	36	0,57	32	1,06	65,8	10,5	0,69	0,2	0,83
17-18	48	0,67	32	1,25	87,7	3,4	0,3	0,2	0,36
18-19	96	0,88	40	1,06	50,1	1,0	0,05	0,2	0,06
19-20	108	1,18	40	1,39	84,3	6,2	0,52	0,2	0,63
20-21	192	1,41	50	1,08	39,6	51,1	2,02	0,2	2,43
						117,5			14,45
Середні втрати напору на розрахунковому напрямку 0,123									

Оцінимо приблизно довжину мережі гарячого водопостачання будинку. $12 \times 3,6 + 2,3 = 45,5$ м (один стояк). $45,5 \times 8 = 364$ м (сім водорозбірних та подавальний). $57 + 48 = 105$ м. $364 + 105 = 469$ м.

Теплові втрати на 1м $10900/469 = 23,4$ Вт/м, а [1, п.5,3] вимагає 11 Вт/м (горище, підвал) та 7 Вт/м (стояки). Для нашого випадку середні втрати тепла дорівнюють: $(364 \times 7 + 104 \times 11) / 469 = 7,9$ Вт/м. А втрати тепла у відсотках повинні бути $23,3/7,9 = 2,95$, тобто майже в 3 рази менше.

Теплотехнічні розрахунки для визначення товщини шару ізоляції в даній роботі не виконуються.

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

Таблиця 5

№ 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 kL	Загальні втрати напору, м
4-5	3	0,094	25	0,29	8,88	3,6	0,03	0,5	0,05
5-6	6	0,094	25	0,29	8,88	3,6	0,03	0,5	0,05
6-7	9	0,094	25	0,29	8,88	3,6	0,03	0,5	0,05
7-8	12	0,094	25	0,29	8,88	3,6	0,03	0,5	0,05
8-9	15	0,094	25	0,29	8,88	3,6	0,03	0,5	0,05
9-10	18	0,094	25	0,29	8,88	3,6	0,03	0,5	0,05
10-11	21	0,094	25	0,29	8,88	3,6	0,03	0,5	0,05
11-12	24	0,094	25	0,29	8,88	3,6	0,03	0,5	0,05
12-13	27	0,094	25	0,29	8,88	3,6	0,03	0,5	0,05
13-14	30	0,094	25	0,29	8,88	3,6	0,03	0,5	0,05
14-15	33	0,094	25	0,29	8,88	3,6	0,03	0,5	0,05
15-16	36	0,094	25	0,29	8,88	2,5	0,03	0,5	0,05
16-17	36	0,094	32	0,2	3,55	10,5	0,04	0,2	0,05
17-18	48	0,125	32	0,23	4,46	3,4	0,02	0,2	0,02
18-19	96	0,25	40	0,3	5,37	1,0	0,01	0,2	0,01
19-20	108	0,281	40	0,34	6,6	6,2	0,04	0,2	0,05
20-21	192	0,5	50	0,38	6,29	51,1	0,32	0,2	0,39
						117,5			1,12
Циркуляційна частина									
4-22	-	0,094	25	0,29	8,88	11,8	0,11	0,1	0,12
22-23	-	0,125	25	0,39	14,8	3,5	0,05	0,1	0,06
23-24	-	0,25	40	0,3	5,37	1,7	0,01	0,1	0,01
24-25	-	0,281	40	0,34	6,6	3,8	0,025	0,1	0,03
25-26	-	0,5	50	0,38	6,29	3,9	0,025	0,1	0,03
									0,25
Всього									1,37
Втрати напору на розрахунковому напрямку 0,0135 МПа									

Необхідний напір циркуляційного насосу [1, п.12.7, ф.15] без врахування втрат тиску на зворотних клапанах, термостатичному клапані, водонагрівачі – 0,02 МПа. Місцеві втрати тиску враховані при розрахунку мережі на пропуск

циркуляційної витрати (табл. 5) максимальна витрата помпи 0,5 л/с. Лічильник на циркуляційній частині не встановлюємо.

Втрати напору в крильчатому квартирному лічильнику гарячої води:

$$h = S q^2 = 14,5 \times 0,22^2 = 0,7 \text{ м.}$$

10. Необхідний напір насосу Т3(Т4)

Максимальний тиск води в системі Т3(Т4) на відмітці найбільш низько розташованих санітарно-технічних приладів не повинен перевищувати 0,45 МПа. В нашому випадку квартири першого поверху. На останньому поверсі приймаємо надлишковий тиск на приладах 0,2 МПа [1, п.6.6].

Висота підйому води $11 \times 3,6 + 0,4 + (2 - 0,5) + 2,2 = 43,7$ м (від помпи в підвальному приміщенні до душової сітки ванни на 12 поверсі (висота розташування якої – 2,2 м над рівнем підлоги).

Втрати напору до розрахункового приладу на 12 поверсі (див. табл. 4) – 5,34 м

. Якщо забезпечити водою душову сітку на 12 поверсі, то всі інші поверхи будуть мати воду з відповідними параметрами.

Втрати в квартирному лічильнику – 0,7 м.

Максимальний тиск в системі Т3(Т4) повинен бути:

$$(45,5 + 14,45 + 0,7) \times 0,00981 + 0,2 = 0,79 \text{ МПа.}$$

Маємо зайвий тиск в системі $0,79 - 0,45 = 0,34$ МПа або 34,7 м.

Від насосу (підвальне приміщення) до найнижчого приладу першого поверху (мийка, приймаємо 1,05 м) відстань дорівнює $0,4 + 1,05 + (2,6 - 0,5) = 3,55$ м. Різниця складає $34,7 - 3,55 = 31,15$ МПа, або в поверхах – $31,15 / 3,6 = 8,6$ (9 поверхів). На 9 нижніх поверхах потрібно встановлювати регулятори тиску.

Глибина залягання труби міського водопроводу в місці підключення дворової мережі 1,7 м. Різниця відміток поверхні землі поруч з колодязем 5

(33,12) і та вводом водопроводу до будинку (34,17) – -1,05 м. Відмітка вводу водопроводу до будинку -1,500, а всмоктувальної частини помпи $-(2+0,4)-0,5=-1,900$. Умовна відмітка труби в колодязі 5 становить $-1,5-1,05-1,6 = -2,550$. Підйом на висоту 0,47 м або $0,47 \times 0,00981 = 0,01$ МПа. Втрати напору у водомірному вузлі системи В1 – 0,74 м та дворовій мережі – 0,23 м.

Напір помпи повинен бути $0,79-0,2+0,01+0,7 \times 0,00981 = 0,61$ МПа (61,9 м). Максимальна секундна витрата – 1,41 л/с.

11. Система внутрішньої каналізації (К1)

Максимальна загальна витрата води на випуску з будинку складає 2,98 л/с. Кількість каналізаційних стояків в будинку – сім. До стояку К1-4 стічні води надходять від 5 приладів, до стояків К1-1, К1-5, К1-7 стічні води надходять від 4 приладів, вони приймаються діаметром 100 мм. До стояків К1-2, К1-3, К1-6 стічні води надходять від одного приладу (кухонна мийка), вони приймаються діаметром 50 мм.

Відповідно до [1, табл. 10-13] всі типи труб діаметром 100-110 мм пропускають таку ж кількість води і при куті приєднання поверхової труби до стояка 45° .

Приймаємо до монтажу поліетиленові труби низького тиску. Ревізії облаштувати на всіх стояках на 1, 3, 6, 9, 12 поверхах на висоті 1 м над рівнем підлоги. Витяжну частину кожного стояка виводимо над покрівлею на висоту не менше 0,2 м. При необхідності, поруч з сифоном ванни (можливе виникнення вакууму і зриву сифона) встановити клапан для автоматичного впуску повітря в систему (вантуз).

В центральній частині приміщення теплового пункту встановимо трап, вода з якого потраплятиме до приймку, звідки дренажною помпою по окремій каналізаційній трубі діаметром 50 мм відводиться до найближчого оглядового колодязя дворової системи К1.

5. ТЕХНОЛОГІЯ І ОРГАНІЗАЦІЯ
БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

Консультант / _____ /

Здобувач / _____ /

5.1. Будівельний генеральний план

Складання будівельного генерального плану

Будівельний генеральний план на комплексі очисних споруд водовідведення складається з об'єктів для підготовчого і основного періодів будівництва з урахуванням зведення підземних і надземних частин з розташуванням: постійних будівель і споруд, конструкцій, матеріалів і виробів, інженерних мереж, місць підключення тимчасових інженерних мереж до діючих мереж, із зазначенням джерела забезпечення будівельного майданчика електроенергією, водою, теплом складських майданчиків.

Небезпечні зони

Визначення *небезпечних зон* при організації будівельного майданчика й розміщенні будівельних машин полягає у встановленні небезпечних для людей зон, які повинні бути виділені й відповідним чином позначені як на генплані, так і на самому майданчику. Зони ці по ступені небезпеки підрозділяються на два види - постійно діючих небезпечних виробничих факторів і потенційно діючих.

До зон постійно діючих небезпечних виробничих факторів, пов'язаних з роботою монтажних і вантажопідійомних машин, ставляться ділянки, над якими виробляється переміщення вантажів вантажопідійомними кранами. Зона ця захищається захисними огороженнями, що запобігають вільний доступ людей у неї.

До зон потенційно діючих небезпечних виробничих факторів ставляться. Ця зона захищається сигнальними огороженнями, що попереджають про потенційну небезпеку й обмежують доступ людей у зону.

Монтажна зона – це простір, у межах якого можливе падіння конструкцій, що піднімають, у процесі їхні установки й закріплення.

Ця зона визначається згідно СНІП П1-4-80 на будгенплані позначається пунктирною лінією, а на майданчику - добре видимими попереджувальними написами або знаками. У цій зоні дозволяється розміщати тільки сам монтажний кран і підкранові колії з огороженням. **Зона обслуговування краном**, або робоча зона крана – це простір, обмежений лінією, описуваної гаком крана при роботі баштових кранів зона визначається шляхом нанесення на план із крайніх стоянок півкіл радіусом, рівним максимально необхідному вильоту гака.

Зон переміщення вантажу – це простір, що перебуває в межах можливого переміщення вантажу, підвішеного на крюці крана. Границі цієї зони визначаються відстанню по горизонталі від робочої зони крана до місця можливого падіння вантажу.

Небезпечною зоною роботи крана називають простір, де можливе падіння вантажу при його переміщенні з урахуванням імовірного розсіювання при падінні. Границі небезпечної зони роботи баштових кранів визначають площею між підкрановими коліями, збільшеної в кожену сторону.

5.1. Календарне планування

Календарне планування – це процес складання й коригування розкладу, в якому роботи, що виконуються різними організаціями, взаємопов'язуються між собою в часі і з можливостями їх забезпечення різними видами матеріально-технічних та трудових ресурсів.

При календарному плануванні обов'язково повинно враховуватись дотримання заданих обмежень (тривалість робіт, ліміти ресурсів тощо) та оптимальний розподіл ресурсів.

У ході реалізації проекту застосовуються різні типи календарних планів, які можна класифікувати за різними ознаками:

- 1) за рівнем планування:

- календарні плани проекту (розробляються до укладання контрактів);
- функціональні календарні плани робіт (ФКПР).

У свою чергу функціональні календарні плани робіт поділяються

1) за типами робіт:

- ФКПР проектування;
- ФКПР матеріально-технічного забезпечення;
- ФКПР будівництва;
- ФКПР введення в експлуатацію і освоєння.
- ФКПР також можуть бути складені: на окремі елементи, підсистеми, комплекси великого проекту, які в цьому випадку розглядаються як мініпроекти;

2) за глибиною планування:

- перспективні графіки;
- графіки початку й завершення робіт по проекту;
- щомісячні, щотижневі, щоденні.

3) за формою подання:

- логічні мережі;
- графіки;
- діаграми і т.д.

Параметрами календарного плану в найпростішому варіанті є дати початку та закінчення кожної роботи, їх тривалість та необхідні ресурси.

Тривалість роботи – це головний параметр планування. Вона залежить від сумарної трудомісткості, що витрачається на виконання елементів роботи, і числа працюючих, які можуть її виконати. Звичайно, що тривалість роботи залежить від обсягу, який потрібно виконати та інтенсивності виконання роботи. Тривалість роботи можна визначити за формулою:

$$TP = TM : ЧП,$$

де TP- тривалість роботи, дні;

ТМ- трудомісткість роботи, люд.-днів;

ЧП – чисельність працюючих, чол.

Характеристика споруди та умов виконання робіт

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

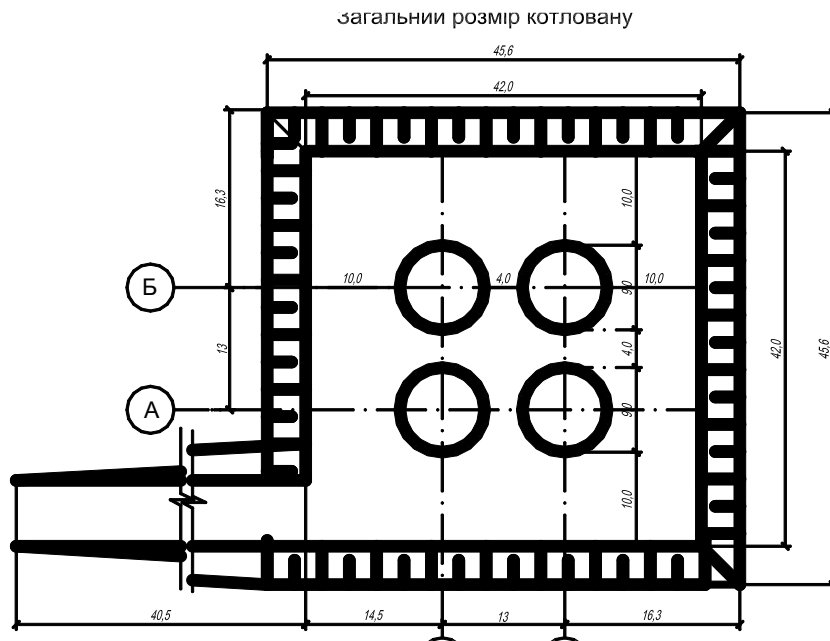


Рис. 5.1. Схема улаштування комплексу вторинних відстійників

5.2. Розрахунок об'єму земляних робіт

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

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

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

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

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

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

$V_p = m \cdot H_K$ – закладання укосів;

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

H_K - глибина котловану, м.

Далі розраховуємо загальний об'єм ґрунту при розробці котловану.

Визначаємо об'єм ґрунту на винос:

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

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.

Визначаємо об'єм ґрунту на зворотну засипку:

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

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

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

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

Визначаємо об'єм ґрунту на вивіз:

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

Вибір землерийної машини.

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

Розробка графіка руху транспортних засобів при розробці котловану

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

1. Визначити марку транспортних засобів і їх кількість.
2. Число транспортних засобів знаходиться як:

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

де $t_{п}$ – час завантаження ґрунту в транспортний засіб ,хв.;

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

$t_{р}$ – час розвантаження транспортного засобу, хв.;

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

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

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

5.3. Виконання монтажних робіт на будівельній ділянці

Даний процес вважається найбільш трудомістким процесом при будівництві вважається процес монтажу будівельних конструкцій. Очевидно, що вибір основної схеми проведення провідного процесу в першу чергу обумовлюється типом споруди, його об'ємно-планувальними і конструктивними особливостями. В практиці виконання монтажних робіт розрізняють три основні схеми виконання монтажних робіт:

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

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

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

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

Звичайно при виробництві робіт будівельний об'єкт розбивають на розрахункові ділянки однакової трудомісткості. На практиці дані ділянки

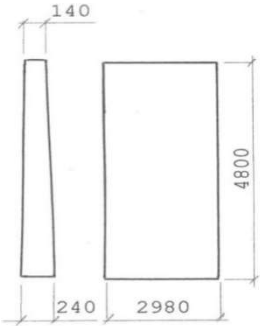
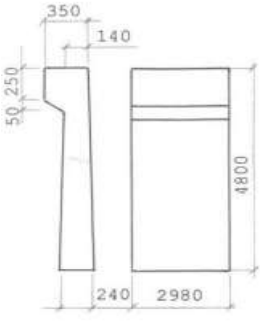
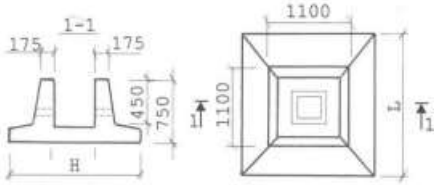
вважаються рівними, якщо об'єми робіт, а значить і їх трудомісткості відрізняються між собою не більше ніж на 20%.

5.4. Характеристика монтажних елементів і обсяги відповідних робіт

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

Специфікація збірних виробів

Таблиця 5.1

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

Після підбору конструкцій збірних монтажних елементів складаємо специфікацію відповідних матеріалів на влаштування монолітних ділянок.

5.5. Вибір методів виконання робіт. Вибір методу монтажу

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

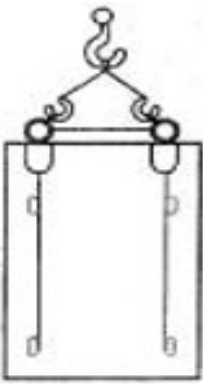

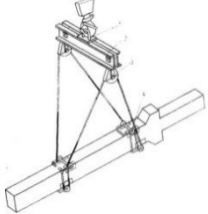
Вибір монтажних захватних засобів

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

Узагальнена специфікація захватних заходів для підняття залізобетонних конструкцій в розглядуваному випадку приведена в табл.5.2.

Захватні засоби для підняття і переміщення будівельних конструкцій

Таблиця 5.2

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

Визначення монтажних характеристик будівельних елементів

У відповідності з планом робіт монтаж збірних залізобетонних конструкцій необхідно виконувати самохідними стріловими кранами. Відповідно до переліку робіт попередній монтаж планується здійснювати з розкладанням усіх елементів надземної частини будівлі.

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

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

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

$$Q_m = Q + \sum q$$

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

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

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

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

h_2 - висота піднімання елемента над опорою, м;

h_3 - висота елемента, який монтують, м;

h_4 - висота захватного засобу, м.

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

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

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

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

Вибір комплекту кранів за технічними параметрами

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

Вибираємо або гусеничний кран МКГ – 10 або гусеничний екскаватор Э-1003А.

5.7. Визначення трудових затрат

Трудові затрати визначаються на основі ЕНІР.

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

5.8. Інженерні заходи з охорони праці

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

1. До початку основних монтажних робіт всю територію по периметру майданчику необхідно обгородити суцільним дерев'яним парканом.

2. Будівельні роботи слід здійснювати відповідно з проектом.

3. Робітники повинні мати захисний одяг і відповідне захисне обладнання.

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

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

6. На відкритих перекриттях встановлюються огорожі заввишки 1 м

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

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

5.9. Вказівки до виконання робіт

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

2. Монтажний процес здійснюємо розчленовано по будівельних елементах.

3. При монтажі конструкцій використовувати спеціальні уніфіковані захватні засоби.

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

Використана 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. Залуцкий Э.В., Петрухно А.И., Насосные станции. – К.: Вища школа, Головное изд-во, 1987. - 167 с.
5. Василенко А.А. “Водоотведение. Курсовое проектирование” М.: Вища школа, 1988-256с.
6. Водопровідні мережі. Методичні вказівки і завдання до курсового проекту /Уклад. О. А. Василенко К.: КНУБА, 2002 – 20 с.
7. Водовідведення та очистка стічних вод міста: навчальний посібник / Укл.: О.А. Василенко, С.М. Епоян та ін., Київ-Харків, 2012 – 538 с.
8. Системи водовідведення: навчальний посібник./ Укл.: *Гіроль М., Охримюк Б., Собчук Г., Лагуд Г.*– Рівне: НУВГП, 2011. – 444 с.
9. Гидравлический расчет сетей водоотведения: Расчет. табл./ Ю. М. Константинов, А. А. Василенко. — К.: Будівельник, 1987. – 120 с.
10. 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.

/