КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет інженерних систем та екології

Кафедра водопостачання та водовідведення

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
водопостачання та водовідведення
_____ Віктор ХОРУЖИЙ
«___» _____202_ року

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»

Система водовідведення населеного пункту Одеської області з розробкою санітарно-технічного обладнання будинку

Галузь знань:
19 «Архітектура та будівництво»
Спеціальність:
192 «Будівництво та цивільна інженерія»
Освітньо-професійна програма:
«Водопостачання та водовідведення»

IV курс, група ВВ-21
Здобувач:
Барладіна В.А.
(прізвище та ініціали)
_____
(підпис)

Керівник
Хоружий В.П.
(прізвище та ініціали)
_____
(підпис)

Рецензент
_____
(прізвище та ініціали)
_____
(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.

_____

“____” _____20___року

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

Здобувач(ка) Барладіна Вероніка Андріївна
(прізвище, ім’я, по батькові)

1.Тема кваліфікаційної роботи Система водовідведення населеного пункту Одеської області з розробкою санітарно-технічного обладнання будинку .

2.Керівник роботи__доктор технічних наук, Хоружий Віктор Петрович
(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 ___15 червня 2025

4.Вихідні дані: щільність населення: І район -350 чол/га, ІІ район - 270 чол/га;

норма водовідведення міста: І район – 300 л/доб, ІІ район – 230 л/доб;

кліматичні та грунтові показники прирівняні до міста: Одеса ;

коефіцієнт β: І район – β=0,9 ІІ район – β=0,8;

кліматичний район населеного пункту: ІІ Південний степ;

підприємства: Олійний завод , Машинобуд. завод , Цементний завод ;

5.Перелік розділів основної частини кваліфікаційної роботи:

Р.1. Водовідведення населеного пункту

Р.2. Внутрішнє санітарно-технічне обладнання будівлі

Р.3. Технологія будівельного виробництва

Р.4. Охорона навколишнього середовища

Р.5. Визначення собівартості відведення 1 $м^3$стічних вод

6. Графічний матеріал за розділами

Р.1. Генплан міста М 1:10000, колектор дощової мережі, колектор побутової мережі, профіль руху стічних вод, генплан очисної станції М 1:1000

Р.2. Типовий план поверху будинку М 1:100, план горища М 1:100, план підвалу М 1:100, аксонометрична схема К1 і К2 М 1:100

Р.3. Схема розбивки будівлі на захватки та рух кранів під час монтажу, схема монтажу балок ,схема монтажу стінових панелей, схема монтажу колон, схема монтажу лотків

7. Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1	15.05.2025
Розділ 2	22.05.2025
Розділ 3	27.05.2025
Розділ 4	01.06.2025
Розділ 5	04.06.2025
Остаточне оформлення роботи	15.06.2025
Направлення роботи для перевірки на плагіат	16.06.2025
Попередній захист роботи на кафедрі	-
Направлення роботи на рецензування	19.06.2025

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 _____12.05.2025_____

Керівник _____ ____Віктор Хоружий_____
(підпис) (власне ім'я та прізвище)

Здобувач _____ _____Вероніка Барладіна_____
(підпис) (власне ім'я та прізвище)

РЕЗЮМЕ (SUMMARY) до атестаційної випускної роботи здобувача:	Барладіна Вероніка Андріївна Barladina Veronika Andriivna		
ЗВО	Київський національний університет будівництва і архітектури		
Тема (українською та англійською)	Система водовідведення населеного пункту Одеської області з розробкою санітарно-технічного обладнання будинку Drainage system of a settlement in the Odessa region with the development of sanitary and technical equipment of the house		
Освітній ступінь	бакалавр		
Факультет	інженерних систем та екології		
Випускова кафедра	водопостачання та водовідведення		
Спеціальність	192 – Будівництво та цивільна інженерія		
Освітня програма	Водопостачання та водовідведення		
Керівник	Хоружий Віктор Петрович		
Обсяг роботи:	пояснювальна записка, стор.	розділів	креслень формату А1
	142	5	5
Розділ 1	Виконано проект системи водовідведення в Одеській області		
Розділ 2	Запроектовано систему внутрішнього санітарно-технічного обладнання будинку		
Розділ 3	Розроблено технологію монтажу чотирьохсекційного трьохкоридорного аеротенку зі збірних залізобетонних конструкцій		
Розділ 4	Визначено заходи з охорони навколишнього середовища		
Розділ 5	Визначено собівартість відведення стічних вод		
Висновки по роботі:	Розроблено проект системи водовідведення в населеному пункті з розробкою внутрішнього санітарно-технічного обладнання будинку		
Ключові слова: Keywords:	Система водовідведення, внутрішнє сантехнічне обладнання, технологія будівництва Drainage system,internal plumbing equipment,construction technology		

Здобувач _____ **Вероніка Барладіна**
(підпис) (власне ім'я та прізвище)

Керівник _____ **Віктор Хоружий**
(підпис) (власне ім'я та прізвище)

"__" _____ 202_ р.

Зміст

Вступ 6

Розділ 1. Водовідведення населеного пункту 7

Розділ 1.1. Визначення добового водовідведення населеного пункту 8

Розділ 1.2. Мережі водовідведення 21

Розділ 1.3. Очисні споруди водовідведення 32

Розділ 1.4. Насосна станція 62

Розділ 2. Внутрішнє санітарно-технічне обладнання будівлі 68

Розділ 3. Технологія будівельного виробництва 85

Розділ 4. Охорона навколишнього середовища 118

Розділ 5. Визначення собівартості відведення 1 $м^3$стічних вод……...123

Висновки 140

Використана література. 141

ВСТУП

На сьогоднішній день ефективне функціонування систем водовідведення є одним із ключових чинників забезпечення екологічної безпеки, санітарно-гігієнічного стану та сталого розвитку інфраструктури населених пунктів. Особливо це стосується сільських і малих міських поселень Одеської області, де через зношеність інженерних мереж, відсутність централізованого водовідведення або застарілі системи очищення виникає загроза забруднення навколишнього середовища, ґрунтових і підземних вод.

Проектування сучасної системи водовідведення з урахуванням місцевих умов, рельєфу, гідрогеології та демографії дозволяє зменшити навантаження на природу, підвищити якість життя населення та сприяє гармонійному розвитку території. Окрім того, розробка внутрішніх санітарно-технічних систем будинку — невід'ємна складова побутового комфорту та гігієни.

Необхідність впровадження сучасних технологій з енерго – і водозбереження у будівництві житлових об'єктів підкреслює актуальність теми .Комплексний підхід – від зовнішнього водовідведення до внутрішніх систем— є важливою складовою сучасного підходу до проектування і експлуатації в будівельній та комунальній сферах.

У представленій бакалаврській роботі розглянуто проект системи водовідведення населеного пункту Одеської області. Запроектовано мережу для відводу побутових та дощових стічних вод з урахуванням специфіки регіону та наявної забудови. Виконано гідравлічний розрахунок трубопроводів для транспортування стічних вод до очисних споруд , а також обґрунтовано вибір типу очисних споруд , виходячи з умов експлуатації.

Окрему частину роботи присвячено розробці санітарно-технічного обладнання окремого житлового будинку. Запроектовано системи холодного і гарячого водопостачання, побутової та дощової каналізації з відповідними розрахунками. Розглянуто технологію та організацію будівництва інженерних систем із дотриманням чинних нормативних вимог.

Під час виконання роботи використано нормативну документацію, навчальну та спеціалізовану технічну літературу з урахуванням сучасних типових інженерних рішень.

Розділ 1.

Водовідведення населеного пункту

1.1.Визначення добового водовідведення населеного пункту

Основними джерелами стічних вод у водовідведенні є побутові витрати населення та промислове використання.

Для визначення розрахункових витрат стічних вод від населення необхідно попередньо визначити розрахункову кількість населення міста за формулою:

$$N=\sum F_i*n*\beta,$$

де F_i - площа житлових кварталів міста в га, з однаковою щільністю населення за генпланом міста;

n - щільність населення житлових кварталів, відповідної площі (число жителів на 1 га селищної території), чол. /га;

β - коефіцієнт, враховуючий наявність громадських будівель.

$$N_1=\sum F_1*n_1*\beta_1=115,92*350*0,9=36514 \text{ чол.}$$

$$N_2=\sum F_2*n_2*\beta_2=87,63*270*0,8=18928 \text{ чол.}$$

Для визначення сумарної площі житлових кварталів міста використаємо дані таблиці 1.1, яка крім площ кварталів, включає також модулі стоку і середні секундні витрати від кожного кварталу.

Попередньо нумерують житлові квартали міста і визначають модуль стоку для кожного квартала за формулою:

$$q_0=((n*q)/86400) *\beta,$$

$$q_{01}=((n_1*q_1)/86400) * \beta_1= ((350*300)/86400) *0,9=1,0937$$

$$q_{02}=((n_2*q_2) /86400) *\beta_2= ((270*230)/86400) *0,8=0,575$$

Таблиця 1.1

Номер району	**Номер кварталу**	**Розміри кварталів, м**	**Площа кварталів f, Га**	**Модуль стоку qo, л/(с*га)**	**Середня секундна витрата кварталу q_{mids}, л/с**
I	1	230*240	5,52	1,094	6,039
	2	230*240	5,52		6,039
	3	230*240	5,52		6,039
	4	230*240	5,52		6,039
	5	230*240	5,52		6,039
	6	230*240	5,52		6,039
	7	230*240	5,52		6,039
	8	230*240	5,52		6,039
	9	230*240	5,52		6,039
	10	230*240	5,52		6,039
	11	230*240	5,52		6,039
	12	230*240	5,52		6,039
	13	230*240	5,52		6,039
	14	230*240	5,52		6,039
	15	230*240	5,52		6,039
	16	230*240	5,52		6,039
	17	230*240	5,52		6,039
	18	230*240	5,52		6,039
	19	230*240	5,52		6,039
	20	230*240	5,52		6,039
	21	230*240	5,52		6,039
			$\sum f_1$=115,92		$\sum q_{mids1}$=126,819

Продовження таблиці 1.1.

II	22	230*240	5,52	0,575	3,174
	23	230*240	5,52		3,174
	24	230*240	5,52		3,174
	25	230*240	5,52		3,174
	26	230*240	5,52		3,174
	27	230*240	5,52		3,174
	28	230*170	3,91		2,248
	29	230*170	3,91		2,248
	30	230*170	3,91		2,248
	31	230*270	6,21		3,571
	32	230*270	6,21		3,571
	33	230*270	6,21		3,571
	34	230*210	4,83		2,777
	35	230*210	4,83		2,777
	36	230*210	4,83		2,777
	37	230*140	3,22		1,851
	38	230*140	3,22		1,851
	39	230*140	3,22		1,851
			$\sum f_2=87,63$		$\sum q_{mids2}=50,385$
			$\sum f=203,55$		$\sum q_{mids}=177,204$

1.1.2. Витрати побутових стічних вод від населення міста

Середня добова витрата побутових стічних вод, м 3 /доб, визначається за формулою:

$$Q_d^w = \frac{q \cdot N}{1000},$$

Для 1 району: $Q_{d1}^w = (300 * 36514)/1000 = 10954{,}2$ м^3/доб.

Для 2 району: $Q_{d2}^w = (230 * 18928)/1000 = 4353{,}44$ м^3/доб.

де q – норма водовідведення, літрів з чоловіка на добу;

N - розрахункова кількість населення, чоловік.

Середня година витрата побутових стічних, м^3/ч, визначається за формулою:

$$q_{mid\ h}^w = \frac{Q_d^w}{24}.$$

Для 1 району: $q_{mid\ h1}^w = 10954{,}2/24 = 456{,}425$ м^3/год.

Для 2 району: $q_{mid\ h2}^w = 4353{,}44/24 = 181{,}393$ м^3/год.

Середня секундна витрата побутових стічних вод, л/с, визначається за формулою:

$$q_{mid\ s}^w = \frac{q_{mid\ h}^w 1000}{3600} = \frac{q_{mid\ h}^w}{3{,}6}.$$

Для 1 району: $q_{mid\ s1}^w = 456{,}425\ /3{,}6 = 126{,}78$ л/с.

Для 2 району: : $q_{mid\ s2}^w = 181{,}393\ /3{,}6 = 50{,}39$ л/с.

Максимальна година витрата побутових стічних вод, м^3/ч, визначається за формулою:

$$q_{max\ h}^w = K_{gen.max} * q_{mid\ h}^w,$$

Для 1 району: $q_{max\ h1}^w = 1{,}59 * 456{,}425 = 725{,}71$ м^3/год.

Для 2 району: $q_{max\ h2}^w = 1{,}70 * 181{,}393 = 308{,}37$ м^3/год.

де $K_{gen.max}$ – коефіцієнт нерівномірності притоку побутових стічних вод визначаємо за табл. 2 , або за додатком А в залежності від середньо секундних витрати $q_{mid\ s}^w$.

Максимальна секундна витрата побутових стічних вод визначається л/с, за формулою:

$$q^{w}_{max\,s} = K_{gen.max} * q^{w}_{mid\,s}.$$

Для 1 району: $q^{w}_{max\,s1} = 1{,}59 * 126{,}78 = 201{,}58$ л/с.

Для 2 району: $q^{w}_{max\,s2} = 1{,}70 * 50{,}39 = 85{,}66$ л/с.

Дані заносимо до таблиці 1.2

Таблиця 1.2

Розрахунок витрат стічних вод від населення міста

№ району	Кількість населення, чол.	Норма водовідведення, q,	Добова витрата Q^{w}_{d}, м³/доб	Загальний коефіцієнт нерівномірності	Годинні витрати, м³/год		Секундні витрати, л/с	
					Серед. $q^{w}_{mid\,h}$	Макс. $q^{w}_{max\,h}$	Серед. $q^{w}_{mid\,s}$	Макс. $q^{w}_{max\,s}$
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
1	36514	300	10954,2	1,59	456,425	725,71	126,78	201,58
2	18928	230	4353,44	1,70	181,393	308,37	50,39	85,66
Всього	55442	-	15307,64	-	637,818	1034,08	177,17	287,24

1.1.3. Витрати стічних вод від промислових об'єктів

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

Добова витрата стічних вод промислових підприємств:

$$Q^{p.p.}_{d} = Q^{p}_{d} + Q_{d}, \text{м}^3/\text{доб},$$

Середня годинна витрата

$$q^{p.p.}_{mid\,h} = q^{p}_{mid\,h} + q_{mid\,h}, \text{м}^3/\text{год},$$

Середня секундна витрата

$$q^{p.p.}_{mid\,s} = q^{p}_{mid\,s} + q_{mid\,s}, \text{л/с},$$

Максимальна годинна витрата

$$q^{p.p.}_{max\,h} = q^{p}_{\max h} + q_{\max h}, \text{м}^3/\text{год},$$

Максимальна секундна витрата

$$q_{max\,h}^{p.p.} = q_{\max s}^{p} + q_{\max s}, \text{л/с.}$$

Отримані дані заносимо до таблиці 1.3

1.1.4.Витрати технологічних стічних вод

Добова витрата технологічних стічних вод від підприємства

$$Q_d^p = M \cdot q_{\text{пит}}, \text{м}^3/\text{год},$$

Підприємство 1(7): $Q_{d1}^p = 300 * 3 = 900$ м^3/добу.

Підприємство 2(3): $Q_{d2}^p = 90 * 6 = 540$ м^3/добу.

Підприємство 3(10): $Q_{d3}^p = 1400 * 0{,}8 = 1120$ м^3/добу

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

$q_{\text{пит}}$ - питома витрата стічної рідини на одиницю продукції, м^3.

Витрата технологічних стічних вод за зміну

$$Q_{\text{змін}}^p = \frac{Q_d^p}{n} \text{ м}^3/\text{змін},$$

Підприємство 1(7): $Q_{\text{змін1}}^p = 900/3 = 300$ м^3/добу.

Підприємство 2(3): $Q_{\text{змін2}}^p = 540/2 = 270$ м^3/добу.

Підприємство 3(10): $Q_{\text{змін3}}^p = 1120/3 = 373{,}33$ м^3/добу.

де Q_d^p - добова витрата технологічних стічних вод підприємства, м^3/доб;

n - кількість змін, за завданням.

Витрата технологічних стічних вод за годину

$$q_{mid\,h}^p = \frac{Q_d^p}{T}, \text{м}^3/\text{год},$$

Підприємство 1(7): $q_{mid\,h1}^p = 900/24 = 37{,}5$ м^3/год.

Підприємство 2(3): $q_{mid\,h2}^p = 540/16 = 33{,}75$ м^3/год.

Підприємство 3(10): $q_{mid\,h3}^p = 1120/24 = 46{,}67$ м^3/год.

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

Максимальна годинна витрата технологічних стічних вод

$$q_{max\,h}^p = K * q_{mid\,h}^p, \text{м}^3/\text{год},$$

Підприємство 1(7): $q^p_{max\,h1} = 1{,}4 * 37{,}5 = 52{,}5$ м^3/год.

Підприємство 2(3): $q^p_{max\,h2} = 1{,}4 * 33{,}75 = 47{,}25$ м^3/год.

Підприємство 3(10): $q^p_{max\,h3} = 1{,}5 * 46{,}67 = 70{,}01$ м^3/год.

де К – загальний коефіцієнт нерівномірності водовідведення виробничихстічних вод, дані технологів (за завданням).

Середня секундна витрата технологічних стічних вод

$$q^p_{mid\,s} = \frac{q^p_{mid\,h}}{3{,}6}, \text{л/с.}$$

Підприємство 1(7): $q^p_{mid\,s1} = 37{,}5/3{,}6 = 10{,}42$ л/с.

Підприємство 2(3): $q^p_{mid\,s2} = 33{,}75/3{,}6 = 9{,}37$ л/с.

Підприємство 3(10): $q^p_{mid\,s3} = 46{,}67/3{,}6 = 12{,}96$ л/с.

Максимальна секундна витрата технологічних стічних вод

$$q^p_{max\,s} = \frac{q^p_{max\,h}}{3{,}6}, \text{л/с.}$$

Підприємство 1(7): $q^p_{max\,s1} = 52{,}5/3{,}6 = 14{,}58$л/с.

Підприємство 2(3): $q^p_{max\,s2} = 47{,}25/3{,}6 = 13{,}12$ л/с.

Підприємство 3(10): $q^p_{max\,s3} = 70{,}01/3{,}6 = 19{,}45$ л/с.

N’г7=(800*20)/100=160

N’г3=(170*20)/100=34

N’г10=(1000*30)/100=300

N’х7=800-160=640

N’х3=170-34=136

N’х10=1000-300=700

1.1.5.Витрати побутових стічних вод

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

$$Q_d = \frac{25N'_x + 45N'_Г}{1000}, \text{м}^3/\text{доб.}$$

Підприємство 1(7): $Q_{d1} = (25 * 640 + 45 * 160)/1000 = 23{,}2$ м^3/добу.

Підприємство 2(3): $Q_{d2} = (25 * 136 + 45 * 34)/1000 = 4{,}93$ м^3/добу.

Підприємство 2(10): $Q_{d3} = (25 * 700 + 45 * 300)/1000 = 31$ м^3/добу.

де $N'_Г$ - загальна кількість робітників в цехах з значним тепловиділенням у цілому по підприємству протягом доби, тобто в гарячих цехах

$N'_Г = (N_{\text{доб}} \nabla_Г)/100$;

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

$\nabla_Г$ - % працюючих людей в гарячих цехах;

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

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

$$Q_{\text{змін}} = \frac{45N_Г + 25N_x}{1000}, \frac{\text{м}^3}{\text{змін}}.$$

Підприємство 1(7): $Q_{\text{змін1}} = (45 * 60 + 25 * 240)/1000 = 8{,}70$ м^3/добу.

Підприємство 2(3): $Q_{\text{змін2}} = (45 * 20 + 25 * 80)/1000 = 2{,}9$ м^3/добу.

Підприємство 3(10): $Q_{\text{змін3}} = (45 * 120 + 25 * 280)/1000 =$
$12{,}4$ м^3/добу.

Nг7=(300*20)/100=60

Nг3=(100*20)/100=20

Nг10=(400*30)/100=120

Nх7=300-60=240

Nх3=100-20=80

Nх10=400-120=280

Середня годинна витрата побутових стічних вод

$$q_{mid\ h} = \frac{Q_{\text{змін}}}{T}, \text{м}^3/\text{год},$$

Підприємство 1(7): $q_{mid\ h1} = 8{,}7/8 = 1{,}09$ м^3/зміну.

Підприємство 2(3): $q_{mid\ h2} = 2{,}9/8 = 0{,}36$ м^3/зміну.

Підприємство 3(10): $q_{mid\ h3} = 12{,}4/8 = 1{,}55$ м^3/зміну.

де T – кількість годин роботи підприємства в зміну.

Максимальна годинна витрата побутових стічних вод

$$q_{max\ h} = \frac{1}{T}\left(\frac{45 \cdot N_Г \cdot 2{,}5 + 25 \cdot N_x \cdot 3}{1000}\right), \text{м}^3/\text{год},$$

Підприємство 1(7): $q_{max\ h1} = \frac{1}{8} * \left(\frac{45*60*2{,}5+25*240*3}{1000}\right) = 3{,}09$ м^3/год.

Підприємство 2(3): $q_{max\ h2} = \frac{1}{8} * \left(\frac{45*20*2{,}5+25*80*3}{1000}\right) = 1{,}03$ м^3/год.

Підприємство 2(10): $q_{max\ h3} = \frac{1}{8} * \left(\frac{45*120*2{,}5+25*280*3}{1000}\right) = 4{,}31$ м^3/год.

де $N_Г$ і N_x - кількість робітників працюючих в гарячих і холодних цехах в максимальну зміну.

Середня секундна витрата побутових стічних вод

$$q_{mid\ s} = \frac{q_{mid\ h}}{3{,}6}, \text{л/с}.$$

Підприємство 1(7): $q_{mid\ s1} = 1{,}09/3{,}6 = 0{,}30$ л/с.

Підприємство 2(3): $q_{mid\ s2} = 0{,}36/3{,}6 = 0{,}1$ л/с.

Підприємство 3(10): $q_{mid\ s3} = 1{,}55/3{,}6 = 0{,}43$ л/с.

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

Максимальна секундна витрата побутових стічних вод

$$q_{max\ s} = q_{mid\ s} = \frac{q_{max\ h}}{3{,}6}, \text{л/с}.$$

Підприємство 1(7): $q_{max\ s1} = 3{,}09/3{,}6 = 0{,}86$ л/с.

Підприємство 2(3): $q_{max\ s2} = 1{,}03/3{,}6 = 0{,}29$л/с.

Підприємство 3(10): $q_{max\ s3} = 4{,}31/3{,}6 = 1{,}20$ л/с.

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

1.1.6. Витрати стічних вод від душових

Часову витрату на одну душову сітку слід приймати рівною 500 л, тривалість користування душем 45 хвилин після закінчення зміни.

Кількість душових сіток: $n_c = \frac{N}{n_0}$,

Підприємство 1(7): $n_{c1} = 300/10 = 30$

Підприємство 2(3): $n_{c2} = 100/10 = 10$

Підприємство 3(10): $n_{c3} = 400/10 = 40$

де N – кількість робітників працюючих у максимальну зміну;

n_0 – кількість чоловік, які обслуговуються однією душовою сіткою, належить приймати у залежності від категорії підприємств (5 – 15 чоловік).

Годинні витрату стічних вод від душових

$$q^d_{\max h} = \frac{0{,}5 \cdot n_c \cdot 45}{60}, \text{м}^3/\text{год},$$

Підприємство 1(7): $q^d_{\max h1} = \frac{0{,}5*30*45}{60} = 11{,}25$ м^3/год.

Підприємство 2(3): $q^d_{\max h2} = \frac{0{,}5*10*45}{60} = 3{,}75$ м^3/год.

Підприємство 3(10): $q^d_{\max h3} = \frac{0{,}5*40*45}{60} = 15/\text{год}.$

Секундні витрати стічних вод від душових

$$q^d_{\max s} = \frac{500 \cdot n_c \cdot 45}{60 * 2700}, \text{л/с}.$$

Підприємство 1(7): $q^d_{\max s1} = (500 * 30)/3600 = 4{,}16$ л/с.

Підприємство 2(3): $q^d_{\max s2} = (500 * 10)/3600 = 1{,}38$ л/с.

Підприємство 3(10): $q^d_{\max s3} = (500 * 40)/3600 = 5{,}5$ л/с.

Добові витрату стічних вод від душових

$$Q^d_d = q^d_{\text{mid } h} * n, \text{м}^3/\text{доб}.$$

Підприємство 1(7): $Q^d_{d1} = 11{,}25 * 3 = 33{,}75$ м^3/год.

Підприємство 2(3): $Q^d_{d2} = 3{,}75 * 2 = 7{,}5$ м^3/год.

Підприємство 3(10): $Q^d_{d3} = 15 * 3 = 45$ м^3/год.

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

Розрахунок сумарних витрат стічних вод промислових підприємств

Таблиця 1.3

№№ п/п	Назва підприємства	Витрати стічних вод																	
		Технологічні						Побутових та душових						Сумарні					
		Добові, м³	У максимальну зміну, м³	Годинні, м³		Секундні, л		Добові, м³	У максимальну зміну, м³	Годинні, м³		Секундні, л		Добові, м³	У максимальну зміну, м³	Годинні, м³		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	Машинобудівний завод	900	300	37,5	52,5	10,42	14,58	23,2	8,7	1,09	3,09	0,3	0,86	956,95	308,7	38,59	66,84	10,72	19,6
2	Олійний завод	540	270	33,75	47,25	9,37	13,12	4,93	2,9	0,36	1,03	0,1	0,29	552,43	272,9	34,11	52,03	9,47	14,79
3	Цементний завод	1120	373,33	46,67	70,01	12,96	19,45	31	12,4	1,55	4,31	0,43	1,20	1196	1132,4	48,22	89,32	13,39	26,15
	Разом	2560	943,33	117,92	169,76	32,75	47,15	59,13	24	3	8,43	0,83	2,35	2705,38	1714	120,92	208,19	33,58	60,54

Розрахунок кількості стічних вод міста

Таблиця 1.4

№№	Вид Водовідведення	Добова витрата, $м^3$/доб	Витрати з			
			Годинні, м /год		Секундні, л/с	
			Середні	Максимальні	Середні	Максимальні
1	2	3	4	5	6	7
1	**Від населення міста**	15307,64	637,18	1034,08	177,17	287,24
2	**Від промислових підприємств**	956,95	38,59	66,84	10,72	19,6
		552,43	34,11	52,03	9,47	14,79
		1196	48,22	89,32	13,39	26,15
	Разом	18013,02	758,1	1242,27	210,75	347,78

1.2.Мережі водовідведення

1.2.1. Визначення витрат побутових стічних вод для розрахункових ділянок прилеглих колекторів

Середня секундна витрата побутових стічних вод від населення міста:

$$q_{mid\,s} = q_n + q_{\text{тр}} + q_{\text{б}}, \text{л/с}.$$

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

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

$q_{\text{б}}$ – бокова, яка надходить від приєднаних бокових ліній.

$$q_{cit} = q_{\max s} + \sum q_{\text{зос}}, \text{л/с},$$

де $\sum q_{\text{зос}}$ - 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 1.5).

Визначення розрахункових витрат для ділянок головного колектора та окремих прилеглих колекторів побутової мережі

Таблиця 1.5

№ ділянок	Середні секундні витрати, л/с				Загальний коефіцієнт нерівномірності	Максимальна витрата $q_{max\,s}$, л/с	Зосереджена витрата $q_{зос}$, л/с	Розрахункова витрата q_{cit}, л/с	Примітка
	Прилегла q_n	Бокова $q_б$	Транзитна $q_{тр}$	Сума $q_{mid\,s}$					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Головний колектор побутової мережі									
1-2	6,039	-	-	6,039	2,42	14,61		14,61	
2-3	-	-	6,039	6,039	2,42	14,61		14,61	
3-4	-	6,039	6,039	12,078	2,06	24,88		24,88	
4-5	-	6,039	12,078	18,117	1,94	35,15		35,15	
5-6	-	-	18,117	18,117	1,94	35,15		35,15	
6-7	6,039	18,117	18,117	42,273	1,75	73,98		73,98	
7-8	6,039	18,117	42,273	66,429	1,67	110,94		110,94	
8-9	6,039	18,117	66,429	90,585	1,62	146,75		146,75	
9-10	6,039	12,078	90,585	108,702	1,6	173,92		173,92	
10-11	0,575	18,117	108,702	127,394	1,59	202,56		202,56	
11-12	-	9,522	127,394	136,916	1,59	222,47		222,47	
12-13	-	6,348	136,916	143,264	1,59	227,79	34,39	262,18	
13-14	-	6,744	143,264	150,098	1,59	238,51	34,39	272,9	
14-15	-	10,713	150,098	160,721	1,58	253,94	60,54	314,48	
15-16	-	8,331	160,721	169,052	1,58	267,10	60,54	327,64	
16-НС	-	5,533	169,052	174,605	1,58	275,87	60,54	336,41	

Продовження таблиці 1.5

Прилеглий колектор побутової мережі									
17-18	6,039	-	-	6,039	2,42	14,61		14,61	
18-19	-	-	6,039	6,039	2,42	14,61		14,61	
19-20	-	6,039	6,039	12,078	2,06	24,88		24,88	
20-6	-	6,039	12,078	18,117	1,94	35,15		35,15	

1.2.2. Гідравлічний розрахунок ділянок окремих колекторів побутової мережі

Початкову глибину закладання колекторів побутової мережі визначаємо залежно від глибини закладання дворової або внутрішньо квартальної мережі

$H_n=h_1+i_0*(L+l)-(z_1-z_2)+\Delta$

$H_н$ =0,85+0,008*230-(116,7-116,4)+0,05=2,44 м >1,5+d=1,7

h1 = 0,15+ 0,7 = 0,85м., глибина закладання внутрішньо квартальної мережі

(L + l) = 230 м, - довжина внутрішньо квартальної мережі до початкового колодязя розрахункового колектора, м;

z_1 =116,7 – відмітка поверхні землі біля колодязя внутрішньо квартальної мережі, м;

z_2 = 116,4 – відмітка поверхні землі біля початкового колодязя, м;

Δ - перепад між лотками вуличної та внутрішньо квартальної мережі, м

Δ = d2 - d1 = 0,05м,

де d2 – діаметр прилеглого колектора, м;

d1 – діаметр внутрішньо квартальної мережі в точці приєднання.

Початкову глибину закладання колекторів побутової мережі приймаємо 2,44 м,

Початкову глибину закладання прилеглого колектора побутової мережі визначаємо залежно від глибини закладання дворової або внутрішньо квартальної мережі

$H_n=h_1+i_0*(L+l)-(z_1-z_2)+\Delta$

$H_н$ =0,9+0,008*230-(117,5-116,4)+0=1,64 м<1,5+d=1,7

Початкову глибину закладання прилеглого колектора побутової мережі приймаємо 1,7 м.

Гідравлічний розрахунок окремих прилеглих колекторів водопровідної мережі

Таблиця 1.6

№№ ділянок	Довжина l, м	Розрахункова витрата	Діаметр d, мм	Ухил		Наповнення h/d	Висота h, м	Швидкість V,	Падіння $i_{тр} \times l$,	Відмітки, м								Глибина закладання лотка труби в м	
				Землі $i_з$	Труби $i_{тр}$					Поверхні землі		Поверхні води		Лотка труби		Шелиги труби			
										На								На	
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 -16НС																			
1-2	240	14,61	200	0,0012	0,007	0,53	0,11	0,84	1,68	116,7	116,4	114,37	112,69	114,26	112,58	114,46	112,78	2,44	3,82
2-3	300	14,61	200	0,0073	0,007	0,53	0,11	0,84	2,10	116,4	114,2	112,69	110,59	112,58	110,48	112,78	110,68	3,82	3,72
3-4	300	24,88	250	0,0060	0,005	0,58	0,15	0,85	1,50	114,2	112,4	110,59	109,09	110,44	108,94	110,69	109,19	3,76	3,46
4-5	310	35,15	300	0,0035	0,004	0,57	0,17	0,85	1,24	112,4	111,3	109,09	107,85	108,92	107,68	109,22	107,98	3,49	3,63
5-6	310	35,15	300	0,0013	0,004	0,57	0,17	0,85	1,24	111,3	110,9	107,85	106,61	107,68	106,44	107,98	106,74	3,63	4,47
6-7	310	73,98	400	0,0016	0,0025	0,65	0,26	0,85	0,78	110,9	110,4	106,61	105,83	106,35	105,57	106,75	105,97	4,55	4,83
7-8	310	110,9	500	0,0013	0,0025	0,57	0,29	0,95	0,78	110,4	110	105,83	105,06	105,55	104,77	106,05	105,27	4,85	5,23
8-9	310	146,8	500	0,0006	0,0025	0,69	0,35	1,01	0,78	110	109,8	105,06	104,28	104,71	103,94	105,21	104,44	5,29	5,86
9-10	310	173,9	600	0,0010	0,0025	0,56	0,34	1,06	0,78	109,8	109,5	104,28	103,51	103,95	103,17	104,55	103,77	5,86	6,33

10-11	310	202,6	600	0,0010	0,0025	0,62	0,37	1,1	0,78	109,5	109,2	103,51	102,73	103,13	102,36	103,73	102,96	6,37	6,84
11-12	310	222,5	600	0,0010	0,002	0,72	0,43	1,02	0,62	109,2	108,9	102,73	102,11	102,30	101,68	102,90	102,28	6,90	7,22
12-13	250	262,2	600	0,0008	0,002	0,84	0,50	1,04	0,50	108,9	108,7	102,11	101,61	101,61	101,11	102,21	101,71	7,29	7,59
13-14	330	272,9	800	0,0006	0,0019	0,5	0,40	1,08	0,63	108,7	108,5	101,61	100,98	101,21	100,58	102,01	101,38	7,49	7,92
14-15	280	314,5	800	0,0021	0,0019	0,55	0,44	1,12	0,53	108,5	107,9	100,98	100,45	100,54	100,01	101,34	100,81	7,96	7,89
15-16	260	327,6	800	0,0019	0,0019	0,56	0,45	1,13	0,49	107,9	107,4	100,45	99,96	100,00	99,51	100,80	100,31	7,90	7,89
16-НС	220	336,4	800	0,0023	0,0019	0,57	0,46	1,13	0,42	107,4	106,9	99,96	99,54	99,50	99,08	100,30	99,88	7,90	7,82
Окремий прилеглий колектор побутової мережі 17 - 6																			
17-18	270	14,61	200	0,0015	0,005	0,6	0,12	0,74	1,35	116.4	116	114,82	113,47	114,70	113,35	114,90	113,55	1,70	2,65
18-19	300	14,61	200	0,0077	0,005	0,6	0,12	0,74	1,50	116	113,7	113,47	111,97	113,35	111,85	113,55	112,05	2,65	1,85
19-20	300	24,88	250	0,006	0,004	0,62	0,16	0,78	1,20	113,7	111,9	111,97	110,77	111,82	110,62	112,07	110,87	1,88	1,29
20-6	320	35,15	300	0,0031	0,0035	0,59	0,18	0,81	1,12	111,9	110,9	110,77	109,65	110,59	109,47	110,89	109,77	1,31	1,43

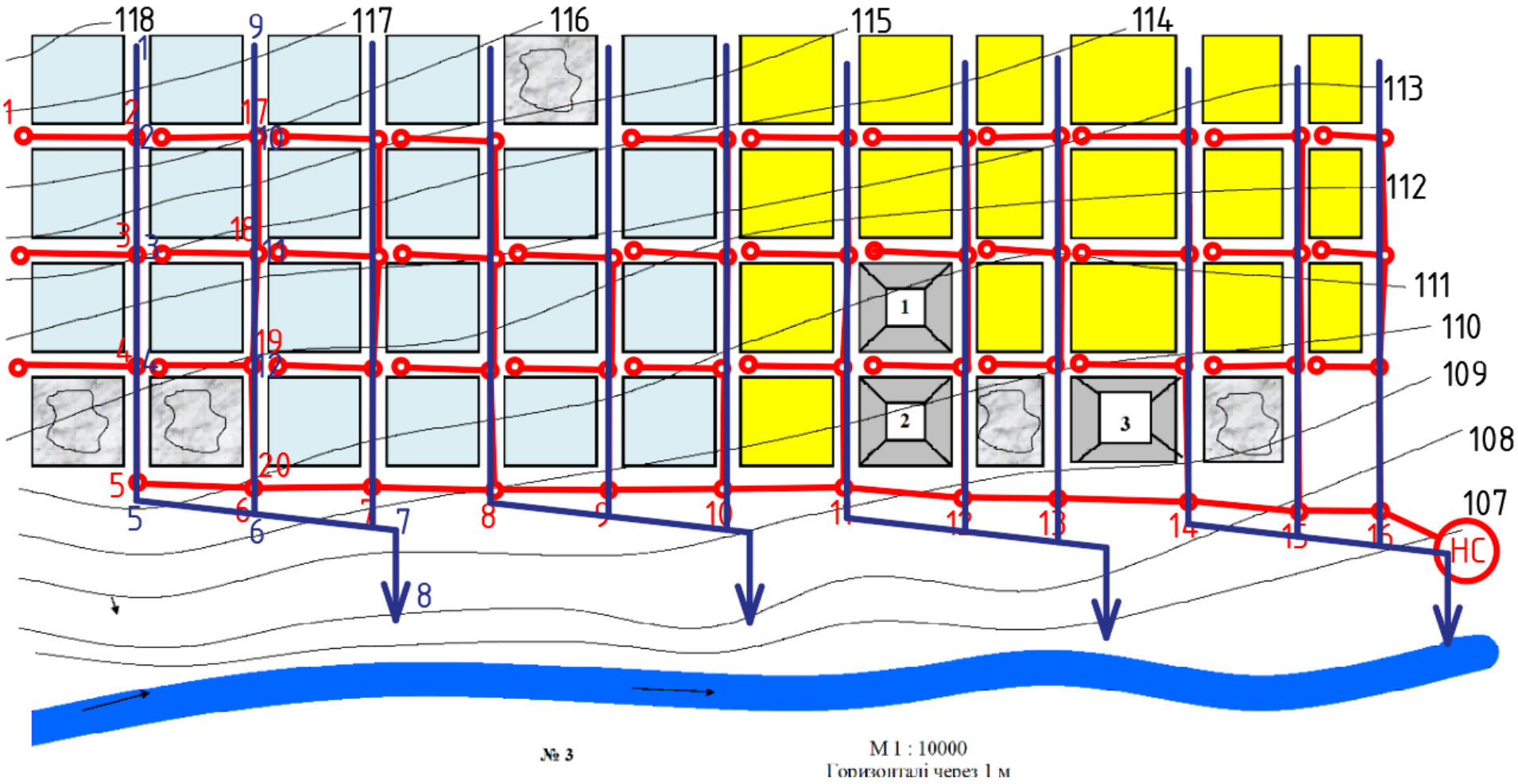


Рис.1.1. Генплан міста

Розрахунок:

1. Визначаємо площу стоку кожної ділянки:

Ділянка 1-2: F_1= 300*300/10000=9 га

Ділянка 2-3: F_2= 550*300/10000=16,5 га

Ділянка 3-4: F_3= 850*300/10000=25,5 га

Ділянка 4-5: F_4=1200*300/10000=36 га

Ділянка 5-6: F_5=1200*300/10000=36 га

Ділянка 6-7: 600*1200/10000=72 га

Ділянка 7-8: 900*1250/10000=112,5 га

∑F= 307,5 га

Ділянка 9-10: F_1'= 300*300/10000=9 га

Ділянка 10-11: F_2'= 550*300/10000=16,5 га

Ділянка 11-12: F_3'= 850*300/10000=25,5 га

Ділянка 12-6: F_4'=1220*300/10000=36,6 га

∑F'= 87,6 га

1) Визначаємо z_{mid} – середня величина коефіцієнта, який характеризує поверхню басейна стоку:

Таблиця 1.7.

№	Вид поверхні	Доля від загальної площі міста	z	Окреме значення
1.	Дах будівель та споруд, асфальтобетонні покриття доріг	0,31	0,28	0,31·0,28=0,087
2.	Брущаті мостові	0,04	0,224	0,04·0,224=0,009
3.	Булижні мостові	0,06	0,145	0,06·0,145=0,009

4.	Покриття із щебеня	0,06	0,125	0,06·0,125=0,007
5.	Гравійні садово - паркові доріжки	0,07	0,09	0,07·0,09=0,006
6.	Ґрунтові поверхні (спланованні)	0,26	0,064	0,26·0,064=0,017
7.	Газони	0,2	0,038	0,2·0,038=0,008
Встановлення коефіцієнта:		1		**$\Sigma = Z_{mid} = 0,14$**

1) Визначаємо А, для цього з ДБН виписуємо параметри:

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

γ=1,82.

q_{20}=93,2

m_r=98

P=0,98.

n=0,75

$$A = 93,2 \times 20^{0,75} \times (1+\lg(0,98)/\lg(98))^{1,82} = 874$$

2) Визнаємо η- коефіцієнт, що враховує нерівномірність випадання дощу на площі стоку та ß:

η=1.

ß=0,65

m=1

3)розраховуємо головний колектор , результати заносимо в таблицю 1.8.

Гідравлічний розрахунок колекторів дощової мережі

Таблиця 1.8

№ ділянок	Довжина l, м	Площа стоку F, Га	Vп, м/с	t(p)	t (r)	m	Z mid	β	η	q (cal)	Ухил		d, мм	Наповнення h/d	Висота h, м	Швидкість V, м/с	Падіння $i_{тр}$ ´l, м	Відмітки, м						Глибина закладання лотка труби в м	
											Землі $i_з$	Труби $i_{тр}$						Поверхні землі		Лотка труби		Шелиги труби			
																		На	В кінці	На	В кінці	На	В кінці	На	В кінці
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
1-2	270	9	1,6	2,9	13,9	1	0,14	0,65	1	337,818	0,0048	0,005	600	1	0,6	1,60	1,35	117,7	116,4	116,1	114,75	116,7	115,35	1,6	1,65
2-3	300	16,5	2	2,6	16,4					542,581	0,0077	0,008	800		0,8	2,19	2,4	116,4	114,1	114,55	112,15	115,35	112,95	1,85	1,95
3-4	300	25,5	2	2,6	19,0					745,407	0,0057	0,005	800		0,8	1,96	1,5	114,1	112,4	112,15	110,65	112,95	111,45	1,95	1,75
4-5	370	36	2	3,1	22,1					932,49	0,0035	0,004	1000		1	1,93	1,48	112,4	111,1	110,45	108,97	111,45	109,97	1,95	2,13
5-6	310	36	2	2,6	24,7					853,106	0,0019	0,0045	1000		1	1,97	1,395	111,1	110,5	108,97	107,575	109,97	108,58	2,13	2,93
6-7	300	72	2	2,6	27,3					1574,924	0,0023	0,003	1200		1,2	1,96	0,9	110,5	109,8	107,38	106,48	108,58	107,68	3,12	3,32
7-8	130	112,5	2,5	0,9	28,2					2397,785	0,0062	0,005	1200		1,2	2,59	0,65	109,8	109	106,48	105,83	107,68	107,03	3,32	3,17
Прилеглий колектор																									

9-10	270	9	1,6	2,9	13,9	1	0,14	0,65	1	337,818	0,0048	0,005	600	1	0,6	1,6	1,35	117,2	115,9	115,6	114,25	116,2	114,85	1,6	1,65
10-11	300	16,5	2,06	2,5	16,3					545,240	0,0080	0,008	800		0,8	2,19	2,40	115,9	113,5	114,05	111,65	114,85	112,45	1,85	1,85
11-12	300	25,5	2	2,6	18,9					748,560	0,0053	0,005	800		0,8	1,95	1,50	113,5	111,9	111,65	110,15	112,45	110,95	1,85	1,75
12-6	370	36,6	2	3,1	22,0					951,477	0,0041	0,0045	1000		1	2,03	1,67	111,9	110,4	109,95	108,29	110,95	109,29	1,95	2,12

1.3. Очисні споруди водовідведення

Визначення добових витрат з населеного пункту:

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

$$=40000+30000+2200+4100+4300=80600$$

Визначення концентрацій забруднень стічних вод :

- по завислим речовинах, мг/дм³:

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

$$=\frac{40000*250+30000*371+2200*150+4100*320+4300*420}{40000+30000+2200+4100+4300} = 305 \text{ мг/дм}^3$$

$$\text{C}_{en} = \frac{Q_d^w \cdot \text{C}_\text{P}^w + \sum(Q_{di}^P \cdot \text{C}_{\text{pi}}^P)}{Q_d^w + \sum Q_{di}^P} \cdot K_C =$$

$$=305*1{,}10=335{,}5 \text{ мг/дм}^3$$

- по $\text{БСК}_{\text{повн}}$, мг/дм³:

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

$$=\frac{40000*288+30000*428+2200*340+4100*350+4300*430}{40000+30000+2200+4100+4300} = 352 \text{ мг/дм}^3$$

$$L_{en} = \frac{Q_d^w \cdot L_\text{P}^w + \sum(Q_{di}^P \cdot L_{\text{pi}}^P)}{Q_d^w + \sum Q_{di}^P} \cdot K_L = 352 * 1{,}05 = 369{,}6 \text{мг/дм}^3$$

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 зварених 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 –коєфіцієнт, що враховує збільшення концентраціїї забружнень по зважених речовинах за рахунок надходжння мулової води після обробки осаду;

K_L −1,02 ÷ 1,05 –коєфіцієнт, що враховує збільшення концентраціїї забружнень по $БСК_{повн}$ за рахунок надходжння мулової води після обробки осаду.

Освітлених стічних вод:

$$L_{осв} = L_{заг} \cdot \frac{40}{75}, \text{ мг/дм}^3$$

$$L_{осв} = 369{,}6 \cdot \frac{40}{75} = 197{,}12 \text{ мг/дм}^3$$

Визначення необхідного ступеня очищення стічних вод

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

$$Э = \frac{C_{еп} - C_{ех}}{C_{еп}} \cdot 100 = \frac{335{,}5 - 15}{335{,}5} * 100 = 95{,}53\%$$

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

б) Необхідний ступінь очищення за $БСК_{повн}$:

$$Э_{БСК} = \frac{L_{еп} - L_{ех}}{L_{еп}} \cdot 100 = \frac{369{,}6 - 15}{369{,}6} * 100 = 95{,}94\%$$

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

$$Э_{БСКосв} = \frac{L_{осв} - L_{ех}}{L_{осв}} \cdot 100 = \frac{197{,}12 - 15}{197{,}12} * 100 = 92{,}39\%$$

Приймаємо повне біологічне очищення стічних вод

1.3.2.Розрахунок споруд механічного очищення стічних вод

Приймальна камера

Розміри прийомної камери визначають залежно від величини витрати стічних вод (табл. 1.9).

Таблиця 1.9

Розміри прийомних камер каналізаційних очисних споруджень (при напірному надходженні стічних вод)

Витрата стічних вод, $м^3$/годину	Розміри в мм				
	A	B	H	H_1	l
100 -- 160	1500	1000	1300	1000	600
250	1500	1000	1300	1000	600
400 -- 630	1500	1000	1300	1000	600
1000-- 1250	2000	2300	2000	1600	1000
1600-- 2000	2000	2300	2000	1600	1000

Приймаємо 3 приймальні камери 1600-2000

Розрахунок решіток

Приймаються механізовані решітки з прозорами 16 мм.

Максимальні витрати, що надходять на решітки:

$$q_{max}\left(м^3/с\right) = \frac{\sum q_{max}\left(м^3/год\right)}{3600\left(с/год\right)},$$

$$q_{max} = \frac{4869}{3600} = 1{,}35 м^3/с$$

$\sum q_{max}$- максимальні годинні витрати стічних вод, що надходять на ОС.

Діапазон розрахункової витрати на 1 грати при **n** робочих агрегатах:

$$\grave{q}_{(2)}\left(м^3/с\right) = \frac{q_{max}}{n} = \frac{1{,}35}{2} = 0{,}675 м^3/с$$

Приймаємо тип грат :МГ-11Т

Загальна корисна площа прозорів:

$$F_{\text{заг}}(\text{м}^2) = H_{max}(\text{м}) \cdot b_{\text{заг}}(\text{м})=1{,}1*1{,}25=1{,}375\text{м}^2$$

Швидкість руху води в прозорах :

$$\text{V}_{\text{пр}}(\text{м/с})=\frac{\text{q`}(\text{м}^3/\text{с})}{\text{F}_{\text{заг}}(\text{м}^2)} = \frac{1{,}35}{1{,}375} = 0{,}98\ \text{м/с}$$

Розрахуються втрати напору на гратах за формулою:

$$h_{\text{гр}}(\text{м}) = \xi \cdot \frac{V_{\text{пр}}^2}{2 \cdot g} \cdot P = 0{,}63 * \frac{0{,}98^2}{2*9{,}81} * 3 = 0{,}093\text{м}\ ,$$

де ξ - коефіцієнт місцевого опору для круглих стержнів:

$$\xi = \beta \cdot \left(\frac{S}{b}\right)^{4/3} \cdot sin\alpha = 1{,}83 * \left(\frac{8}{16}\right)^{\frac{4}{3}} * \sin 60 = 0{,}63\ ,$$

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

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

β = 1,83 - для прямокутних з заокругленими ребрами;

Р - коефіцієнт, що враховує забрудненість поверхні ґрат під час експлуатації: 3;

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

$$h_{\text{заг}} = 3 \cdot h_{\text{гр}} = 3 * 0{,}093 = 0{,}279\text{м}\ ,$$

Добова кількість покидьків, затримуваних на решітках:

За рік:

$$\text{W}_{\text{відх}}^{\text{рік}} = \frac{8 \cdot \text{N}_{\text{priv}}^{\text{зв}}}{1000} = \frac{8 * 378322}{1000} = 3026{,}576\text{м}^3/\text{рік}$$

За добу:

$$W_{\text{відх}}^{\text{доб}} = \frac{W_{\text{відх}}^{\text{рік}}}{365} = \frac{3026{,}576}{365} = 8{,}292 \text{ м}^3/\text{добу}$$

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

При щільності відходів ρ = 0,750 т/м³ їх добова кількість, вологість 80% становить (т/доб)**:** $G_{\text{П}} = \rho_{\text{П}} \cdot W_{\text{відх}}^{\text{доб}}$=0,750*8,292=6,219т/добу

Піскоуловлювачі

Піскоуловлювачі необхідно передбачати для виділення зі стічних вод важких мінеральних домішок при продуктивності очисних споруджень понад 100 м³/добу . Приймаємо аеровані горизонтальні пісковловлювачі з повздовжнім рухом рідини.

Визначення конструктивних розмірів піскоуловлювачів

Для розрахунків приймаємо:

$$^{\text{В}}/_{\text{Н}} = 1{,}5 \quad v_s = 0{,}08 \text{ м/с} \quad K_s = 2{,}08 \quad H_s = 0{,}7 - 3{,}5$$

Номер типового проекту :902-2-372.83

При розрахунку горизонтальних й азрованих піскоуловлювачів варто визначати їхню довжину за формулою:

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

де H_s – розрахункова глибина піскоуловлювача, *м (*для аерованих піскоуловлювачів приймається рівній половині загальної глибини *H)*

K_s – коефіцієнт, що залежить від гідравлічної крупності й типу піскоуловлювачів

v_s – швидкість руху стічних вод, м/с ,

u_0 – гідравлічна крупність піску, мм/с ,

Приймаємо $L_s = 18$м ; число відділень :3

Площа дзеркала води піскоуловлювачів:

$$F_s = \frac{q_{max\,s}}{u_0} \cdot 10^3,$$

$$\mathrm{F_s}=\frac{1352}{18{,}7} * 10^3 = 72{,}30\text{м}^2$$

де $q_{\max.s}$ – максимальний секундний приплив стічних вод на ОС, м³/с;

u_0 – гідравлічна крупність затримуваних часток, мм/с.

Загальна ширина піскоуловлювачів при максимальному припливі стічних вод

$$B_S = \frac{F_S}{L_S} = \frac{72{,}30}{18} = 4{,}02\text{м}$$

Розрахункова ширина одного відділення піскоуловлювача ,м:

$$b_s = \frac{B_S}{n_s} = \frac{4{,}02}{3} = 1{,}34\text{м}$$

Приймаємо $b_s = 3$

Тривалість протікання при максимальному припливі ,с:

$$t_{\text{пр}} = \frac{L_S * B_S * H_S}{q_{max.s}} = \frac{18 * 4{,}02 * 2{,}8}{1352} = 150\text{ с}$$

визначаємо фактичну швидкість руху води, яка повинна знаходитись в межах 0,08...0,12 м/с :

$$v_{\text{факт}}(\text{м/с}) = \frac{Q_{max}(\text{м}^3/\text{год})}{n' \cdot b(\text{м}) \cdot h(\text{м}) \cdot 3\,600(\text{с/год})}$$

$$v_{\text{факт}} = \frac{4869}{3 * 1{,}34 * 2{,}8 * 3600} = 0{,}12\text{ м/с}$$

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

$$q_{air} = F_s \cdot I$$

$$q_{air} = 72{,}30 * 4 = 289{,}2\text{м3/год}$$

де Fs – розрахункова площа дзеркала води, м²;

I – інтенсивність аерації, = 4 м3/(м2·год).

Піскові майданчики

Об'єм піску, затримуваного піскоуловлювачами:

$$W_s = \frac{0{,}03 \cdot N_{priv}}{1\,000}, (м^3/доб)$$

$$W_s = \frac{0{,}03*378322}{1000} = 11{,}35\ (м^3/доб)$$

Необхідна площа при навантаженні 3 м³/м²·рік і умови періодичного вивозу піску буде:

$$F_s = \frac{W_s \cdot 365}{3}, (м^2)$$

$$F_s = \frac{11{,}35*365}{3} = 1380{,}92\ м^2$$

Площа 1 карти при 4 картах : $\frac{F_s}{4} = \frac{1380{,}92}{4} = 345{,}23\ м^2$

Отже , приймаємо :

B, м	15
L, м	25

Первинні відстійники

Оскільки витрати стічних вод більше 20 тис $м^3/доб$, то приймаємо радіальні первинні відстійники. Кількість відстійників приймаємо: первинних - не менш двох, вторинних - не менш трьох за умови, що всі робочі.

1. Необхідний ефект посвітління:

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

$$Э = \frac{335{,}5 - 150}{335{,}5} * 100\% = 55{,}29\%$$

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.

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

$$C_{en1} = 0,93 \cdot C_{заг}$$

$$C_{en1} = 0,93 * 305 = 283,65 \text{ мг/дм}^3;$$

$$Э_{осв} = \frac{C_{en1} - (150 \text{г/м}^3)}{C_{en1}} \cdot 100\ \%,$$

$$Э_{осв} = \frac{283,65 - 150}{283,65} * 100\% = 47,12\%$$

Використання передаерації не потрібно .

Розрахункове значення гідравлічної крупності *U0 необхідно визначити за формулою :*

$$U_0 = \frac{1\,000 H_{set} \cdot K_{set}}{t_{set}(\frac{H_{set} \cdot K_{set}}{h_1})^{n_2}}$$

$$U_0 = \frac{1000*3,1*0,45}{625(\frac{3,1*0,45}{0,5})^{0,25}} = 1,727 \text{м/с}$$

де H_{set} – глибина проточної частини відстійника , м;

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

- для радіальних - 0,45;

t_{set} – тривалість відстоювання, с, що відповідає заданому ефекту очищення й отримана в лабораторному циліндрі в шарі *h1* = 0,5 м

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

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

$$q_{set} = 2,8 * 0,45(24^2 - 1,6^2)(1,727 - 0) = 1247,82 \text{ м}^3/\text{год}$$

K_{set} – коефіцієнт використання об'єму проточної частини відстійникаD_{set} – діаметр відстійника, м ;

d_{en} – діаметр впускного пристрою, м ;

u_0 – значення гідравлічної крупності

v_{tb} – турбулентна складова, мм/с, приймається по таблиці, залежновід швидкості потоку у відстійнику V_w, мм/с.

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

$$n = \frac{q_{max.h}}{q_{set}} = \frac{4869}{1247,82} = 3,90 \text{ м³/год}$$

де $q_{max.h}$ – максимальна витрата стічних вод, м³/год;

Приймаємо 4 первинних відстійники діаметром 24 м

Перевіряють фактичну швидкість :

$$V_ф = \frac{q_{max.h}}{3,6\pi \cdot R_{set} \cdot H_{set} \cdot n}, \text{ мм/с}$$

$$V_ф = \frac{4869}{3,6*3,14*12*3,1*4} = 2,89 \text{мм/с}$$

R_{set} – радіус відстійника. $R_{set} = D_{set}/2$

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

$$Q_{mud} = \frac{Q(C_{en1} - 150)}{(100 - P_{mud})\gamma_{mud} \cdot 10^4}$$

$$Q_{mud} = \frac{80600(283,65 - 150)}{(100 - 95) * 1,06 * 10^4} = 203,25$$

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

P_{mud} – вологість осаду, -95%

γ_{mud} – щільність осаду, г/см³ - 1,06

C_{en1} – концентрація завислих речовин у воді, що подається у відстійник.

Кількість осаду по сухій речовині:

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

$$M_{mud} = \frac{80600(283{,}65 - 150)}{10^6} = 10{,}77 \text{ т/доб}$$

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

Аеротенки

Ступінь рециркуляції активного мулу Ri, в аеротенках визначають за формулою:

$$R_i = \frac{a_i}{\frac{1\,000}{J_i} - a_i}$$

$$R_i = \frac{2{,}5}{\frac{1000}{74{,}2} - 2{,}5} = 0{,}228$$

де ai, – доза мулу в аеротенку, г/дм³; для аеротенка-витиснювача з регенераторами приймають ai = 2 - 3,5 г/дм³ у діапазоні БСКповн – 150 - 300 мг/дм³;

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

Тривалість перебування стічних вод у самому аеротенку:

$$t_{at} = \frac{2{,}5}{\sqrt{a_i}} * \text{Ig}\frac{L_{en}^i}{L_{ex}}$$

$$t_{at} = \frac{2{,}5}{\sqrt{2{,}5}} * \text{Ig}\frac{197{,}12}{15} = 1{,}77 \text{ год}$$

Приймаємо 2 години

де L_{en}^I – $БСК_{повн}$ вихідної стічної води з урахуванням зниження БСКповн при первинному відстоюванні, мг/дм³.

L_{ex} – $БСК_{повн}$ очищеної стічної води, мг/дм³,при повному біологічному очищенні приймають L_{ex} =15-2О мг/дм³**.**

Доза мулу в регенераторі:

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

$$a_r = 2{,}5\left(\frac{1}{0{,}228} + 1\right) = 13{,}46 \text{ г/дм}^3;$$

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

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

$$\rho = 85 * \frac{15*2}{15*2+33*2+0{,}625*15} * \frac{1}{1+0{,}07*13{,}46} = 12{,}46 \text{ мг/(г*год)}$$

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

C_o – концентрація розчиненого кисню, мг/дм³: С0 =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_o=0,625 мг/дм³;

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

ϕ = 0,07 дм³/г.

Тривалість окислювання органічних забруднюючих речовин:

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

$$t_0 = \frac{197{,}12 - 15}{0{,}228 * 13{,}46(1 - 0{,}3) * 12{,}46} = 6{,}80 \text{год}$$

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

$L_{en} = L_{осв}$

Тривалість регенерації:

$$\mathrm{t_r} = \mathrm{t_0} - \mathrm{t_{at}}$$

$$\mathrm{t_r} = 6{,}80 - 2 = 4{,}80 \text{год}$$

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

$$t = (1 + R_i) \cdot t_{at} + R_i t_r$$

$$t = (1 + 0{,}228) * 2 + 0{,}228 * 4{,}80 = 3{,}55\text{год}$$

Середня доза мулу в системі :

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

$$a_{im} = \frac{(1+0{,}228)*2*2{,}5+0{,}228*4{,}80*13{,}46}{3{,}55} = 5{,}88\text{г/дм}^3;$$

Навантаження на мул:

$$q_i = \frac{24 \cdot (L_{en} - L_{ex})}{a_{im}(1 - s) \cdot t}$$

$$q_i = \frac{24 * (197{,}12 - 15)}{5{,}88(1 - 0{,}3) * 3{,}55} = 299{,}13$$

J_i *=74,2* см³/г

Об'єм аеротенка*:*

$$W_{at} = t_{at} \cdot (1 + R_i) \cdot q_{\max h}$$

$$W_{at} = 2 * (1 + 0{,}228) * 4869 = 11958{,}26\text{м}^3$$

Місткість регенератора:

$$W_r = t_r R_i q_{\max h}$$

$$W_r = 4{,}80 * 0{,}228 * 4869 = 5328{,}63\text{м}^3$$

Загальна місткість аеротенку :

$$W = W_{at} + W_r$$

$$W = 11958{,}26 + 5328{,}63 = 17286{,}89\text{м}^3$$

Відсоток регенерації:

$$\frac{W_r}{W} \cdot 100\% = \frac{5328{,}63}{17286{,}89} * 100\% = 30{,}82\%$$

Якщо 29 < $\frac{W_r}{W}$ < 40 Приймаємо трьохкоридорний аеротенк

Площа аеротенка:

$$F = \frac{W}{H_{at}}$$

$$F = \frac{17286{,}89}{4} = 4321{,}72\text{м}^2$$

Довжина одного коридору аеротенку :

$$L = \frac{F}{B \cdot n \cdot m}$$

$$L = \frac{4321{,}72}{6*3*4} = 60{,}02\text{м}$$

де, В – ширина коридору аеротенка, м.

n – число коридорів, шт.;

m – число секцій, шт. (m>2 шт.).

Фактичний об'єм однієї секції:

$$W_\text{ф} = B \cdot L \cdot H_{at} \cdot n$$

$$W_\text{ф} = 6 * 60{,}02 * 4 * 3 = 4321{,}44\text{м}^3$$

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

$$t_\text{ф} = \frac{W_\text{ф} \cdot m}{q_{max\ h}}$$

$$t_\text{ф} = \frac{4321{,}44*4}{4869} = 3{,}55\text{год}$$

Визначення витрати повітря

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

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

$$q_{air} = \frac{1{,}1(197{,}12 - 15)}{1{,}68 * 2{,}43 * 1 * 0{,}85(10{,}86 - 2)} = 6{,}52, м^3/м^3$$

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; При застосуванні фільтросних пластин, як дрібнобульбашкових аераторів, величина f_{ar}/f_{at} = 0,2 і K_1= 1,68.

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

$$h_a = H_{at} - 0{,}2 = 4 - 0{,}2 = 3{,}8 м$$

$K_т$ – коефіцієнт, що враховує температуру стічних вод, визначають за формулою

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

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

T_w – середньомісячна температура стічних вод за літній період, приймається = 20 С°

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

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

$$C_a = \left(1 + \frac{h_a}{20{,}6}\right) C_T$$

$$C_a = \left(1 + \frac{3{,}8}{20{,}6}\right) * 9{,}17 = 10{,}86 \text{ мг/л}$$

h_a – глибина занурення аератора, м;

$C_т$ – розчинність кисню повітря у воді, мг/л, залежно від середньомісячної температури стічних вод за літній період (T_w) і атмосферного тиску

C_o – середня концентрація кисню у аеротенку, мг/л: C_o = 2 мг/дм³ .

Інтенсивність аерації, м³/(м² · год), визначають за формулою:

$$J_a = \frac{q_{air} \cdot H_{at}}{t_{at}}$$

$$J_a = \frac{6{,}52 * 4}{2} = 13{,}04 \text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$$

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

t_{at} – період аерації, год.

Годинна витрата повітря складе:

$$\mathrm{Q_{air}} = \mathrm{q_{air}} \cdot \mathrm{q_w^a}$$

$$\mathrm{Q_{air}} = 6{,}52 * 4869 = 31745{,}88 \text{ м}^3$$

де q_w^a – годинна витрата стічної води $q_{\max \mathrm{h}}$, м³/год.

Добова витрата повітря для аерації стічних вод в аеротенках буде:

$$Q_{\text{пов}} = Q_{\text{заг}} \cdot q_{air}$$

$$Q_{\text{пов}} = 80600 * 6{,}52 = 525512 \text{м}^3$$

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

Загальне число пластин: $\mathrm{n} = \frac{\mathrm{Q_{air}} \cdot 1\,000}{100 \cdot 60}$ шт.

$$\mathrm{n} = \frac{31745{,}88 * 1000}{100 * 60} = 5291 \text{шт}$$

Підбір повітродувок

Необхідний загальний напір при розподілі повітря фільтросами буде:

$$H = h_{тр} + h_{м} + h_{ф} + h_{a}$$

$$H = 0{,}3 + 0{,}3 + 0{,}6 + 3{,}8 = 5м$$

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

$h_{м}$ – втрати напору на місцеві опори - 0,3-0,35 м;

$h_{ф}$ – 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:

$$\rho = 0{,}1 + 0{,}01 \cdot h_{a}$$

$$\rho = 0{,}1 * 0{,}01 * 3{,}8 = 0{,}0038МПа$$

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

Розрахункова витрата повітря, м³/год:

$$Q_{air}^{1} = 1{,}1 \cdot Q_{air}$$

$$Q_{air}^{1} = 1{,}1 * 31745{,}88 = 34920{,}47 \text{ м}^3\text{/год}$$

$$34920{,}47/2=17460{,}23 \text{ м}^3\text{/год}$$

Приймаємо типовий проєкт повітродувної станції з маркою повітродувок – (2 робочі, 1 резервна)

Приймаємо: трубоповітродувки марки – ТВ-300-1,6

Вторинні відстійники

Гідравлічне навантаження для відстійників після аеротенків визначають за формулою:

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

$$q_{ssa} = \frac{4{,}5 * 0{,}4 * 3{,}1^{0,8}}{(0{,}1 * 69{,}9 * 2{,}5)^{0,5-0,01*15}} = 1{,}63\text{м/год}$$

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 відстійкика –

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

$$F_{ssa} = \frac{q_{maxh}}{q_{ssa}}$$

$$F_{ssa} = \frac{4869}{1{,}63} = 2987{,}12\text{м}^2$$

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

Площа дзеркала води для одного відстійника складе:

$$f_{ssa} = \frac{F_{ss}}{n}, \text{м}^3,$$

$$f_{ssa} = \frac{2987{,}12}{4} = 746{,}78\text{м}^2$$

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

Для радіальних і вертикальних відстійників діаметр дорівнює:

$$D_{ssa} = \sqrt{\frac{4 \cdot f_{ssa}}{\pi}}$$

$$D_{ssa} = \sqrt{\frac{4 * 746{,}78}{3{,}14}} = 30м$$

Приймаємо 4 відстійника діаметром 30.

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

1.3.3.Знезараження стічних вод

Потрібну кількість активного хлору визначаємо по формулі:

$$q_{Cl} = \frac{a \cdot q_{maxh}}{1000} \cdot 1{,}5$$

$$q_{Cl} = \frac{3 * 4869}{1000} * 1{,}5 = 21{,}91кг/год$$

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

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

Підбираємо хлоратори: 1 робочий 1 резервний хлоратор – марка: ЛК-10Б
Приймаємо типовий проект 901-3-121

Визначаємо кількість ємностей для зберігання хлору.

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

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

$$n = \frac{q_{Cl} \cdot 24 \cdot 30}{W \cdot \gamma_{Cl}}$$

$$n = \frac{21{,}91 * 24 * 30}{0{,}8 * 1400} = 14{,}09 = 15 \text{ шт}$$

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

Змішувачі

При великій добовій витраті стічних вод , приймаємо змішувач типу «лоток Паршаля»:

Таблиця 1.10.

Пропускна здатність тис. м^3/доб	Ширина, мм		Довжина, м		Втрати напору, м
	Горловини, b	Підводного лотка, B	Загальна змішувача, $L_{заг}$	Лотка, L	
80-160	1000	1200	14,97	6,6	0,34

Контактні резервуари.

Приймаємо горизонтальні контактні резервуари.

Таблиця 1.11

Типовий проєкт	Продуктивність, тис. м^3/доб	Кіл-сть секцій	Ширина секції, м	Довжина секції, м	Робоча глибина, м
902-3-22	100	4	6	33	3,2

Ємність контактних резервуарів:

$$W_k = q_{maxh} \cdot T_k$$

$$W_k = 4869 * 0{,}5 = 2434{,}5 м^3$$

Т*к* - тривалість контакту стічних вод з хлором, приймаємо 0,5 години.

Площа дзеркала води відстійника:

$$F_k = \frac{W_k}{n \cdot H}$$

$$F_k = \frac{2434{,}5}{4 * 3{,}2} = 190{,}20 м^2$$

де *n* - число контактних резервуарів; *n* ≥ 2шт;

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

Для горизонтальних відстійників, довжина секції:

$$L_k = \frac{F_k}{B_k},$$

$$L_k = \frac{190{,}20}{6} = 31{,}7 = 32\text{м}$$

Приймаємо горизонтальні контактні резервуари:

кількість секцій *n* – 4 ,

ширина В*к* = 6 м,

робоча глибина h = 3,2 м.

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

$$Q_{air} = I_a^k \cdot F_k \cdot n$$

$$Q_{air} = 0{,}5*190{,}20*4 = 380{,}4\text{м}^3/\text{год}$$

де I_a- інтенсивність барботажа приймають рівною 0,5 м³/(м²·год)

Кількість осаду складе:

$$W_{oc} = \frac{q_0 \cdot Q_d}{1000}$$

$$W_{oc} = \frac{0{,}5 * 80600}{1000} = 40{,}3\text{м}^3/\text{добу}$$

де q_0 - кількість осаду, що випадає в контактних резервуарах, л/(м³·доб), після повного біологічного очищення стічних вод приймається 0,5 л/(м³·доб) при вологості 98%.

Муловий приямок розраховують на дводобовий об'єм осаду.

1.3.4.Споруди для обробки осадів стічних вод

Встановлення об’єму осадів

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

1. великі покидьки, які затримані на решітках (розрахунок решіток):

За рік:

$$W_{\text{відх}}^{\text{рік}} = \frac{8 \cdot N_{\text{priv}}^{\text{зв}}}{1000} = \frac{8 * 378322}{1000} = 3026{,}576 \text{м}^3/\text{рік}$$

За добу:

$$\boldsymbol{W_{\text{відх}}^{\text{доб}} = \frac{W_{\text{відх}}^{\text{рік}}}{365} = \frac{3026{,}576}{365} = 8{,}292} \text{ м}^3/\text{добу}$$

Об'єм піску, затримуваного піскоуловлювачами:

$$W_s = \frac{0{,}03 \cdot N_{\text{priv}}}{1\,000}, (\text{м}^3/\text{доб})$$

$$W_s = \frac{0{,}03*378322}{1000} = 11{,}35 \ (\text{м}^3/\text{доб})$$

2.сирий осад, затримуваний у первинних відстійниках:

$$W_{\text{mud}} = Q_{\text{mud}} = \frac{Q(C_{\text{en1}} - 150)}{(100 - P_{\text{mud}})\gamma_{\text{mud}} \cdot 10^4}$$

$$Q_{\text{mud}} = \frac{80600(283{,}65 - 150)}{(100 - 95) * 1{,}06 * 10^4} = 203{,}25$$

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

P_{mud} – вологість осаду-95%

γ_{mud} – щільність осаду, г/см³ - 1,06

C_{en1} – концентрація завислих речовин у воді, що подається у відстійник

Кількість осаду по сухій речовині:

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

$$M_{mud} = \frac{80600(283{,}65 - 150)}{10^6} = 10{,}77т/доб$$

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

$$M^s_{mud} = \frac{M_{mud} \cdot (100 - P_g) \cdot (100 - S_{mud})}{10^4}$$

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

$$M^s_{mud} = \frac{M_{mud} \cdot (100 - P_g) \cdot (100 - S_{mud})}{10^4}$$

$$M^s_{mud} = \frac{10{,}77 * (100 - 6) * (100 - 27)}{10^4} = 7{,}39т/добу$$

Кількість сирого осаду по сухій речовині:

$$M_{mud.a} = \frac{P_i \cdot Q_d}{10^6}$$

$$M_{mud.a} = \frac{179{,}136 * 80600}{10^6} = 14{,}44т/добу$$

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

P_i - приріст активного мулу:

$$P_i = 0{,}8 \cdot C_{cdp} + K_g \cdot \grave{L}_{en}, г/м^3,$$

$$P_i = 0{,}8 * 150 + 0{,}3 * 197{,}12 = 179{,}136 г/м^3$$

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

L'en - $БСК_{повн}$, що надходить в аеротенк стічної води (з урахуванням зниження БСК при первинному відстоюванні) $L_{осв}$ =176,16,

K_g - коефіцієнт приросту: 0,3

Об'єм мулу:

$$W_{mud.a} = \frac{M_{mud.a} \cdot 100}{(100 - P_{mud.a}) \cdot \rho_{mud.a}}$$

$$W_{mud.a} = \frac{14,44*100}{(100-99,5)*1,03} = 2803,88 \text{ м}^3$$

P_{muda} - вологість надлишкового активного мулу приймається рівною = 99,5%

ρ_{muda} - густина активного мулу - 1,03 т/м³.

Об'єм ущільненого надлишкового активного мулу визначається за формулою:

$$W_u = \frac{M_{mud.a} \cdot 100}{100 - P_{ex}}$$

$$W_u = \frac{14,44*100}{100-97,3} = 534,814 \text{ м}^3$$

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

Кількість надлишкового активного мулу по абсолютно сухій беззольной речовині буде:

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

$$M^s_{mud.a} = \frac{14,44*(100-6)*(100-27)}{10^4} = 9,91 \text{т/добу}$$

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

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

$$M_{tot} = M_{mud} + M_{a.mud}$$

$$M_{tot} = 10,77 + 14,44 = 25,21 \text{т/добу}$$

а по абсолютно сухій беззольній речовині:

$$M^s_{tot} = M^s_{mud} + M^s_{a.mud}$$

$$M^s_{tot} = 7,39 + 9,91 = 17,3 \text{т/добу}$$

Об'єм осаду:

$$W_{tot} = W_{mud} + W_u$$

$$W_{tot} = 203,25 + 534,814 = 738,064$$

Середня вологість суміші:

$$P_{mix} = 100 \cdot (1 - \frac{M_{tot}}{W_{tot}})$$

$$P_{mix} = 100 * \left(1 - \frac{25,21}{738,064}\right) = 96,58\%$$

Зольність суміші:

$$S_{tot} = (1 - \frac{M^s_{tot}}{M_{mud} \cdot {(100-P_g)}/{100} + M_{a.mud} \cdot {(100-P_g')}/{100}}) \cdot 100, \%$$

$$S_{tot} = \left(1 - \frac{17,3}{10,77 * \frac{100-6}{100} + 14,44 * \frac{100-6}{100}}\right) * 100 = 27\%$$

Об’єм осаду, що утворюється у контактних резервуарах:

$$W_{OC} = \frac{q_0 \cdot Q_d}{1000}, \text{ м}^3\text{/добу},$$

$$W_{oc} = \frac{0,5 * 80600}{1000} = 40,3 \text{ м}^3\text{/добу}$$

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

Надлишковий активний мул перед подачею в метантенки піддається ущільненню в мулозгущувачі. Сирий осад з первинних відстійників і ущільнений надлишковий активний мул подають безпосередньо в метантенк. У результаті зброджування осадів у метантенках утворюється газ. Для акумулювання газу потрібно проєктувати газгольдери.

1.3.5.Ущільнення осадів

Приймаємо радіальні мулозгущувачі

Розрахунок мулозгущувачів виконують на максимальну годинну подачу активного мулу:

$$Q_{mud.a} = \frac{P_{max} \cdot q_{max.h}}{C \cdot 10^3}$$

$$Q_{mud.a} = \frac{196{,}96 * 4869}{13{,}46 * 10^3} = 71{,}25$$

$q_{max.h}$ − максимальногодинна витрата стічних вод,

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

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

$$P_{max} = K_M \cdot (P_i - a_t)$$

$$P_{max} = 1{,}2 * (179{,}136 - 15) = 196{,}96 \text{ г/м}^3$$

$K_м$ - коеффіцієнт 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)

Корисна площа поперечного перерізу радіального мулозгущувача:

$$F_{ПОЛ} = \frac{Q_{mud.a}}{q_o},$$

$$F_{ПОЛ} = \frac{71,25}{0,3} = 237,5м^2$$

q_0 - розрахункове навантаження на площу дзеркала ущільнювача.

Діаметр одного мулоущільнювача визначаємо за формулою:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{ПОЛ}}{\pi \cdot n}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 237,5}{3,14 * 2}} = 12,3м$$

Приймаємо п = 2 радіальні мулоущільнювачі діаметрами 18 .

Висота робочої зони мулоущільнювача за формулою

$$h = q_0 * T_{ущ} = 0,3 * 10 = 3м$$

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

Загальна висота мулоущільнювача:

$$H = h + h_{ЗАЛ} + h_Б$$

$$H = 3 + 0,7 + 0,3 = 4м$$

$h_{зал}$ - висота зони залягання мулу, м. Приймається рівній 0,3 м при мулоскребі і 0,7 м при мулососі.

$h_б$ - висота від рівня води до борта споруди, приймаємо 0,3 м.

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

$$Q = Q_{mud.a} \cdot \frac{P_{mud.a} - P_{ex}}{100 - P_{ex}}$$

$$Q = 71,25 * \frac{99,5 - 97,3}{100 - 97,3} = 58,05м^3/год$$

$P_{mud\ a}$ - вологість мулу, що надходить (розрахунок об'єму мулу).

P_{ex} - ущільненого мулу - 97,3 %.

Об'єм мулової частини мулоущільнювачів:

$$V = Q_{mud.a} \cdot \frac{100 - P_{mud.a}}{100 - P_{ex}} \cdot \frac{t_{мул}}{n}$$

$$V = 71{,}25 * \frac{100 - 99{,}5}{100 - 97{,}3} * \frac{8}{2} = 52{,}7 м^3$$

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

Метантенки

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

Необхідна місткість метантенків буде:

$$W_{mt} = \frac{W_{tot} \cdot 100}{D_{mt}}$$

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

$$W_{mt} = \frac{738{,}064 * 100}{19} = 3884{,}55 м^3$$

Об'єм одного метантенка:

$$W_{mt}^{'} = \frac{W_{mt}}{n}$$

$$W_{mt}^{'} = \frac{3884{,}55}{2} = 1942{,}28 м^3$$

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

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%.

Приймаємо типовий проект метантенків: ТП 902-5-16.86

Фактична доза завантаження:

$$D_{mtf} = \frac{W_{mt} \cdot D_{mt}}{W_{mtf} \cdot n}$$

$$D_{mtf} = \frac{3884{,}55 * 19}{2500 * 2} = 14{,}76$$

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

$$- \quad R_{lim} = \frac{R_{lim} \cdot M^{S}_{mud} + R_{lim.mud.a} \cdot M^{S}_{mud.a}}{M^{S}_{tot}},$$

$$R_{lim} = \frac{53 * 7{,}39 + 44 * 9{,}91}{17{,}3} = 47{,}84\%$$

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

$$R_r = R_{lim} - K_r \cdot Д_{mt}$$

$$R_{r=47{,}84-0{,}17*14{,}76=45{,}33}$$

$Д_{mt}$ – фактична доза завантаження;

K_r – коефіцієнт, що залежить від вологості осаду

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

$$Q_r = \frac{R_r \cdot M^{S}_{tot} \cdot 1\,000}{100 \cdot \rho}$$

$$Q_r = \frac{45{,}33 * 17{,}3 * 1000}{100 * 1} = 7842{,}09 м^3$$

ρ – густина газу = 1 кг/м³.

Вага осаду по сухій речовині після зброджування за формулою:

$$M_{SB} = M_{tot} \cdot \left(1 - \frac{\left(1 - \frac{S_{tot}}{100}\right)}{100}\right)$$

$$M_{SB} = 25{,}21 * \left(1 - \frac{\left(1 - \frac{27}{100}\right)}{100}\right) = 25{,}03 \text{ т}$$

S_{tot} – зольність суміші.

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

$W_{sв} = W_{tot} = 738{,}064$

Вологість збродженого осаду за формулою:

$$P_{SB} = 100 \cdot \left(1 - \frac{M_{SB}}{W_{SB}}\right)$$

$$P_{SB} = 100 * \left(1 - \frac{25{,}03}{738{,}064}\right) = 96{,}61\%$$

Газгольдери

Ємність газгольдерів визначаємо за формулою:

$$W_{rr} = \frac{Q_r \cdot \tau}{24}$$

$$W_{rr} = \frac{7842{,}09 * 3{,}5}{24} = 1143{,}64$$

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

Приймаємо типовий проект газгольдеру: ТП 707-2-6

1.3.6.Механічне зневоднення забродженого осаду

Застосовуємо для зневоднення вакуум-фільтри**.**

Розрахунок барабанних вакуум-фільтрів

1. Необхідна площа фільтрації буде:

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

$$F_f = \frac{25000{,}210}{20 * 2 * 8} = 78{,}13 м^2$$

M_{tot} – загальна кількість осаду по сухій речовині, кг/доб ;

t – тривалість зміни: 8 годин;

n – кількість змін роботи фільтра: 2 зміни;

P_f – продуктивність фільтра 17…22 кг/год·м²,

приймається:20

Приймається 2 робочих вакуум-фільтри і 1 резервний ____ БОУ-40-3,4_____ з поверхнею фільтрування __40____ м² кожний

Зневоднення осадів в природних умовах

Об'єм суміші , що може надходити на аварійні мулові майданчики:

$$W_{ав.мул} = 0{,}2 \cdot W_{tot}$$

$$W_{ав.мул} = 0{,}2 \cdot 738{,}064 = 148{,}61$$

Корисна площа мулових майданчиків м², буде визначатись за формулою:

$$F = \frac{W_{ав.мул} \cdot 365}{h \cdot K}$$

$$F = \frac{148{,}61 * 365}{1{,}5 * 1} = 36161{,}76 \textbf{ м²}$$

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

К = 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:

$$n = \frac{F}{600}$$

$$n = \frac{36161{,}76}{600} = 60 \text{ карт}$$

1.4.Насосна станція

Категорія надійності – I

Будуємо графік погодинного водоспоживання, для чого розрахуємо ординати графіка:

Розрахунок ординат графіка погодинного притоку води до насосної станції при $Q_{д.max}$=1962,31м^3.

Погодинне водоспоживання

Таблиця 1.12

Години доби	Q год, м³/год	Q, л/с
0-1	1068,06	296,68
1-2	1079,29	299,80
2-3	1041,07	289,19
3-4	1372,11	381,14
4-5	1496,85	415,79
5-6	1600,36	444,54
6-7	1585,41	440,39
7-8	1702,44	472,90
8-9	**1962,31**	**545,09**
9-10	1959,94	544,43
10-11	1873,43	520,40
11-12	1908,98	530,27
12-13	1919,83	533,29
13-14	1902,84	528,57
14-15	1853,77	514,94
15-16	1809,72	502,70
16-17	1513,21	420,34
17-18	1537,29	427,03
18-19	1545,78	429,38
19-20	1462,73	406,31
20-21	1432,21	397,84
21-22	1349,16	374,77
22-23	1589,44	441,51
23-24	1460,46	405,68
Всього	**38026,68**	

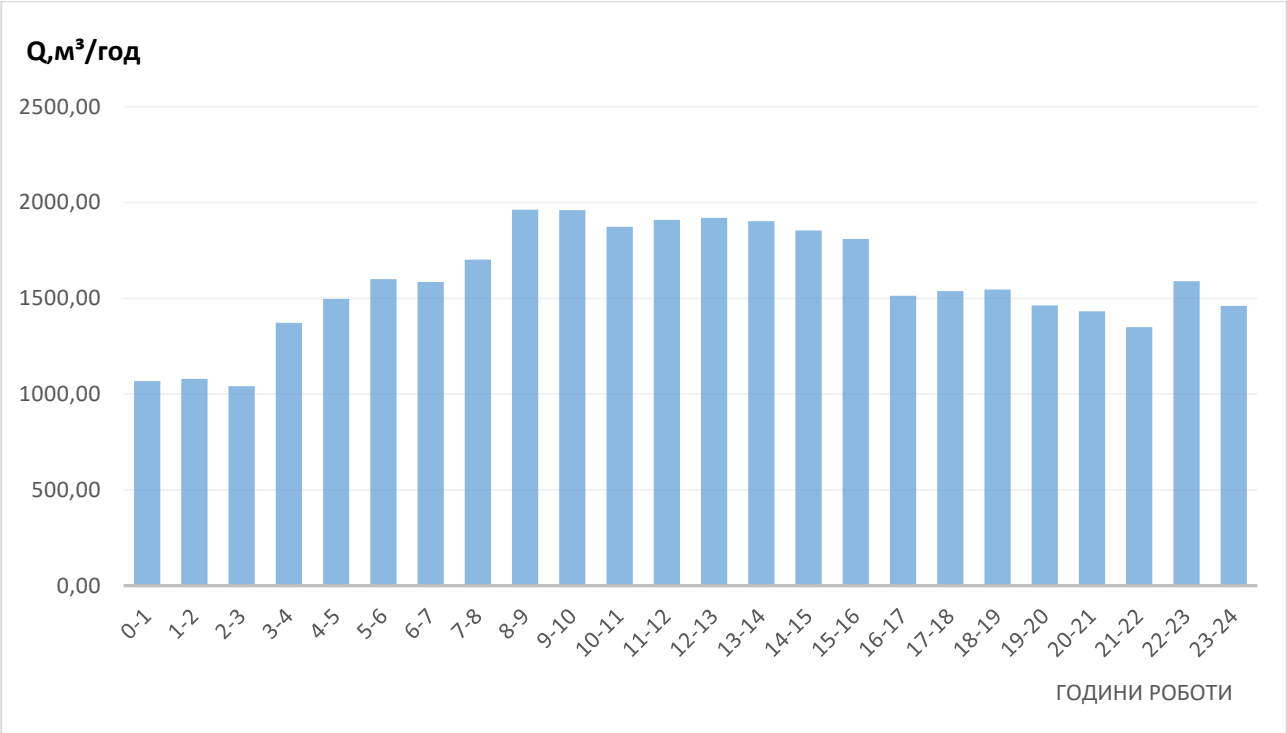


Рис.1.2 Погодинний графік водоспоживання міста і подачі насосної станції

При без баштовій схемі розрахункова максимальна подача насосної станції дорівнює максимальній погодинній витраті:

$$Q_{н.с.} = q\text{погод.max}$$

$$Q_{н.с.} = 1962{,}31 \text{ м}^3/\text{год} = 545{,}09 \text{ л/с}$$

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

$$Q_{н.в.} = \frac{Q_{н.с}}{n}$$

де n – кількість напірних водоводів, n=2.

$$Q_{н.в.} = \frac{545{,}09}{2} = 272{,}54 \text{ л/с}$$

По таблицях Шевелевих в залежності від $Q_{н.в.}$, приймаємо труби чавунні, діаметром d=500 мм визначаємо 1000i та υ:

1000i = 5,16 м/км;

υ = 1,40 м/с.

Визначення втрати напору в напірному водоводі за формулою:

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

де 1000i – втрати напору на 1 км трубопроводу в метрах водяного стовпа;

$L_{н.в.}$ – довжина напірного водоводу, км.

$$h_{н.в.}=1,1*5,16*1,9=10,78 \text{ м}$$

Необхідний напір насосної станції для без баштової системи визначається сумою величин:

$$H_{н.с.}=H_{гео}+\Sigma h;$$

де $H_{гео}$ – статичний напір;

Σh сума втрат, визначається за формулою:

$$\Sigma h=h_{у.в}+h_{н.с.}+h_{вдв}+h_{н.в}+h_{м}$$

де $h_{у.в}$ – втрати у всмоктуючих водоводах, у першому наближенні приймаємо 0,5 м;

$h_{н.с.}$ – втрати насосної станції, у першому наближенні приймаємо 2,0 м;

$h_{вдв}$ – втрати на водомірі, у першому наближенні приймаємо 1м;

$h_{н.в}$ – втрати напору в напірному водоводі; 10,78

$h_м$ – втрати в мережі при подачі максимальної витрати, $h_м$=8.58м.

$$\Sigma h=0,5+2,0+1+10,78+8,58=22,86 \text{ м};$$

Значення статичного напору визначається за формулою

$$H_{гео}=\downarrow ДТ+H^{г}_{вil}-\downarrow ПЗ;$$

де ↓ДТ – відмітка землі в диктуючій точці, ↓ДТ=61,7м;

$H^{г}_{вil}$ – гарантований напір, $H^{г}_{вil} = 30$м;

↓ПЗ – відмітка землі у насосної станції, ↓ПЗ=65м.

$$H_{гео}=61,7+30-65=26,7 \text{ м};$$

Необхідний напір:

$$H_{н.с.}=22,86+26,7=49,56 \text{ м};$$

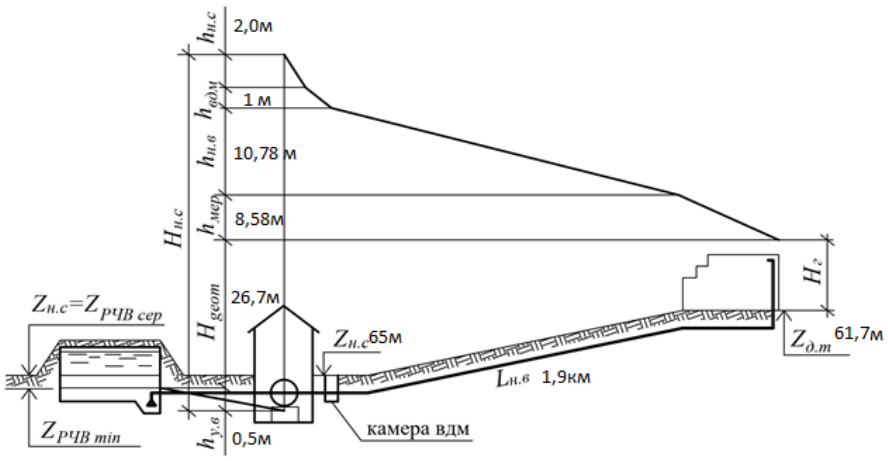


Рис. 1.3.Висотна схема

Розрахунок характеристик напірних трубопроводів

Таблиця 1.13

№ п/п	Напори	Витрати, м^3/год				
		0	647,56	981,15	1962,31	2158,54
		Відношення Q/$Q_{Н.С.}$				
		0	0,33	0,5	1	1,1
Два водовода						
1	H_{geo}	26,7	26,7	26,7	26,7	26,7
2	$h_{у.в.}$	0	0,05	0,12	0,5	0,60
3	$h_{Н.С.}$	0	0,2	0,5	2,0	2,42
4	$h_{вдв}$	0	0,1	0,25	1,0	1,21
5	$h_{н.в.}$	0	1,08	2,69	10,78	13,04
6	$h_м$	0	0,86	2,14	8,58	10,38
7	H_{2d}	26,7	28,99	32,4	49,56	54,35
Один водовод						
8	H_{geo}	26,7	26,7	26,7	26,7	26,7
9	$h_{у.в.}$	0	0,05	0,12	0,5	0,60
10	$h_{Н.С.}$	0	0,2	0,5	2,0	2,42
11	$h_{вдв}$	0	0,1	0,25	1,0	1,21
12	$h_{н.в.}$	0	4,28	10,71	42,84	51,84
13	$h_м$	0	0,86	2,14	8,58	10,38
14	H_d	26,7	32,19	40,42	81,62	93,15

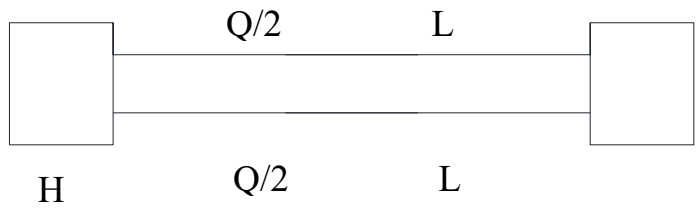
Два водовода. Одна перемичка. Аварія						
15	H_{geo}	26,7	26,7	26,7	26,7	26,7
16	$h_{у.в.}$	0	0,05	0,12	0,5	0,60
17	$h_{Н.С.}$	0	0,2	0,5	2,0	2,42
18	$h_{вдв}$	0	0,1	0,25	1,0	1,21
19	$h_{н.в.}$	0	2,68	6,70	26,81	32,44
20	$h_{м}$	0	0,86	2,14	8,58	10,38
21	H_{d}	26,7	30,59	36,41	65,59	73,75

При одному водоводі :

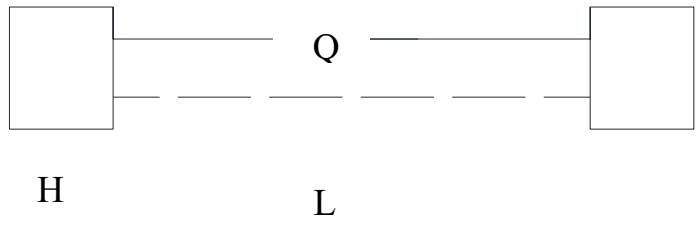
V=2,79 1000i=20,5

$h_{н.в.}$=1,1*20,5*1,9=42,84

Два водовода



Один водовод



Два водовода, одна перемичка, аварія

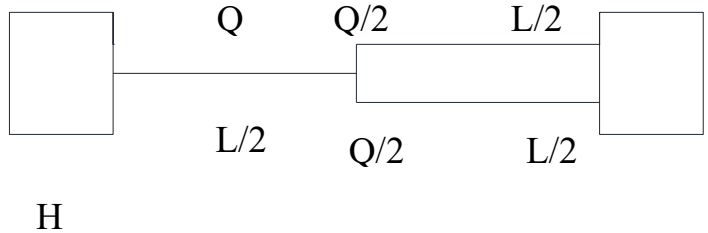


Рис. 1.4.Схеми роботи водоводів

Вибір насосів

Вибір насосів виконується за сводними графіками, в залежності від необхідних розрахункових напорів і подач насосів Q = 1962,31 м3/год = 545,09 л/с Н =49,56м.

- при 2 насосах Q = 1962,31*1.05/2 = 1030 *м³/год*
- при 3 насосах Q= 1962,31*1.05/3 = 686*м³/год*
- при 4 насосах Q=1962,31*1.05/4 = 515 *м³/год*

Варіанти для вибору насосів

Таблиця 1.14

Вар.	Марка насоса	$n_н$	η	P1	P2	NPSH
a	LS 500-300-710E	**2**	86,6%	328,1кВт	313,8кВт	2,67 м
b	NK 250-450/385	3	83.2%	338.6кВт	326,9кВт	5,6м
c	NB 150-400/398	4	85,3%	336,1кВт	323,4кВт	5,26м

З таблиці за меншим P2 приймаємо насос варіант «а» LS 500-300-710E

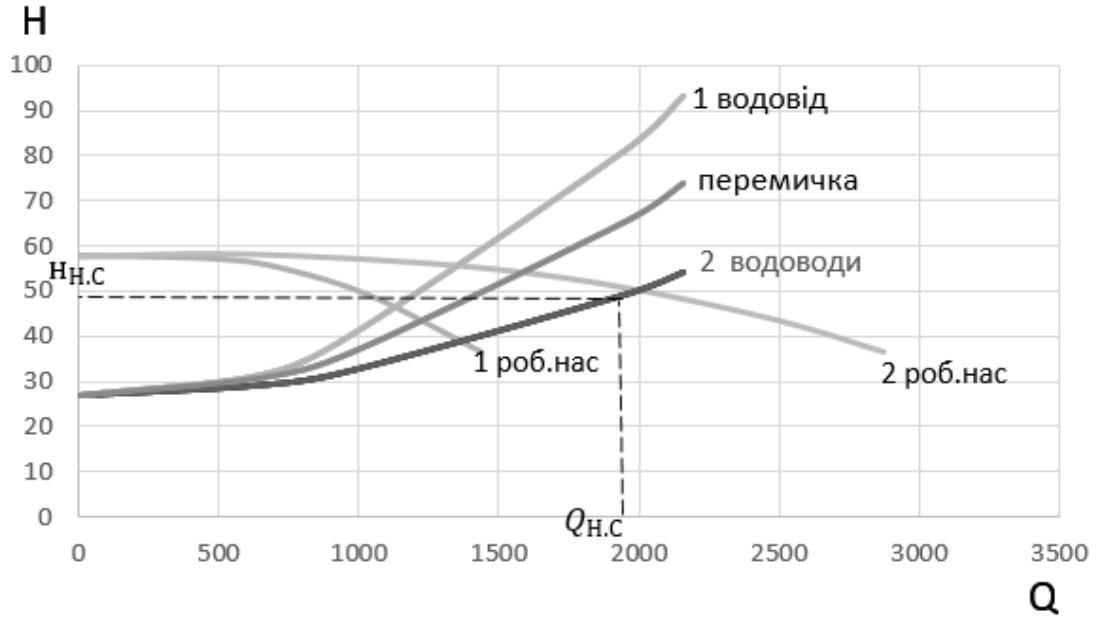


Рис.1.5. Графік сумісної роботи насосів і водоводів.

Розділ 2.

Внутрішнє санітарно-технічне обладнання будівлі

Загальна характеристика об’єкта:

1. Кількість поверхів – 14
2. Висота поверхів – 2,5 м
3. Варіант генплану – 1
4. Кількість мешканців: №1 – х , №2 – 500 , №3 – 300,№4=250,№5-350,№6-400
5. Розрахунковий будинок – 1
6. Гарантований напір в міському водопроводі – 30 м
7. Глибина закладання міського водоводу в точці підключення – 1,8 м
8. Глибина закладання міської каналізації в точці підключення – 3,5 м
9. Висота підвалу – 2,8 м
10. Готування гарячої води – швидкісний водонагрівач
11. Внутрішньо квартальна дощова система – так
12. Місто –Одеса

2.1.Розрахунок загальних об’ємів водоспоживання в будинку ,що проектується

Розрахунок жителів і санітарних приладів

Кількість приладів N дорівнює кількості санітарних приладів на поверсі, помножена на кількість поверхів:

$N = 14 * 12 = 168$ шт

Кількість жителів U дорівнює кількості санітарних приладів:

U=N=168 жителів

Норми водопостачання

За ступенем благоустрою за діючими будівельним нормами приймаємо середні за рік добові норми витрат води на одного мешканця:

- загальна $Q_T{}^{tot}$ = 250 л/доб
- холодна $Q_T{}^{c}$ = 150 л/доб
- гаряча $Q_T{}^{h}$ = 100 л/доб

Визначаємо середньо годинну витрату води одним споживачем:

$$q_T^{tot} = \frac{Q_T^{tot}}{T}$$

$q_T^{tot} = \frac{250}{24} = 10{,}42$ л/год

$$q_T^{c} = \frac{Q_T^{c}}{T}$$

$q_T^{c} = \frac{150}{24} = 6{,}25$ л/год

$$q_T^{h} = \frac{Q_T^{h}}{T}$$

$q_T^{h} = \frac{100}{24} = 4{,}17$ л/год

де $T = 24$ год – розрахунковий час споживання води в житловому будинку

Розраховуємо максимальну добову витрату одним споживачем:

- загальна $Q_{max}^{tot} = Q_T^{tot} * k_d$

$Q_{max}^{tot} = 250 * 1{,}44 = 360$ л/доб

- холодна $Q_{max}^{c} = Q_T^{c} * k_d$

$Q_{max}^{c} = 150 * 1{,}53 = 229{,}5$ л/доб

- гаряча $Q_{max}^{h} = Q_T^{h} * k_d$

$Q_{max}^{h} = 100 * 1{,}53 = 153$ л/доб

де k_d – коефіцієнт максимальної добової нерівномірності, який приймається в залежності від середньої за годину витрати води та кількості приладів N.

Максимальна добова витрата всіма споживачами на будинок:

$$Q^{tot}_{max\ доб} = \frac{Q^{tot}_{max}}{1\ 000} * U$$

$$Q^{tot}_{max\ доб} = \frac{360}{1\ 000} * 168 = 60{,}48\ \frac{м^3}{доб}$$

$$Q^{c}_{max\ доб} = \frac{Q^{c}_{max}}{1\ 000} * U$$

$$Q^{c}_{max\ доб} = \frac{229{,}5}{1\ 000} * 168 = 38{,}56\ \frac{м^3}{доб}$$

$$Q^{h}_{max\ доб} = \frac{Q^{h}_{max}}{1\ 000} * U$$

$$Q^{h}_{max\ доб} = \frac{153}{1\ 000} * 168 = 25{,}7\ \frac{м^3}{доб}$$

Для холодної води додаємо витрату на полив прилеглої території:

$$Q^{c\prime}_{max\ доб} = \frac{Q^{c}_{max}}{1\ 000} * U + Q_{пол}$$

де $Q_{пол}$ – витрата води на полив прилеглої до будинку території

Площа зелених насаджень = 202/2 = 101 м^2

Площа асфальтованих доріжок = 202/2 = 101 м^2

Полив асфальтованих покриттів = 0,3…0,6 на 1 м^2

Тоді виходить: 101*0,5 = 50.5 $\frac{м^3}{доб}$

Полив зелених насаджень = 3…5 на 1 м^2

Тоді виходить: 101*5 = 505 $\frac{м^3}{доб}$

$$Q^{c\prime}_{max\ доб} = 38.56 + 50.5 + 505 = 596{,}06\ \frac{м^3}{доб}$$

2.2.Гідравлічний розрахунок внутрішнього холодного водопроводу на режим максимального господарсько-питного водоспоживання

Таблиця 2.1

Розрахунок внутрішньої водопровідної мережі для подачі води на господарсько-питні потреби

Номер ділянки	Довжина ділянки l, м	К-сть приладів, до яких подається вода по даній розрахунковій ділянці, N, шт	Розрахункова витрата на ділянці q^c, л/с	Діаметр d, мм	Швидкість V, м/с	Втрати напору по довжині	
						1000i, мм	H_l=1000i* l, мм
1-2	1,05	2	0,225	20	0,7	92,1	96,705
2-3	0,33	3	0,236	20	0,735	100	33
3-4	1,1	1	0,216	20	0,671	85,4	93,94
3-5	2,8	4	0,246	20	0,767	108	302,4
5-6	2,8	8	0,298	20	0,934	153	428,4
6-7	2,8	12	0,338	20	1,05	194	543,2
7-8	2,8	16	0,379	25	0,708	66,8	187,04
8-9	2,8	20	0,419	25	0,784	80,6	225,68
9-10	2,8	24	0,451	25	0,842	92,6	259,28
10-11	2,8	28	0,484	25	0,901	105	294
11-12	2,8	32	0,516	25	0,96	118	330,4
12-13	2,8	36	0,549	25	1,02	133	372,4
13-14	2,8	40	0,581	25	1,08	147	411,6
14-15	2,8	44	0,609	25	1,14	161	450,8
15-16	2,8	48	0,638	25	1,19	176	492,8
16-17	2,8	52	0,666	25	1,25	191	534,8
17-18	11	56	0,695	25	1,3	207	2277
18-19	12,58	112	1,06	32	1,11	105	1320,9
19-НС	4,1	168	1,39	40	1,1	87,1	357,11

$\sum H_l$ 9011,455

Отримуємо розрахункову витрату холодної води на вводі в будинок при роботі системи в режимі максимального господарсько-питного водоспоживання $q^c = 1{,}39\ \frac{л}{с}$.

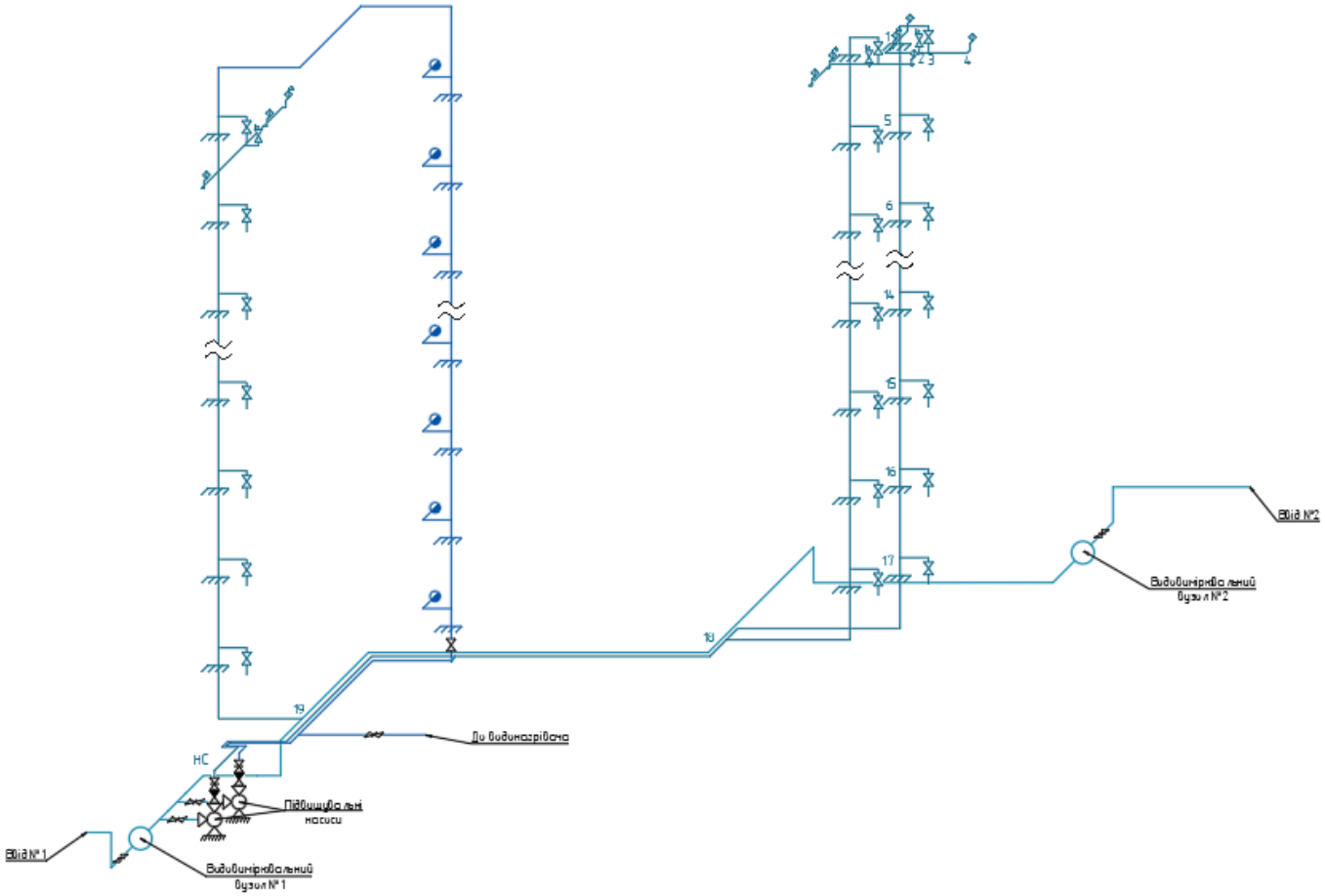


Рис. 2.1. Аксонометрія системи В1

Стояки і квартирні підводки відгалужень від магістралі в даному курсовому не розраховуються, а їхні діаметри приймають за аналогією з відповідними ділянками магістралі.

2.3.Гідравлічний розрахунок внутрішнього холодного водопроводу на режим максимального господарсько-питного водоспоживання +пожежогасіння

Таблиця 2.3

Розрахунок внутрішньої мережі холодного водопроводу на пропуск максимальної господарсько-питної і протипожежної витрат

Номер ділянки	Довжина l, м	Витрата води q, л/с			Діаметр d, мм	Швидкість V, м/с	Втрати напору по довжині	
		Господарсько-питні потреби	Пожежні потреби	Розрахункова витрата			1000i, мм	H_l=1000i*l, мм
1'-2'	39,5	0	2,5	2,5	40	1,99	277,6	10965,2
2'-19	5,09	1,06	2,5	3,56	50	1,68	141	717,69
19-НС	4,1	1,39	2,5	3,89	50	1,83	168	233,52
						$\sum H_l$		11916,41

Оскільки діаметри труб при пожежогасінні відрізняються від діаметрів труб при звичайному максимальному водоспоживанню, то приймаємо діаметри труб при другому режимі (водоспоживання + пожежа).

Тоді сума витрат на ділянці:

$\sum H_l = 8\,750{,}695$ мм

Сумарні втрати напору в місцевих опорах на магістралі:

$$\sum H_{l,tot} = (1 + k_l) \sum H_l$$

де k_l – коефіцієнт, величина якого залежить від типу системи внутрішнього водопроводу, = 0,2

$$\sum H_{l,tot} = (1 + 0{,}2) * 8\,750{,}695 = 10\,500{,}834 \text{ мм}$$

2.4.Підбір лічильника для води

Обираємо крильчатий тип лічильника (d = 15…50 мм), втрати напору не повинні перевищувати 5 м водяного стовпа.

Втрати напору в лічильнику визначається:

$$H_{\text{ліч}} = S * q^{tot^2}$$

де S – гідравлічний опір лічильника, = 0,143 $\frac{\text{м}}{\text{л/с}^2}$

q^{tot} – витрата загальної води на вводі в будинок, яка визначається в залежності від кількості приладів N при розрахунковій витраті загальної води за годину на одну людину, = 2,18 л/с

Діаметр лічильника – 40 мм

$H_{\text{ліч}} = 0{,}5 * 2{,}18^2 = 2{,}37$ м

2.5.Визначення необхідного напору в мережі холодного водопроводу

Необхідний напір у вводі до будинку визначається:

$$H_{\text{необх}} = \pm H_{geod} + \sum H_{l,tot}^{\text{зовн}} + H_{geom} + \sum H_{l,tot}^{\text{вн}} + H_{\text{ліч}} + \text{H}_f$$

де H_{geod} – різниця між геодезичною відміткою точки приєднання до міського водопроводу і відміткою вводу в будинку, = 0,18

H_{geom} – геометрична висота від точки вводу до осі змішувача диктуючого приладу, = 39,7 м

$\sum H_{l,tot}^{\text{вн}}, \sum H_{l,tot}^{\text{зовн}}$ – сумарні втрати напору за довжиною і в місцевих опорах, відповідно, у внутрішньо квартальній і внутрішній мережах трубопроводів.

$\sum H_{l,tot}^{\text{вн}}$ = 8,78 м

$\sum H_{l,tot}^{\text{зовн}}$ = 2,03 м

$H_{\text{ліч}}$ – втрати напору у водолічильнику, = 2,37 м

H_f – вільний напір у диктуючого приладу. Для ванни = 3 м

$$H_{\text{необх}} = 0{,}18 + 39{,}7 + 8{,}78 + 2{,}03 + 2{,}37 + 3 = 56{,}24 \text{ м}$$

$H_{\text{гарант}} < H_{\text{необх}}$, тому потрібен насос.

Таблиця 2.4

Розрахунок мережі холодного водопроводу на пропуск максимальної господарсько-питної і протипожежної витрат

Номер ділянки	Довжина	Кількість жителів	Розрахункова витрата	Діаметр	Швидкість	Втрати напору по довжині	
						1000i	Hl=1000i*L
ВК2-ВК3	16,09	168	1,39	50	0,655	23,5	378,115
ВК3-ВК4	10,7	668	3,67	70	1,64	41,4	442,98
ВК4-ВК5	29,4	1968	9,48	80	1,34	41,0	1205,4

2026,495

2.6. Розрахунок насосної установки

Напір насоса:

$$H_{\text{насос}} = H_{\text{необх}} - H_{\text{гарант}} = 56{,}24 - 30 = 26{,}24 \text{ м}$$

Витрата насосу дорівнює загальній максимальній секундній витраті

$$q_{\text{насос}} = q^{tot} = 1{,}39 \text{ л/с}$$

Потужність насосної установки:

$$N = \frac{\rho g q H_{\text{насос}}}{1000\eta} * K$$

де ρ – густина води, = 1 000 $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

g – прискорення вільного падіння, = 9,81 $\frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

Ϩ – коефіцієнт корисної дії насосної установки, = 0,5…0,6

К – коефіцієнт запасу, = 1,3…1,8

$$N = \frac{1000 * 9{,}81 * 1{,}39 * 26{,}24}{1000 * 0{,}5} * 1{,}5 = 715{,}6$$

Встановлюємо два насоси: один робочий і один резервний.

Повторюємо розрахунки для другого режиму: режиму максимальне господарсько-питне водоспоживання плюс пожежа.

Необхідний напір у вводі до будинку визначається:

$$H_{\text{необх}} = \pm H_{geod} + \sum H_{l,tot}^{\text{зовн}} + H_{geom} + \sum H_{l,tot}^{\text{вн}} + H_{\text{ліч}} + \text{H}_f$$

H_{geod} = 0,18 м

$\sum H_{l,tot}^{\text{зовн}}$= 1,1*2,03 = 2,233 м

H_{geom} = 39,7 м

$\sum H_{l,tot}^{\text{вн}}$= 8,78 м

$H_{\text{ліч}}$ = 0

H_f = 10 м

$$H_{\text{необх}} = 0{,}18 + 2{,}233 + 39{,}7 + 8{,}78 + 0 + 10 = 60{,}893 \text{ м}$$

$$H_{\text{насос}} = 60{,}893 - 30 = 30{,}893 \text{ м}$$

$$N = \frac{1000 * 9{,}81 * 3{,}89 * 30{,}893}{1000 * 0{,}5} * 1{,}5 = 3\,536{,}7$$

Встановлюємо два насоси: один робочий і один резервний.

2.7.Гідравлічний розрахунок систем внутрішнього гарячого водопроводу на режим максимального господарсько-питного водоспоживання

Розрахунок виконуємо на два режими: на режим максимального господарського-питного водоспоживання і на режим циркуляції.

Починаємо розрахунок першого режиму, визначаючи диктуючий прилад. Ним буде та сама ванна, що і для холодного водоспоживання.

Кількість жителів U = 168

Кількість санітарних приладів для гарячої системи N = 117

Разбиваємо магістраль на розрахункові ділянки.

Таблиця 2.5.

Розрахунок внутрішньої водопровідної мережі для подачі гарячої води на господарсько-питні потреби

Номер ділянки	Довжина ділянки l, м	К-сть приладів, до яких подається вода по даній розрахунковій ділянці, N, шт	Розрахункова витрата на ділянці q^c, л/с	Діаметр d, мм	Швидкість V, м/с	Витрати напору по довжині	
						1000i, мм	H_l=1000i *l, мм
1-2	1,38	2	0,183	20	0,569	62,5	86,25
2-3	1,1	1	0,173	20	0,539	56,4	62,04
2-4	2,8	3	0,193	20	0,6	68,9	192,92
4-5	2,8	6	0,224	20	0,697	91,3	255,64
5-6	2,8	9	0,254	20	0,793	114	319,2
6-7	2,8	12	0,284	20	0,889	141	394,8
7-8	2,8	15	0,307	20	0,961	162	453,6
8-9	2,8	18	0,327	20	1,02	183	512,4
9-10	2,8	21	0,348	20	1,08	204	571,2
10-11	2,8	24	0,374	20	1,17	235	658
11-12	2,8	27	0,4	20	1,25	266,6	746,48
12-13	2,8	30	0,426	25	0,797	83,2	232,96

13-14	2,8	33	0,447	25	0,835	91,1	255,08
14-15	2,8	36	0,469	25	0,874	99,3	278,04
15-16	2,8	39	0,49	25	0,912	107	299,6
16-17	11	42	0,51	25	0,949	115	1265
17-18	12,58	84	0,767	32	0,804	57,4	722,092
18-водонагрівач	4,2	126	1	32	1,05	93,6	393,12

$\sum H_l$ 11547,6

Розрахунок системи внутрішнього гарячого водопроводу на режим циркуляції

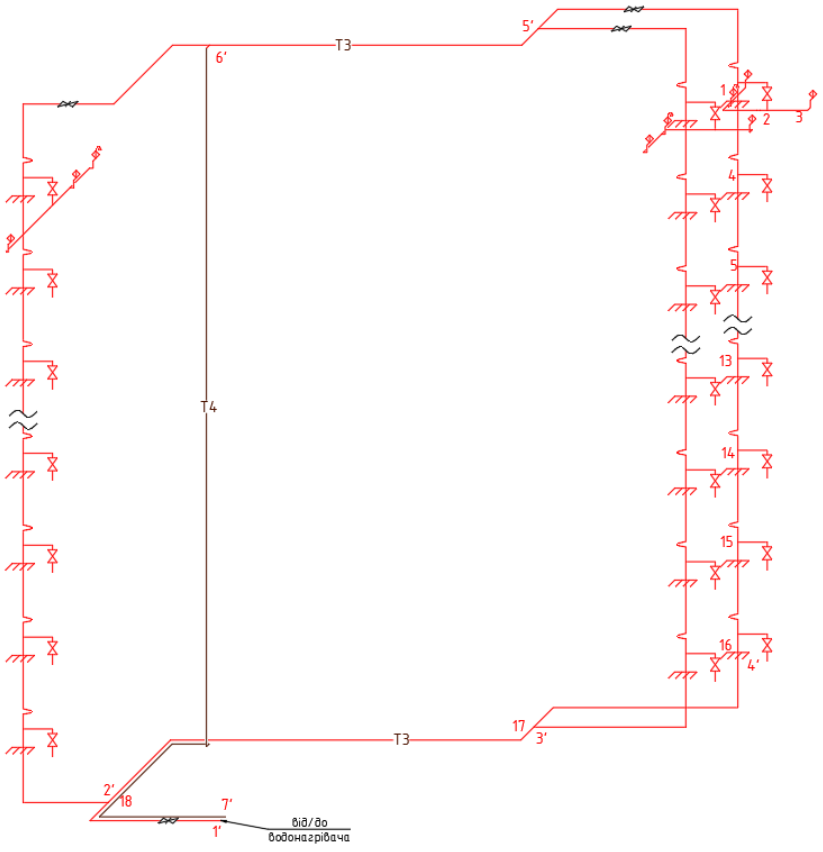


Рис.2.2. Аксонометрія системи Т3

Циркуляційні витрати в системі будуть дорівнювати 20% від витрат гарячого водопостачання.Так як витрати дорівнюють 1 л/с, то 20% від них – це 0,2 л/с

Щоб визначити скільки циркуляційна витрата на кожному стояку, ділимо витрату в системі на кількість стояків. 0,2/3 = 0,067 л/с.

Витрати трубопроводу Т4 буде дорівнювати циркуляційним витратам в системі, тобто = 0,2 л/с. Діаметр трубопроводу Т4 приймаємо без розрахунків на розмір менше ніж подаючий трубопровід 32 мм. Тобто, приймаємо трубопровід 25 мм.

Таблиця 2.6

Циркуляційні трубопроводи

Номер ділянки	Довжина	Розрахункова витрата	Діаметр	Швидкість	Витрати напору по довжині	
					1000i	Hl=1000i*L
1-2	4,2	0,2	25	0,37	20,9	87,78
2-3	12,4	0,2	25	0,28	12,5	155
3-4	8,65	0,133	20	0,31	21,1	182,515
4-5	45	0,066	15	0,29	28,8	1296
5-6	9	0,133	15	0,29	28,8	259,2
6-7	45	0,2	15	0,29	28,8	1296

$\sum H_l$ 3276,495

Розрахунок водонагрівальної установки

Для приготування гарячої води застосовуємо пластичний водонагрівач. Знаходимо необхідний тепловий потік за годину максимального водоспоживання

$$Q_{hr}^{h} = 1.16 * q_{hr}^{h} * (55 - t^{c}) + Q^{ht}$$

де t^{c} – температура холодної води у мережі холодного водопроводу, = 2ºС

$$Q_{hr}^{h} = 1{,}16 * 1 * (55 - 2) + \left(0.2 * 1{,}16 * 1 * (55 - 2)\right) = 73{,}78 \text{ кВт}$$

Загальна площа поверхні теплообміну в апараті:

$$F = \frac{Q_{hr}^{h}}{k * \underline{\Delta t_{max}}}$$

$$F = \frac{73{,}78}{1{,}5 * 27{,}55} = 1{,}8 \text{ м}^2$$

де k – коефіцієнт теплопередачі прийнятого типу пластини, = 1 500 $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} * ºC$

$\underline{\Delta t_{max}}$ – середньо логарифмічний температурний напір, ºС, який визначається за формулою:

$$\Delta t_{max} = \frac{\left(t_1^{`} - t_2^{``}\right) - (t_1^{``} - t_2^{`})}{ln\ \frac{(t_1^{`} - t_2^{``})}{(t_1^{``} - t_2^{`})}}$$

$$\Delta t_{max} = \frac{(95 - 55) - (20 - 2)}{ln\ \frac{(95 - 55)}{(20 - 2)}} = 27{,}55ºC$$

$t_1^{`} = 95ºC$ та $t_1^{``} = 20ºC$ - температура теплоносія відповідно на вході і на виході з теплообмінника

$t_2^{`} = 2ºC$ та $t_2^{``} = 55ºC$ - температура води, що нагрівається на вході і на виході з теплообмінника

Кількість пластин у теплообміннику знаходимо із співвідношення:

$$n = \frac{F}{f} + 2$$

f – площа нагрівання однієї пластини, = 0,3 м^2

$$n = \frac{1,8}{0,3} + 2 = 8\text{шт}$$

2.8.Конструювання системи внутрішнього господарсько-побутового водовідведення

Витрати дощових вод з покрівлі будинку розраховуємо за залежностями. Розраховуємо для плоскої покрівлі (ухил <1,5%):

$$Q = \frac{F * q_{20}}{10\,000}$$

$$Q = \frac{377,5 * 100}{10\,000} = 3,78\ \text{л/с}$$

де F – розрахункова площа:

$$F = F_1 + 0,3F_2$$

$$F = 350,47 + 0,3 * 90,12 = 377,5\ \text{м}^2$$

де F_1 – дійсна площа покрівлі в плані

F_2 – площа вертикального бортика, який огороджує поверхню покрівлі по периметру.

q_{20} – інтенсивність двадцяти хвилинного дощу за період одноразового перевищення розрахункової інтенсивності, рівнім одному року, = 100 л/(с*га)

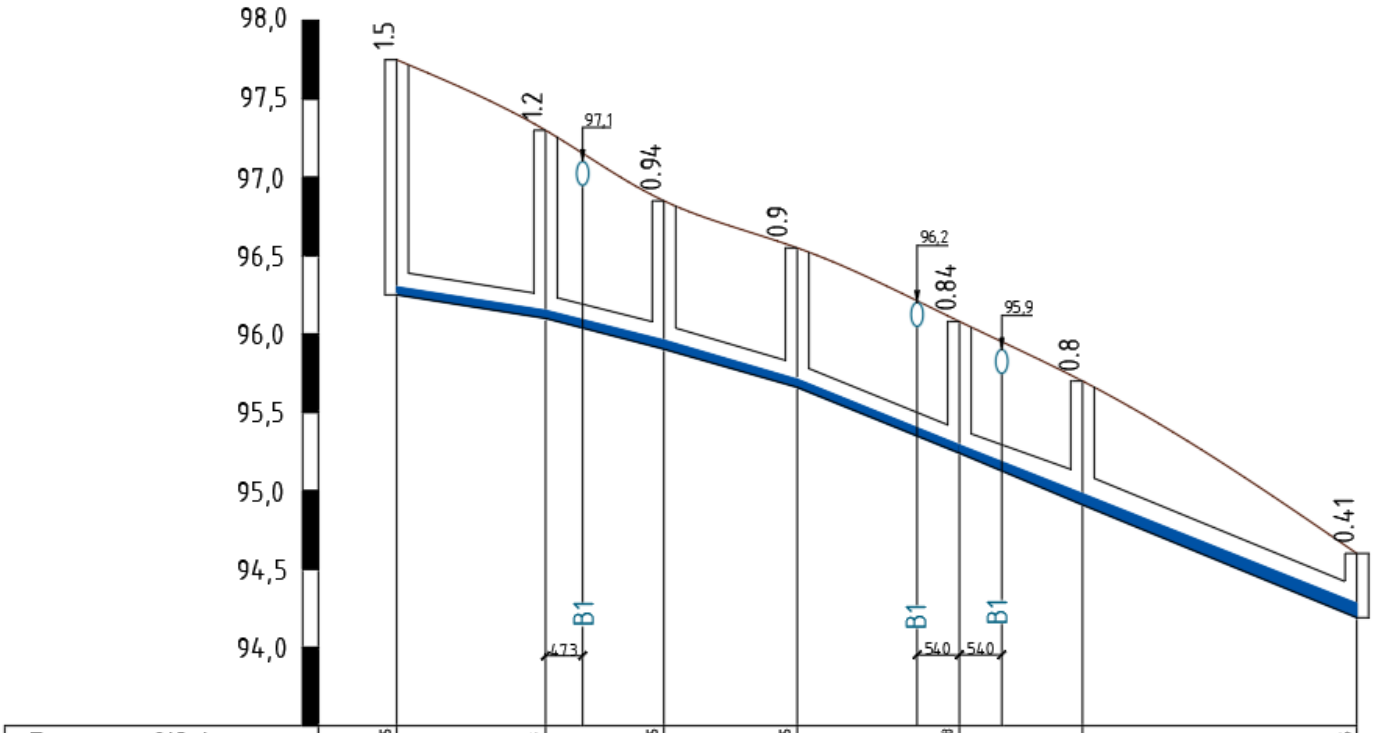
Діаметр для плоских внутрішніх вертикальних водостічних стояків: 85 мм, а горизонтальних діаметр 100 мм і з похилом 0,01, а швидкість 0,66 м/с.

Розрахунок внутрішньоквартальної господарсько-побутової мережі водовідведення

Таблиця 2.7.

Гідравлічний розрахунок внутрішньоквартальної (дворової) мережі водовідведення

N ділянок	Довжина l, м	Розрахункова витрата q cit, л/с	Діаметр d, мм	Ухил		Наповнення h/d	Висота h, м	Швидкість V, м/с	Падіння Iтр×l, м	Відмітки, м								Глибина закладання лотка труби	
										Поверхні Землі		Поверхні води		Лотка труби		Шелиги труби			
				Землі Із	Труби Iтр					На початку	В кінці	На початку	В кінці	На початку	В кінці	На початку	В кінці	На початку	В кінці
Головний колектор побутової мережі																			
1-2	19	2,75	150	0,02368	0,008	0,317	0,0476	0,569	0,152	97,75	97,3	96,30	96,15	96,25	96,10	96,40	96,25	1,5	1,20
2-3	15,1	3,78	150	0,02980	0,012	0,336	0,0504	0,715	0,1812	97,3	96,85	96,15	95,96	96,10	95,91	96,25	96,06	1,202	0,94
3-4	17	4,8	150	0,01765	0,015	0,362	0,0543	0,823	0,255	96,85	96,55	95,96	95,71	95,91	95,66	96,06	95,81	0,936	0,9
4-5	20,7	5,74	150	0,02271	0,02	0,368	0,0552	0,964	0,414	96,55	96,08	95,71	95,30	95,65	95,24	95,81	95,39	0,895	0,84
5-6	15,7	11,51	200	0,02420	0,02	0,359	0,0718	1,120	0,314	96,08	95,7	95,30	94,98	95,22	94,91	95,39	95,11	0,840	0,8
6-7	35	15,9	200	0,03143	0,02	0,434	0,0868	1,210	0,7	95,7	94,6	94,98	94,28	94,89	94,19	95,11	94,39	0,790	0,41



Проєктна відмітка	97.75	97.3	96.85	96.55	96.08	95.7	94.6
Відмітка лотка труби	96.25	96.1	95.91	95.66	95.24	94.91	94.19
Відмітка шелеги труби	96.4	96.25	96.06	95.81	95.39	95.11	94.39
Відмітка рівня води	96.3	96.15	95.96	95.71	95.3	94.98	94.28
Глибина закладання	1.5	1.2	0.94	0.9	0.84	0.8	0.41
Матеріал	Труби керамічні ГОСТ 286-82						
Основа	Природня						
Похил / Довжина, м		0.008 / 19.0	0.012 / 15.1	0.015 / 17	0.02 / 20.7	0.02 / 15.7	0.02 / 35
№ колодязя	КК1	КК2	КК3	КК4	КК5	КК6	КК7

Рис. 2.4. Повздовжній профіль внутрішньоквартальної господарчо-побутової водопровідної мережі

Розділ 3.

Технологія будівельного виробництва

Характеристика споруди та умов виконання робіт

3.1. Вихідні дані:

Необхідно розробити технологію монтажу чотирьхсекційного трьохкоридорного аеротенку зі збірних залізобетонних конструкцій. Габарити споруди в плані (загальні): 60 х 36 м; глибина: 4,8 м.

3.2. Характеристика споруди. Побудова плану споруди.

Габарити споруди в плані (загальні): 60 х 72 м; глибина: 4,8 м. Ґрунт супісок. Крок колон 3 м. Стінові панелі плоскі ПС2-48-КГ1, ПС2-48-КГ1У, ПС2-48-КВ1. Висота плоских стінових панелей – 4,8 м.

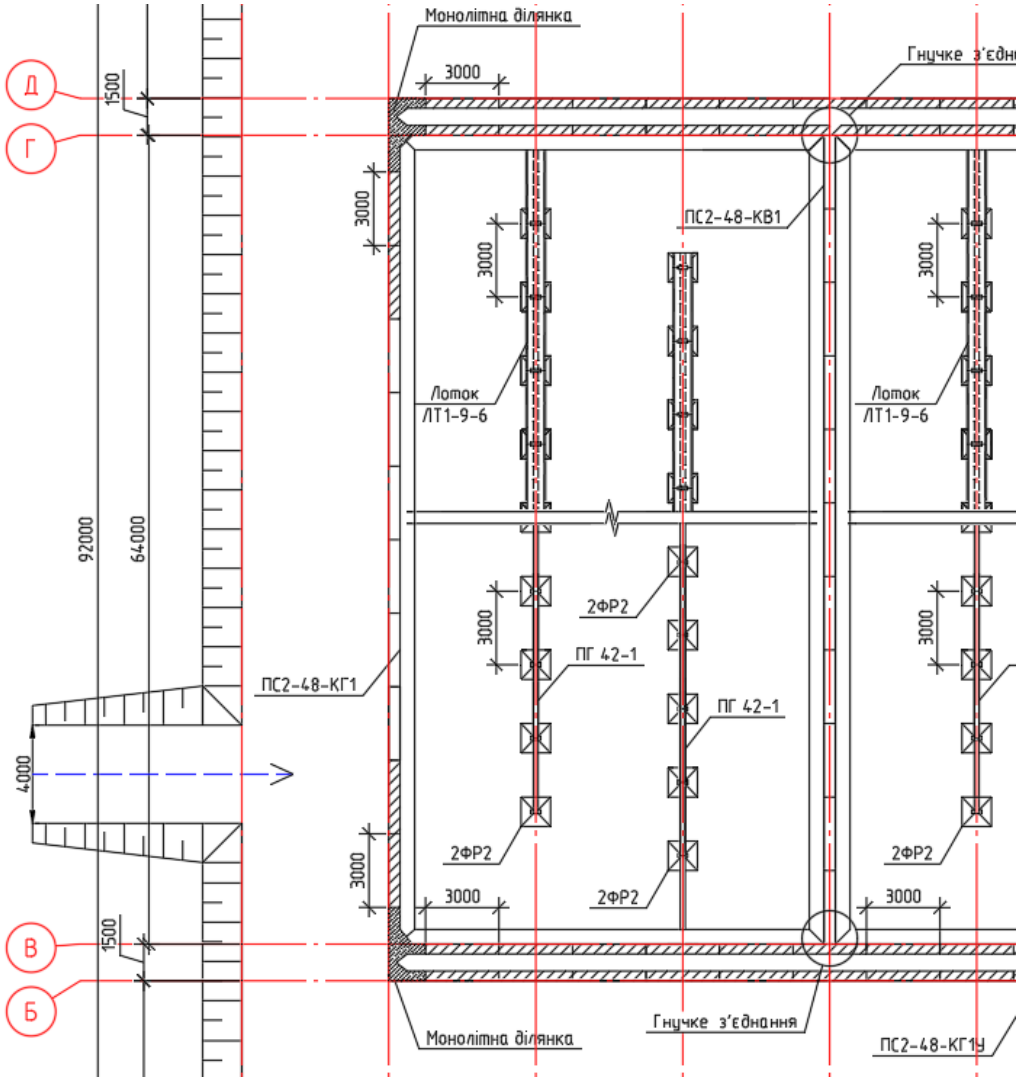


Рис. 3.1. Схематичний план 1 секції аеротенка з маркуванням конструкцій каркаса

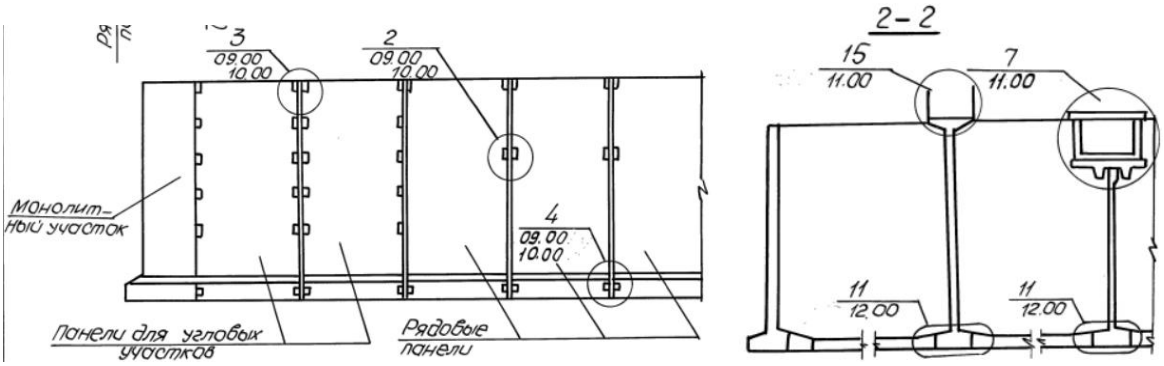
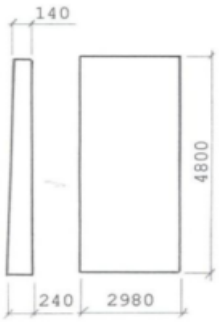
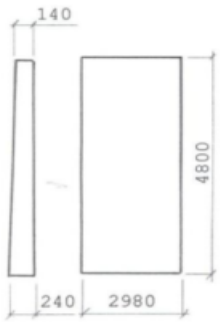


Рис. 3.2. Схематичний план аеротенка з маркуванням конструкцій каркаса

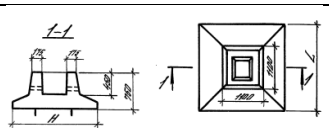
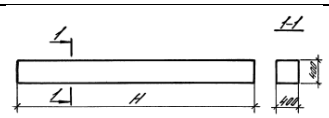
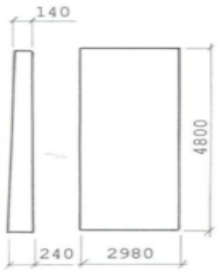
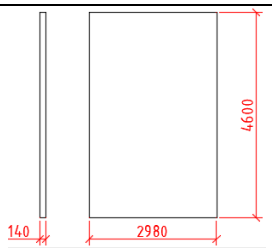
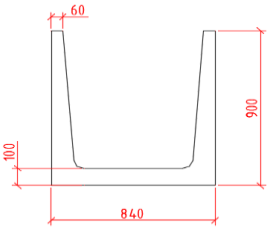
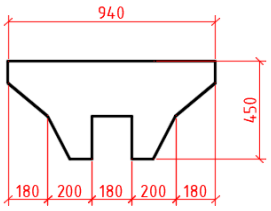
3.3. Характеристики монтажних елементів

Таблиця 3.1

Характеристика монтажних елементів

№ п/п	Монтажні елементи	Марка	Ескіз	Маса елемента, т	Об'єм елемента, $м^3$
1	2	3	4	5	6
1	Стінова панель	ПС2-48-КГ1		6,7	2,69
2	Стінова панель	ПС2-48-КГ1У		6,7	2,69

Продовження табл.3.1

№ п/п	Монтажні елементи	Марка	Ескіз	Маса елемента, т	Об'єм елемента, м^3
1	2	3	4	5	6
3	Фундамент під колону	2ФР2		4,18	1,67
4	Колона	3КР48		1,7	0,63
5	Стінова панель	ПС2-48-КВ1		6,7	2,69
6	Перегородка	ПГ-42-1		4,38	1,75
7	Лоток	ЛТ1-9-6		3,7	1,48
8	Балка	Б2		0,27	0,11

3.4.Вибір методів виконання і розчленування фронту робіт на дільниці

Споруду розбивають на дільниці однакові за трудомісткістю.

В роботі приймаємо витримування бетону у стиках колони з фундаментом і стінових панелей в пазах днища за допомогою електропрогрівання. У цьому випадку потрібна міцність бетону може бути досягнена за 8 - 12 год.

Споруда будується 4-ма монтажними дільницями, аеротенк з розмірами у плані 60 м × 18 м.

3.5.Підрахунок об’ємів робіт

Таблиця 3.2.

Об’єм монтажних робіт

№ пор.	Найменування елементів	Марка елемен-та	Кількість елементів, шт.					Об’єм елемента, м3	Об’єм елемен-тів, м^3
			На дільницях				Всього		
			1	2	3	4			
1	Стінова панель масою 6,7т	ПС2-48-КГ1	18	0	0	18	36	2,69	96,84
2	Стінова панель масою 6,7т	ПС2-48-КГ1У	20	24	24	20	88	2,69	236,72
3	Стінова панель масою 6,7т	ПС2-48-КВ1	10	20	20	10	60	2,69	161,4
4	Перегородка массою 4,38 т	ПГ-42-1	36	36	36	36	144	1,75	252

5	Лоток масою 3,43	ЛТ1-9-6	18	18	18	18	72	1,48	106,56
6	Фундамент під колону масою 4,18 т	2ФР2	36	36	36	36	144	1,67	240,48
7	Колона масою 1,7 т	3К48	36	36	36	36	144	0,63	90,72
8	Балка масою 0,27т	Б2	36	36	36	36	144	0,11	15,84
	Всього:								**1200,56**

Таблиця 3.3

Об’єм опалубних робіт

Марка монолітної ділянки	*Тип поверхні, яка покривається опалубним щитом*	*Розміри поверхні, мхм*	*Кількість поверхонь кожного типу, шт.*	*Площа одної поверхні, м²*	*Площа опалубки за типом поверхні та загальна площа опалубки, м²*
УМ48-БГ1	*1*	*1,59х4,28*	*2*	*6,80*	*13,60*
	2	*1,21х4,28*	*2*	*5,18*	*10,36*
	3	*0,28х4,28*	*1*	*1,98*	*1,98*
Площа опалубки на одну монолітну ділянку, м²					*25,94*
Площа опалубки на монтажну дільницю, м²					*103,76*
Площа опалубки на споруду, м²					*207,52*

Таблиця3.4

Об’єм бетонних робіт

Монолітна ділянка УМ48-БГ1	*Об'єм бетону, м³*
Об’єм бетонної суміші на одну монолітну ділянку, м³	*3,4*
Об’єм бетонної на монтажну дільницю, м³	*6,8*
Об’єм бетонної суміші на споруду, м³	*13,6*

Таблиця 3.5

Об’єм арматурних робіт

Марка монолітної ділянки	*Маса арматури класу в кг*				*Маса арматури, кг*
	A240C	*A400C*			
	діаметром 6 мм	*діаметром 8 мм*	*діаметром 14 мм*	*діаметром 16 мм*	
УМ48-БГ1	*3,0*	*46,3*	*26,1*	*289,1*	*364,5*
Маса арматури на одну монолітну ділянку, кг					*364,5*
Маса арматури на монтажну дільницю, кг					*1458,0*
Маса арматури на споруду, кг					*2916,0*

Об’єм робіт з розбирання опалубки дорівнює обсягу робіт з улаштування опалубки.

Таблиця 3.6

Об’єм робіт із закладання стиків

№	Назва процесу	Одиниця вимірювання	Об'єм робіт					Об'єм робіт на споруду
			Одиниця вимірювання	На дільницях				
				1	2	3	4	
1	Зварювання випусків арматури панелей стін	10 м шва	0,432	20,74	19,01	19,01	20,74	79,49
2	Закладання швів дна паза днища бетоном з ущільненням	1 м^3	0,03	4,29	3,93	3,93	4,29	16,45
3	Заливання швів панелей стін бетоном механізовано	100 м	0,048	2,30	2,11	2,11	2,30	8,83
4	Замонолічування колон у стаканах фундаментів	1 стик	1	36,00	36,00	36,00	36,00	144,00

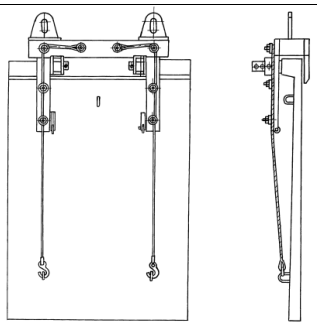
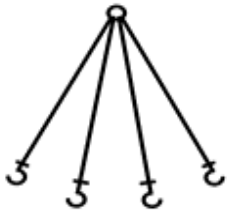
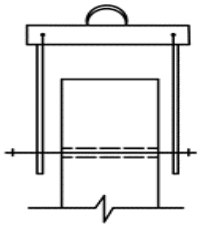
5	Закладання швів дна паза днища перегородки бетоном з ущільненням	1 м^3	0,03	3,22	3,22	3,22	3,22	12,87
6	Заливання швів перегородок бетоном механізовано	100 м	0,048	1,73	1,73	1,73	1,73	6,91
7	Електрозварювання балки з колоною	10м	0,062	2,23	2,23	2,23	2,23	8,93
8	Електрозварювання балки з перегородкою	10м	0,025	0,90	0,90	0,90	0,90	3,60
9	Закладання швів перегородок з балкою механізовано	1 м^3	0,1	3,60	3,60	3,60	3,60	14,40
10	Електрозварювання лотка з балками	10м	0,2	3,60	3,60	3,60	3,60	14,40

3.6. Вибір монтажних кранів

Таблиця 3.7

Засоби для захоплення конструкцій

№	Найменування, коротка характеристика, посилання на довідник із зазначенням сторінки	Ескіз	Характеристика		
			вантажо-підйо-мність, т	маса, т	розра-хункова висота, м
1	2	3	4	5	6

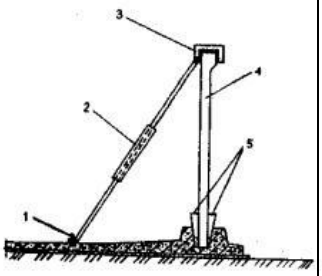
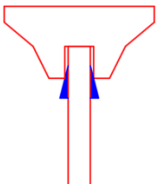
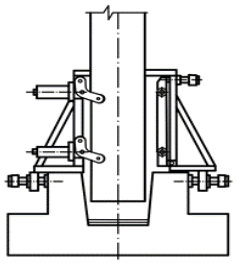
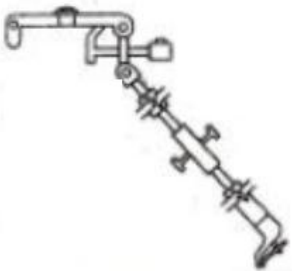
1	*Балансуюча траверса для захоплення стінових панелей* *с. 6 [17]*		*8*	*0,15*	*0,5*
2	*Строп чотирьохгілковий для захоплення збірних фундаментів* *с. 68 [16]*		5	0,044	4
3	*Стержневий захоплювач колон* *с. 184 [15]*		8	0,135	0,5
4	*Строп двогілковий для захоплення траверси*		8	0,05	2,5

3.7. Визначення монтажних характеристик конструкцій.

Таблиця3. 8

Засоби для тимчасового закріплення і вивіряння конструкцій

№ п/п	*Найменування, характеристика, посилання на довідник із зазначенням сторінки*	*Принципова схема засобу*	*Висота над нижньою конструкцією, м*	*Маса, т*

1	*2*	*3*	*4*	*5*
1	*Підкос із струбциною та металеві клини для тимчасового закріплення стінових панелей* *с. 6 [17]*		-	*0,05*
2	Сталеві клини для тимчасового затримання балок		-	0,005
3	*Кондуктор для тимчасового закріплення колон та їх вивіряння* *с. 73 [16]*		*0,72*	*0,282*
4	*В'язі для кутових лотків*		*1,4*	*0,08*

Технічний вибір монтажних кранів

Виконання монтажних робіт прийнято за схемою III *(ширина аеротенка 33 м). Схему руху кранів дном котловану наведено на рис. 3.*

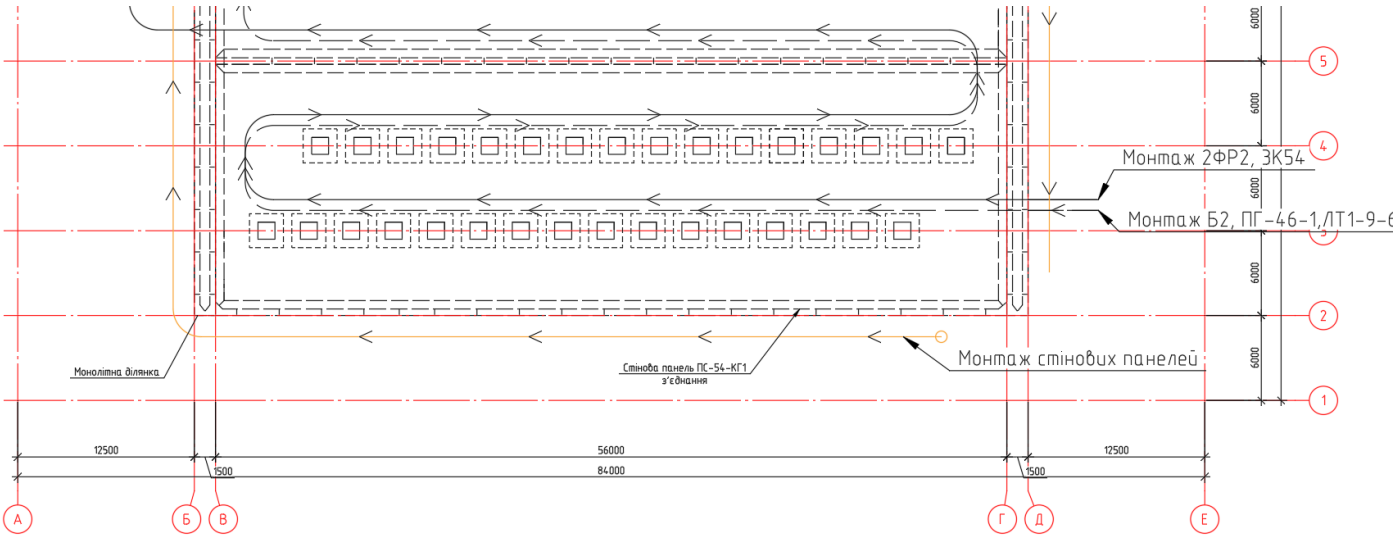
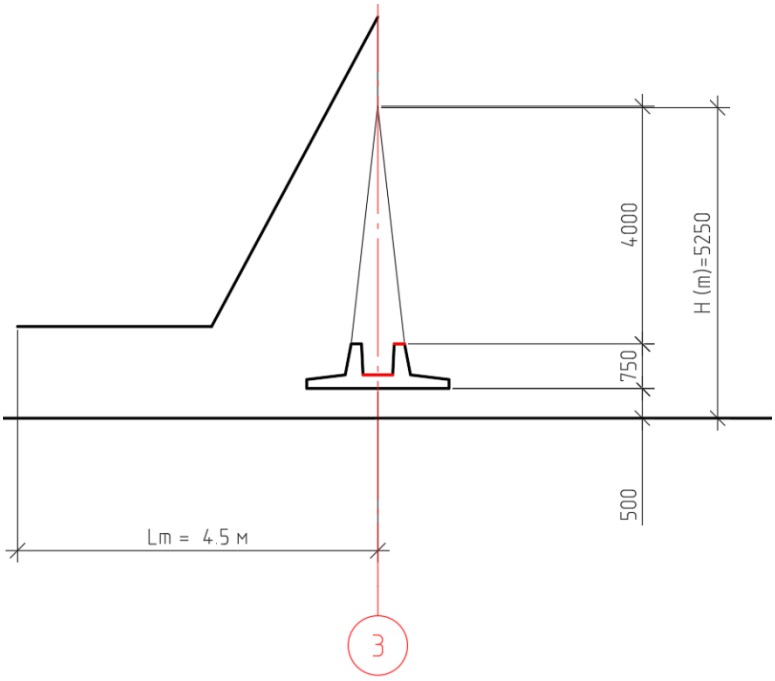


Рис. 3.2. Схема проходок монтажних кранів.

Визначення монтажних характеристик елементів.

ФУНДАМЕНТНІ БЛОКИ - планується здійснювати монтаж при розташуванні крана на дні котлована на мінімальному вильоті стріли.

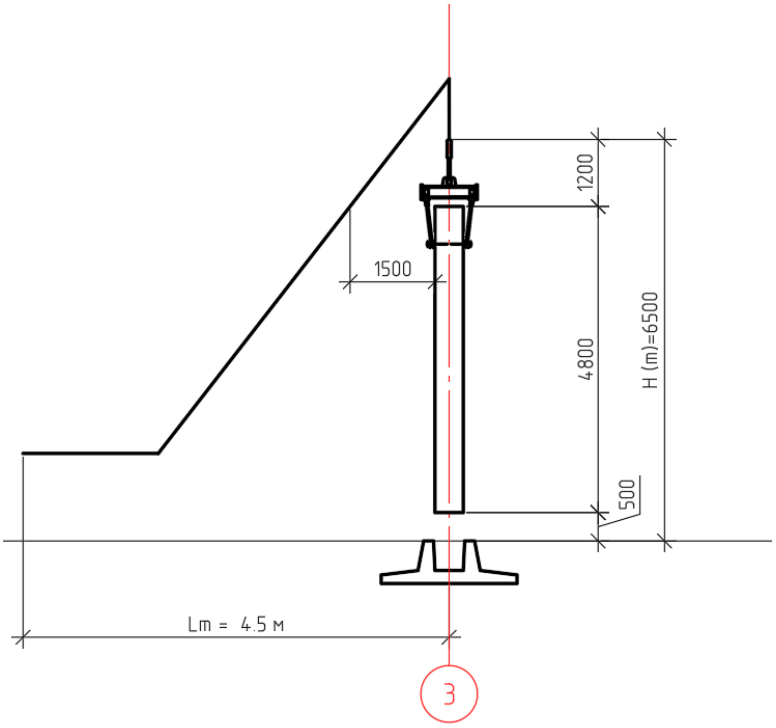


Qm=4.18+0.044=4.32 т;

Hm=0.5+0,75+4,0=5,25 м;

Lm= 4,5 м = min.

КОЛОНИ – планується монтаж здійснювати вздовж прольоту на мінімальному вильоті стріли крана.

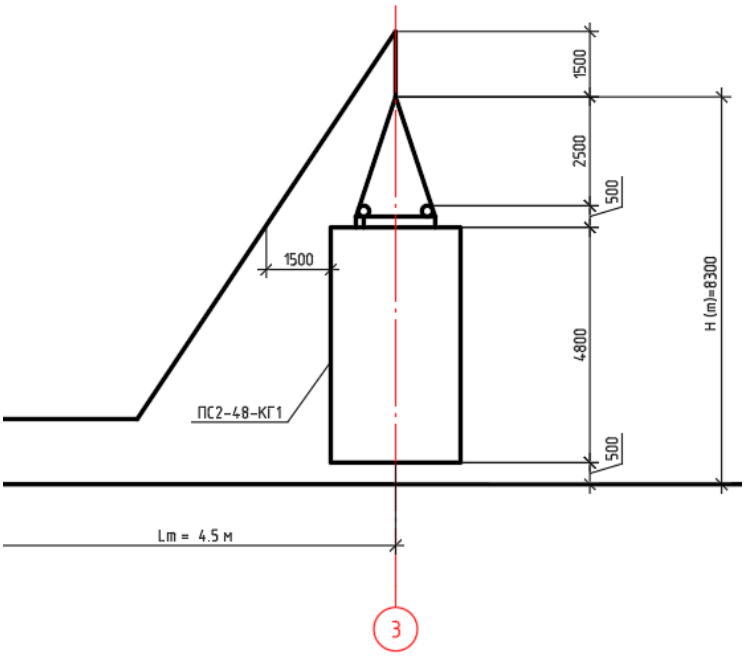


Qm=1,7+0.135=1,835 т;

Hm=0.5+4,8+1,2=6,5 м;

Lm= 4,5 м = min.

СТІНОВІ ПАНЕЛІ - монтаж планується здійснювати вздовж зовнішніх осей будівлі на мінімальному вильоті стріли крана.



Qm=6,7+0.15+0,05=6,9 т;

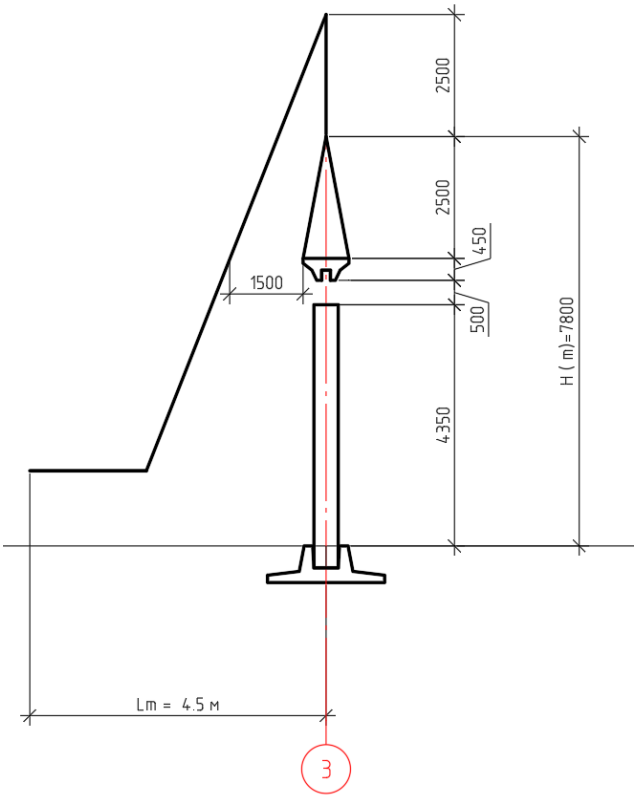
Hm=0,5+4,8+0,5+2,5=8,3 м;

Lm= 4,5 м = min.

БАЛКИ - монтаж планується здійснювати вздовж прольоту на мінімальному вильоті стріли крана

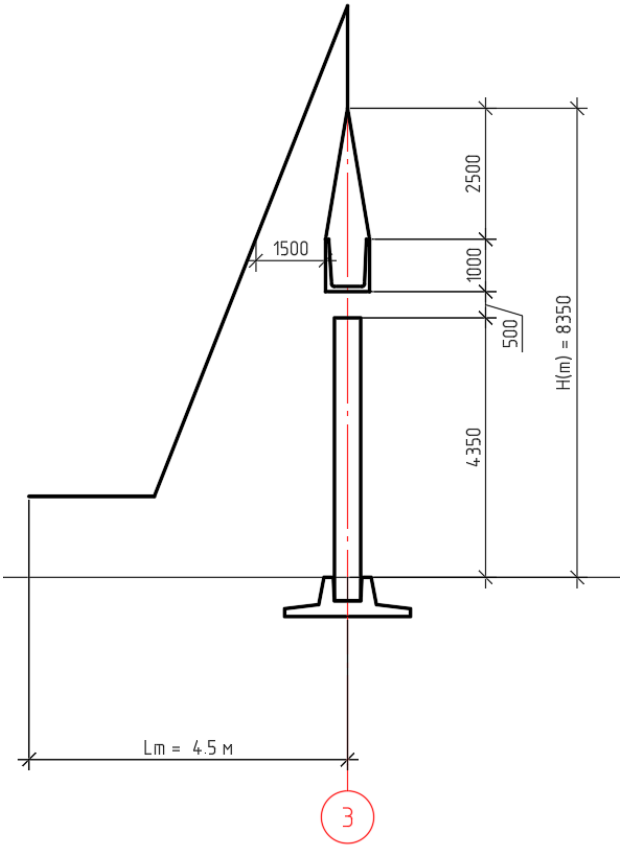
Qm=0,27+0.05=0,32 т;

Hm=4,35+0,5+0,45+2,5=7,8 м;



Lm= 4,5 м = min.

Лотки - монтаж планується здійснювати вздовж прольоту на мінімальному вильоті стріли крана

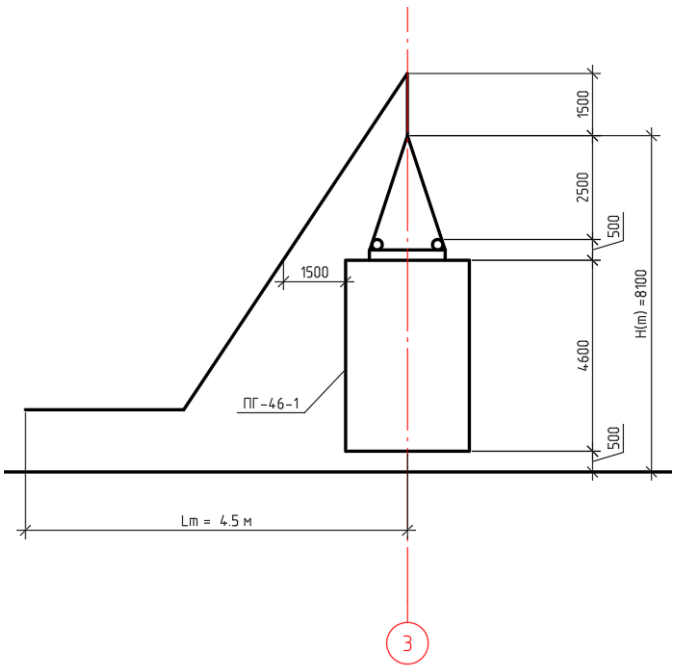


Qm=3,7+0.05=3,75 т;

Hm=4,35+0,5+1,0+2,5=8.35 м;

Lm= 4,5 м = min.

Перегородки- монтаж планується здійснювати вздовж зовнішніх осей будівлі на мінімальному вильоті стріли крана.



Qm=4,38+0.15+0,05=5,03 т;

Hm=0,5+4,2+0,5+2,5=7700 м;

Lm= 4,5 м = min.

Таблиця 3.9.

Підібрані монтажні крани, які задовольняють вимогам монтажних характеристик конструкцій в елементарних потоках

№ поз.	Назва конструкції в елементарних монтажних потоках	Монтажні характеристики конструкцій			Гусеничні крани, придатні за технічними характеристиками
		Qm, т	Hm, м	Lm, м	
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*
1	Фундаментні блоки	4,32	5,25	**4,5**	Автомобільний кран ДАК КТА-18
3	Колони	1,835	6,5	4,5	
4	Стінові панелі	6,9	8,3	4,5	Автомобільний кран ДАК КТА-18
5	Балки	0,32	7,8	4,5	Автомобільний кран ДАК КТА-18
6	Лотки	3,75	8,35	4,5	
7	Стінові перегородки	5,03	7,7	4,5	

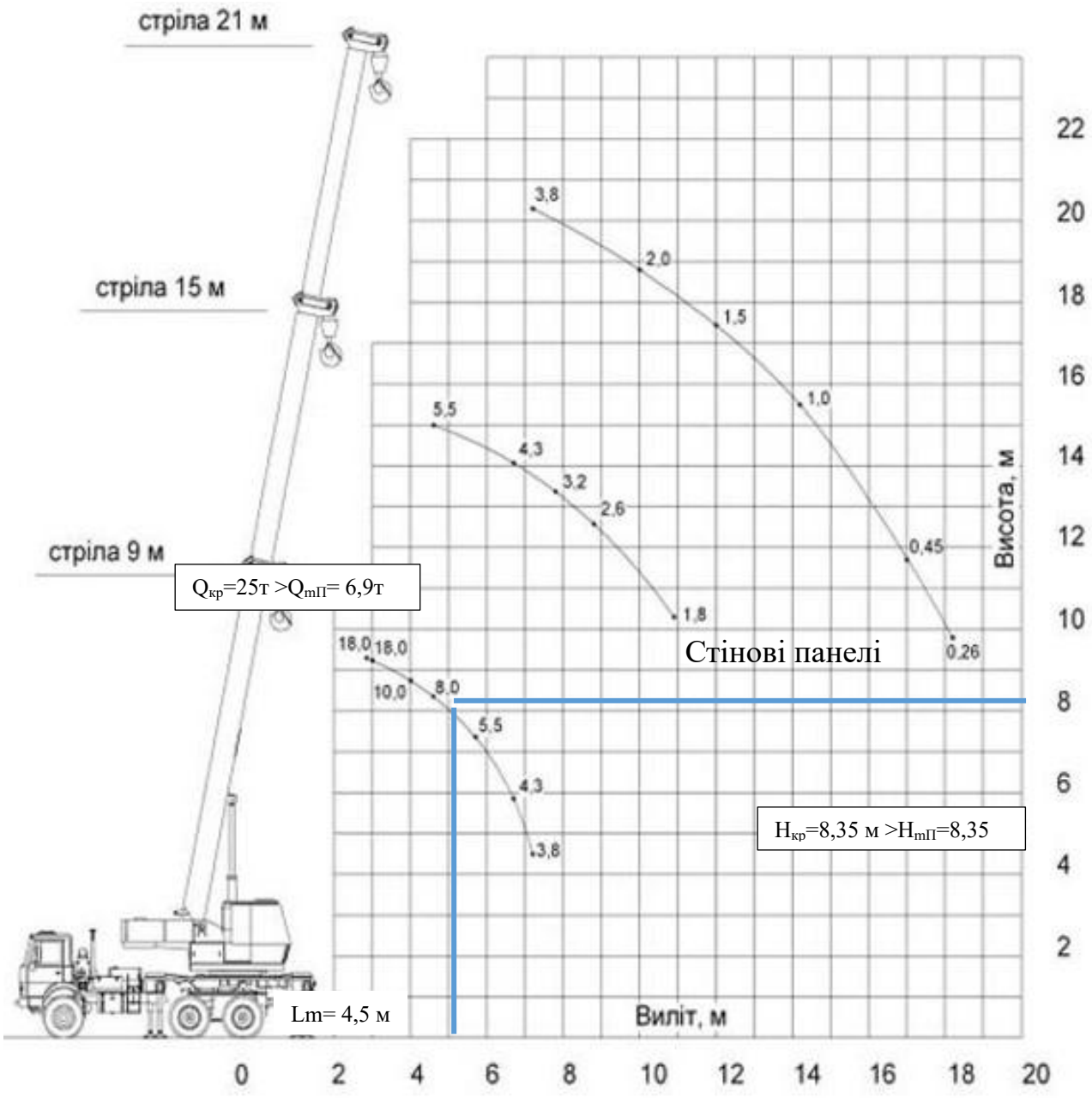


Рис.3.3.Автомобільний кран ДАК КТА-18. Діаграма вантажопідйомності

3.8.Складання калькуляції трудових витрат

Таблиця 3.10

Калькуляція трудових витрат

№ пор.	Найменування процесів	Об'єм робіт		Обґрунтування за ГН, ЕНиР	Норма часу люд.-год. маш.-год.	Трудомісткість люд.-год. маш.-год	Склад ланки	
		Одиниця виміру	Кількість одиниць				Професія /розряд/	К-ть
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Установка панелей стін аеротенка площею	1 шт	184,00	Е §4-1-8, табл. 2, п. 10а, б	1,50	276,00	Монтажник 5р., 4р 3р 2р	1 1 1 1
	4,8 х 2,98 = 14,304 м2				0,37	68,08	Машиніст 6 р.	1
2	Зварювання випусків арматури панелей стін	10 м	79,49	Е §22-1-4, п. 4а	7,10	564,36	Зварювальник 5 р.	1
	57 х 0,432 = 24,624 м				-	-		1
3	Закладання швів дна паза днища бетонною сумішшю з ущільненням	1 $м^3$	16,45	Е §4-1-51, п. 1	5,80	95,41	Монтажник 4р., 3 р.	1 1
	0,03х2,98х57=6,71 м3				-	-	-	-

4	Заливання швів панелей стін бетонною сумішшю механізованим способом	100 м	8,83	Е §4-1-26, п. 2а	28,00	247,30	Монтажник 4р., 3 р.	1 1
	0,048х57=2,736 м3				-	-	-	-
5	Установка і в'язання арматури окремими стержнями монолітних ділянок стін аеротенка	1 т	1,98	Е §4-1-46, табл. 2, п. 12г	24,00	47,47	Арматурник 6р., 2 р.	1 1
					-	-	-	-
6	Влаштування опалубки монолітних ділянок стін аеротенка	1 м^2	133,68	Е §4-1-36, табл. 2, п. 8а	1,10	147,05	Тесляр 5р., 3 р.	1 1
					-	-	-	-
7	Укладання бетонної суміші в монолітні ділянки стін аеротенка до 5 м3	1 м^3	14,80	Е §4-1-49, табл. 3, п. 4д	1,20	17,76	Бетонник 4р., 2 р.	1 1
					-	-	-	-
8	Розбирання опалубки монолітних ділянок стін аеротенка	1 м^2	133,68	Е §4-1-36, табл. 2, п. 8б	0,35	46,79	Тесляр 5р., 3 р.	1 1
					-	-	-	-
9	Установка фундаментів масою до 5т	1 шт	144,00	Е §4-1-1, табл. 2, п. 8а, б	2,00	288,00	Монтажник 5р., 4р 3р 2р	1 1 1 1

					0,67	96,48	Машиніст 6 р.	1
10	Установка колон масою до 2т у стакани фундаментів за допомогою кондукторів	1 шт	144,00	Е §4-1-4, табл. 2, п. 2а, б	2,40	345,60	Монтажник 5р., 4р 3р 2р	1 1 2 1
					0,24	34,56	Машиніст 6 р.	1
11	Замонолічування колон у стаканах фундаментів	1 стик	144,00	Е §4-1-25, табл. 1, п. 1	0,81	116,64	Монтажник 4р., 3 р.	1 1
					-	-	-	-
12	Установка перегородок секцій аеротенка	1 шт	144,00	Е §4-1-8, табл. 2, п. 18 а, б	1,00	144,00	Монтажник 5р., 4р 3р 2р	1 1 1 1
	4,6х2,98=13,71 м2				0,25	36,00	Машиніст 6 р.	1
13	Закладання швів дна паза днища перегородки бетонною сумішшю з ущільненням	1 $м^3$	12,87	Е §4-1-51, п. 1	5,80	74,67	Монтажник 4р., 3 р.	1 1
	0,03х2,98х160=14,3 м3				-	-	-	-
14	Заливання швів перегородок бетонною сумішшю механізованим способом	100 м	6,91	Е §4-1-26, п. 2а	28,00	193,54	Монтажник 4р., 3 р.	1 1
					-	-	-	-

15	Установка балок масою до 1т	1шт	144,00	Е§4-1 4, табл. 2, п. 2а	1,1	158,40	Монтажник 5р., 4р 3р 2р	1 1 2 1
					0,22	31,68	Машиніст 6 р.	1
16	Елетрозварювання балки з колоною	10 м	8,93	Е §22-1-3, п. 1г	6,8	60,71	Зварювальник 5 р.	1
					-	-		
17	Елетрозварювання балки з перегородкою	10 м	3,60	Е §22-1-3, п. 1г	6,8	24,48	Зварювальник 5 р.	1
					-	-		
18	Установка лотків масою до 5т	1шт	72,00	Е §4-1-1, табл. 2, п. 8а, б	2,7	194,40	Монтажник 5р., 4р 3р 2р	1 1 2 1
					0,54	38,88	Машиніст 6 р.	1
19	Елетрозварювання лотка з балкою	10 м	14,40	Е §22-1-4, п. 4а	7,1	102,24	Зварювальник 5 р.	1

3.9.Складання таблиці технологічних розрахунків і побудова графіка виконання робіт

За калькуляцією трудових витрат складають таблицю технологічних розрахунків.

Таблиця 3.11

Технологічні розрахунки монтажу аеротенка (на 1 дільницю)

№	Найменування процесів і посилання на пункти калькуляції	Об'єм робіт		Трудомісткість люд.-зм. / маш.-зм.		Прийнятий склад ланок та бригади		Трива-лість робіт, змін	Виконання норм, %
		Одиниця вимі-рювання	Кількість одиниць	за нормою	прийнята	Професія /розряд/	К-ть		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Установка панелей стін аеротенка площею (п. 1)	1 шт	73,00	- 73 :8 = 13,69 3,38	14 3,5	Монтажник 5р., 4 р., 3 р., 2 р. Машиніст 6 р.	1 1 1 1 1	13:4= 3,5 3,3:1= 3,5	97,77 96,46
2	Зварювання випусків арматури панелей стін (п. 2)	10 м	31,54	27,99 -	28 -	Зварювальник 5 р.	7	28:7= 4	99,96

3	Закладання швів дна паза днища і панелей стін бетонною сумішшю (п. 3-4)	1 м³ 100 м	6,53 3,50	17,00 -	18	Монтажник 4р., 3 р.	2 2	18:4= 4,5	94,42
4	Бетонування монолітних ділянок стін аеротенка (п. 5-8)	1 т 1 м² 1 м³ 1 м²	1,46 103,76 6,80 103,76	24,20 -	24 -	Арматурник 6р., 2 р., Тесляр 5р., 3 р.. Бетонник 4р.,2 р.,	2 2 2	24:6= 4,0	100,84
5	Установка фундаментів, колон, замонолічування колон у стаканах фундаментів (п. 9-11)	1 шт 1 шт 1 стик	68,00 68,00 68,00	44,29 7,74	45 9	Монтажник 5р., 4 р., 3 р., 2 р. Машиніст 6 р.	1 1 2 1 1	45:5= 9 9:1=	- 98,41 85,94
6	Установка перегородок стін			68:8 17:8	8 2	Монтажник 5р., 4 р.,	1 1	8:4= 2	106,25

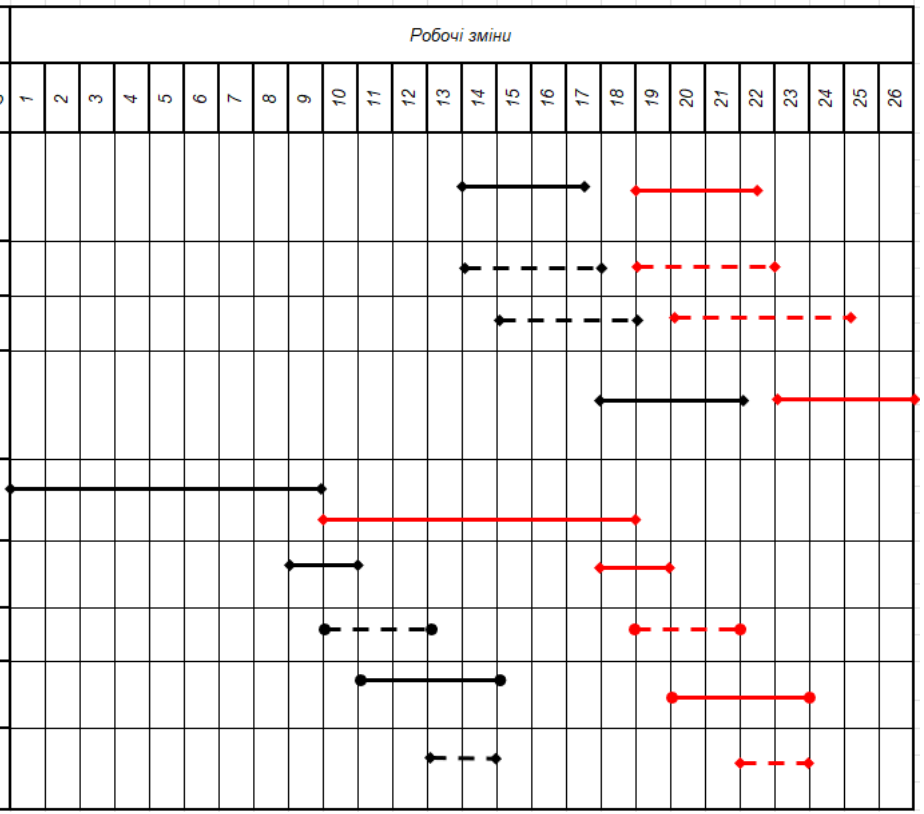
	(п 12)	*1 шт*	*68,00*	*=* *8,50* *2,13*		*3 р.,* *2 р.* *Машиніст 6 р.*	*1* *1* *1*	*2:1= 2*	*106,25*
7	*Закладання швів дна паза днища і панелей стін бетонною сумішшю (п. 13-14)*	*1 м³* *100 м*	*6,08* *3,26*	*15,83* *-*	*16* *-*	*Монтажник 4р.,* *3 р.*	*2* *2*	*16:4= 4*	*98,95*
8	*Установка балок та лотків (п.16,19)*	*1 шт* *1 шт*	*68,00* *34,00*	*20,83* *4,17*	*20* *4*	*Монтажник 5р.,* *4 р.,* *3 р.,* *2 р.* *Машиніст 6 р.*	*1* *1* *2* *1* *1*	*20:5= 4* *4:1= 4*	*104,13* *104,13*
9	*Електрозварювання балки з колонами і перегородками, лотка з балками (п.17-18, п.20)*	*10 м* *10 м* *10 м*	*4,22* *1,70* *6,80*	- *11,06* *-*	- *12* *-*	*Зварювальник 5 р.*	*6*	*2:1= 2*	*92,20*
	Всього:			*183,38*	*185*	-			

			17,40	18,5	

Таблиця 3.12.

Графік виконання робіт з монтажу аеротенка

№	Найменування процесів і посилання на пункти калькуляції	Об'єм робіт		Трудомісткість люд.-зм. / маш.-зм.		Склад бригади (ланки),	Тривалість,змін	
		Одиниця вимі-рювання	Кількість одиниць	на дільницю 1	на дільницю 2		на дільницю 1	на дільницю 2
1	Установка панелей стін аеротенка площею	1 шт	73,00	14,00 3,50	14,00 3,50	4 монтажника 5р.,4р.,3р.,2р.;1 машиність 6р.	3,5	3,5
2	Зварювання випусків арматури панелей стін	10 м	31,54	28,00 -	28,00 -	6 зварювальників 5 р.	4,0	4,0
3	Закладання швів дна паза днища і панелей стін бетонною сумішшю	1 $м^3$ 100 м	6,53 3,50	18,00 -	18,00 -	4 монтажників 4р.,3р.	4,5	4,5
4	Бетонування монолітних ділянок стін аеротенка	1 т 1 $м^2$ 1 $м^3$ 1 $м^2$	1,46 103,76 6,80 103,76	24,00 -	24,00 -	2 арматурник 6р., 2 р.,; 2 тесляра 5р., 3 р.; 2 бетонщика 4р., 2 р.	4,0	4,0
5	Установка фундаментів, колон, замонолічування колон у стаканах фундаментів	1 шт 1 шт 1 стик	68,00 68,00 68,00	45,00 9,00	45,00 9,00	4 монтажника 5р.,4р.,3р.,2р.;1 машиність 6р.	9,0	9,0
6	Установка перегородок стін	1 шт	68,00	8,00 2,00	8,00 2,00	4 монтажника 5р.,4р.,3р.,2р.;1 машиність 6р.	2,0	2,0
7	Закладання швів дна паза днища і панелей стін бетонною сумішшю	1 $м^3$ 100 м	6,08 3,26	16,00 -	16,00 -	4 монтажників 4р.,3р.	4,0	4,0
8	Установка балок та лотків	1 шт 1 шт	68,00 34,00	20,00 4,00	20,00 4,00	5 монтажника 5р.,4р.,3р.,2р.;1 машиність 6р.	4,0	4,0
9	Електрозварювання балки з колонами і перегородками, лотка з балками	10 м 10 м 10 м	4,22 1,70 6,80	12,00 -	12,00 -	2 зварювальника 5 р.	2,0	2,0



Суцільною лінією позначено ведучі процеси – монтаж конструкцій РЧВ, а штрих-пунктирною - другорядні з монтажем

3.10. Визначення техніко-економічних показників.

Таблиця 3.13

Потреба в будівельних конструкціях, деталях, напівфабрикатах, матеріалах і устаткуванні

№ пор.	Будівельні конструкції, деталі, напівфабрикати, матеріали та устаткування	Марка	Одиниця вимірювання	Кількість
1	2	3	4	42
1	Стінова панель	ПС2-48-КГ1	шт.	36
2	Стінова панель	ПС2-48-КГ1У	шт.	88
3	Стінова панель	ПС2-48-КВ1	шт.	60
4	Фундамент під колони	2ФР2	шт.	144
5	Колона	3КР48	шт.	144
6	Панель перегородка	ПГ42-01	шт.	144
7	Лоток	ЛТ1-9-6	шт.	72
8	Балка	Б2	шт	144
9	Бетон	С 10/15	$м^3$	78,2
10	Розчинна суміш	М 100	$м^3$	3,67
11	Вироби монтажні	-	т	0,215
12	Пісок	-	$м^3$	13,77

13	Бруски 75 мм	IV сорт	$м^3$	0,61
14	Дошки 25 – 32 мм	IV сорт	$м^3$	11,5
15	Дошки 40 мм	IV сорт	$м^3$	3,7
16	Гвіздки 100 мм	-	кг	16,83
17	Електроди	Е-42	кг	23,4
18	Дріт 4 мм	Вр-І	кг	3,6
19	Бетон для монолітних ділянок	С 15/20	$м^3$	14,8
20	Арматура діаметром 6 мм	А240С	кг	12
21	Арматура діаметром 8 мм	А400С	кг	322,4
22	Арматура діаметром 14 мм	А400С	кг	354,4
23	Арматура діаметром 16 мм	А400С	кг	181,6
24	Гвіздки 120 мм	-	кг	1108
25	Тісто вапняне	-	кг	30,3

Таблиця 3.14

Потреба в машинах, устаткуванні, інструменті, інвентарі і пристроях

№ пор.	Машини, устаткування, інструмент, інвентар і пристрої	Марка	Одиниця вимірювання	Кількість
І. Машини та пристрої				
1	Кран гусеничний	КТА-18	шт.	3
2	Бортовий автомобіль	ЗиЛ-433440	шт.	1
3	Тягач з напівпричепом-панелевозом	КамАЗ-5410 ПП-1307А	шт.	1

4	Автобетоновоз СБ-113 на базі ЗиЛ-13Д	СБ-113	шт.	1
5	Неповоротний бункер місткістю 0,5 м^3	БНВ-0,5	шт.	1
6	Балансуюча траверса для захоплення стінових панелей	-	шт.	1
7	Строп чотирьохгілковий для захоплення фундаментів	4СК-5,0-4000	шт.	1
8	Стержневий захоплювач колон	-	шт.	1
9	Сталеві клини для тимчасового затримання балок	КС2-5	шт.	64
10	Строп двогілковий для захоплення траверси	2СК-8,0-2500	шт.	1
11	Строп чотирьохгілковий для захоплення плит покриття	4СК-5,0-5000	шт.	1
12	Підкос зі струбциною	-	шт.	64
13	Металеві клини	-	шт.	192
14	Кондуктор для тимчасового закріплення колон та їх вивіряння	-	шт.	12

Продовження табл. 3.14

№ пор.	Машини, устаткування, інструмент, інвентар і пристрої	Марка	Одиниця вимірювання	Кількість
II. Ручний будівельний інструмент				
15	Вібратор глибинний	ІВ-113	шт.	2
16	Лопата для розчину	ЛР	шт.	10
17	Зубило слюсарне 20х60°	ЗС	шт.	1
18	Скребок	-	шт.	2
19	Розшивка стальна	РВ-1 РВ-2	шт. шт.	1 1

20	Лом монтажний	ЛМ-20 ЛМ-24	шт. шт.	2 3
21	Киянка кругла	КК	шт.	1
22	Сокира будівельна	А-2	шт.	1
23	Маяк причальний	-	шт.	3
24	Каска пластмасова	-	шт.	10
25	Пояс запобіжний	-	шт.	9
26	Відро	-	шт.	4
III. Засоби вимірювання і контролю				
27	Висок будівельний 600 г	ОС-600	шт.	4
28	Рейка з виском	-	шт.	4
29	Рулетка	РЗ-20	шт.	3
30	Метр складний металевий	МС	шт.	9
31	Кутник дерев’яний	УД	шт.	4
32	Правило	-	шт.	4
33	Рівень будівельний	УС-300	шт.	3
IV. Інвентар				
34	Ящик для розчину металевий	-	шт.	2
35	Клиновий вкладиш	-	шт.	18
36	Риштування монтажні	-	шт.	4
37	Драбина монтажна	-	шт.	4
38	Підкіс із струбциною	-	шт.	10
39	Щити опалубки PERI 1200х3300 мм 600х3300 мм 300х3300 мм 1200х1200 мм 600х1200 мм 300х1200 мм	PERI	 шт. шт. шт. шт. шт. шт.	 8 4 6 8 4 6

3.11.Вказівки з розроблення операційного контролю якості робіт, до виконання робіт, заходи з охорони праці

Таблиця 3.15

Схема операційного контролю якості робіт

Операції, які підлягають контролю		Контроль якості виконання операцій			
виконавцем	майстром	склад	спосіб	строки	залучені служби
1	2	3	4	5	6
-	Монтаж панелей аеротенка	Відповідність послідовності монтажу розробленій ТК. Точність установки панелей аеротенка. Контроль якості зароблення стиків	Візуально, рулеткою	В процесі монтажу	-
Монтаж панелей аеротенка	-	Правильність і надійність стропування. Вертикальність встановлених панелей. Надійність тимчасового кріплення. Правильність прив'язки панелей аеротенка в плані	Візуально, рулеткою	В процесі монтажу	-
-	Монтаж фунда-ментів	Суміщення осей фундаменту відносно осей. Відхилення відміток вирівнюючого шару під блоки і опорні поверхні дна стаканів від проектних.	Візуально, рулеткою	В процесі монтажу	Геоде-зична служба

		Щільність примикання підошви фундаменту до поверхні основи.			

Закінчення табл. 15

Операції, які підлягають контролю		Контроль якості виконання операцій			
виконавцем	майстром	склад	спосіб	строки	залучені служби
1	2	3	4	5	6
Монтаж фундамент-тів	-	Відхилення відміток опорних поверхонь дна стаканів від проектних. Відповідність положен-ня змонтованих фундаментів в плані.	Візуально, рулеткою	В процесі монтажу	Геоде-зична служба
-	Монтаж колон, ригелів, плит покриття	Установку конструкцій в проектне положення. Надійність тимчасового кріплення. Якість бетонних робіт при замонолічуванні колон. Глибину обпирання плит.	Візуально, рулеткою	В процесі монтажу	-
Монтаж колон	-	Фактичне положення змонтованих констру-ктцій. Відповідність закріплення конструкцій проектним	Візуально, рулеткою	В процесі монтажу	Геоде-зична служба

-	Зварювання закладних деталей	Відповідність порядку зварювання і типа використовуємих електродів Проекту. Розміри швів, якість зачистки	Візуально	В процесі зварювання	Лабора-торія
Зварювання і антикоро-зійний захист	-	Якість зварювання, наявність і правильність ведення журналу зварювальних робіт. Якість антикорозійного покриття.	Візуально	В процесі зварю-вання	Лабора-торія
-	Закладення стиків	Дотримання технологічної послідовності операції. Якість закладення стиків. Температурно-вологий режим твердіння розчину. Фактичну міцність бетону і розчину і терміни розбирання опалубки	Візуально	В процесі заклa-дення стиків	Лабора-торія
Закладення стиків	-	Якість герметизації зовнішніх стін. Фактичну міцність бетону і розчину. Зовнішній вигляд закладених стиків	Візуально	В процесі закін-чення роботи	Лабора-торія

Вказівки до виконання робіт.

1. Для суміщення монтажних процесів споруду розбиваємо на 2 монтажні дільниці, кожна з яких відповідає одній секції аеротенка

2. Виконувати монтажні роботи слід за схемою III, коли монтажний кран і транспортні засоби рухаються днищем котловану. Монтаж конструкцій вести з транспортних засобів, які рухаються назустріч монтажу.

3. Для досягнення потоковості робіт спеціалізований потік будівництва розділено на елементарні монтажні потоки:

- монтаж стінових панелей (гусеничний кран ДЕК-251 ,стріла 14м);
- монтаж фундаментів під колони, колон,перегородок, лотків (ДЕК-251 ,стріла 14м);

4. Монтаж стінових панелей дозволяється виконувати, коли бетон днища матиме міцність 70% проектної. Монтаж стінових панелей слід починати з монтажу маячних панелей за допомогою балансуючої траверси вантажопідіймальністю 8 т. Правильність положення панелі звіряють по рисках, які нанесені на верхній грані фундаменту днища, а в поперечному напрямку – по маячним стіновим панелям. Вивіряють стінові панелі рейками. Тимчасово закріплюють панель двома підкосами зі струбцинами та шістьма металевими клинами.

5. Для закладання швів дна паза днища, панелей стін і замонолічування колон у стаканах фундаментів слід застосовувати бетонну суміш С10/15. Для електрозварювання стиків (закладних деталей) слід використовувати ручну електрозварку і електроди Є-42.

Інженерні заходи з охорони праці.

1. Для спускання робітників в котлован використовувати приставні дерев’яні драбини, встановлені не ближче 10 м від місця роботи крана.

2. На дільниці, де виконуються монтажні роботи, не допускається перебування сторонніх осіб, для чого на межах дільниць необхідно встановити сигнальне огородження.

3. При монтажі ригелів захватний пристрій дозволяється знімати після кінцевого їх закріплення.

4. Під час монтажу споруд монтажники повинні перебувати на раніше встановлених і надійно закріплених конструкціях чи засобах підмощування. Забороняється перебування людей на елементах конструкцій і обладнання під час їх піднімання і переміщення, або якщо вони не мають постійного закріплення.

5. Підкоси для тимчасового закріплення стінових панелей, необхідно прикріпити до надійних опор, наприклад фундаментних блоків. Підкоси необхідно розташовувати за межами габаритів руху транспорту і будівельних машин.

6. Піднімання вантажу (примерзлого, частково засипаного ґрунтом, сміттям, з’єднаного з елементами інших конструкцій тощо), який перевищує вантажопідйомність монтажного крана, заборонено.

7. Для освітлення робочого місця в темну пору доби на відстані не більше 8 м з двох сторін від місця, де виконують монтаж слід установити інвентарні освітлювальні вишки з електричними прожекторами потужністю кожного не менше 400 Ват.

Розділ 4.

Охорона навколишнього середовища

Межі поясів ЗСО поверхневих джерел встановлюють на певних відстанях від водозабірної споруди.

Перший пояс:

● для водотоків:

о не менше ніж 20 м – вгору за течією;

о не менше ніж 100 – м вниз за течією;

о не менше ніж 100 м – по прилеглому берегу до водозабірної споруди;

о уся акваторія та протилежний берег (50 м) – при ширині водотоку менше ніж 100 м;

о акваторія не менше ніж 100 м – при ширині водотоку більше ніж 100 м.

● для водойм:

о не менше ніж 100 м – в усіх напрямках по акваторії;

о не менше ніж 100 м – по прилеглому берегу до водозабірних споруд;

● для водозабірних споруд ковшового типу – уся територія навколо споруди смугою не менше ніж 100 м.

Другий пояс:

● для водотоків:

о не менше ніж 250 м – вниз за течією;

о 500 м – бокові території при рівнинному рельєфі;

о не більше ніж 750 м – бокові території при гірському рельєфі (пологий схил);

о 1000 м – бокові території при гірському рельєфі (крутий схил).

● для водойм:

о 3000 м – в усіх напрямках по акваторії (до 10% вітрів в бік водозабірної споруди);

о 5000 м - в усіх напрямках по акваторії (більше 10% вітрів в бік водозабірної споруди);

о бокові межі так само, як для водотоків.

Межі третього поясу приймають такими ж, як для другого поясу.

Майданчики водопровідних споруд

Перший пояс:

● не менше ніж 30 м – від фільтрів, стін освітлювачів, резервуарів питної води;

● не менше ніж 15 м – від водонапірної башти та інших споруд.

Другий пояс:

● не менше ніж 100 м – санітарно-захисна смуга навколо першого поясу.

Межі третього поясу приймають такими ж, як для другого поясу.

Водоохоронні та санітарні заходи

Перший пояс:

● відведення стічних вод повинно здійснюватися з урахуванням санітарних

режимів на очисні споруди (розташовані за межами першого поясу ЗСО)

або у найближчу систему побутової (виробничої) каналізації;

● відведення поверхневих вод, санітарний догляд та озеленення територій та межі поясу;

● охорона, технічні засоби та огорожі відповідно до [9, 10].

Другий пояс:

● знешкодження усіх проблемних свердловин, що несуть небезпеку або неправильно експлуатуються;

● заборона розташування будь-яких складів, що містять небезпечну хімічну продукцію (для запобігання забрудненню джерел водопостачання);

● вчасне виконання усіх заходів щодо санітарної охорони.

Заходи для третього поясу приймають такими ж, як для другого поясу.

Заборонені дії в межах ЗСО

Перший пояс:

● усі види будівництва (окрім тих, що пов’язані з експлуатацією чи реконструкцією водопровідних мереж чи споруд);

● проживання людей (у тому числі працівників водопроводу);

● прокладання не пов’язаних з водопровідними спорудами трубопроводів;

● рибальство, використання добрив, випас худоби, відведення стічних вод прилеглі водойми, купання людей;

● вирубка лісу:

● видобування копалин, створення причалів плавзасобів;

● інші види водокористування, що впливають на її якість.

Другий пояс:

● городництво, садівництво та інші види розорювання земель:

● будь-яке використання заболочених ділянок;

● вирубка лісу:

● видобування копалин;

● випас худоби у береговій смузі шириною не менше 300 м;

Третій пояс:

● розташування споруд для очистки стічних вод, кладовищ, , мулових ставків та інших споруд, що можуть сприяти мікробному забрудненню джерел водопостачання;

● використання добрив та пестицидів.

Розділ 5.

Визначення собівартості відведення 1 м^3 стічних вод

5.1 Розрахунок чисельності робітників основного і допоміжного виробництва водопроводу

Таблиця 5.1

Розрахунок чисельності робітників основного і допоміжного виробництва водопроводу на 2025 р.

№ п/п	Вид споруд	Професія	Розряд	Обсяг виробництва /продуктивність споруд, протяжність мереж тощо/		Нормативна чисельність робітників (прийнята), чол./добу	Основа
				Одиниця	Кількість одиниць		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Водозабірні споруди	Машиніст насосних установок	5	шт	2	4,2 (4)	Дод 2,1
		Електромонтер з ремонту та обслуговування електроустаткування	5	шт	2	4,2 (4)	Дод 2,1
		Слюсар-ремонтник	3	шт	2	4,2 (4)	Дод 2,1
4	Змішувач	Оператор	4	Тисяча $м^3$/добу	46,013	4,3 (4)	Дод 2,3
4.1	Освітлювач з	Оператор	4	Тисяча $м^3$/добу	46,013	4,3 (4)	Дод 2,3

	шаром завислого осаду						
4.2	Швидкі фільтри	Оператор	4	Тисяча м^3/добу	46,013	4,3 (4)	Дод 2,3
4.3	Хлораторні установки	Оператор хлораторних установок	4	Тисяча м^3/добу	46,013	4,2 (4)	Дод 2,3
5	Цех приготування реагентів і дозування	Коагулянтщик	2	Тисяча м^3/добу	46,013	4,4 (5)	Дод 2,3
6	Компресорні установки	Машиніст повітродувних установок	4	Тисяча м^3/добу	46,013	2 (2)	Дод 2,3
4	Водопровідна мережа / включаючи	Слюсар аварійно-відновлювальних робіт	4	км	60	11	Дод 2,4
	водопроводи, вуличну, внутріквартальну і внутрідворову мережі	Обхідник водопровідної мережі	3	км	**60**	11	Дод 2,4
5	РЧВ	Водороздатчик	1	шт	2	1	Дод 2,5
6	Насосні станції	Машиніст насосних установок	5	Тисяча м^3/добу	46,013	4,2 (4)	Дод 2.1

	водопроводу						
		Електромонтер з ремонту та обслуговування електроустаткування	5	Тисяча м^3/добу	46,013	4,2 (4)	Дод 2.1
		Газоелектрозварник	4	Тисяча м^3/добу	46,013	1	Дод 2,10
		Електромонтер по ремонту устаткування	5	Тисяча м^3/добу	46,013	4,2 (4)	Дод 2,10
		Електромонтер по обслуговуванню устаткування	3	Тисяча м^3/добу	46,013	4,2 (4)	Дод 2,10
		Слюсар КВПіО	4	Тисяча м^3/добу	46,013	1	Дод 2,10
		Лаборанти хіміко-бактеріологічної лабораторії:	5	Тисяча м^3/добу	46,013	1	Дод 2,10

Всього робітників 77 чол.

МОП 4 чол.

Всього працюючих по підприємству: 81 чол.

Таблиця 5.2

Розрахунок нормативної чисельності ІТП і службовців по водопроводу на 2025

№ п/п	Функція управління	Структурний підрозділ	Перелік посад з виконанням відповідних функцій	Норма тивна чисель ність, чол.
1	2	3	4	5
	Загальне керівництво основним виробництвом і кадрами	Управління, відділ кадрів	Начальник управління	1
			головний інженер	1
			інженер по кадрах	1
	Оперативне керівництво спорудами водопроводу	Очисні споруди водопроводу	Начальник очисної станції	1
	Оперативне керівництво мережами водопроводу	Водопровідні мережі	Начальник ділянки	1
			Головний диспетчер	1

			Інженери	3
			Техніки	2
	Розвиток і технічна підготовка виробництва, охорона праці і техніки безпеки	Виробничій відділ праці	Начальник відділу	1
			інженери	1
			інженер по охороні праці техніці безпеки	1
	Технічний контроль якості продукції	Хіміко-бактеріологічна лабораторія	Начальник лабораторії	1
			інженери	2
			лаборанти	2
	Ремонт і технічне обслуговування енергетичного та іншого обладнання, будівель, споруд, мереж, КІПіА	Допоміжні цехи /ділянки/	Інженери усіх спеціальностей	3
			Начальник відділу	1
	Техніко-економічне планування організація праці і заробітної плати,	Планово-економічний відділ	економісти	2

	НОТ			
	Бухгалтерський облік і $Н_б$ фінансова діяльність, організація взаєморозрахунків з споживачами, водозбут	Бухгалтерія	Головний бухгалтер	1
			бухгалтери	1
	Господарчі функції /матеріально-технічне постачання, діловодство, господарське обслуговування/	Відділ матеріально-технічного постачання	Начальник відділу	1
			техніки	1
			комірники	1
			Всього по підприємству: 30	чол.

5.2 Розрахунок заробітної плати робітників , ІТП і службовців

Таблиця 5.3

Розрахунок заробітної плати робітників , ІТП і службовців на 2025 р.

№ п/п	Посада	Кількість	Встановлений місячний оклад	Річний фонд заробітної плати, грн	Премія із ФМЗ, %	Річна сума премії, грн	Загальний річний фонд заробітної плати ,тис. грн
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Начальник управління	1	30000	360000	25%	90000	450
2	Головний інженер	1	25000	300000	25%	75000	375
3	Начальник очисної станції	1	20000	240000	25%	60000	300
4	Начальник ділянки	1	20000	240000	25%	60000	300
5	Головний диспетчер	1	10000	120000	25%	30000	150
6	Технік	3	9500	342000	25%	85500	427,5
7	Начальник відділу	3	15000	540000	25%	135000	675
8	Інженери всіх спеціальностей	11	12000	1584000	25%	396000	1980
9	Начальник лабораторії	1	15000	180000	25%	45000	225
10	Лаборанти	2	8500	204000	25%	51000	255
11	Економісти	2	12000	288000	25%	72000	360
12	Головний бухгалтер	1	15000	180000	25%	45000	225

13	Бухгалтер	1	10000	120000	25%	30000	150
14	Комірник	1	8500	102000	25%	25500	127,5
15	Робітник 1 розряду	1	9000	108000	25%	27000	135
16	Робітник 2 розряду	5	9500	570000	25%	142500	712,5
17	Робітник 3 розряду	15	10000	1800000	25%	450000	2250
18	Робітник 4 розряду	35	10500	4410000	25%	1102500	5512,5
19	Робітник 5 розряду	21	12000	3024000	25%	756000	3780
20	МОП	4	8000	384000	25%	96000	480

Всього: 111 чол. 18870 тис.грн

5.3 Розрахунок витрат електроенергії

Розрахунок витрат електроенергії насосною станцією І підйому

Визначають витрату одного насоса AIKSN 350-M(N) 13:

$$Q_н = Q_{доб\ (персп)}/24n = 55216 / (24*2)=1150,33\ м^3/год;$$

де $Q_{доб}$ – добова витрата насосної станції перспективна, м^3/добу;

n – кількість робочих насосів, шт.

За характеристикою насоса для $Q = Q_н$ знаходять напір $H_н$ та коефіцієнт корисної дії $\eta_н$.

Розраховують потужність насоса

$$N_H = \frac{Q_H \cdot H_H}{102 \cdot \eta_{\text{Н}} \cdot 3,6} = \frac{1150,33 \cdot 32,1}{102 \cdot 0,785 \cdot 3,6} = 128,15 \text{ кВт};$$

Приймають коефіцієнт запасу потужності електродвигуна $к_1$, що враховує можливі перевантаження при експлуатації (таблиця 4).

Таблиця 5.4

Значення коефіцієнту потужності електродвигуна

Потужність електродвигуна, кВт	5 - 100	більше 100
Коефіцієнт запасу потужності, $к_1$	1,15 – 1,08	1,05

Визначають розрахункову потужність електродвигуна насоса (за умови приєднання насоса до двигуна через пружну муфту, $\eta_{\text{передач}}$

$$N_{дв}\ \ p\ = N_н к_1 = 128,15 * 1,05 = 134,55 \text{ кВт}.$$

Таблиця 5.5

Коефіцієнт корисної дії електродвигуна

Потужність електродвигуна, кВТ	До 22	22-40	40-100	100-1000	1000-2000	Більше 2000
К.к.д. електродвигуна, $\eta_{дв}$	0,72-0,89	0,89-0,91	0,91-0,92	0,92-0,94	0,94-0,95	0,95-0,97

Річна витрата електроенергії НС-І, що сплачується

$$E^{НС\text{-}І}_{5} = \frac{N_{Н} \cdot n \cdot 24 \cdot 365}{k_{дв}} \cdot 1{,}05 = \frac{128{,}15 \cdot 2 \cdot 24 \cdot 365}{0{,}93} \cdot 1{,}05 = 3741980 \text{ кВт-г},$$

Витрати електроенергії насосною станцією II підйому

Таблиця 5.6

Визначення добової потужності насосної станції II підйому

Години доби	*P*% для *кгод.* *мах*	Q_i, м^3/г	Кількість працюючих насосів *n*, шт.	Витрата одного насоса $Q_н=Q_i/n$, м^3/г	Потужність насоса за характеристикою *N*, кВт	$N \cdot n$, кВт
1	2	3	4	5	6	7
0-1	2,5	704,45	2	352,225	85	170
1-2	2,65	704,45	2	352,225	85	170
2-3	2,2	704,45	2	352,225	85	170
3-4	*2,25*	704,45	2	352,225	85	170
4-5	3,2	704,45	2	352,225	85	170
5-6	3,9	704,45	2	352,225	85	170
6-7	4,5	704,45	2	352,225	85	170
7-8	5,1	704,45	2	352,225	85	170
8-9	5,35	938,55	2	469,275	105	210
9-10	5,85	938,55	2	469,275	105	210
10-11	5,35	938,55	2	469,275	105	210
11-12	5,25	938,55	2	469,275	105	210
12-13	4,6	938,55	2	469,275	105	210
13-14	4,4	938,55	2	469,275	105	210
14-15	4,6	938,55	2	469,275	105	210
15-16	4,6	938,55	2	469,275	105	210
16-17	4,9	704,45	2	352,225	85	170
17-18	4,6	704,45	2	352,225	85	170

18-19	4,7	704,45	2	352,225	85	170
19-20	4,5	704,45	2	352,225	85	170
20-21	4,4	704,45	2	352,225	85	170
21-22	4,2	704,45	2	352,225	85	170
22-23	3,7	704,45	2	352,225	85	170
23-24	2,7	704,45	2	352,225	85	170

$\Sigma(N \cdot n)$ =4400

Витрата за кожну годину доби Q_i:

$$Q_i = Q_{доб} P/100, \text{ м}^3/\text{г}.$$

Річна витрата активної електроенергії, що сплачується:

$$\text{Е}^{\text{НС-II}} = \frac{\Sigma(N \cdot n) \cdot 365}{\eta_{\text{дв}}} k_5 = \frac{4400 \cdot 365}{0.83} 1.05 = 2031686{,}75 \text{ кВт} - \text{г}$$

Визначення вартості спожитої енергії

Вартість електроенергії водопровідних насосних станцій:

$B_{ел} = Ц \cdot (E^{НС\text{-}I} + E^{НС\text{-}II})$=1,68(3741980+ 2031686,75 + 59 882) = 9 801 357 грн.

Ц –тариф оплати за 1 кВт-год електроенергії та її розподіл, приймаємо *Ц* = 1,68 грн.

5.4 Розрахунок потреб реагентів

Таблиця 5.7

Розрахунок потреб і вартості реагентів для очищення природних вод на 2025 р.

№ п/	Реагенти	Одиниця	Доза реагент	Обсяг виробництва подача води	Витрата реагенту, т	Вартість І т реагент	Загальна вартість реагенту

п			у	(очищення стічних вод), тис. $м^3$/рік		у грн	грн
1	2	3	4	5	6	7	8
1	NaCl	кг/ $м^3$	0,025	16794,8	0,212*365= 77,38	6700	**518446**
	$Al_2(SO_4)_3$	кг/м 3	0,04	16794,8	1,67*365= 609,55	18000	**10971900**
	ПАА	кг/м 3	0,00045	16794,8	0,0095*365 =3,47	92000	**319240**
	Лужний реагент (вапно)	кг/м 3	0,02525	16794,8	0,69*365= 251,85	8000	**2014800**
	NaF	кг/м 3	0,0017	16794,8	0,036*365= 13,14	31000	**407340**

Всього: 14 231 726 грн

5.5 Розрахунок амортизаційних відрахувань

Таблиця 5.8

Розрахунок амортизаційних відрахувань на 2025 р.

№ п/п	Основні фонди	Вартість основних фондів *B*, тис .грн	Строк корисного використання Т, років	Сума амортизаційних відрахувань *A*, тис.грн

1	2	3	4	5
1	Береговий водозабор, тис.грн	5958	15	397,2
2	Насоси, 2 шт	-	5	-
3	Комплекс очисних споруд водопроводу, що включає реагентне господарство, НС-II і устаткування, тис.грн	80900	15	5393,33
4	РЧВ залізобетонні, тис.грн	14452	15	963,46
5	Водонапірна башта, тис.грн	1835	15	122,3
6	Залізобетонна огорожа висотою 1,9 м, тис.грн	1848	5	369,6
7	Водопроводи стальні тис.грн	2245,5	10	224,5
8	Мережі водопровідні	9860	10	986

	сталеві, тис.грн			
9	Мережі водопровідні чавунні, тис.грн	12730	10	1273
10	Мережі водопровідні поліетиленові, тис.грн	2384	10	238,4

Всього: 9 967,79 тис. грн

5.6 Розрахунок собівартості води

Таблиця 5.9

Кошторис витрат на подачу води ,грн

Стаття витрат	Кількість	Примітка
1	2	3
Заробітна плата робітників, ІТП і службовців	18 870 000	
Нарахування на заробітну плату (ЄСВ) в розмірі 22%	4 151 400	
Всього:	23 021 400 грн	
Електроенергія	9 801 357	
Реагенти	14 231 726	
Амортизація	9 967 790	
Всього:	34 000 873 грн	
Інші витрати	5 702 227,3	

Інші витрати	5 702 227,3	

Всього витрат: 62 724 500,3 грн

Собівартість продукції водопроводу, грн/м^3:

$$С = \frac{З}{Q_p} = \frac{62\ 724\ 500{,}3}{16794836{,}25} = 3{,}7347\ {}^{\text{грн}}/_{\text{м}^3};$$

де З – загальні експлуатаційні витрати, тис. грн/рік; $Q_р$, – річна подача води (пропуск та очищення стічних вод) тис.м^3/рік.

Висновки

У ході виконання бакалаврської роботи було розроблено проект системи водовідведення для населеного пункту Одеської області, з урахуванням природніх , інженерно-геологічних та соціально-демографічних особливостей території. Враховано сучасні вимоги до енерго- та водоощадності, екологічної безпеки та ефективного функціонування систем інженерної інфраструктури.

У роботі виконаний повний комплекс технічних рішень: запроектовано мережу зовнішнього водовідведення для побутових і дощових стічних вод, приведено гідравлічні розрахунки трубопроводів, обґрунтовано вибір типу очисних споруд, виходячи з умов експлуатації та потреб населеного пункту. Це дозволяє знизити ризики забруднень довкілля, підвищити санітарно-гігієнічний стан території та забезпечити стале функціонування системи.

Окрема увага приділена внутрішньобудинковим санітарно-технічним системам. Проектом передбачено ефективне та раціональне водопостачання і каналізацію для житлового будинку, що відповідає сучасним вимогам комфорту , надійності та гігієни.

Проведене дослідження підтверджує важливість комплексного підходу до проектування систем водовідведення, що включає як зовнішні мережі, так і внутрішні інженерні системи . Впровадження запропонованих рішень сприятиме підвищенню якості життя населення, покращенню екологічного стану території та ефективному використанню природних ресурсів.

Отримані результати можуть бути використані для подальшого проектування інженерної інфраструктури у подібних регіонах та слугувати основою для впровадження сучасних технологій у сфері житлового будівництва та комунального господарства.

Список літератури

1. Водовідведення та очистка стічних вод міста. Навчальний посібник / Укл.: О.А. Василенко, С.М. Епоян та ін., Київ-Харьків, 2012. - 538 с.
2. Водопостачання і водовідведення населених пунктів. Навчальний посібник. / В.П. Хоружий, М.В. Драпалюк. Одесса: ОГАСА - 2016. – 298 с.
3. Каналізація зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування ДБН В.2.5-75:2013
4. Водовідведення. Курсове проектування /А.А. Василенко Київ, «Вища школа», 1988.
5. Водовідведення і очищення стічних вод. Навчальний посібник. / Яковлєв С.В., Воронов Ю.В. АСВ. 2002 – 704 с.
6. Настанова з будівництва, монтажу та контролю якості трубопроводів зовнішніх мереж водопостачання та каналізації ДСТУ-Н Б В.2.5-68:201
7. Водопостачання, водовідведення та якість води: навчальний посібник. / Укл.: А.К. Запольський. - К.: Вища школа, 2005. - 671с.
8. Водопостачання та каналізація: навчальний посібник. / Укл.: Кравченко В.С. - К.: Кондор, 2003. - 288с.
9. Правила охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами. Постанова Кабінету міністрів України № 495 від 25 березня 1999 р. – 5
10. Залуцкий Э.В., Петрухно А.И. Насосні станції. Курсове проектування. – К.: Вища школа, 1987.
11. Петрухно А.И., Залуцкий Э.В. Методичні вказівки по підбору насосів насосних станцій систем водопостачання. – К.: КНУБА, 1986.
12. ДБН В.2.5-64:2012. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина 1. Проектування. – Київ: Мінрегіон України, 2013. – 113 с.
13. Кравчук А.М., Ільїна І.В., Чупрунова Н.А. Альбом завдань по санітарно-технічному обладнанню будівель. – К.; КНУБА, 2002. – 40 с.
14. Кравчук А.М., Кравчук О.Я. Водопостачання і каналізація: навчальний посібник. – К.: КНУБА, 2012. – 180 с.

15. ДБН В.2.5-74:2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. – Київ: Мінрегіон України, 2013. – 180 с.
16. Довідник проектувальника. Внутрішні санітарно-технічні прилади. Част.2. Внутрішній водопровід і каналізація. – М.: Стройиздат, 1975. – 245 с.
17. *Технологія* будівельного виробництва: підручник / [В. К. Черненко, М.Г. Ярмоленко, Г. М. Батура та ін.; за ред. В. К. Черненка, М.Г. Ярмоленка]. – К.: Вища шк., 2002. – 430 с.: іл.
18. *Технологія* будівельного виробництва : методичні вказівки до виконання курсової роботи / уклад.: І.М. Уманець, В.В. Чепурний. – К.: КНУБА, 2018. - 28 с.
19. *Лубенець В.Г.,* Зельцер Р.Я., Титок В.В. Будівельні крани: посібник. – К.: КНУБА, 2012. – 204 с.
20. *ДБН А.3.1-5-2016*. Організація будівельного виробництва. – [Чинний від 2016-01-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2016. – 34 с.
21. Технологія будівництва водопровідних і каналізаційних споруд: Навчальний посібник. / *Г.П. Владыченко*, Б.Ф.Белецкий – К.: Виша школа, 1982. – 335 с.
22. Шевелев Ф.А., Шевелев А.Ф. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб. – М.: Стройиздат, 1984.
23. Єдині норми і ціни на будівництво ,монтажні і ремонтно-будівельні роботи. Збірниу Е 22. Зварювальні роботи. – М.: Стройиздат, 1987. – 36 с.
24. Основи поточного будівництва / М. С. Будников, П. И. Недавний, В. И. Рыбальский; Под ред. М. С. Будникова. – К.: Гос. издат. литературы по строит. и архитект. УССР, 1961. – 415 с
25. Прокопчук *І.Т.,* Дупляк О.В., Прокопчук С.І. Експлуатація споруд і обладнання водопостачання і водовідведення: К.: КНУБА. 2009.- 200 с.
26. Тугай *А.М.,* Терновцев В.О., Тугай Я.А. Розрахунок і проектування споруд систем водопостачання: навчальний посібник. КНУБА, 2001. 256 с.
27. Експлуатація систем водопостачання і водовідведення: методичні вказівки до виконання розрахунково-графічних робіт/ уклад. О.В. Дупляк – К.: КНУБА, 2012. – 40 с.

28. *Галузеві* норми чисельності підприємств комунальної енергетики, житлово-комунального господарства та громадського обслуговування. Міжгалузева угода на 2017-2022 роки № 57 від 02.11.2017р. зі змінами та доповненнями від 01.12.2021р. - режим доступу: https://fru- gkh.com/sites/labor_standards/62#1
29. *Правила* технічної експлуатації систем водопостачання та водовідведення населених пунктів України – режим доступу: **https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0231-95#Text**
30. *Податковий* кодекс України. Документ 2755-VI, чинний, поточна редакція — Редакція від 08.12.2023 - режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2755-17#Text
31. *Федулова С.О.* Економіка підприємств водопостачання та водовідведення : навч. посіб. / С.О. Федулова; за ред. проф. О.А. Півоварова; Укр. держ. хім.-тех. універ-т. – Дніпро: ДВНЗ УДХТУ, 2017. –300 с.- режим доступу: https://udhtu.edu.ua/wp-content/uploads/2019/03/Ekonomika-pidpr.-vodopid.-ta-vodovid_Pivovarov_Fedulova.pdf