

**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»

Повна роздільна система водовідведення населеного пункту Сумської області з
розробкою внутрішньобудинкових мереж водопостачання та водовідведення

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

IV курс, група ВВ-21
Здобувач:
Якубовська В.В.

Керівник
Хоружий В.П.

Рецензент
Нечипор О.М.

(підпис)

(підпис)

(підпис)

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: інженерних систем та екології

Кафедра: водопостачання та водовідведення

Ступінь вищої освіти: бакалавр

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Спеціальність: 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Освітня програма: «Водопостачання та водовідведення»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Віктор ХОРУЖИЙ, д.т.н., проф.

_____ року

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

Здобувачка Якубовська Вікторія Вячеславівна

1. Тема кваліфікаційної роботи Повна роздільна система водовідведення населеного пункту Сумської області з розробкою внутрішньобудинкових мереж водопостачання та водовідведення

Керівник роботи Хоружий Віктор Петрович, доктор технічних наук, професор

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

2. Термін подання здобувачем роботи 15 червня 2025 року

3. Вихідні данні:

Щільність населення: I район – 340 чол/га, II район – 320 чол/га; норма водовідведення: I район – 290 л/добу 1 чол, II район – 260 л/добу 1 чол; кліматичні та ґрунтові показники порівняні до міста: Суми; коефіцієнт β : I район – 0,87, II район – 0,84.

4. Перелік розділів основної частини кваліфікаційної роботи:

- P.1. Водовідведення населеного пункту
- P.2. Внутрішнє санітарно-технічне обладнання будівлі
- P.3. Технологія будівельного виробництва
- P.4. Охорона навколишнього середовища
- P.5. Визначення собівартості водовідведення 1м³ стічних вод

5. Графічний матеріал за розділами

- P.1. 1.Генплан міста з трасуванням мережі водовідведення, схеми головного та прилеглого колекторів побутової мережі 2. Генплан міста з трасуванням водостоків, схеми головного та прилеглого колекторів дощової мережі 3. Генплан очисної станції 4. Профіль руху стічних вод, профіль руху активного мулу, профіль руху сирого осаду
- P.2. 1.Генплан кварталу, плани типового поверху, підвалу та горища будинку 2. Аксонометричні схеми В1, Т3,Т4, К1, К2
- P.3. Схема розбивки будівлі на захватки та рух кранів під час монтажу; Схеми монтажу стінових панелей, колон, балок, лотків

6. Календарний план виконання роботи:

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

7. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

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

8. Дата видачі завдання 1 травня 2025 року.

Керівник

_____ (підпис) _____ (власне ім'я та прізвище)

Здобувач

_____ (підпис) _____ (власне ім'я та прізвище)

РЕЗЮМЕ (SUMMARY) до атестаційної випускної роботи здобувача:	Якубовська Вікторія Вячеславівна Vikoriia Yakubovska		
ЗВО	Київський національний університет будівництва і архітектури		
Тема (українською та англійською)	Повна роздільна система водовідведення населеного пункту Сумської області з розробкою внутрішньобудинкових мереж водопостачання та водовідведення Complete separate sewage system for a settlement in Sumy Region, including the design of internal water supply and sewage networks		
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			
Обсяг роботи:	пояснювальна записка, стор.	розділів	креслень формату А1
	104	5	7
Розділ 1	Водовідведення населеного пункту		
Розділ 2	Внутрішнє санітарно-технічне обладнання будівлі		
Розділ 3	Технологія будівельного виробництва		
Розділ 4	Охорона навколишнього середовища		
Розділ 5	Визначення собівартості водовідведення 1м3 стічних вод		
Висновки по роботі:			
Ключові слова: Keywords:	Водовідведення, стічні води, мережі водовідведення, очисні споруди водовідведення		

Здобувач _____
(підпис)

_____ (власне ім'я та прізвище)

Керівник _____
(підпис)

_____ (власне ім'я та прізвище)

“ ” _____ 202_ p

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
Розділ 1.....	8
Водовідведення населеного пункту	8
1.1 Визначення добового водовідведення населеного пункту.....	9
1.1.1 Визначення розрахункової кількості населення та модулю стоку для кожного кварталу	9
1.1.2 Розрахунок витрат побутових стічних вод від населення	11
1.1.3 Розрахунок витрат стічних вод від промислових підприємств	13
1.1.4 Визначення розрахункових витрат на ділянках водостоків дощової мережі.....	21
1.2 Мережі водовідведення населеного пункту.....	23
1.2.1 Визначення витрат стічних вод для розрахункових ділянок побутової мережі.....	23
1.2.2 Гідравлічний розрахунок ділянок окремих колекторів побутової мережі	26
1.3 Каналізаційна насосна станція	30
1.4 Очисні споруди водовідведення.....	33
1.4.1 Визначення розрахункових витрат і концентрацій забруднень стічних вод	34
1.4.2 Визначення додаткових умовних параметрів до загальної принципової схеми водовідведення міста	36
1.4.3 Визначення концентрацій забруднень стічних вод.....	37
1.4.4 Визначення приведеного числа жителів	38
1.4.5 Визначення необхідного ступеня очищення стічних вод.....	39
1.4.6 Розрахунок споруд механічного очищення	41
1.4.7 Розрахунок споруд біологічного очищення.....	48
1.4.8 Знезараження стічних вод.....	54
1.4.9 Споруди обробки осадів.....	57
Розділ 2.....	66
2.1 Водопостачання	67
2.1.1 Розрахунок загальних об'ємів водоспоживання в будинку	67
2.1.2 Гідравлічний розрахунок внутрішнього холодного водопроводу на режим максимального господарсько-питного водоспоживання	69

2.1.3 Гідравлічний розрахунок внутрішнього холодного водопроводу на режим максимального господарсько-питного водоспоживання плюс пожежогасіння.....	70
2.1.4 Підбір лічильника для води	71
2.1.5 Визначення необхідного напору в мережі холодного водопроводу	71
2.1.6 Розрахунок насосної установки.....	72
2.1.7 Гідравлічний розрахунок систем внутрішнього гарячого водопроводу на режим максимального господарсько-питного водоспоживання	73
2.1.8 Розрахунок системи внутрішнього гарячого водопроводу на режим циркуляції	74
2.1.9 Розрахунок водонагрівальної установки	75
2.2 Водовідведення	76
2.2.1 Конструювання системи внутрішнього господарсько-побутового водовідведення	76
2.2.2 Розрахунок внутрішньоквартальної (дворової) господарсько-побутової мережі водовідведення	77
Розділ 3.	80
3.1 Характеристика споруди, монтажних елементів.....	81
3.2 Вибір технології та організація виконання робіт на будівельній ділянці.....	82
3.3 Розбивка аеротенку на монтажні дільниці	83
3.4 Розрахунок об'ємів робіт	84
3.5 Калькуляція трудових витрат та побудова графіка виконання робіт.....	87
Розділ 4.	95
Розділ 5.	97
5.1 Розрахунок чисельності робітників та заробітної плати	98
5.2 Розрахунок експлуатаційних витрат на електроенергію та реагенти	102
5.3 Розрахунок амортизаційних відрахувань	104
5.2 Розрахунок собівартості послуг з водовідведення та очищення стічних вод	106
ВИСНОВКИ.....	107
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	108

ВСТУП

У сучасних умовах розвитку та відбудови населених пунктів України забезпечення якісного водопостачання та водовідведення є важливим завданням для цивільного будівництва та комунального господарства.

Системи водовідведення призначені для організованого збору та відведення з території населених пунктів побутових, виробничих, дощових і талих стічних вод. Вони є невід'ємною складовою інженерної інфраструктури, що забезпечує належний санітарний стан, комфортні умови проживання та підвищений рівень благоустрою житлової забудови. Водовідведення охоплює комплекс споруд і технічних засобів, які забезпечують транспортування, очищення, знезараження та безпечне скидання стічних вод у водні об'єкти за межами населеного пункту.

Метою цієї дипломної роботи є проектування повної роздільної системи водовідведення для умовного населеного пункту Сумської області з урахуванням об'ємів побутових та виробничих стічних вод, розрахунок та проектування очисних споруд водовідведення, а також розробка внутрішньобудинкових мереж водопостачання та каналізації для типової житлової будівлі.

У цій дипломній роботі розроблено санітарно-технічне обладнання житлового будинку поверховістю 12 поверхів, зокрема системи господарсько-побутового та протипожежного холодного водопостачання, гарячого водопостачання, а також господарсько-побутової та дощової каналізації. Також опрацьовано питання подальшого транспортування стічних вод, у тому числі від підприємств, міськими водовідвідними мережами до каналізаційної станції з подальшим очищенням на очисних спорудах. Передбачено повний цикл очищення стоків — механічне та біологічне очищення, знезараження, а також обробку утворених осадів. Крім того, розроблено технологію будівельного виробництва споруди очисної станції та виконано техніко-економічні розрахунки, за результатами яких визначено вартість послуг з водовідведення.

РОЗДІЛ 1.
ВОДОВІДВЕДЕННЯ НАСЕЛЕНОГО ПУНКТУ

КОНСУЛЬТАНТ

/ _____ /

ЗДОБУВАЧКА

/ _____ /

								Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА		8

1.1 Визначення добового водовідведення населеного пункту

1.1.1 Визначення розрахункової кількості населення та модулю стоку для кожного кварталу

Цей розділ розроблений відповідно до вимог ДБН В.2.5-75:2013 [1] та згідно з методичними вказівками [2]. Витрати стічних вод, що надходять до системи водовідведення, визначаються окремо для побутових і виробничих джерел.

Для обчислення розрахункових витрат побутових стічних вод необхідно встановити розрахункову чисельність населення.

При цьому враховуються показники щільності населення, площа житлових кварталів та коефіцієнт, що враховує наявність громадських будівель.

По-перше, визначаємо модуль стоку для кожного кварталу за формулою:

$$q_0 = \frac{n \cdot q}{86400} \cdot \beta, \text{ л/(с} \times \text{га)}, \quad (1.1)$$

де n – щільність населення, n , чол/га; q – норма водовідведення q , л/добу 1 чол;
 β – коефіцієнт що враховує забудову кварталів житловими та громадськими будівлями.

Для 1-го району:

$$q_{01} = \frac{340 \cdot 290}{86400} \cdot 0,87 = 0,99 \text{ л/(с} \times \text{га)}$$

Для 2-го району:

$$q_{01} = \frac{320 \cdot 260}{86400} \cdot 0,84 = 0,81 \text{ л/(с} \times \text{га)}$$

Після цього необхідно визначити розрахункову кількість населення за формулою:

$$N = \sum F \cdot n \cdot \beta, \quad (1.2)$$

де F - площа житлових кварталів міста, га; n – щільність населення, n , чол/га;
 β – коефіцієнт що враховує забудову кварталів житловими та громадськими будівлями.

Визначаємо площі житлових кварталів. Результати вносимо до таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Розрахунок площ і середніх секундних витрат побутових стічних вод кварталів

Номер району	Номер кварталу	Розміри кварталу, м	Площа кварталу, f, га	Модуль стоку, q ₀ , л/(с·га)	Середньо секундна витрата q _{mids}	
I	1	300x300	9,00	0,99	8,91	
	2					
	3					
	4					
	5					
	6					
	7					
	8					
	9					
	10					
	11					
	12					
	13					
	14					
	15					
	16					
	17					
	18					
	19					
		20	230x300	6,9		6,83
	21					
	22					
	23					
	24					
	25					
	26					
			$\Sigma F_1=219,3$		$\Sigma q_{mids}=217,1$	

II	27	300x300	9,00	0,81	7,29
	28				
	29				
	30				
	31				
	32				
	33	150x300	4,5		3,65
	34				
	35				
	36				
	37				
	38	300x300	9,00		7,29
	39				
	40				
	41				
	42	150x300	4,5		3,65
	43	230x300	6,9		5,59
	44				
	45				
	46				
			$\Sigma F_2=144,6$		$\Sigma q_{mids}=117,16$
			$\Sigma F=363,9$		$\Sigma q_{mids}=334,26$

Отже, розрахункова кількість населення для 1-го району:

$$N_1 = 219,3 \cdot 340 \cdot 0,87 = 64\ 869$$

Розрахункова кількість населення для 2-го району:

$$N_2 = 144,6 \cdot 320 \cdot 0,84 = 38\ 869$$

1.1.2 Розрахунок витрат побутових стічних вод від населення

Розрахункові витрати побутових стічних вод від населення міста визначаються за формулами наведеними нижче.

- Середня добова витрата:

$$Q_d^w = \frac{q \cdot N}{1000}, \text{ м}^3/\text{доб}, \quad (1.3)$$

де N – розрахункова кількість населення, чол; q – норма водовідведення q, л/добу 1 чол.

Для 1-го району:

$$Q_{d1}^w = \frac{290 \cdot 64869}{1000} = 18812 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Для 2-го району:

$$Q_{d1}^w = \frac{260 \cdot 38869}{1000} = 10105,94 \text{ м}^3/\text{добу}$$

- Середня годинна витрата:

$$q_{midh}^w = \frac{Q_d^w}{24}, \text{ м}^3/\text{ГОД} \quad (1.4)$$

Для 1-го району:

$$q_{midh1}^w = \frac{18812}{24} = 783,83 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

Для 2-го району:

$$q_{midh2}^w = \frac{10105,94}{24} = 421,08 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

- Середня секундна витрата:

$$q_{mids}^w = \frac{q_{midh}^w \cdot 1000}{3600} = \frac{q_{midh}^w}{3,6}, \text{ л/с} \quad (1.5)$$

Для 1-го району:

$$q_{mids1}^w = \frac{783,83}{3,6} = 217,73 \text{ л/с}$$

Для 2-го району:

$$q_{mids2}^w = \frac{421,08}{3,6} = 116,96 \text{ л/с}$$

- Максимальна година витрата:

$$q_{maxh}^w = K_{gen.max} \cdot q_{midh}^w, \text{ м}^3/\text{ГОД} \quad (1.6)$$

де $K_{gen.max}$ - коефіцієнт нерівномірності притоку побутових стічних вод, що залежить від середніх секундних витрат

Для 1-го району:

$$q_{maxh1}^w = 1,59 \cdot 783,83 = 1246,29 \text{ м}^3/\text{год}$$

Для 2-го району:

$$q_{maxh2}^w = 1,59 \cdot 421,08 = 669,52 \text{ м}^3/\text{год}$$

- Максимальна секундна витрата:

$$q_{maxh}^w = K_{gen.max} \cdot q_{midh}^w, \text{ м}^3/\text{год} \quad (1.7)$$

Для 1-го району:

$$q_{maxs1}^w = 1,59 \cdot 217,73 = 346,19 \text{ л/с}$$

Для 2-го району:

$$q_{maxs2}^w = 1,59 \cdot 116,96 = 185,97 \text{ л/с}$$

Отримані дані розрахункових витрат побутових стічних вод від населення заносимо до таблиці 1.2.

Таблиця 1.2.

Розрахунок витрат стічних вод від населення міста

№№ району	Кількість населення, чол.	Норма водовідведення q , л/доб на 1 чол.	Добова витрата Q_d^w , м ³ /доб	Загальний коефіцієнт нерівномірності $K_{gen.max}$	Годинні витрати, м ³ /год		Секундні витрати, л/с	
					Серед. q_{midh}^w	Макс. q_{maxh}^w	Серед. $q_{mid s}^w$	Макс. $q_{max s}^w$
1	64 869	290	18812	1,59	783,83	1246,29	217,73	346,19
2	38 869	260	10105,94	1,59	421,08	669,52	116,96	185,97
Всього	103 738	-	28917,94	-	1204,91	1915,81	334,69	532,16

1.1.3 Розрахунок витрат стічних вод від промислових підприємств

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

Характеристика підприємств

№№ п/п	Підприємство	Кількість змін	Кількість продукції			Питоме водовідведення на одиницю продукції	К	Кількість робітників		% робітників у гарячих цехах
			Одиниця	За добу	За макс. зміну			За добу	За макс. зміну	
1	Завод чавунного лиття	3	т	400	150	2,6	1,5	600	220	30
2	Хлібозавод	3	т	160	60	4,0	1,4	300	120	50
3	Олійний завод	2	т	90	50	6,0	1,4	170	100	20

Витрату технологічних стічних вод визначаються з урахуванням кількості виробленої продукції в одиницю часу та питому витрату води на одиницю продукції.

- Добова витрата технологічних стічних вод підприємства

$$Q_d^p = M \cdot q_{пит}, \text{ м}^3/\text{добу} \quad (1.8)$$

де M – кількість одиниць продукції, що випускається за добу; $q_{пит}$ – питома витрата стічної рідини.

Для кожного підприємства складе:

$$Q_d^{p1} = 400 \cdot 2,6 = 1040 \text{ м}^3/\text{добу}$$

$$Q_d^{p2} = 160 \cdot 4,0 = 640 \text{ м}^3/\text{добу}$$

$$Q_d^{p3} = 90 \cdot 6,0 = 540 \text{ м}^3/\text{добу}$$

- Витрата технологічних стічних вод за зміну

$$Q_{змін}^P = \frac{Q_d^P}{n}, \text{ м}^3/\text{змін} \quad (1.9)$$

де Q_d^P – добова витрата технологічних стічних вод підприємства; n – кількість змін

Для кожного підприємства:

$$Q_{змін}^{P1} = \frac{1040}{3} = 346,66 \text{ м}^3/\text{змін}$$

$$Q_{змін}^{P2} = \frac{640}{3} = 213,33 \text{ м}^3/\text{змін}$$

$$Q_{\text{ЗМІН}}^{P3} = \frac{540}{2} = 270 \text{ м}^3/\text{ЗМІН}$$

- Витрата технологічних стічних вод за годину

$$q_{\text{mid } h}^p = \frac{Q_d^p}{T}, \text{ м}^3/\text{ГОД} \quad (1.10)$$

де Q_d^p – добова витрата технологічних стічних вод підприємства ; Т – кількість годин роботи підприємства за добу (робочу зміну приймаємо 8 годин)

Для кожного підприємства:

$$q_{\text{mid } h}^{p1} = \frac{1040}{24} = 43,33 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

$$q_{\text{mid } h}^{p2} = \frac{640}{24} = 26,66 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

$$q_{\text{mid } h}^{p3} = \frac{540}{16} = 33,75 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

- Максимальна годинна витрата технологічних стічних вод

$$Q_{\text{max } h}^p = K \cdot q_{\text{mid } h}^p, \text{ м}^3/\text{ГОД} \quad (1.11)$$

де К – загальний коефіцієнт нерівномірності водовідведення виробничих стічних вод

Для кожного підприємства:

$$q_{\text{max } h}^{p1} = 1,5 \cdot 43,33 = 65 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

$$q_{\text{max } h}^{p2} = 1,4 \cdot 26,66 = 37,32 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

$$q_{\text{max } h}^{p3} = 1,4 \cdot 33,75 = 47,25 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

- Середня секундна витрата технологічних стічних вод

$$q_{\text{mid } s}^p = \frac{q_{\text{mid } h}^p}{3,6}, \text{ л/с} \quad (1.12)$$

Для кожного підприємства:

$$q_{\text{mid } s}^{p1} = \frac{43,33}{3,6} = 12,04 \text{ л/с}$$

$$q_{\text{mid } s}^{p2} = \frac{26,66}{3,6} = 7,41 \text{ л/с}$$

$$q_{\text{mid } s}^{p3} = \frac{33,75}{3,6} = 9,38 \text{ л/с}$$

- Максимальна секундна витрата технологічних стічних вод

$$Q_{\text{max } s}^p = \frac{Q_{\text{max } h}^p}{3,6}, \text{ л/с} \quad (1.13)$$

Для кожного підприємства:

$$q_{max\ s}^{P1} = \frac{65}{3,6} = 18,06 \text{ л/с}$$

$$q_{max\ s}^{P2} = \frac{37,32}{3,6} = 10,37 \text{ л/с}$$

$$q_{max\ s}^{P3} = \frac{47,25}{3,6} = 13,13 \text{ л/с}$$

Розрахунок обсягу побутових стічних вод на промислових підприємствах здійснюється на основі нормативів водовідведення побутових стічних вод. Для холодних цехів ці нормативи становлять 25 літрів на зміну на одну людину з коефіцієнтом нерівномірності 3, а для цехів із високим тепловиділенням — 45 літрів на зміну на одну людину з коефіцієнтом нерівномірності 2,5.

- Добові витрати побутових стічних вод

$$Q_d^p = \frac{25N_X^I + 45N_\Gamma^I}{1000}, \text{ м}^3/\text{добу} \quad (1.14)$$

де N_Γ^I - загальна кількість робітників в цехах з значним тепловиділенням (в гарячих цехах) $N_\Gamma^I = (N_{\text{доб.}} \cdot \nabla_\Gamma) / 100$; $N_{\text{доб.}}$ - кількість робітників, що працюють на підприємстві протягом доби; ∇_Γ - % працюючих людей в гарячих цехах; N_X^I - кількість робітників, що працюють в холодних цехах $N_X^I = N_{\text{доб.}} - N_\Gamma^I$;

Підприємство №1

$$N_\Gamma^I = \frac{600 \cdot 30}{100} = 180$$

$$N_X^I = 600 - 180 = 420$$

$$Q_d^{p1} = \frac{25 \cdot 420 + 45 \cdot 180}{1000} = 18,6 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Підприємство №2

$$N_\Gamma^I = \frac{300 \cdot 50}{100} = 150$$

$$N_X^I = 300 - 150 = 150$$

$$Q_d^{p2} = \frac{25 \cdot 150 + 45 \cdot 150}{1000} = 10,5 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Підприємство №3

$$N_\Gamma^I = \frac{170 \cdot 20}{100} = 34$$

$$N_X^I = 170 - 34 = 136$$

$$Q_d^{p3} = \frac{25 \cdot 136 + 45 \cdot 34}{1000} = 4,93 \text{ м}^3/\text{добу}$$

- Розрахункові витрати за зміну

Визначаємо по максимальній зміні з максимальним числом робітників

$$Q_{\text{змін}}^p = \frac{45N_{\Gamma} + 25N_X}{1000}, \text{ м}^3/\text{зміну} \quad (1.15)$$

Підприємство №1

$$N_{\Gamma}^I = \frac{220 \cdot 30}{100} = 66$$

$$N_X^I = 220 - 66 = 154$$

$$Q_{\text{змін}}^{p1} = \frac{45 \cdot 66 + 25 \cdot 154}{1000} = 6,82 \text{ м}^3/\text{зміну}$$

Підприємство №2

$$N_{\Gamma}^I = \frac{120 \cdot 50}{100} = 60$$

$$N_X^I = 120 - 60 = 60$$

$$Q_{\text{змін}}^{p2} = \frac{45 \cdot 60 + 25 \cdot 60}{1000} = 4,2 \text{ м}^3/\text{зміну}$$

Підприємство №3

$$N_{\Gamma}^I = \frac{100 \cdot 20}{100} = 20$$

$$N_X^I = 100 - 20 = 80$$

$$Q_{\text{змін}}^{p3} = \frac{45 \cdot 20 + 25 \cdot 80}{1000} = 2,9 \text{ м}^3/\text{зміну}$$

- Середня годинна витрата побутових стічних вод

$$c = \frac{Q_{\text{змін}}}{T}, \text{ м}^3/\text{ГОД}, \quad (1.16)$$

де T – кількість годин роботи підприємства в зміну.

$$q_{\text{mid } h1} = \frac{6,82}{8} = 0,85 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

$$q_{\text{mid } h2} = \frac{4,2}{8} = 0,53 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

$$q_{\text{mid } h3} = \frac{2,9}{8} = 0,36 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

- Максимальна годинна витрата побутових стічних вод

$$q_{\text{max } h} = \frac{1}{T} \left(\frac{45 \cdot N_{\Gamma} \cdot 2,5 + 25 \cdot N_X \cdot 3}{1000} \right), \text{ м}^3/\text{ГОД} \quad (1.17)$$

Для кожного підприємства:

$$q_{\text{max } h1} = \frac{1}{8} \left(\frac{45 \cdot 66 \cdot 2,5 + 25 \cdot 154 \cdot 3}{1000} \right) = 2,37 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

$$q_{\text{max } h2} = \frac{1}{8} \left(\frac{45 \cdot 60 \cdot 2,5 + 25 \cdot 60 \cdot 3}{1000} \right) = 1,41 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

$$q_{max\ h3} = \frac{1}{8} \left(\frac{45 \cdot 20 \cdot 2,5 + 25 \cdot 80 \cdot 3}{1000} \right) = 1,03 \text{ м}^3/\text{год}$$

- Середня секундна витрата побутових стічних вод

$$q_{mid\ s} = \frac{q_{mid\ h}}{3,6}, \text{ л/с} \quad (1.18)$$

Для кожного підприємства:

$$q_{mid\ s1} = \frac{0,85}{3,6} = 0,24 \text{ л/с}$$

$$q_{mid\ s2} = \frac{0,53}{3,6} = 0,15 \text{ л/с}$$

$$q_{mid\ s3} = \frac{0,36}{3,6} = 0,1 \text{ л/с}$$

- Максимальна секундна витрата побутових стічних вод

$$q_{max\ s} = \frac{q_{max\ h}}{3,6}, \text{ л/с} \quad (1.19)$$

Для кожного підприємства:

$$q_{max\ s1} = \frac{2,37}{3,6} = 0,66 \text{ л/с}$$

$$q_{max\ s2} = \frac{1,41}{3,6} = 0,39 \text{ л/с}$$

$$q_{max\ s3} = \frac{1,03}{3,6} = 0,29 \text{ л/с}$$

Розрахункові витрати стічних вод з душових визначаються відповідно до нормативних витрат споживання води на одну душову сітку. Годинна витрата на одну душову сітку становить 500 л, час користування душем – 45 хвилин після кожної зміни. Кількість душових сіток залежить від кількості працівників у максимальну зміну.

- Кількість душових сіток

$$n_c = \frac{N}{n_0}, \quad (1.20)$$

де N – кількість робітників працюючих у максимальну зміну; n_0 – кількість чоловік, які обслуговуються однією душовою сіткою, належить приймати у залежності від категорії підприємств (приймаємо 10).

$$n_{c1} = \frac{220}{10} = 22$$

$$n_{c2} = \frac{120}{10} = 12$$

$$n_{c3} = \frac{100}{10} = 10$$

- Годинні витрати стічних вод від душових

$$q_{\max h}^{\text{д}} = \frac{0,5 \cdot n_c \cdot 45}{60}, \text{ м}^3/\text{ГОД} \quad (1.21)$$

Для кожного підприємства:

$$q_{\max h}^{\text{д1}} = \frac{0,5 \cdot 22 \cdot 45}{60} = 8,25 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

$$q_{\max h}^{\text{д2}} = \frac{0,5 \cdot 12 \cdot 45}{60} = 4,5 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

$$q_{\max h}^{\text{д3}} = \frac{0,5 \cdot 10 \cdot 45}{60} = 3,75 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

- Секундні витрати стічних вод від душових

$$q_{\max s}^{\text{д}} = \frac{500 \cdot n_c \cdot 45}{60 \cdot 2700} = \frac{500 \cdot n_c}{3600}, \text{ л/с} \quad (1.22)$$

Для кожного підприємства:

$$q_{\max s}^{\text{д1}} = \frac{500 \cdot 22}{3600} = 3,05 \text{ л/с}$$

$$q_{\max s}^{\text{д2}} = \frac{500 \cdot 12}{3600} = 1,6 \text{ л/с}$$

$$q_{\max s}^{\text{д3}} = \frac{500 \cdot 10}{3600} = 1,38 \text{ л/с}$$

- Добові витрати стічних вод від душових

$$Q_d^{\text{д}} = q_{\max h}^{\text{д}} \cdot n, \text{ м}^3/\text{ДОБУ} \quad (1.23)$$

де n – кількість змін роботи підприємства за добу

$$Q_d^{\text{д1}} = 8,25 \cdot 3 = 24,75 \text{ м}^3/\text{ДОБУ}$$

$$Q_d^{\text{д2}} = 4,5 \cdot 3 = 13,5 \text{ м}^3/\text{ДОБУ}$$

$$Q_d^{\text{д3}} = 3,75 \cdot 2 = 7,5 \text{ м}^3/\text{ДОБУ}$$

Всі результати розрахунків сумарних витрат стічних вод від промислових підприємств внесені в таблицю 1.4. Результати розрахунків загальної кількості стічних вод міста наведені в таблиці 1.5.

Таблиця 1.4

Результати розрахунків витрат стічних вод промислових підприємств

Номер підприємства	Назва підприємства	Витрати стічних вод																	
		Технологічні						Побутових та душевих						Сумарні					
		Добові, м ³	У максимальну зміну, м ³	Годинні, м ³		Секундні, л		Добові, м ³	У максимальну зміну, м ³	Годинні, м ³		Секундні, л		Добові, м ³	У максимальну зміну, м ³	Годинні, м ³		Секундні, л	
Середні	Максимальні			Середні	Максимальні	Середні	Максимальні			Середні	Максимальні	Середні	Максимальні			Середні	Максимальні		
1	Завод чавунного лиття	1040	346,66	43,33	65	12,04	18,06	43,35	6,82	0,85	10,62	0,24	3,71	1083,35	353,48	44,18	75,62	12,28	21,77
2	Хлібозавод	640	213,33	26,66	37,32	7,41	10,37	24	4,2	0,53	5,91	0,15	1,99	664	217,53	27,19	43,23	7,56	12,36
3	Олійний завод	540	270	33,75	47,25	9,38	13,13	12,43	2,9	0,36	4,78	0,1	1,67	552,43	272,9	34,11	52,03	9,39	14,8
Разом		2220	829,99	103,74	149,57	28,83	41,56	79,78	13,92	1,74	21,31	0,49	7,37	2299,78	843,91	105,48	170,88	29,23	48,93

Розрахунок кількості стічних вод міста

Номер	Вид водовідведення	Добова витрата, м ³	Витрати			
			Годинні, м ³		Секундні, л	
			Середні	Максимальн і	Середн і	Максимальн і
1	Від населення міста	28 917,94	1204,91	1915,81	334,69	532,16
2	Від промислових підприємств	2 299,78	105,48	170,88	29,23	48,93
	Разом	31 217,72	1310,39	2086,69	363,92	581,09

1.1.4 Визначення розрахункових витрат на ділянках водостоків дощової мережі

Площа стоку на розрахункових ділянках: ділянка 1-2 $F_1 = 12,25$ га; ділянка 2-3 $F_2 = 24,5$ га; ділянка 3-4 $F_3 = 36,75$ га; ділянка 4-5 $F_4 = 49$ га; ділянка 5-6 $F_5 = 61,25$ га; ділянка 6-7 $F_6 = 73,5$ га; ділянка 7-8 $F_7 = 85,75$ га; ділянка 8-9 $F_8 = 85,75$ га; ділянка 9-10 $F_8 = 180$ га; ділянка 10-11 $F_8 = 275$ га.

Розрахункові витрати дощових вод визначаємо за формулою:

$$q_r = \frac{z_{\text{mid}} \cdot A^{1,2} \cdot F}{t_r^{1,2n-0,1}} \cdot \eta m \quad (1.24)$$

де z_{mid} – середня величина коефіцієнта, який характеризує поверхню басейна стоку; A, n – параметри, які визначають відповідно з ДБН

$$A = q_{20} \cdot 20^n \left(1 + \frac{\lg P}{\lg m_r}\right) \quad (1.25)$$

де q_{20} – інтенсивність дощу л/с на 1 га, тривалістю 20 хв; n – показник ступеню; t_r – середня кількість дощів за рік; P – період однократного перевищення розрахункової інтенсивності дощу; t_r – розрахункова тривалість руху дощових вод по поверхні та трубах до розрахункового перерізу водостоку (хвилин), визначається за формулою:

$$t_r = t_{\text{con}} + t_{\text{can}} + t_p \quad (1.26)$$

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

$$t_p = 0,017 \cdot l_p / v_{\text{п}} \quad (1.27)$$

де l_p – довжина розрахункових ділянок колектора; $v_{\text{п}}$ – швидкість руху води на цих ділянках.

Таблиця 1.6

Встановлення коефіцієнта, що характеризує поверхню басейну стоків

Території за родом поверхні	Доля від загальної площі міста	z	Окреме значення
Криши, асфалт	0,28	0,084	0,3
Брущатка	0,224	0,0112	0,05
Булижна мостова	0,145	0,00725	0,05
Щебенеve покриття	0,125	0,00625	0,05
Гравійні доріжки	0,09	0,0063	0,07
Грунтові поверхні	0,064	0,0192	0,3
Газони	0,038	0,00684	0,18
Встановлення коефіцієнта			0,14

$$A = 96 \cdot 20^{0,69} \left(1 + \frac{\lg 0,98}{\lg 120}\right)^{1,82} = 753,24$$

$$A^{1,2} = \mathbf{2832,4}$$

1.2 Мережі водовідведення населеного пункту

1.2.1 Визначення витрат стічних вод для розрахункових ділянок побутової мережі

Згідно з генеральним планом міста, нумерацією житлових кварталів і схеми трасування побутової каналізаційної мережі, визначаємо прилеглі колектори та головний самопливний колектор. Усі розрахунки зведено до таблиці 1.7. Гідравлічний розрахунок виконано з використанням таблиць гідравлічного розрахунку [3].

Таблиця 1.7

Визначення розрахункових витрат для ділянок окремих прилеглих колекторів побутової мережі

№ ділянки	Середньо секундні витрати, л/с				$K_{gen,max}$	Максимальна витрата, $q_{max s}$, л/с	Зосереджена, $q_{max s}$, л/с	Розрахункова, q_{cit} , л/с
	Прилегла, $q_{пг}$	Бокова, $q_{б}$	Транзитна, $q_{тр}$	Сумарна, $q_{mid s}$, л/с				
Головний колектор побутової мережі 1-15нс								
1-2	8,91	-	-	8,91	2,19	19,51	-	19,51
2-3	-	-	8,91	8,91	2,19	19,51	-	19,51
3-4	-	8,91	8,91	17,82	1,94	34,57	-	34,57
4-5	-	8,91	17,82	26,73	1,86	49,72	-	49,72
5-6	-	8,91	26,73	35,64	1,8	64,15	-	64,15
6-7	-	8,91	35,64	44,55	1,74	77,52	-	77,52
7-8	-	8,91	44,55	53,46	1,69	90,35	-	90,35
8-9	-	8,91	53,46	62,37	1,68	104,78	-	104,78
9-10	8,91	53,46	62,37	124,74	1,59	198,34	-	198,34
10-11	6,83	44,55	124,74	176,12	1,58	278,27	-	278,27
11-12	-	40,98	176,12	217,1	1,57	340,85	21,77	384,39
12-13	-	43,74	217,1	260,84	1,56	406,91	34,13	453,4
13-14	-	18,25	260,84	279,09	1,56	435,38	48,93	484,31
14-15	-	29,16	279,09	308,25	1,55	477,79	-	477,79
15-нс	-	26,01	308,25	334,26	1,54	514,76	-	514,76

Прилеглий колектор побутової мережі 16-9								
16-17	8,91	-	-	8,91	2,19	19,51	-	19,51
17-18	-	-	8,91	8,91	2,19	19,51	-	19,51
18-19	-	8,91	8,91	17,82	1,94	34,57	-	34,57
19-20	-	8,91	17,82	26,73	1,86	49,72	-	49,72
20-21	-	8,91	26,73	35,64	1,8	64,15	-	64,15
21-22	-	8,91	35,64	44,55	1,74	77,52	-	77,52
22-9	-	8,91	44,55	53,46	1,69	90,35	-	90,35
Прилеглий колектор побутової мережі 23-10								
23-24	8,91	-	-	8,91	2,19	19,51	-	19,51
24-25	-	-	8,91	8,91	2,19	19,51	-	19,51
25-26	-	8,91	8,91	17,82	1,94	34,57	-	34,57
26-27	-	8,91	17,82	26,73	1,86	49,72	-	49,72
27-28	-	8,91	26,73	35,64	1,8	64,15	-	64,15
28-10	-	8,91	35,64	44,55	1,74	77,52	-	77,52
Прилеглий колектор побутової мережі 29-11								
29-30	6,83	-	-	6,83	2,35	16,05	-	16,05
30-31	-	-	6,83	6,83	2,35	16,05	-	16,05
31-32	-	6,83	6,83	13,66	2,03	27,73	-	27,73
32-33	-	6,83	13,66	20,49	1,9	38,93	-	38,93
33-34	-	6,83	20,49	27,32	1,85	50,54	-	50,54
34-35	-	6,83	27,32	34,15	1,81	61,81	-	61,81
35-11	-	6,83	34,15	40,98	1,76	72,12	-	72,12
Прилеглий колектор побутової мережі 36-12								
36-37	7,29	-	-	7,29	2,32	16,91	-	16,91
37-38	-	-	7,29	7,29	2,32	16,91	-	16,91
38-39	-	7,29	7,29	14,58	2,01	29,31	-	29,31

39-40	-	7,29	14,58	21,87	1,89	41,33	-	41,33
40-41	-	7,29	21,87	29,16	1,84	53,65	-	53,65
41-42	-	7,29	29,16	36,45	1,79	65,25	-	65,25
42-12	-	7,29	36,45	43,74	1,74	76,11	-	76,11
Прилеглий колектор побутової мережі 43-13								
43-44	3,65	-	-	3,65	2,6	9,49	-	9,49
44-45	-	-	3,65	3,65	2,6	9,49	-	9,49
45-46	-	3,65	3,65	7,3	2,32	16,94	-	16,94
46-47	-	3,65	7,3	10,95	2,08	22,78	-	22,78
47-48	-	3,65	10,95	14,6	2,01	29,35	-	29,35
48-13	-	3,65	14,6	18,25	1,94	35,41	-	35,41
Прилеглий колектор побутової мережі 49-14								
49-50	7,29	-	-	7,29	2,32	16,91	-	16,91
50-51	-	-	7,29	7,29	2,32	16,91	-	16,91
51-52	-	7,29	7,29	14,58	2,01	29,31	-	29,31
52-53	-	7,29	14,58	21,87	1,89	41,33	-	41,33
53-14	-	7,29	21,87	29,16	1,84	53,65	-	53,65
Прилеглий колектор побутової мережі 54-15								
54-55	3,65	-	-	3,65	2,6	9,49	-	9,49
55-56	-	-	3,65	3,65	2,6	9,49	-	9,49
56-57	-	5,59	3,65	9,24	2,16	19,96	-	19,96
57-58	-	5,59	9,24	14,83	2	29,66	-	29,66
58-59	-	5,59	14,83	20,42	1,9	38,80	-	38,80
59-15	-	5,59	20,42	26,01	1,86	48,38	-	48,38

1.2.2 Гідралічний розрахунок ділянок окремих колекторів побутової мережі

Таблиця 1.8

Гідралічний розрахунок ділянок головного колектора побутової мережі 1-15НС

Номер ділянок	Довжина l, м	Розрахункова витрата	Діаметр d, м	Ухил		Наповнення h/d	Висота h, м	Швидкість v, м/с	Падіння ігр x l, м	Відмітки, м								Глибина закладання лотка труби в м	
										Поверхні землі		Поверхні води		Лотка труби		Щелиги труби			
				На поч	В кінці					На поч	В кінці	На поч	В кінці	На поч	В кінці	На поч	В кінці		
Головний колектор побутової мережі 1-15НС																			
1-2	320	19,51	0,25	0,0019	0,0055	0,483	0,12	0,83	1,76	147,6	147	145,97	144,21	145,85	144,09	146,10	144,34	1,75	2,91
2-3	360	19,51	0,25	0,0025	0,0055	0,483	0,12	0,83	1,98	147	146,1	144,21	142,23	144,09	142,11	144,34	142,36	2,91	3,99
3-4	360	34,57	0,3	0,0036	0,004	0,56	0,17	0,85	1,44	146,1	144,8	142,23	140,79	142,06	140,62	142,36	140,92	4,04	4,18
4-5	360	49,72	0,3	0,0031	0,0045	0,687	0,21	0,97	1,62	144,8	143,7	140,79	139,17	140,58	138,96	140,88	139,26	4,22	4,74
5-6	360	64,15	0,35	0,0036	0,004	0,641	0,22	0,99	1,44	143,7	142,4	139,17	137,73	138,95	137,51	139,30	137,86	4,75	4,89
6-7	360	77,52	0,35	0,0047	0,0045	0,704	0,25	1,07	1,62	142,4	140,7	137,73	136,11	137,48	135,86	137,83	136,21	4,92	4,84
7-8	380	90,35	0,4	0,0037	0,0035	0,665	0,27	1,02	1,33	140,7	139,3	136,11	134,78	135,84	134,51	136,24	134,91	4,86	4,79
8-9	380	104,78	0,45	0,0021	0,0035	0,625	0,28	1,00	1,33	139,3	138,5	134,78	133,45	134,50	133,17	134,95	133,62	4,80	5,33
9-10	380	198,34	0,6	0,0013	0,0017	0,699	0,42	0,94	0,65	138,5	138	133,45	132,80	133,03	132,39	133,63	132,99	5,47	5,61
10-11	300	278,27	0,8	0,0010	0,0014	0,558	0,45	0,97	0,42	138	137,7	132,80	132,38	132,36	131,94	133,16	132,74	5,64	5,76
11-12	370	384,39	0,8	0,0008	0,0014	0,695	0,56	1,03	0,52	137,7	137,4	132,38	131,87	131,83	131,31	132,63	132,11	5,87	6,09
12-13	250	453,4	1	0,0012	0,0011	0,563	0,56	1,00	0,28	137,4	137,1	131,87	131,59	131,30	131,03	132,30	132,03	6,10	6,07
13-14	400	484,31	1	0,0007	0,0011	0,587	0,59	1,01	0,44	137,1	136,8	131,59	131,15	131,00	130,56	132,00	131,56	6,10	6,24
14-15	340	477,79	1	0,0009	0,0011	0,582	0,58	1,01	0,37	136,8	136,5	131,15	130,78	130,57	130,20	131,57	131,20	6,23	6,30
15-НС	260	514,76	1	0,0019	0,0011	0,611	0,61	1,03	0,29	136,5	136	130,78	130,49	130,17	129,88	131,17	130,88	6,33	6,12

Таблиця 1.9

Гідравлічний розрахунок ділянок прилеглого колектора побутової мережі 16-9

Номер ділянок	Довжина L, м	Розрахункова витрата q _{світ} , л/с	Діаметр d, м	Ухил		Наповнення h/d	Висота h, м	Швидкість v, м/с	Падіння ігр x I, м	Відмітки, м								Глибина закладання лотка труби в м	
				Землі із	Труби ігр					Поверхні землі		Поверхні води		Лотка труби		Щелиги труби		На початку	В кінці
										На початку	В кінці	На початку	В кінці	На початку	В кінці	На початку	В кінці		
Прилеглий колектор побутової мережі 16-9																			
16-17	320	19,51	0,25	0,0006	0,0055	0,483	0,12	0,83	1,76	147	146,8	145,42	143,66	145,3	143,54	145,55	143,79	1,7	3,26
17-18	360	19,51	0,25	0,0025	0,0055	0,483	0,12	0,83	1,98	146,8	145,9	143,66	141,68	143,54	141,56	143,79	141,81	3,26	4,34
18-19	360	34,57	0,3	0,0036	0,004	0,56	0,17	0,85	1,44	145,9	144,6	141,68	140,24	141,51	140,07	141,81	140,37	4,39	4,53
19-20	360	49,72	0,3	0,0031	0,0045	0,687	0,21	0,97	1,62	144,6	143,5	140,24	138,62	140,03	138,41	140,33	138,71	4,57	5,09
20-21	360	64,15	0,35	0,0042	0,004	0,641	0,22	0,99	1,44	143,5	142	138,62	137,18	138,40	136,96	138,75	137,31	5,10	5,04
21-22	380	77,52	0,35	0,0037	0,0045	0,704	0,25	1,07	1,71	142	140,6	137,18	135,47	136,93	135,22	137,28	135,57	5,07	5,38
22-9	380	90,35	0,4	0,0055	0,0035	0,665	0,27	1,02	1,33	140,6	138,5	135,47	134,14	135,20	133,87	135,60	134,27	5,40	4,63

Таблиця 1.10

Гідравлічний розрахунок ділянок головного колектора дощової мережі 1-11

Номер ділянок	Довжина l, м	Площа стоку F, га	V _п , м/с	t(p)	t(r)	Z mid	β	qr	q(cal)	Ухил		d, мм	Швидкість	Падіння	Відмітки						Глибина закладання лотка труби, м	
										Землі, із	Труби, ітр				Поверхні землі		Лотка труби		Шелиги труби		На початку	В кінці
															На початку	В кінці	На початку	В кінці	На початку	В кінці		
Головний колектор дощової мережі 1-11																						
1-2	320	12,25	1,7	3,20	14,20	0,14	0,64	703,9	450,5	0,007	0,0075	600	1,71	2,4	149,2	147	147,6	145,2	148,2	145,8	1,6	1,8
2-3	360	24,5	1,5	4,08	18,28			1171,5	749,7	0,003	0,0035	1000	1,51	1,26	147	146	144,8	143,54	145,8	144,54	2,2	2,46
3-4	360	36,75	1,6	3,83	22,11			1530,2	979,3	0,003	0,0035	1000	1,58	1,26	146	144,9	143,54	142,28	144,54	143,28	2,46	2,62
4-5	360	49	1,6	3,83	25,93			1816,5	1162,6	0,003	0,0035	1000	1,63	1,26	144,9	143,8	142,28	141,02	143,28	142,02	2,62	2,78
5-6	360	61,25	2	3,06	28,99			2093,5	1339,8	0,004	0,005	1000	2,1	1,8	143,8	142,4	141,02	139,22	142,02	140,22	2,78	3,18
6-7	360	73,5	2	3,06	32,05			2335,2	1494,5	0,005	0,005	1000	2,05	1,8	142,4	140,7	139,22	137,42	140,22	138,42	3,18	3,28
7-8	360	85,75	2	3,06	35,11			2549,4	1631,6	0,004	0,005	1000	2,1	1,8	140,7	139,2	137,42	135,62	138,42	136,62	3,28	3,58
8-9	380	85,75	1,9	3,40	38,51			2383,5	1525,5	0,002	0,0035	1200	1,8	1,33	139,2	138,5	135,62	134,29	136,62	135,29	3,58	4,21
9-10	380	180	2	3,23	41,74			4718,4	3019,8	0,002	0,003	1400	1,95	1,14	138,5	137,9	134,29	133,15	135,29	134,15	4,21	4,75
10-11	270	275	3	1,53	43,27			7022,2	4494,2	0,007	0,0075	1400	3,1	2,03	137,9	136	133,15	131,13	134,15	132,12	4,75	4,87

Таблиця 1.11

Гідравлічний розрахунок ділянок прилеглого колектора дощової мережі 12-9

Номер ділянок	Довжина L, м	Площа стоку F, га	Vп, м/с	t(p)	t(r)	Z mid	β	qГ	q(cal)	Ухил		d, мм	Швидкість	Падіння	Відмітки						Глибина закладання лотка труби, м	
										Землі, із	Труби, ігр				Поверхні землі		Лотка труби		Шелиги труби		На початку	В кінці
															На початку	В кінці	На початку	В кінці	На початку	В кінці		
Прилеглий колектор дощової мережі 12-9																						
12-13	320	12,25	1,5	3,63	14,63	0,14	0,64	688,96	440,93	0,004	0,0050	600	1,55	1,6	148,3	146,9	146,7	145,1	147,3	145,7	1,6	1,8
13-14	360	24,5	1,5	4,08	15,08			1347,6	862,49	0,003	0,0035	1000	1,5	1,26	146,9	145,9	144,7	143,44	145,7	144,44	2,2	2,46
14-15	360	36,75	1,9	3,22	14,22			2109,6	1350,2	0,004	0,0050	1000	1,98	1,8	145,9	144,5	143,44	141,64	144,44	142,64	2,4 6	2,86
15-16	360	49	1,8	3,40	14,40			2787,4	1783,9	0,003	0,0035	1200	1,85	1,26	144,5	143,5	141,64	140,38	142,64	141,38	2,8 6	3,12
16-17	360	61,25	2	2,78	13,78			3597,3	2302,3	0,004	0,0050	1200	2,2	1,8	143,5	141,9	140,38	138,58	141,38	139,58	3,1 2	3,32
17-18	360	73,5	2,2	2,78	13,78			4316,7	2762,7	0,004	0,0050	1400	2,4	1,8	141,9	140,5	138,58	136,78	139,58	137,78	3,3 2	3,72
18-9	360	85,75	2,6	2,35	13,35			5153,2	3298	0,006	0,0070	1400	2,70	2,52	140,5	138,5	136,78	134,26	137,78	135,26	3,7 2	4,24

1.3 Каналізаційна насосна станція

Для перекачування стічних вод від населеного пункту на міські очисні споруди передбачена головна каналізаційна насосна станція, розташована в нижній частині території. Надходження стічних вод передбачається за допомогою самопливних трубопроводів. В цьому проекті передбачено напівзаглиблену насосну станцію. Конструктивно станція складається з підземної круглої частини та прямокутної надземної частини (прилади керування, автоматика, технічні приміщення). Розрахунки виконано відповідно до положень в посібнику [4].

Таблиця 1.12

Погодинне надходження стічних вод на КНС

Години доби	Загальна витрата, м ³ /год
0-1	414,4
1-2	394,4
2-3	394,4
3-4	394,4
4-5	525,87
5-6	788,8
6-7	1314,67
7-8	1840,54
8-9	2386,41
9-10	2103,47
10-11	1972,01
11-12	1972,01
12-13	1840,54
13-14	1709,07
14-15	1446,14
15-16	1314,67
16-17	1729,07
17-18	2103,47
18-19	1972,01
19-20	1577,61
20-21	1051,74
21-22	788,8
22-23	657,34
23-24	525,87

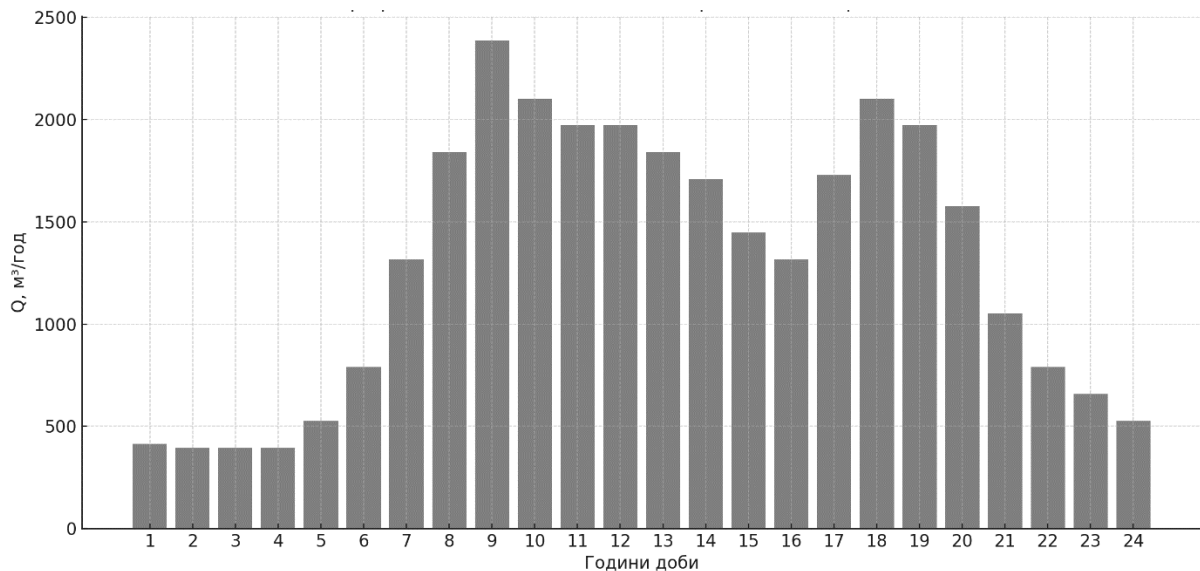


Рис.1.1 Графік погодинного водовідведення міста

Пікові години водовідведення випадають на 8-9 годину доби та складають 2 386,41 м³/год або 662,89 л/с.

Необхідний напір каналізаційної насосної станції визначається за формулою:

$$H_{\text{НС}} = H_{\text{СТ}} + h_{\text{НС}} + h_{\text{ВДВ}} + h_{\text{НВ}} + h_{\text{ВИЛ}}, \quad (1.28)$$

де $H_{\text{СТ}}$ – статичний напір, складає 8,72 м;

$h_{\text{НС}}$ – втрати напору в самій КНС, приймаємо 2,5 м;

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

$h_{\text{НВ}}$ – втрати напору в зовнішніх напірних водоводах, складають 5,35м;

$h_{\text{ВИЛ}}$ – втрати напору на вилив в прийомну камеру, приймаємо 0,5 м.

Отже,

$$H_{\text{НС}} = 8,72 + 2,5 + 1,5 + 5,35 + 0,5 = 18,57 \text{ м}$$

Категорія надійності станції - I, оскільки кількість населення більше 50 000 осіб. Приймаємо заглибні насоси Grundfos S3.150.500 з максимальною продуктивністю 650 л/с та максимальним напором 33м. Приймаємо два робочих та один резервний.

Розрахунок для побудови графіка сумісної роботи насосів і водоводів

№ п/п	Напори	Витрати, м ³ /год				
		0	787,52	1193,21	2 386,41	2625,05
		Витрати, л/с				
		0	218,75	331,45	662,89	729,18
		Відношення Q/Q _{н.с.}				
		0	0,33	0,5	1	1,1
Два водовода						
1	H _{ст}	8,72	8,72	8,72	8,72	8,72
2	h _{вв}	0	0,05	0,125	0,5	0,61
3	h _{нс}	0	0,25	0,625	2,5	2,75
4	h _{вдм}	0	0,15	0,375	1,5	1,65
5	h _{нв}	0	0,53	1,34	5,35	6,47
7	H _{2д}	8,72	9,7	11,19	18,57	20,2
Один водовод						
8	H _{ст}	8,72	8,72	8,72	8,72	8,72
9	h _{вв}	0	0,05	0,125	0,5	0,61
10	h _{нс}	0	0,25	0,625	2,5	2,75
11	h _{вдм}	0	0,15	0,375	1,5	1,65
12	h _{нв}	0	2,14	5,34	21,35	25,83
14	H _д	8,72	11,31	15,19	34,57	39,56
Два водовода. Одна перемичка. Аварія						
15	H _{ст}	8,72	8,72	8,72	8,72	8,72
16	h _{вв}	0	0,05	0,125	0,5	0,61
17	h _{нс}	0	0,25	0,625	2,5	2,75
18	h _{вдм}	0	0,15	0,375	1,5	1,65
19	h _{нв}	0	1,07	2,67	10,68	12,92
21	H _д	8,72	10,24	12,52	23,9	26,65

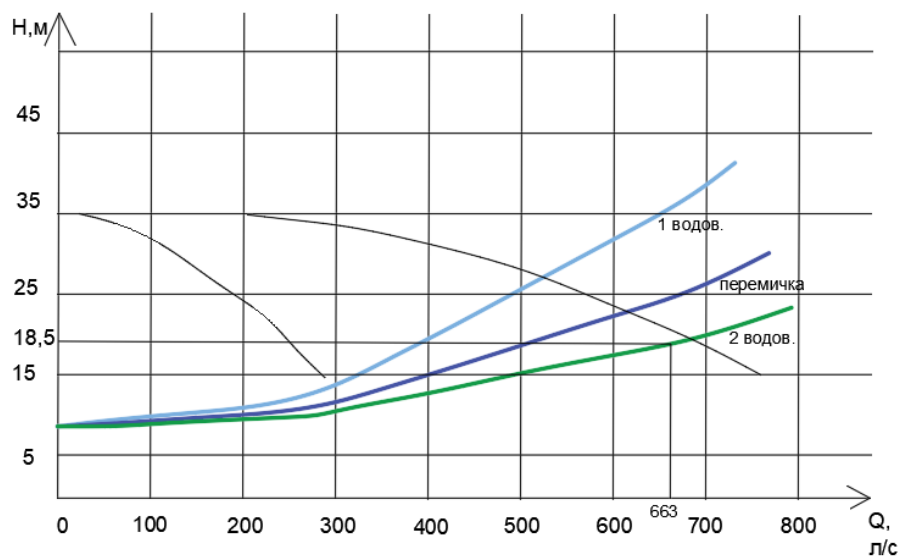


Рис.1.2 Графік сумісної роботи насосів та водоводів

1.4 Очисні споруди водовідведення

Очисні споруди, що розглядаються в роботі, мають значно більшу проектну потужність, ніж потребує лише один населений пункт. Це пояснюється тим, що споруди спроектовані для централізованого очищення стічних вод від декількох населених пунктів, розташованих у межах одного району. Такий підхід дозволяє ефективно використовувати інженерну інфраструктуру, знижує експлуатаційні витрати та забезпечує високий ступінь очищення стічних вод при економічно обґрунтованому рівні інвестицій. Дані для розрахунків та самі розрахунки виконані згідно з навчальним посібником [5] та методичними вказівками [6].

Зведені дані, необхідні для подальшого проектування очисних споруд наведені в таблиці 1.14

Таблиця 1.14

Вихідні дані для проектування очисної станції

Населення	Q_I , тис. м ³ /доб	28
	Q_{II} , тис. м ³ /доб	50
	q_{01} , л/осдоб	185
	q_{02} , л/осдоб	205
Підприємства	Q_1 , м ³ /доб	4700
	Q_2 , м ³ /доб	8300
	Q_3 , м ³ /доб	9000
	C_1 , г/м ³	475
	C_2 , г/м ³	370
	C_3 , г/м ³	260
	L_1 , г/м ³	405
	L_2 , г/м ³	510
L_3 , г/м ³	420	

1.4.1 Визначення розрахункових витрат і концентрацій забруднень стічних вод

Визначаємо витрати господарсько-побутових стічних вод від населення міста:

- Добова витрата:

$$Q_d^w = Q_{\text{міста}} = Q_I + Q_{II}, \text{ м}^3/\text{год} \quad (1.29)$$

$$Q_d^w = 28000 + 50000 = 78000 \text{ м}^3/\text{год}$$

- Середня витрата:

- годинна

$$q_{\text{mid } h}^w = \frac{Q_d^w}{24}, \text{ м}^3/\text{год} \quad (1.30)$$

$$q_{\text{mid } h}^w = \frac{78000}{24} = 3250 \text{ м}^3/\text{год}$$

- секундна

$$q_{\text{mid } s}^w = \frac{q_{\text{mid } h} \cdot 1000}{3600}, \text{ л/с} \quad (1.31)$$

$$q_{\text{mid } s}^w = \frac{3250 \cdot 1000}{3600} = 903 \text{ л/с}$$

- Максимальні витрати:

- годинна

$$q_{\text{max } h}^w = K_{\text{gen } \text{max}} \cdot q_{\text{mid } h}^w, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (1.32)$$

де $K_{\text{gen } \text{max}}$ – загальний коефіцієнт нерівномірності припливу стічних вод.

Приймаємо, що $K_{\text{gen } \text{max}} = 1,48$

$$q_{\text{max } h}^w = 1,48 \cdot 3250 = 4810 \text{ м}^3/\text{год}$$

- секундна

$$q_{\text{max } s}^w = K_{\text{gen } \text{max}} \cdot q_{\text{mid } s}^w, \text{ л/с} \quad (1.33)$$

$$q_{\text{max } s}^w = 1,48 \cdot 903 = 1336,4 \text{ л/с}$$

- Мінімальні витрати:

- годинна

$$q_{\text{min } h}^w = K_{\text{gen } \text{min}} \cdot q_{\text{mid } h}^w, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (1.34)$$

де $K_{gen\ min}$ – загальний коефіцієнт нерівномірності припливу стічних вод.

Приймаємо, що $K_{gen\ max} = 0,68$

$$q_{min\ h}^w = 0,68 \cdot 3250 = 2210 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

- секундна

$$q_{min\ s}^w = K_{gen\ min} \cdot q_{mid\ s}^w, \text{ л/с}, \quad (1.35)$$

$$q_{min\ s}^w = 0,68 \cdot 903 = 614,04 \text{ л/с}$$

Далі визначаються витрати стічних вод для кожного промислового підприємства.

- Годинні витрати:

- середні

$$q_{mid\ h}^P = \frac{1}{T} \cdot Q_d^P, \text{ м}^3/\text{ГОД}, \quad (1.36)$$

де Q_d^P – добова витрата стічних вод промислового підприємства, $\text{м}^3/\text{добу}$;

T – тривалість роботи промислового підприємства протягом доби, годин;

$$q_{mid\ h}^{P1} = \frac{1}{24} \cdot 4700 = 195,83 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

$$q_{mid\ h}^{P2} = \frac{1}{24} \cdot 8300 = 345,83 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

$$q_{mid\ h}^{P3} = \frac{1}{24} \cdot 9000 = 375 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

- максимальні

$$q_{max\ h}^P = K_h \cdot q_{mid\ h}^P, \text{ м}^3/\text{ГОД}, \quad (1.37)$$

де K_h – коефіцієнт годинної нерівномірності відведення виробничих стічних вод. Приймаємо $K_h = 1,25$

$$q_{max\ h}^{P1} = 1,25 \cdot 195,83 = 244,79 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

$$q_{max\ h}^{P2} = 1,25 \cdot 345,83 = 432,29 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

$$q_{max\ h}^{P3} = 1,25 \cdot 375 = 468,75 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

- Секундні витрати:

- середні

$$q_{mid\ s}^P = \frac{q_{mid\ h}^P \cdot 1000}{3600}, \text{ л/с}, \quad (1.38)$$

$$q_{mid\ s}^{P1} = \frac{195,83 \cdot 1000}{3600} = 54,4 \text{ л/с}$$

$$q_{mid s}^{P2} = \frac{345,83 \cdot 1000}{3600} = 96,06 \text{ л/с}$$

$$q_{mid s}^{P3} = \frac{375 \cdot 1000}{3600} = 104,16 \text{ л/с}$$

- максимальні

$$q_{max s}^P = \frac{q_{max h}^P \cdot 1000}{3600}, \text{ л/с}, \quad (1.39)$$

$$q_{max s}^{P1} = \frac{244,79 \cdot 1000}{3600} = 68 \text{ л/с}$$

$$q_{max s}^{P2} = \frac{432,29 \cdot 1000}{3600} = 120,08 \text{ л/с}$$

$$q_{max s}^{P3} = \frac{468,75 \cdot 1000}{3600} = 130,21 \text{ л/с}$$

Таблиця 1.15

Сумарна витрата стічних вод

Джерела утворення стічних вод	Добова витрата, м ³ /добу	Годинні витрати, м ³ /год		Секундні витрати, л/с	
		Середні	Максимальні	Середні	Максимальні
Населення	78 000	3250	4810	903	1336,4
Промисловість	22 000	916,66	1145,83	254,62	318,29
Разом	100 000	4166,66	5955,83	1157,62	1654,69

1.4.2 Визначення додаткових умовних параметрів до загальної принципової схеми водовідведення міста

- Кількість мешканців в кожному районі:

$$N_{(oc)} = \frac{Q_d^w \cdot 1000}{q_0}, \quad (1.40)$$

$$N_I = \frac{28\,000 \cdot 1000}{185} = 151\,351$$

$$N_{II} = \frac{50\,000 \cdot 1000}{205} = 243\,902$$

Загальна кількість мешканців в містах складе 395 253

- Визначення добових витрат з населеного пункту:

$$Q_{заг} = Q_I + Q_{II} + Q_1 + Q_2 + Q_3 \quad (1.41)$$

$$Q_{заг} = 28\,000 + 50\,000 + 4700 + 8300 + 9000 = 100\,000 \text{ м}^3/\text{добу}$$

1.4.3 Визначення концентрацій забруднень стічних вод

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

Концентрація забруднень господарсько-побутових стічних вод від населення:

- По завислим речовинах в стічних водах району

$$C_P^W = \frac{a}{q_0} \cdot 1000, \text{ мг/дм}^3 \quad (1.42)$$

де q_0 - норма водовідведення, л/добу на 1 жителя; $a = 65$ г/добу завислих речовин на одного жителя;

$$C_{PI}^W = \frac{65}{185} \cdot 1000 = 351,35 \text{ мг/дм}^3$$

$$C_{PII}^W = \frac{65}{205} \cdot 1000 = 317,07 \text{ мг/дм}^3$$

- Концентрація БСК_{повн} в стічних водах району,

$$L_P^W = \frac{a_1}{q_0} \cdot 1000, \text{ мг/дм}^3 \quad (1.43)$$

де q_0 - норма водовідведення, л/добу на 1 жителя; $a_1 = 75$ г/добу БСК_{повн} непроясненої рідини в розрахунку на одного жителя;

$$L_{PI}^W = \frac{75}{185} \cdot 1000 = 405,11 \text{ мг/дм}^3$$

$$L_{PII}^W = \frac{75}{205} \cdot 1000 = 365,85 \text{ мг/дм}^3$$

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

- По завислим речовинам:

$$C_{\text{заг}} = \frac{Q_1 C_1 + Q_2 C_2 + Q_{N1} C_{N1} + Q_{N2} C_{N2} + Q_{N3} C_{N3}}{Q_1 + Q_2 + Q_{N1} + Q_{N2} + Q_{N3}}, \text{ мг/дм}^3 \quad (1.44)$$

де Q_a^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;

$$C_{заг} = \frac{28000 \cdot 351,35 + 50000 \cdot 317,07 + 4700 \cdot 475 + 8300 \cdot 370 + 9000 \cdot 260}{28000 + 50000 + 4700 + 8300 + 9000} = 333,35 \text{ мг/дм}^3$$

- По БСК_{повн}:

$$L_{заг} = \frac{Q_1 L_1 + Q_2 L_2 + Q_{N1} L_{N1} + Q_{N2} L_{N2} + Q_{N3} L_{N3}}{Q_1 + Q_2 + Q_{N1} + Q_{N2} + Q_{N3}}, \text{ мг/дм}^3 \quad (1.45)$$

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

$$L_{заг} = \frac{28000 \cdot 405,41 + 50000 \cdot 365,85 + 4700 \cdot 405 + 8300 \cdot 510 + 9000 \cdot 420}{28000 + 50000 + 4700 + 8300 + 9000} = 395,61 \text{ мг/дм}^3$$

Збільшення концентрації за рахунок мулової води:

- По завислим речовинам

$$C_{en} = C_{заг} \cdot K_C \quad (1.46)$$

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

$$C_{en} = 333,35 \cdot 1,1 = 366,69 \text{ мг/дм}^3$$

- По БСК_{повн}

$$L_{en} = L_{заг} \cdot K_L \quad (1.47)$$

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

$$L_{en} = 395,61 \cdot 1,05 = 415,39 \text{ мг/дм}^3$$

Концентрація освітлених стічних вод після споруд механічного очищення:

$$L_{осв} = L_{en} \cdot \frac{40}{75}, \text{ мг/дм}^3 \quad (1.48)$$

$$L_{осв} = 415,39 \cdot \frac{40}{75} = 221,54 \text{ мг/дм}^3$$

1.4.4 Визначення приведенного числа жителів

Приведене число жителів по завислих речовинах визначаємо за формулою:

$$N_H^C = N + N_{\text{ЕКВ}}^C, \quad (1.49)$$

де N - число жителів міста; $N_{\text{ЕКВ}}^C$ - еквівалентне число жителів по завислих речовинах:

$$N_{\text{ЕКВ}}^C = \frac{\sum(Q_{di}^P \cdot C_{di}^P)}{a} \quad (1.50)$$

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

$$\text{підприємство №1 } N_{\text{екв№1}} = \frac{4700 \cdot 475}{65} = 34\,346$$

$$\text{підприємство №2 } N_{\text{екв№2}} = \frac{8300 \cdot 370}{65} = 47\,246$$

$$\text{підприємство №3 } N_{\text{екв№3}} = \frac{9000 \cdot 260}{65} = 36\,000$$

Приведена кількість жителів за завислими речовинами складе:

$$N_{\text{priv}}^{3B} = N + N_{\text{екв}} = N_1 + N_2 + N_{\text{екв№1}} + N_{\text{екв№2}} + N_{\text{екв№3}} \quad (1.51)$$

$$N_{\text{priv}}^{3B} = 395\,253 + 34\,346 + 47\,246 + 36\,000 = 512\,845$$

1.4.5 Визначення необхідного ступеня очищення стічних вод

Основними показниками забруднень міських стічних вод є концентрація завислих речовин і БСК_{повн}.

- Необхідний ступінь очищення стічних вод по завислих речовинах, %:

$$E = \frac{C_{\text{ен}} - C_{\text{ех}}}{C_{\text{ен}}} \cdot 100\% \quad (1.52)$$

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

$$E = \frac{366,685 - 15}{366,685} \cdot 100\% = 96\%$$

- Необхідний ступінь очищення стічних вод по завислих речовинах на первинних відстійниках:

$$E_{\text{Івідст}} = \frac{C_{\text{ен}} - C_{\text{ех}}}{C_{\text{ен}}} \cdot 100\% \quad (1.53)$$

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

$$E_{\text{Івідст}} = \frac{366,685 - 150}{366,685} \cdot 100\% = 59\%$$

- Необхідний ступінь очищення за БСК_{повн}:

$$E_{\text{БСК}} = \frac{L_{\text{еп}} - L_{\text{ex}}}{L_{\text{еп}}} \cdot 100\% \quad (1.54)$$

де L_{ex} - концентрація органічних забруднень по БСК_{повн} у стічній воді, припустимої до скидання у водойму, 15 мг/дм³

$$E_{\text{БСК}} = \frac{415,39 - 15}{415,39} \cdot 100\% = 96,4\%$$

- Необхідний ступінь очищення за БСК_{повн} освітлених вод:

$$E_{\text{БСКосв}} = \frac{L_{\text{осв}} - L_{\text{ex}}}{L_{\text{осв}}} \cdot 100\% \quad (1.55)$$

$$E_{\text{БСКосв}} = \frac{221,51 - 15}{221,51} \cdot 100\% = 93,3\%$$

Оскільки для досягнення необхідного рівня очищення за показниками завислих речовин та біохімічного споживання кисню (БСК_{повн}) потрібно забезпечити ефективність понад 80 %, доцільно застосовувати повну біологічну очистку стічних вод.

У відповідності із дозволеним рівнем концентрації забруднень в очищених стічних водах визначаємо склад очисного комплексу та набір споруд у межах кожного функціонального блоку.

Блок механічного очищення буде передбачати решітки, пісковловлювачі та первинні відстійники. Наступний блок – біологічного очищення має в складі аеротенки та вторинні відстійники. Блок знезараження включає в себе хлораторну, змішувачі та контактні резервуари. Останній блок – обробка осаду та надлишкового активного мулу буде складатися з мулозгущувачів, метантенків, газгольдерів, вакуум фільтри та резервні мулові майданчики.

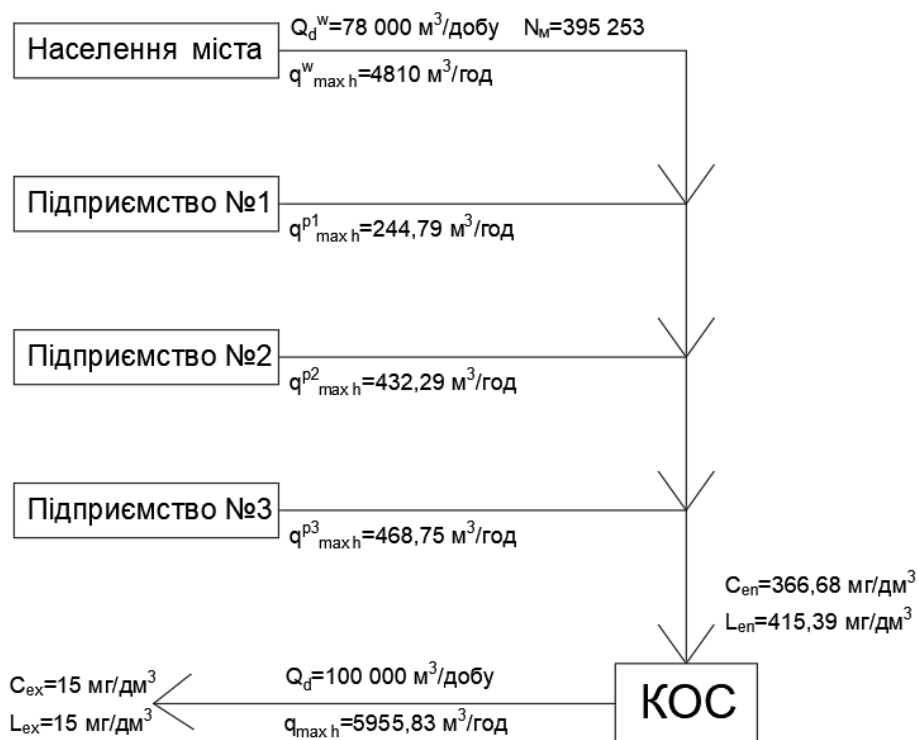


Рис.1.3 Блок-схема системи водовідведення

1.4.6 Розрахунок споруд механічного очищення

Решітки розраховуються на пропуск максимальної секундної витрати міських стічних вод ($q_{\max s}$, м³/с). Стічна рідина поступає до решіток по прямокутних каналах. Розміри каналів і лотків визначають по таблицях гідравлічного розрахунку каналізаційних мереж Лукіних або Федорова на витрату:

$$q_c = 1,4 \cdot q_{\max s}, \text{ л/с} \quad (1.56)$$

$$q_c = 1,4 \cdot 1654,69 = 2316,57 \text{ л/с}$$

Приймаються механізовані решітки з прозорами 16 мм.

- Максимальні витрати, що надходять на решітки:

$$q_{\max} = \frac{\sum q_{\max} (\text{м}^3/\text{год})}{3600 (\text{с}/\text{год})}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (1.57)$$

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

$$q_{\max} = \frac{5955,83}{3600} = 1,65 \text{ м}^3/\text{с}$$

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

$$q_{(2)}' = \frac{q_{max}}{n}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (1.58)$$

$$q_{(2)}' = \frac{1,65}{2} = 0,83$$

Діапазони витрат q' ($\text{м}^3/\text{с}$) орієнтовно відповідають швидкості руху води в прозорах ґрат від 0,8 до 1,0 м/с.

За даними таблиці приймаємо ґрати типу МГ-10Т.

Розраховуємо загальну ширину прозорів:

$$b_{заг} = \frac{b_{пр(мм)} \cdot n_{пр}}{1000(\text{мм}/\text{м})}, \text{ м} \quad (1.59)$$

$$b_{заг} = \frac{16 \cdot 39}{1000} = 0,62 \text{ м}$$

Оскільки приймаємо дві решітки, то $b_{заг} = 0,62 \cdot 2 = 1,25 \text{ м}$

- Загальна корисна площа прозорів:

$$F_{заг} = H_{max}(\text{м}) \cdot b_{заг}(\text{м}), \text{ м}^2 \quad (1.60)$$

$$F_{заг} = 1,5 \cdot 1,25 = 1,875 \text{ м}^2$$

- Швидкість руху води в прозорах:

$$V_{пр} = \frac{q_{max}'(\text{м}^3/\text{с})}{F_{заг}(\text{м}^2)}, \text{ м}/\text{с} \quad (1.61)$$

$$V_{пр} = \frac{1,65}{1,875} = 0,88 \text{ м}/\text{с}$$

- Втрати напору на ґратах:

$$h_{гр} = \xi \cdot \frac{V_{пр}^2}{2 \cdot g} \cdot P, \text{ м} \quad (1.62)$$

де ξ - коефіцієнт місцевого опору для круглих стержнів:

$$\xi = \beta \cdot \left(\frac{s}{b}\right)^{4/3} \cdot \sin \alpha, \quad (1.63)$$

де, $\alpha = 60 \div 70^\circ$; b - коефіцієнт, що залежить від форми поперечного перерізу стержнів ґрат. Приймаємо $b = 1,83$ - для прямокутних з заокругленими ребрами; P - коефіцієнт, що враховує забрудненість поверхні ґрат під час експлуатації: 3.

$$\text{Отже, } \xi = 1,83 \cdot \left(\frac{8}{16}\right)^{4/3} \cdot \sin 60 = 0,63$$

$$h_{гр} = 0,63 \cdot \frac{0,88^2}{2 \cdot 9,81} \cdot 3 = 0,075 \text{ м}$$

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

$$h_{зар} = 3 \cdot h_{гр}, \text{ м} \quad (1.64)$$

$$h_{зар} = 3 \cdot 0,075 = 0,225 \text{ м}$$

Розраховуємо добову кількість покидьків, затримуваних на решітках. Кількість відходів, що буде затримуватися на решітках розраховують за приведеною кількістю жителів: (норматив ДБН – 8 дм³/чол.-рік)

- За рік:

$$W_{відх}^{рік} = \frac{8 \cdot N_{priv}^{зв}}{1000}, \text{ м}^3/\text{рік} \quad (1.65)$$

де $N_{priv}^{зв}$ - приведена кількість жителів за завислими речовинами

$$W_{відх}^{рік} = \frac{8 \cdot 512\,845}{1000} = 4102,76 \text{ м}^3/\text{рік}$$

- За добу:

$$W_{відх}^{доб} = \frac{W_{відх}^{рік}}{365}, \text{ м}^3/\text{добу} \quad (1.66)$$

$$W_{відх}^{доб} = \frac{4102,76}{365} = 11,24 \text{ м}^3/\text{добу}$$

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

$$G_{п} = \rho_{п} \cdot W_{відх}^{доб}, \quad (1.67)$$

$$G_{п} = 0,750 \cdot 11,24 = 8,43 \text{ т/доб}$$

Піскоуловлювачі необхідно передбачати для видалення зі стічних вод важких мінеральних домішок при продуктивності очисних споруджень понад 100 м³/добу . Примаємо аеровані горизонтальні піскоуловлювачі з повздовжнім рухом рідини. Допустимий діапазон швидкості води при максимальній витраті складає 0,08...0,12 м/с. Гідравлічна крупність $U_0=18,7 \text{ мм/с}$

Визначаємо конструктивні розміри піскоуловлювачів. Для розрахунків приймаємо:

$$B/H = 1,5 \quad v_s = 0,08 \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad K_s = 2,08 \quad H_s = 0,7 - 3,5$$

При витрати 100 тис м³/добу: номер типового проекту – 900-2-37283; число відділень – n = 3; ширина – B = 3; довжина – L = 12; глибина – H = 2,1

Визначаємо довжину пісковловлювача за формулою:

$$L_s = \frac{1000 \cdot K_s \cdot H_s \cdot v_s}{u_0}, \text{ м} \quad (1.68)$$

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.

$$L_s = \frac{1000 \cdot 2,08 \cdot 2,1 \cdot 0,08}{18,7} = 18,7 \text{ м}$$

Приймаємо $L_s = 18$ м. Число відділень – n = 3.

- Площа дзеркала води пісковловлювача:

$$F_s = \frac{q_{\text{max.s}}}{u_0}, \text{ м}^2 \quad (1.69)$$

де $q_{\text{max.s}}$ – максимальний секундний приплив стічних вод на ОС, м³/с; u_0 – гідравлічна крупність затримуваних часток, мм/с.

$$F_s = \frac{1654}{18,7} = 88,45 \text{ м}^2$$

- Загальна ширина пісковловлювачів при максимальному припливі стічних вод:

$$B_s = \frac{F_s}{L_s}, \text{ м} \quad (1.70)$$

$$B_s = \frac{88,45}{18} = 4,91 \text{ м}$$

- Розрахункова ширина одного відділення пісковловлювача:

$$b_s = \frac{B_s}{n_s}, \text{ м} \quad (1.71)$$

$$b_s = \frac{4,91}{3} = 1,63 \text{ м}$$

Приймаємо $b_s = 4,5$ м

- Тривалість протікання при максимальному припливі:

$$t_{\text{ПР}} = \frac{L_s \cdot B_s \cdot H_s}{q_{\text{max.s}}}, \text{ с} \quad (1.72)$$
$$t_{\text{ПР}} = \frac{18,4 \cdot 91 \cdot 2,8}{1654,69} = 149 \text{ с}$$

- Фактична швидкість руху води:

$$v_{\text{факт}} = \frac{Q_{\text{max}}}{n' \cdot b \cdot h \cdot 3600}, \text{ м/с} \quad (1.73)$$
$$v_{\text{факт}} = \frac{5955,83}{3 \cdot 1,63 \cdot 2,8 \cdot 3600} = 0,12 \text{ м/с}$$

- Витрата повітря, що подається в аеровані пісковловлювачі:

$$q_{\text{air}} = F_s \cdot I, \text{ м}^3/\text{год} \quad (1.74)$$

де F_s – розрахункова площа дзеркала води, м^2 ; I – інтенсивність аерації, = $3+5 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$

$$q_{\text{air}} = 88,45 \cdot 4 = 353,8 \text{ м}^3/\text{год}$$

Для підсушування піску, що надходить із піскоуловлювачів, необхідно передбачити піскові майданчики - 2, або 4-прямокутні карти розмірами $B \times L$, де B – ширина карти; L – довжина карти за типорозмірами.

- Об'єм піску, затримуваного піскоуловлювачами:

$$W_s = \frac{0,03 \cdot N_{\text{priv}}}{1000}, \text{ м}^3/\text{доб} \quad (1.75)$$
$$W_s = \frac{0,03 \cdot 512845}{1000} = 15,4 \frac{\text{м}^3}{\text{до}}$$

- Необхідна площа при навантаженні $3 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{рік}$ і умови періодичного вивозу піску:

$$F_s = \frac{W_s \cdot 365}{3}, \text{ м}^2 \quad (1.76)$$
$$F_s = \frac{15,4 \cdot 365}{3} = 18737 \text{ м}^2$$

Площа однієї карти при чотирьох картах: $F/4 = 468,4 \text{ м}^2$

Отже, приймаємо 4 карти розмірами $B \times L = 20 \times 25$

Оскільки витрати стічних вод більше 20 тис м³/доб, то приймаємо радіальні первинні відстійники.

- Необхідний ефект освітлення:

$$E = \frac{C_{en} - C_{cdp}}{C_{en}} \cdot 100, \% \quad (1.77)$$

де C_{en} – концентрація суміші стічних вод по зважених речовинах, що надходять у первинні відстійники, мг/дм³; C_{cdp} – концентрація завислих речовин у проясненій воді, що надходить в аеротенки мг/дм³ (не повинна перевищувати 100-150 мг/дм³)

$$E = \frac{366,69 - 150}{366,69} \cdot 100 \% = 59,1 \%$$

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

$$C_{en1} = 0,93 \cdot 333,35 = 310,02$$

$$E = \frac{C_{en1} - (150 \text{ г/м}^3)}{C_{en1}} \cdot 100, \% \quad (1.78)$$

$$E = \frac{310,02 - (150 \text{ г/м}^3)}{310,02} \cdot 100\% = 49,8\%$$

Оскільки $E < 50\%$, то в технологічній схемі не потрібно використовувати переаерацію для підвищення ефективності освітлення.

- Розрахункове значення гідравлічної крупності U_0 :

$$U_0 = \frac{1000 H_{set} \cdot K_{set}}{t_{set} \left(\frac{H_{set} \cdot K_{set}}{h_1} \right)^{n_2}}, \text{ м/с} \quad (1.79)$$

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 $h_1 = 0,5$; n^2 – показник ступеня, що залежить від агломерації суспензії в процесі осадження; для міських стічних вод – 0,25

$$U_0 = \frac{1000 \cdot 3,6 \cdot 0,45}{929,1 \left(\frac{3,6 \cdot 0,45}{0,5}\right)^{0,25}} = 1,3 \text{ м/с}$$

- Визначаємо продуктивність одного відстійника:

$$q_{set} = 2,8K_{set}(D_{set}^2 - d_{en}^2)(u_0 - v_{tb}), \text{ м}^3/\text{год} \quad (1.80)$$

K_{set} – коефіцієнт використання об'єму проточної частини відстійника D_{set} – діаметр відстійника, м; d_{en} – діаметр впускного пристрою, м; u_0 – значення гідравлічної крупності; v_{tb} – турбулентна складова, мм/с, приймається по таблиці, залежно від швидкості потоку у відстійнику V_w , мм/с

$$q_{set} = 2,8 \cdot 0,45(40^2 - 2^2)(1,3 - 0) = 5614,25 \text{ м}^3/\text{год}$$

- Необхідна кількість відстійників:

$$n = q_{max.h}/q_{set} \quad (1.81)$$

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

$$n = 5955,83/5614,25 = 1,1$$

Отже, приймаємо 2 відстійники діаметром 40. Типовий проєкт 902-2-38383

- Фактичну швидкість розраховуємо за формулою:

$$V_\phi = \frac{q_{max.h}}{3,6\pi \cdot R_{set} \cdot H_{set} \cdot n}, \text{ мм/с} \quad (1.82)$$

$$V_\phi = \frac{5955,83}{3,6\pi \cdot 20 \cdot 3,6 \cdot 6} = 1,21$$

- Добова кількість сирого осаду що утворюється у відстійниках:

$$Q_{mud} = \frac{Q(C_{en1} - 150)}{(100 - P_{mud})\gamma_{mud} \cdot 10^4}, \text{ м}^3/\text{добу} \quad (1.83)$$

де Q – середня добова витрата стічних вод, м³/добу ($Q_{доб}$); P_{mud} – вологість осаду, %; - 95 %, γ_{mud} – щільність осаду, г/см³ - 1,06; C_{en1} – концентрація завислих речовин у воді, що подається у відстійник

$$Q_{mud} = \frac{100\,000(310,02 - 150)}{(100 - 95)1,06 \cdot 10^4} = 301,92 \text{ м}^3/\text{добу}$$

- Кількість осаду по сухій речовині:

$$M_{mud} = \frac{Q_d(C_{en1} - 150)}{10^6}, \text{ т/доб} \quad (1.84)$$

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

$$M_{mud} = \frac{100\,000(310,02 - 150)}{10^6} = 16 \text{ т/доб}$$

Діаметри мулових труб для видалення осаду з первинних і вторинних відстійників варто приймати з розрахунку, але не менше 200 мм. Висоту борта відстійника над поверхнею стічної води слід приймати $h_6 = 0,3$ м. Навантаження на 1 п.м. водозливу не має перевищувати 10 л/с. Висота нейтрального шару 0,3 м.

1.4.7 Розрахунок споруд біологічного очищення

Підбір аеротенка-витиснювач з регенераторами починаємо з розрахунку ступеня рециркуляції активного мулу R_i :

$$R_i = \frac{a_i}{\frac{1\,000}{J_i} - a_i} \quad (1.85)$$

де a_i , – доза мулу в аеротенку, г/дм³; для аеротенка-витиснювача з регенераторами приймають $a_i = 2 - 3,5$ г/дм³ у діапазоні БСК_{повн} – 150 - 300 мг/дм³; J_i , – муловий індекс, см³/г; приймають орієнтовно для міських стічних вод 70-100 см³/г

$$R_i = \frac{2,5}{\frac{1\,000}{70} - 2,5} = 0,21$$

- Тривалість перебування стічних вод у самому аеротенку:

$$t_{at} = \frac{2,5}{\sqrt{a_i}} \lg \frac{L_{en}^i}{L_{ex}} \quad (1.86)$$

де L_{en}^i – БСК_{повн} вихідної стічної води з урахуванням зниження БСК_{повн} при первинному відстоюванні, мг/дм³. Ефективність зниження БСК_{повн} при відстоюванні без інтенсифікації приймають 10+20%. $L_{en}^i = L_{осв}$

L_{ex} – БСК_{повн} очищеної стічної води, мг/дм³, при повному біологічному очищенні приймається $L_{ex} = 15-20$ мг/дм³.

$$t_{at} = \frac{2,5}{\sqrt{2,5}} \lg \frac{221,54}{15} = 1,85$$

Оскільки тривалість перебування стічних вод в аеротенку повинна бути мінімум 2 години, то приймаємо відповідно 2 год.

- Доза мулу в регенераторі:

$$a_r = a_i \left(\frac{1}{R_i} + 1 \right) \quad (1.87)$$

$$a_r = 2,5 \left(\frac{1}{0,21} + 1 \right) = 14,41$$

- Питома швидкість окислювання визначається при дозі мулу a_r

$$\rho = \rho_{\max} \frac{L_{\text{ex}} C_0}{L_{\text{ex}} C_0 + K_L C_0 + K_0 L_{\text{ex}}} \cdot \frac{1}{1 + \phi \cdot a_r} \quad (1.88)$$

де ρ_{\max} – максимальна швидкість окислювання, мг/(г·год). Для міських стічних вод $\rho_{\max} = 85$ мг/(г·год); C_0 – концентрація розчиненого кисню, мг/дм³: $C_0 = 2$ мг/дм³; K_L – константа, що характеризує властивості органічних забруднюючих речовин: $K_L = 33$ мг БСКповн/дм³; K_0 – константа, що характеризує вплив кисню: $K_0 = 0,625$ мг/дм³; ϕ – коефіцієнт інгібування продуктами розпаду активного мулу, дм³/г: $\phi = 0,07$ дм³/г.

$$\rho = 85 \cdot \frac{15 \cdot 2}{15 \cdot 2 + 33 \cdot 2 + 0,625 \cdot 15} \cdot \frac{1}{1 + 0,07 \cdot 14,41} = 12,05 \text{ м/г} \cdot \text{год}$$

- Тривалість окислювання органічних забруднюючих речовин:

$$t_0 = \frac{L_{\text{en}} - L_{\text{ex}}}{R_i a_r (1 - s) \rho}, \text{ год} \quad (1.89)$$

де S – зольність мулу. Приймається $S = 0,3$; $L_{\text{en}} = L_{\text{осв}}$

$$t_0 = \frac{221,54 - 15}{0,21 \cdot 14,4(1 - 0,3)12,05} = 8,1 \text{ год}$$

- Тривалість регенерації:

$$t_r = t_0 - t_{\text{at}} \quad (1.90)$$

$$t_r = 8,1 - 2 = 6,1$$

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

$$t = (1 + R_i) \cdot t_{at} + R_i t_r \quad (1.91)$$

$$t = (1 + 0,21) \cdot 2 + 0,21 \cdot 6,1 = 3,7$$

- Середня доза мулу в системі:

$$a_{im} = \frac{(1 + R_i) \cdot t_{at} a_i + R_i t_r a_r}{t} \quad (1.92)$$

$$a_{im} = \frac{(1 + 0,21) \cdot 2 \cdot 2,5 + 0,21 \cdot 6,1 \cdot 14,4}{3,7} = 6,62$$

- Навантаження на мул:

$$q_i = \frac{24 \cdot (221,54 - 15)}{6,62(1 - 0,3) \cdot 3,7} = 289,11 \text{ мг/г} \cdot \text{доб}$$

Похибка між прийнятим J_i (70) та фактичним (73,2) складає 4,57%

- Об'єм аеротенка:

$$W_{at} = t_{at} \cdot (1 + R_i) \cdot q_{max h} \quad (1.93)$$

$$W_{at} = 2 \cdot (1 + 0,21) \cdot 5955,83 = 14\,413,11 \text{ м}^3$$

- Місткість регенератора:

$$W_r = t_r R_i q_{max h} \quad (1.94)$$

$$W_r = 6,1 \cdot 0,21 \cdot 5955,83 = 7629,41$$

- Загальна місткість аеротенку:

$$W = W_{at} + W_r \quad (1.95)$$

$$W = 14\,413,11 + 7629,41 = 22\,042,52$$

- Відсоток регенерації:

$$\frac{W_r}{W} \cdot 100\% \quad (1.96)$$

$$\frac{7629,41}{22\,042,52} \cdot 100\% = 34,6\%$$

Оскільки $29 < \frac{W_r}{W} < 40$, то приймається трьохкоридорний аеротенк.

- Площа аеротенка:

$$F = \frac{W}{H_{at}} \quad (1.97)$$

$$F = \frac{22\,042,52}{5} = 4408,5 \text{ м}^2$$

- Довжина одного коридору аеротенку:

$$L = \frac{F}{B \cdot n \cdot m} \quad (1.98)$$

$$L = \frac{4408,5}{8 \cdot 3 \cdot 4} = 45,92$$

де, В – ширина коридору аеротенка, м; n – число коридорів, шт.; m – число секцій, шт. (m>2 шт.). Співвідношення В:Н приймається від 1:1 до 2:1;

- Фактичний об'єм однієї секції:

$$W_{\phi} = B \cdot L \cdot H_{at} \cdot n \quad (1.99)$$

$$W_{\phi} = 8 \cdot 45,92 \cdot 5 \cdot 3 = 5510,4\text{м}^3$$

- Фактичний час перебування в системі «аеротенк-регенератор»:

$$t_{\phi} = \frac{W_{\phi} \cdot m}{q_{max h}} \quad (1.100)$$

$$t_{\phi} = \frac{6176 \cdot 4}{5955,83} = 4,15$$

- Визначаємо питому витрату повітря, м³/м³, при очищенні стічних вод:

$$q_{air} = \frac{q_0(L_{en} - L_{ex})}{K_1 \cdot K_2 \cdot K_T \cdot K_3(C_a - C_0)} \quad (1.101)$$

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 $K_1=1,68$; K_2 – коефіцієнт залежний від глибини занурення аератора (h_a). При застосуванні фільтросних пластин глибину занурення аератора приймають:

$$h_a = H_{at} - 0,2 \quad (1.102)$$

$$h_a = 5 - 0,2 = 4,8$$

K_T – коефіцієнт, що враховує температуру стічних вод:

$$K_T = 1 + 0,02(T_w - 20) \quad (1.103)$$

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

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

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

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

$$C_a = \left(1 + \frac{h_a}{20,6}\right) C_T \quad (1.104)$$

$$C_a = \left(1 + \frac{4,8}{20,6}\right) \cdot 9,17 = 11,31 \text{ мг/л}$$

h_a – глибина занурення аератора, м; C_T – 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: $C_o = 2 \text{ мг/дм}^3$.

$$q_{air} = \frac{1,1(221,54 - 15)}{1,68 \cdot 2,91 \cdot 1,02 \cdot 0,85(11,31 - 2)} = 5,76$$

- Інтенсивність аерації:

$$J_a = \frac{q_{air} \cdot H_{at}}{t_{at}} \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{год}), \quad (1.105)$$

де H_{at} – робоча глибина аеротенка, м; t_{at} – період аерації, год.

$$J_a = \frac{5,76 \cdot 5}{2} = 14,4$$

- Годинна витрата повітря:

$$Q_{air} = q_{air} \cdot q_w^a \quad (1.106)$$

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

$$Q_{air} = 5,76 \cdot 5955,83 = 34\,305,58$$

- Добова витрата повітря для аерації стічних вод в аеротенках буде:

$$Q_{пов} = Q_{заг} \cdot q_{air} \quad (1.107)$$

$$Q_{пов} = 100\,000 \cdot 5,76 = 576\,000$$

Для визначення кількості аераторів передусім потрібно визначити загальне число пластин:

$$n = \frac{Q_{air} \cdot 1\,000}{100 \cdot 60} \text{ шт} \quad (1.108)$$

$$n = \frac{34\,305,58 \cdot 1000}{100 \cdot 60} = 5717,6$$

Для підбору повітродувки визначаємо необхідний загальний напір при розподілі повітря:

$$H = h_{\text{тр}} + h_{\text{м}} + h_{\text{ф}} + h_{\text{а}} \quad (1.109)$$

де $h_{\text{тр}}$ – втрати напору по довжині повітроводів від повітродувки до найбільш вилученого стояка - 0,2-0,4 м; $h_{\text{м}}$ – втрати напору на місцеві опори - 0,3-0,35 м; $h_{\text{ф}}$ – втрати напору у фільтросних пластинах - 0,5-0,8 м; $h_{\text{а}}$ – глибина занурення аератора (від поверхні води до фільтросів), м.

$$H = 0,3 + 0,3 + 0,6 + 4,8 = 6$$

- Тиск, що розвиває повітродувка:

$$\rho = 0,1 + 0,01 \cdot h_{\text{а}} \quad (1.110)$$

$$\rho = 0,1 + 0,01 \cdot 4,8 = 0,148 \text{ МПа}$$

- Розрахункова витрата повітря, м³/год:

$$Q_{\text{air}}^1 = 1,1 \cdot Q_{\text{air}} \quad (1.111)$$

$$Q_{\text{air}}^1 = 1,1 \cdot 34\,305,58 = 37\,736,14$$

При 4-ох повітродувках: $37\,736,14/4=9434,03$

Отже, приймаємо 4 повітродувки ТВ-175-1,6

Наступний етап біологічного очищення відбувається у вторинних відстійниках, що призначені для розділення мулової суміші та ущільнення затриманого мулу.

- Гідралічне навантаження для відстійників після аеротенків:

$$q_{\text{ssa}} = \frac{4,5 \cdot K_{\text{ss}} \cdot H_{\text{set}}^{0,8}}{(0,1 \cdot J_i \cdot a_i)^{0,5-0,01a_t}} \quad (1.112)$$

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 $a_i = 2,5$; a_t - концентрація мулу в проясненій воді, ($a_t = 10 - 15$ мг/дм³); H_{set} – глибина проточної частини відстійника діаметром 40м

$$Q_{ssa} = \frac{4,5 \cdot 0,4 \cdot 3,65^{0,8}}{(0,1 \cdot 70 \cdot 2,5)^{0,5-0,01 \cdot 15}} = 1,86$$

- Загальна площа дзеркала води:

$$F_{ssa} = \frac{Q_{maxh}}{Q_{ssa}} \quad (1.113)$$

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

$$F_{ssa} = \frac{5955,83}{1,86} = 3202,06$$

- Площа дзеркала води для одного відстійника:

$$f_{ssa} = \frac{F_{ssa}}{n}, \text{ м}^2, \quad (1.114)$$

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

$$f_{ssa} = \frac{3202,06}{3} = 1067,35$$

- Для радіальних відстійників діаметр дорівнює:

$$D_{ssa} = \sqrt{\frac{4 \cdot f_{ssa}}{\pi}} \quad (1.115)$$

$$D_{ssa} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1067,35}{3,14}} = 36,87$$

Отже, приймаємо 3 відстійника діаметром 40. Типовий проєкт 902-2-90/75

Для вторинних відстійників після аеротенків об'єм мулової камери передбачають рівним об'єму осаду, що випав, за період не більше 2 год. Гідростатичний тиск при видаленні осадів з відстійників приймають не менш, кПа (м вод.ст.): первинних 15 (1,5), вторинних після аеротенків - 9 (0,9).

1.4.8 Знезараження стічних вод

Знезараження стічних вод передбачено за допомогою активного хлору. Хлорне господарство очисних споруд має забезпечувати можливість

збільшення розрахункової дози хлору в 1,5 рази без зміни місткості складів для реагентів.

- Потрібна кількість активного хлору:

$$q_{Cl} = \frac{a \cdot q_{maxh}}{1000} \cdot 1,5 \quad (1.116)$$

де a - розрахункова доза активного хлору, приймають після повного біологічного очищення – 3 г/м³; q_{maxh} - максимальна часова витрата стічних вод, м³/год;

$$q_{Cl} = \frac{3 \cdot 5955,83}{1000} \cdot 1,5 = 26,8 \text{ кг/год}$$

Приймаємо хлоратори ЛК 10 П. Або за типовим проектом 301-7-15,85 1 робочий та 1 резервний.

Для зберігання хлору застосовуються балони $W=40$ л при $q_{Cl} < 2$ кг/год, або контейнери $W=800$ л. На складі хлору повинен бути передбачений 30-ти добовий запас хлору, тому кількість ємкостей визначається за формулою:

$$n = \frac{q_{Cl} \cdot 24 \cdot 30}{W \cdot \gamma_{Cl}} \quad (1.117)$$
$$n = \frac{26,8 \cdot 24 \cdot 30}{0,8 \cdot 1400} = 17,23 \text{ шт}$$

Приймаємо 18 ємкостей.

Для змішування стічної води з хлором можуть бути застосовані змішувачі будь-якого типу, що встановлюються перед контактними резервуарами. В цьому випадку використовуються змішувачі типу «лоток Паршалья». Приймаємо: $b= 1000$, $B=1200$, $l_{заг} = 14,97$, $L=6,6$, втрати напорі = 0,34

Контактні резервуари проектують як первинні відстійники без скребків (вертикальні й горизонтальні). Приймаємо горизонтальні контактні резервуари за типовим проектом 902-3-22

- Ємність контактних резервуарів:

$$W_k = q_{\max h} \cdot T_k, \quad (1.118)$$

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

$$W_k = 5955,83 \cdot 0,5 = 2977,92$$

- Площа дзеркала води відстійника:

$$F_k = \frac{W_k}{n \cdot H} \quad (1.119)$$

де n - число контактних резервуарів; $n \geq 2$ шт; H - глибина проточної частини відстійника, (робоча глибина) м.

$$F_k = \frac{2977,92}{4 \cdot 3,2} = 232,65 \text{ м}^2$$

- Для горизонтальних відстійників, довжина секції:

$$L_k = \frac{F_k}{B_k}, \quad (1.120)$$

$$L_k = \frac{232,65}{6} = 38,78 = 39 \text{ м}$$

Приймаємо горизонтальні контактні резервуари з кількістю секцій $n = 4$, шириною $B_k = 6$ м, робочою глибиною $h = 3,2$ м.

- Кількість стисненого повітря, яке подається в горизонтальні контактні резервуари при видаленні осаду:

$$Q_{\text{air}} = I_a^k \cdot F_k \cdot n \quad (1.121)$$

де I_a - інтенсивність барботажа приймають рівною $0,5 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$

$$Q_{\text{air}} = 0,5 \cdot 232,65 \cdot 4 = 465,3 \text{ м}^3/\text{год}$$

- Кількість осаду складе:

$$W_{\text{ос}} = \frac{q_0 \cdot Q_d}{1000} \quad (1.122)$$

де q_0 - кількість осаду, що випадає в контактних резервуарах, $\text{л}/(\text{м}^3 \cdot \text{доб})$, після повного біологічного очищення стічних вод приймається $0,5 \text{ л}/(\text{м}^3 \cdot \text{доб})$ при вологості 98%.

$$W_{\text{ос}} = \frac{0,5 \cdot 100\,000}{1000} = 50$$

1.4.9 Споруди обробки осадів

У процесі обробки міських стічних вод на очисних станціях водовідведення утворюються осади, а саме: великі покидьки, затримані на решітках; пісок, затримуваний піскоуловлювачами; сирий осад, затримуваний у первинних відстійниках; надлишковий активний мул після вторинних відстійників

- Великі покидьки, які затримані на решітках за рік:

$$W_{\text{відх}}^{\text{рік}} = \frac{8 \cdot N_{\text{priv}}^{\text{ЗВ}}}{1000}, \text{ м}^3/\text{рік} \quad (1.123)$$

$$W_{\text{відх}}^{\text{рік}} = 4102,76 \text{ м}^3/\text{рік}$$

- За добу:

$$W_{\text{відх}}^{\text{доб}} = \frac{W_{\text{відх}}^{\text{рік}}}{365} \text{ м}^3/\text{добу} \quad (1.124)$$

$$W_{\text{відх}}^{\text{доб}} = 11,24 \text{ м}^3/\text{добу}$$

- Об'єм піску, затримуваного піскоуловлювачами:

$$W_s = \frac{0,03 \cdot N_{\text{priv}}}{1000}, \text{ м}^3/\text{доб} \quad (1.125)$$

$$W_s = \frac{0,03 \cdot 512845}{1000} = 15,4 \text{ м}^3/\text{доб}$$

- Сирий осад, затримуваний у первинних відстійниках:

$$W_{\text{mud}} = Q_{\text{mud}} = \frac{Q(C_{\text{en1}} - 150)}{(100 - P_{\text{mud}})\gamma_{\text{mud}} \cdot 10^4} \quad (1.126)$$

де Q – середня добова витрата стічних вод, $\text{м}^3/\text{добу}$ ($Q_{\text{доб}}$); P_{mud} – вологість осаду, %; - 95 %; γ_{mud} – щільність осаду, $\text{г}/\text{см}^3$ - 1,06; C_{en1} – концентрація завислих речовин у воді, що подається відстійник

$$W_{\text{mud}} = Q_{\text{mud}} = 301,92 \text{ м}^3/\text{добу}$$

- Кількість осаду по сухій речовині:

$$M_{\text{mud}} = \frac{Q_d(C_{\text{en1}} - 150)}{10^6}, \text{ т}/\text{доб} \quad (1.127)$$

$$M_{\text{mud}} = 16 \text{ т}/\text{добу}$$

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

$$M_{\text{mud}}^s = \frac{M_{\text{mud}} \cdot (100 - P_g) \cdot (100 - S_{\text{mud}})}{10^4} \quad (1.128)$$

$$M_{\text{mud}}^s = \frac{16 \cdot (100 - 6) \cdot (100 - 27)}{10^4} = 11,1 \text{ т/добу}$$

- Надлишковий активний мул, затримуваний у вторинних відстійниках

- Кількість сирого осаду по сухій речовині:

$$M_{\text{mud.a}} = \frac{P_i \cdot Q_d}{10^6} \quad (1.129)$$

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

P_i - приріст активного мулу:

$$P_i = 0,8 \cdot C_{\text{cdp}} + K_g \cdot L'_{\text{en}}, \text{ г/м}^3, \quad (1.130)$$

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) $L_{\text{осв}} = 176,16$; K_g - коефіцієнт приросту: 0,3

$$P_i = 0,8 \cdot 150 + 0,3 \cdot 221,54 = 186,46 \text{ г/м}^3$$

$$M_{\text{mud.a}} = \frac{186,46 \cdot 135\,900}{10^6} = 18,65 \text{ т/доб}$$

- Об'єм мулу:

$$W_{\text{mud.a}} = \frac{M_{\text{mud.a}} \cdot 100}{(100 - P_{\text{mud.a}}) \cdot \rho_{\text{mud.a}}} \quad (1.131)$$

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

$\rho_{\text{mud.a}}$ - густина активного мулу - 1,03 т/м³.

$$W_{\text{mud.a}} = \frac{18,65 \cdot 100}{(100 - 99,5) \cdot 1,03} = 3621,36 \text{ м}^3$$

- Об'єм ущільненого надлишкового активного мулу:

$$W_u = \frac{M_{\text{mud.a}} \cdot 100}{100 - P_{\text{ex}}} \quad (1.132)$$

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

$$W_u = \frac{18,65 \cdot 100}{100 - 97,3} = 690,74 \text{ мЗ}$$

- Кількість надлишкового активного мулу по абсолютно сухій беззольній речовині

$$M_{\text{mud.a}}^s = \frac{M_{\text{mud.a}} \cdot (100 - P_g) \cdot (100 - S_{\text{mud.a}})}{10^4} \quad (1.133)$$

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

$$M_{\text{mud.a}}^s = \frac{18,65 (100 - 6)(100 - 27)}{10^4} = 12,80 \text{ т/добу}$$

- Кількість суміші по сухій речовині:

$$M_{\text{tot}} = M_{\text{mud}} + M_{\text{a.mud}} \quad (1.134)$$

$$M_{\text{tot}} = 16 + 18,65 = 34,65 \text{ т/добу}$$

- По абсолютно сухій беззольній речовині:

$$M_{\text{tot}}^s = M_{\text{mud}}^s + M_{\text{a.mud}}^s \quad (1.135)$$

$$M_{\text{tot}}^s = 11,1 + 12,8 = 23,9 \text{ т/добу}$$

- Об'єм осаду:

$$W_{\text{tot}} = W_{\text{mud}} + W_u \quad (1.136)$$

$$W_{\text{tot}} = 301,92 + 690,74 = 992,66 \text{ мЗ}$$

- Середня вологість суміші:

$$P_{\text{mix}} = 100 \cdot \left(1 - \frac{M_{\text{tot}}}{W_{\text{tot}}}\right) \quad (1.137)$$

$$P_{\text{mix}} = 100 \left(1 - \frac{23,9}{992,66}\right) = 97,6\%$$

- Зольність суміші:

$$S_{\text{tot}} = \left(1 - \frac{M_{\text{tot}}^s}{M_{\text{mud}} \cdot \frac{(100 - P_g)}{100} + M_{\text{a.mud}} \cdot \frac{(100 - P_g)}{100}}\right) \cdot 100, \% \quad (1.138)$$

$$S_{\text{tot}} = \left(1 - \frac{23,9}{\frac{16 \cdot (100 - 6)}{100} + \frac{18,65(100 - 6)}{100}}\right) \cdot 100 = 27\%$$

- Об'єм осаду, що утворюється у контактних резервуарах:

$$W_{oc} = \frac{q_0 \cdot Q_d}{1000}, \text{ м3/добу} \quad (1.139)$$

$$W_{oc} = \frac{0,5 \cdot 100\,000}{1000} = 50 \text{ м3/добу}$$

Усі осади, що утворюються в процесі очищення стічних вод, підлягають спеціальній обробці з метою їх знезараження та подальшого використання, зокрема як органічного добрива. Надлишковий активний мул перед подачею на стабілізацію в метантенки спочатку ущільнюється в мулозгущувачах. Сирий осад, що надходить із первинних відстійників, разом із ущільненим активним мулом подається безпосередньо в метантенки, де відбувається процес анаеробного зброджування. У результаті цього процесу утворюється біогаз, для збирання і тимчасового зберігання якого передбачається встановлення газгольдерів.

Для згущення осаду приймаємо радіальні мулозгущувачі. Розрахунок мулозгущувачів виконують на максимальну годинну подачу активного мулу:

$$Q_{mud.a} = \frac{P_{max} \cdot q_{max.h}}{C \cdot 10^3} \quad (1.140)$$

$q_{max.h}$ – максимальногодинна витрата стічних вод; C - концентрація надлишкового активного мулу, що ущільнюється - приймається рівною дозі мулу в регенераторі аеротенка а_г.

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

$$P_{max} = K_M \cdot (P_i - a_t) \quad (1.141)$$

де K_M - коефіцієнт місячної нерівномірності приросту мулу, - 1,15+1,3; P_i - приріст активного мулу; a_t - концентрація активного мулу, що виноситься з вторинних відстійників у водойму – 10-15 мг/дм³.

$$P_{max} = 1,2 (186,46 - 15) = 205,75$$

$$Q_{mud.a} = \frac{205,75 \cdot 5955,83}{14,4 \cdot 10^3} = 85,04$$

- Корисна площа поперечного перерізу радіального мулозгущувача:

$$F_{\text{ПОЛ}} = \frac{Q_{\text{mud.a}}}{q_0}, \quad (1.142)$$

де q_0 - розрахункове навантаження на площу дзеркала ущільнювача.

$$F_{\text{ПОЛ}} = \frac{85,04}{0,3} = 283,47 \text{ м}^2$$

- Діаметр одного мулоущільнювача визначаємо за формулою:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\text{ПОЛ}}}{\pi \cdot n}} \quad (1.143)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 283,47}{3,14 \cdot 2}} = 13,4$$

Приймаємо 2 радіальні мулоущільнювачі діаметрами 18

- Висота робочої зони мулоущільнювача за формулою:

$$h = q_0 \cdot T_{\text{ущ}} \quad (1.144)$$

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

$$h = 0,3 \cdot 10 = 3 \text{ м}$$

- Загальна висота мулоущільнювача:

$$H = h + h_{\text{ЗАЛ}} + h_{\text{Б}} \quad (1.145)$$

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

$$H = 3 + 0,7 + 0,3 = 4$$

- Максимальна витрата рідини, що відділяється в процесі ущільнення:

$$Q = Q_{\text{mud.a}} \cdot \frac{P_{\text{mud.a}} - P_{\text{ex}}}{100 - P_{\text{ex}}} \quad (1.146)$$

$P_{\text{mud.a}}$ - вологість мулу, що надходить; P_{ex} - ущільненого мулу - 97,3 %.

$$Q = 85,04 \cdot \frac{99,5 - 97,3}{100 - 97,3} = 69,29$$

- Об'єм мулової частини мулоущільнювачів:

$$V = Q_{\text{mud.a}} \cdot \frac{100 - P_{\text{mud.a}}}{100 - P_{\text{ex}}} \cdot \frac{t_{\text{мул}}}{n} \quad (1.147)$$

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

$$V = 85,04 \frac{100 - 99,5}{100 - 97,3} \cdot \frac{8}{2} = 62,99$$

Для анаеробного зброджування осадів стічних вод з метою стабілізації, ущільнення і отримання метаноутворюючого газу бродіння використовуються метантенки. Приймається термофільний режим зброджування. Температура зброджування 53°C .

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

- Необхідна місткість метантенків буде:

$$W_{\text{mt}} = \frac{W_{\text{tot}} \cdot 100}{D_{\text{mt}}} \quad (1.148)$$

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

$$W_{\text{mt}} = \frac{992,66 \cdot 100}{19} = 5224,53$$

- Об'єм одного метантенка:

$$W'_{\text{mt}} = \frac{W_{\text{mt}}}{n} \quad (1.149)$$

n – кількість метантенків - має бути не менше двох, при умові, що всі робочі.

$$W'_{\text{mt}} = \frac{5224,54}{2} = 2612,265$$

Приймаємо 2 метантенки за типовим проєктом ТП 902-5-17.86

- Фактична доза завантаження:

$$D_{\text{mtf}} = \frac{W_{\text{mt}} \cdot D_{\text{mt}}}{W_{\text{mtf}} \cdot n} \quad (1.150)$$

$$D_{\text{mtf}} = \frac{5224,53 \cdot 19}{5000 \cdot 2} = 9,93\%$$

- Максимально можливе зброджування беззольної речовини осаду, що завантажуються для суміші осаду з активним мулом

$$R_{\text{lim}} = \frac{R_{\text{lim}} \cdot M_{\text{mud}}^S + R_{\text{lim.mud.a}} \cdot M_{\text{mud.a}}^S}{M_{\text{tot}}^S} \quad (1.151)$$

$$R_{\text{lim}} = \frac{53 \cdot 11,1 + 44 \cdot 12,8}{23,9} = 48,18$$

Розпад беззольної речовини R_r осаду, що завантажується в залежності від дози завантаження

$$R_r = R_{\text{lim}} - K_r \cdot D_{\text{mt}} \quad (1.152)$$

D_{mt} – фактична доза завантаження; K_r – коефіцієнт, що залежить від вологості осаду

$$R_r = 48,18 - 0,17 \cdot 9,93 = 46,49$$

- Добова кількість газу, одержуваного при зброджуванні:

$$Q_r = \frac{R_r \cdot M_{\text{tot}}^S \cdot 1000}{100 \cdot \rho} \quad (1.153)$$

ρ – густина газу = 1 кг/м³.

$$Q_r = \frac{46,49 \cdot 23,9 \cdot 1000}{100 \cdot 1} = 11111,11 \text{ м}^3$$

- Вага осаду по сухій речовині після зброджування:

$$M_{\text{SB}} = M_{\text{tot}} \cdot \left(1 - \frac{R_r \cdot \left(1 - \frac{S_{\text{tot}}}{100} \right)}{100} \right) \quad (1.154)$$

S_{tot} – зольність суміші.

$$M_{\text{SB}} = 34,65 \left(1 - \frac{46,49 \cdot \left(1 - \frac{27}{100} \right)}{100} \right) = 22,89 \text{ т}$$

- Об'єм збродженого осаду дорівнює об'єму осаду, що надходить в метантенки: $W_{\text{SB}} = W_{\text{tot}} = 992,66 \text{ м}^3$

- Вологість збродженого осаду за формулою:

$$P_{\text{SB}} = 100 \cdot \left(1 - \frac{M_{\text{SB}}}{W_{\text{SB}}} \right) \quad (1.155)$$

$$P_{\text{SB}} = 100 \left(1 - \frac{22,89}{992,66} \right) = 98 \%$$

Наступним етапом є розрахунок газгольдерів. Ємність газгольдерів визначаємо за формулою:

$$W_{gr} = \frac{Q_r \cdot \tau}{24} \quad (1.156)$$

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

$$W_{gr} = \frac{11\,111,11 \cdot 3,5}{24} = 1620,37 \text{ м}^3$$

Приймаємо за типовим проектом ТП-707-2-6

Механічне зневоднення осадів застосовується при недостатній площі або в разі необхідності подальшої утилізації осадів. Застосовуємо для зневоднення барабанні вакуум-фільтри.

- Необхідна площа фільтрації буде:

$$F_f = \frac{M_{tot}}{P_f \cdot n \cdot t} \quad (1.157)$$

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,

$$F_f = \frac{34650}{20 \cdot 2 \cdot 8} = 108,28 \text{ м}^2$$

Приймаємо 3 робочих та 1 резервний вакуум фільтри БОУ-40-3,4 з поверхнею фільтрування 40 м² кожен.

Зневоднення осадів в природних умовах відбувається на мклових майданчиках. Об'єм суміші сирого осаду і надлишкового активного мулу з фактичною вологістю $P_{mix} = PSB = 98\%$ становить: $W_{tot} = 928,1$. Таким чином, на аварійні мулові майданчики може надходити:

$$W_{ав.мул} = 0,2 \cdot W_{tot} \quad (1.158)$$

$$W_{ав.мул} = 0,2 \cdot 928,66 = 185,73$$

- Корисна площа мулових майданчиків:

$$F = \frac{W_{ав.мул} \cdot 365}{h \cdot K}, \text{ м}^2, \quad (1.159)$$

де, навантаження, h , осаду м^3 на м^2 майданчика за рік – $1,5 \text{ м}^3$; $K = 0,8 - 1$ - коефіцієнт, що враховує частину площі, що відводиться під зимове намерзання.

$$F = \frac{198,53 \cdot 365}{1,5 \cdot 1} = 48\,308,96 \text{ м}^2$$

Приймаючи площу однієї карти $600 \text{ м}^2 = 20 \times 30 \text{ м}$., кількість карт буде:

$$n = \frac{48\,308,96}{600} = 80,5 = 81$$

РОЗДІЛ 2.
ВНУТРІШНЄ САНІТАРНО-ТЕХНІЧНЕ
ОБЛАДНАННЯ БУДІВЛІ

КОНСУЛЬТАНТ

/ _____ /

ЗДОБУВАЧКА

/ _____ /

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		66

2.1 Водопостачання

2.1.1 Розрахунок загальних об'ємів водоспоживання в будинку

Цей розділ дипломної роботи виконаний відповідно до нормативних документів [7], [8] також використана інформація з навчального посібника [9], а розрахунки проведено згідно з методичними вказівками [10].

Для початку необхідно розрахувати загальну кількість жителів, які проживають в будинку, а також кількість санітарних приладів у ньому.

- Кількість приладів N

$$N = 16 \cdot 14 = 224 \text{ шт}$$

- Кількість жителів U дорівнює кількості санітарних приладів:

$$U = N = 224 \text{ жителів}$$

За ступенем благоустрою за діючими будівельними 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:

$$q_T^{tot} = \frac{Q_T^{tot}}{T} \quad (2.1)$$

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

$$q_T^c = \frac{Q_T^c}{T} \quad (2.2)$$

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

$$q_T^h = \frac{Q_T^h}{T} \quad (2.3)$$

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

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

Розраховуємо максимальну добову витрату одним споживачем:

· загальна:

$$Q_{max}^{tot} = Q_T^{tot} \cdot k_d \quad (2.4)$$

$$Q_{max}^{tot} = 250 \cdot 1,38 = 345 \text{ л/доб}$$

· холодна:

$$Q_{max}^c = Q_T^c \cdot k_d \quad (2.5)$$

$$Q_{max}^c = 250 \cdot 1,38 = 345 \text{ л/доб}$$

· гаряча:

$$Q_{max}^h = Q_T^h \cdot k_d \quad (2.6)$$

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

де k_d — коефіцієнт максимальної добової нерівномірності, який приймається згідно з таблицею 1, методичних вказівок, в залежності від середньої за годину витрати води та кількості приладів N .

Максимальна добова витрата всіма споживачами на будинок:

$$Q_{max \text{ доб}}^{tot} = \frac{Q_{max}^{tot}}{1\,000} \cdot U \quad (2.7)$$

$$Q_{max \text{ доб}}^{tot} = \frac{345}{1\,000} \cdot 224 = 77,28 \frac{\text{м}^3}{\text{доб}}$$

$$Q_{max \text{ доб}}^c = \frac{Q_{max}^c}{1\,000} \cdot U \quad (2.8)$$

$$Q_{max \text{ доб}}^c = \frac{229,5}{1\,000} \cdot 224 = 51,408 \frac{\text{м}^3}{\text{доб}}$$

$$Q_{max \text{ доб}}^c = \frac{Q_{max}^c}{1\,000} \cdot U \quad (2.9)$$

$$Q_{max \text{ доб}}^h = \frac{153}{1\,000} \cdot 224 = 34,272 \frac{\text{м}^3}{\text{доб}}$$

Для холодної води додаємо витрату на полив прилеглої території:

$$Q_{max \text{ доб}}^c = \frac{Q_{max}^c}{1\,000} \cdot U \quad (2.10)$$

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

· площа зелених насаджень = $228/2 = 114 \text{ м}^2$

· площа асфальтованих доріжок = $228/2 = 114 \text{ м}^2$

Полив асфальтованих покриттів = 0,3...0,6 на 1 м², тоді отримуємо: $114 \cdot 0,5 = 57 \text{ м}^2$. Полив зелених насаджень = 3...5 на 1 м², тоді отримуємо: $157,5 \cdot 5 = 570 \text{ м}^2$

$$Q_{max\text{ доб}}^c = 51,408 + 57 + 570 = 678,408 \frac{\text{м}^3}{\text{доб}}$$

Розрахунок проводиться на два режими роботи системи: режим максимального господарсько-питного водоспоживання і на режим максимального господарсько-питного водоспоживання та пожежа.

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

Розрахунок внутрішньої мережі холодного водопроводу виконується на основі аксонометричної схеми. Визначаємо витрати води на всіх ділянках, підбираємо діаметри труб та визначаємо напори.

Необхідно визначити диктуючий прилад, тобто прилад, який розташований на верхньому поверсі в найбільш віддаленій точці від насосів та має максимальну витрату води. Визначаємо витрати на ділянках, в залежності від кількості приладів N при розрахунковій середній витраті за годину q_T^c на одну людину. Діаметр, швидкість, $1000i$ визначаємо за таблицями Шевелева. Розрахункова швидкість повинна бути в межах 0,9-1,3 м/с. Усі результати розрахунків наведено до таблиці 2.1.

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	$H_l=1000i \cdot l$, мм
1-2	1,1	2	0,225	20	0,7	92,1	101,31
2-3	3	4	0,246	20	0,767	108	324
3-4	3	8	0,298	20	0,934	153	459
4-5	3	12	0,338	20	1,05	194	582
5-6	3	16	0,379	20	1,18	241	723
6-7	3	20	0,419	20	1,31	295	885
7-8	3	24	0,451	20	1,41	342	1026
8-9	3	28	0,484	25	0,901	105	315
9-10	3	32	0,516	25	0,96	118	354
10-11	3	36	0,549	25	1,02	133	399

Продовження таблиці 2.1

11-12	3	40	0,581	25	1,08	147	441
12-13	3	44	0,609	25	1,14	161	483
13-14	3	48	0,638	25	1,19	176	528
14-15	3	52	0,666	25	1,25	191	573
15-16	5,5	56	0,695	25	1,3	207	1138,5
16-17	5,6	112	1,06	32	1,11	105	588
17-18	7,5	168	1,39	40	1,1	87,1	653,25
18-19	1,8	182	1,48	40	1,17	97,9	176,22
19-НС	7,5	224	1,71	40	1,36	130	975
$\sum H_l$							10 724,28

Розрахункова витрата холодної води на ввіді в будинок при роботі системи в режимі максимального господарсько-питного водоспоживання $q^c = 1,71$ л/с.

2.1.3 Гідравлічний розрахунок внутрішнього холодного водопроводу на режим максимального господарсько-питного водоспоживання плюс пожежогасіння

Розрахунок режиму максимального господарсько-питного водоспоживання з врахуванням пожежогасіння починаємо з визначення диктуючої точки, а саме найбільш віддаленого пожежного крана. Розрахункову швидкість слід приймати 1,5-3,0 м/с. Результати розрахунків вказані в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

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			1000 i, мм	$H_l=1000i \cdot l$, мм
1'-2'	45	0	2,5	2,5	40	1,99	277,6	12492
2'-18	3,9	1,48	2,5	3,98	50	1,88	177,3	691,47
19-НС	7,5	1,71	2,5	4,21	70	1,22	54,7	93,537
$\sum H_l$							13277	

Приймаємо діаметри труб при другому режимі (водоспоживання + пожежа). Тоді сума витрат на ділянці:

$$\sum H_l = 9\,704,82 \text{ мм}$$

Сумарні втрати напору в місцевих опорах на магістралі:

$$\sum H_{l,tot} = (1 + k_l) \sum H_l \quad (2.11)$$

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

$$\sum H_{l,tot} = (1 + 0,2) \cdot 9\,704,82 = 11\,645,784 \text{ мм}$$

2.1.4 Підбір лічильника для води

На вводі водопроводу встановлюємо лічильник для обліку води, що споживається. Розрахунок проводимо на пропуск максимальної загальної витрати холодної та гарячої води. Діаметр лічильника обираємо виходячи із середньо годинної витрати за добу максимального водоспоживання $q_T^{tot} = 10,42$ л/год.

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

Втрати напору в лічильнику визначається:

$$H_{ліч} = S \cdot q^{tot^2} \quad (2.12)$$

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, $= 2,19$ л/с.

Діаметр лічильника – 40 мм.

$$H_{ліч} = 0,5 \cdot 2,19^2 = 2,4 \text{ м}$$

2.1.5 Визначення необхідного напору в мережі холодного водопроводу

Необхідний напір у вводі до будинку визначається:

$$H_{необх} = \pm H_{geod} + \sum H_{l,tot}^{30BH} + H_{geom} + \sum H_{l,tot}^{BH} + H_{ліч} + H_f \quad (2.13)$$

де H_{geod} – різниця між геодезичною відміткою точки приєднання до міського водопроводу і відміткою вводу в будинку, = 0,4;

H_{geom} – геометрична висота від точки вводу до осі змішувача диктуючого приладу, = 43 м;

$\sum H_{l,tot}^{BH}$, $\sum H_{l,tot}^{30BH}$ – сумарні втрати напору за довжиною і в місцевих опорах, відповідно, у внутрішньо квартальній і внутрішній мережах трубопроводів;

$$\sum H_{l,tot}^{BH} = 11\,645,784 \text{ мм};$$

$$\sum H_{l,tot}^{30BH} = 9715,68 \text{ мм};$$

$H_{ліч}$ – втрати напору у водолічильнику, = 2,4 м;

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

$$H_{необх} = 0,4 + 43 + 11,65 + 9,72 + 2,4 + 3 = 70,17 \text{ м}$$

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

Таблиця 2.3

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	HI=1000i·L
ВК3-ВК4	29,3	344	2,48	40	1,79	277,6	8133,68
ВК4-ВК5	22,6	854	4,96	70	1,35	70	1582
						$\sum H_l$	9715,68

2.1.6 Розрахунок насосної установки

Напір насоса:

$$H_{насос} = H_{необх} - H_{гарант} \tag{2.14}$$

$$H_{насос} = 70,17 - 42 = 28,17 \text{ м}$$

Витрата насосу дорівнює загальній максимальній секундній витраті:

$$q_{насос} = q^{tot} = 1,71 \text{ л/с}$$

Потужність насосної установки:

$$N = \frac{\rho g q H_{\text{насос}}}{1000 \eta} \cdot K \quad (2.15)$$

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

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

η – коефіцієнт корисної дії насосної установки, $= 0,5 \dots 0,6$;

K – коефіцієнт запасу, $= 1,3 \dots 1,8$.

$$N = \frac{1000 \cdot 9,81 \cdot 1,71 \cdot 28,17}{1000 \cdot 0,5} \cdot 1,5 = 1415$$

Встановлюємо один робочий та один резервний насос

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

Необхідний напір у ввіді до будинку визначається:

$$H_{\text{необх}} = \pm H_{\text{geod}} + \sum H_{l,tot}^{\text{зобвн}} + H_{\text{geom}} + \sum H_{l,tot}^{\text{BH}} + H_{\text{ліч}} + H_f \quad (2.16)$$

$H_{\text{geod}} = 0,15$ м; $\sum H_{l,tot}^{\text{зобвн}} = 1,1 \cdot 13277 = 14\,604,7$; $H_{\text{geom}} = 41,3$ м; $\sum H_{l,tot}^{\text{BH}} = 11\,645,784$ м; $H_{\text{ліч}} = 0$; $H_f = 10$ м.

$$H_{\text{необх}} = 0,15 + 14,61 + 41,3 + 11,65 + 10 = 77,71 \text{ м}$$

$$H_{\text{насос}} = 77,71 - 42 = 35,71$$

$$N = \frac{1000 \cdot 9,81 \cdot 4,21 \cdot 35,71}{1000 \cdot 0,5} \cdot 1,5 = 2\,950$$

Встановлюємо один робочий та один резервний насос

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

Розрахунок внутрішньої мережі гарячого водопроводу виконується аналогічно розрахунку холодного водопостачання.

Розрахунок виконується на два режими: на режим максимального господарського-питного водоспоживання і на режим циркуляції. Результати розрахунків внесені до таблиці 2.4.

Таблиця 2.4.

**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	$H_l=1000i \cdot l$, мм
1-2	1,1	2	0,183	20	0,57	62,5	68,75
2-3	3	3	0,193	20	0,599	67,3	201,9
3-4	3	6	0,224	20	0,697	91,31	273,93
4-5	3	9	0,254	20	0,793	114,1	342,3
5-6	3	12	0,28	20	0,889	141	423
6-7	3	15	0,307	20	0,961	162	486
7-8	3	18	0,331	20	1,02	183	549
8-9	3	21	0,354	20	1,08	204	612
9-10	3	24	0,378	20	1,17	235	705
10-11	3	27	0,402	20	1,25	266,6	799,8
11-12	3	30	0,426	20	0,797	83,2	249,6
12-13	3	33	0,447	25	0,835	91,1	273,3
13-14	3	36	0,468	25	0,874	99,3	297,9
14-15	3	39	0,49	25	0,74	107,2	321,6
15-16	5,5	42	0,51	25	0,787	115,4	634,7
16-17	5,6	84	0,767	32	0,804	57,45	321,72
17-18	7,5	126	1	32	1,05	93,6	702
18-19	1,8	140	1,08	32	1,13	108,2	194,76
19-водонагрівач	7	182	1,3	40	1,03	76,8	537,6
						$\sum H_l$	7994,86

2.1.8 Розрахунок системи внутрішнього гарячого водопроводу на режим циркуляції

Циркуляційні витрати в системі будуть дорівнювати 20% від витрат гарячого водопостачання. Отже, циркуляційні витрати становлять 0,26 л/с. Циркуляційна витрата на кожному стояку буде дорівнювати 0,052 л/с.

Витрати трубопроводу Т4 буде дорівнювати циркуляційним витратам в системі, тобто = 0,26 л/с. Діаметр трубопроводу Т4 приймаємо без розрахунків на

розмір менше ніж подаючий трубопровід 40 мм. Тобто, приймаємо трубопровід 32 мм.

Таблиця 2.5

Розрахунок циркуляційних трубопроводів

Номер ділянки	Довжина	Розрахунков а витрата	Діаметр	Швидкість	Витрати напору по довжині	
					1000i	Hl=1000i·L
1-2	3,3	0,21	25	0,37	20	66
2-3	7,5	0,16	25	0,28	12,5	93,75
3-4	2,1	0,11	20	0,31	21,1	44,31
4-5	45,3	0,05	15	0,29	28,8	1304,64
5-6	45,3	0,26	25	0,42	24	1087,2
6-7	13,4	0,26	25	0,42	24	321,6
					$\sum H_l$	2917,5

2.1.9 Розрахунок водонагрівальної установки

Для приготування гарячої води приймаємо пластичний водонагрівач. Для його розрахунку знаходимо необхідний тепловий потік за годину максимального водоспоживання на потреби гарячого водоспоживання:

$$Q_{hr}^h = 1.16 \cdot q_{hr}^h \cdot (55 - t^c) + Q^{ht} \quad (2.17)$$

де t^c – температура холодної води у мережі холодного водопроводу, = 2°C.

$$Q_{hr}^h = 1,16 \cdot 2.11 \cdot (55 - 2) + (0.2 \cdot 1,16 \cdot 2.11 \cdot (55 - 2)) = 134.91 \text{ кВт}$$

Загальна площа поверхні теплообміну в апараті:

$$F = \frac{Q_{hr}^h}{k \cdot \Delta t_{max}} \quad (2.18)$$

де k – коефіцієнт теплопередачі прийнятого типу пластини, = 1 500 $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} \cdot \text{°C}$;

Δt_{max} – середньо логарифмічний температурний напір, °C, який визначається за формулою:

$$F\Delta t_{max} = \frac{(t_1' - t_2'') - (t_1'' - t_2')}{\ln \frac{(t_1' - t_2'')}{(t_1'' - t_2')}} \quad (2.19)$$

$t_1' = 95^\circ\text{C}$ та $t_1'' = 20^\circ\text{C}$ - температура теплоносія відповідно на вході і на виході з теплообмінника;

$t_2' = 2^\circ\text{C}$ та $t_2'' = 55^\circ\text{C}$ - температура води, що нагрівається на вході і на виході з теплообмінника;

$$\Delta t_{max} = \frac{(95 - 55) - (20 - 2)}{\ln \frac{(95 - 55)}{(20 - 2)}} = 27,55^\circ\text{C}$$

$$F = \frac{134,91}{1,5 \cdot 27,55} = 3,3 \text{ м}^2$$

Кількість пластин у теплообміннику знаходимо із співвідношення:

$$n = \frac{F}{f} + 2 \quad (2.20)$$

f – площа нагрівання однієї пластини, $= 0,3 \text{ м}^2$

$$n = \frac{3,3}{0,3} + 2 = 13 \text{ шт}$$

2.2 Водовідведення

2.2.1 Конструювання системи внутрішнього господарсько-побутового водовідведення

Витрати дощових вод з покрівлі будинку розраховуємо за залежностями. Розраховуємо як для плоскої, так і для похилої покрівлі:

- Для плоских покрівель (ухил $< 1,5\%$):

$$Q = \frac{F \cdot q_{20}}{10\,000} \quad (2.21)$$

де F – розрахункова площа:

$$F = F_1 + 0,3F_2 \quad (2.22)$$

де F_1 – дійсна площа покрівлі в плані;

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

$$F = 297,16 + 0,3 \cdot 106,92 = 330,136 \text{ м}^2$$

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

$$Q = \frac{330,136 \cdot 100}{10\,000} = 3,3 \text{ л/с}$$

- Для похилих покрівель (ухил > 1,5%):

$$Q = \frac{F \cdot q_5}{10\,000} \quad (2.23)$$

де q_5 – інтенсивність п'ятихвилинного дощу:

$$q_5 = 4^n \cdot q_{20} \quad (2.24)$$

n – параметр, який залежить від місцевості, на якій ведеться будівництво.

$$q_5 = 4^{0,69} \cdot 100 = 260,27 \text{ л/с}$$

$$Q = \frac{330,136 \cdot 260,27}{10\,000} = 8,59 \text{ л/с}$$

Для плоскої покрівлі: діаметр внутрішніх вертикальних водостічних стояків: 85 мм, горизонтальних - 100 мм з ухилом 0,01 та швидкістю 0,66 м/с. Для похилих так само приймаємо 85 мм, горизонтальні 100 мм, але зі швидкістю 1,17 м/с, і ухилом 0,03.

2.2.2 Розрахунок внутрішньоквартальної (дворової) господарсько-побутової мережі водовідведення

Проводимо гідравлічний розрахунок внутрішньоквартальної мережі для прилеглого колектора мережі від КК19 до КК9. Результати розрахунків наведені в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6

Гідравлічний розрахунок внутрішньоквартальної (дворової) мережі водовідведення

N ділянок	Довжина l, м	Розрахункова витрата q сіт, л/с	Діаметр d, мм	Ухил		Наповнення h/d	Висота h, м	Швидкість V, м/с	Падіння Ітр×l, м	Відмітки, м								Глибина закладання лотка труби	
				Землі Із	Труби Ітр					Поверхні Землі		Поверхні води		Лотка труби		Шелиги труби		На початку	В кінці
										На початку	В кінці	На початку	В кінці	На початку	В кінці	На початку	В кінці		
Головний колектор побутової мережі																			
19-20	12,2	2,94	150	0,00984	0,008	0,33	0,0495	0,575	0,0976	139,8	139,68	138,85	138,75	138,80	138,70	138,95	138,85	1	0,98
20-21	8,3	3,63	150	0,00964	0,008	0,374	0,0561	0,597	0,0664	139,68	139,6	138,75	138,69	138,70	138,63	138,85	138,78	0,978	0,971
21-22	34,5	3,63	150	0,01159	0,008	0,374	0,0561	0,597	0,276	139,6	139,2	138,69	138,41	138,63	138,35	138,78	138,50	0,971	0,8466
22-17	28,5	4,28	150	0,01053	0,01	0,3385	0,0508	0,681	0,285	139,2	138,9	138,41	138,12	138,36	138,07	138,50	138,22	0,847	0,826
17-18	20	5,0	150	0,01500	0,01	0,42	0,0630	0,706	0,2	138,9	138,6	138,12	137,92	138,06	137,86	138,22	138,01	0,826	0,7385
18-8	15,5	6,01	200	0,01290	0,01	0,436	0,0872	0,741	0,155	138,6	138,4	137,92	137,77	137,84	137,68	138,01	137,88	0,738	0,7177
8-9	12,5	13,94	200	0,01200	0,015	0,69	0,1380	1,08	0,1875	138,4	138,25	137,77	137,58	137,63	137,44	137,88	137,64	0,718	0,806

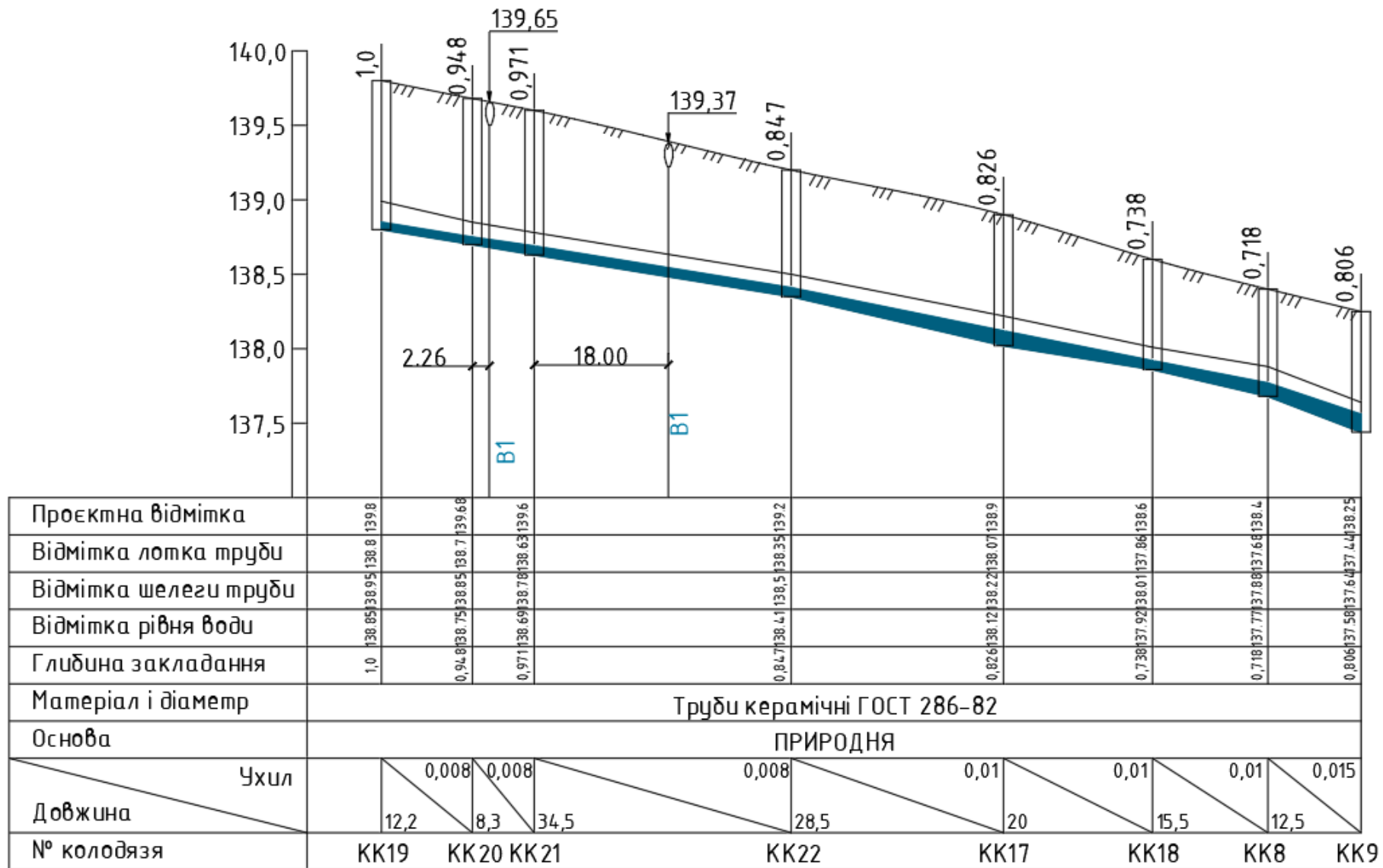


Рис. 2.1 Повздовжній профіль внутрішньоквартальної господарсько-побутової мережі водовідведення

**РОЗДІЛ 3.
ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО
ВИРОБНИЦТВА**

КОНСУЛЬТАНТ

/ _____ /

ЗДОБУВАЧКА

/ _____ /

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		80

3.1 Характеристика споруди, монтажних елементів

В цьому розділі дипломної роботи наведено технологію будівельного виробництва для трьохкоридорного аеротенка. Крок колон приймається 3 м, стінові панелі плоскі ПС2-48-КГ1, ПС2-48-КГ1У, ПС2-48-КВ1 висотою 4,8 м. Характеристики монтажних елементів наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Характеристика монтажних елементів

№ n/n	Монтажні елементи	Марка	Маса елемента, т	Об'єм елемента, м ³			
1	Стінова панель	ПС2-48-КГ1	6,7	2,69			
2	Стінова панель	ПС2-48-КГ1У	6,7	2,69			
3	Фундамент під колона	2ФР2	4,18	1,67			
4	Колона	ЗКР48	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	8	Балка	Б2	0,27	0,11
8	Балка	Б2	0,27	0,11			

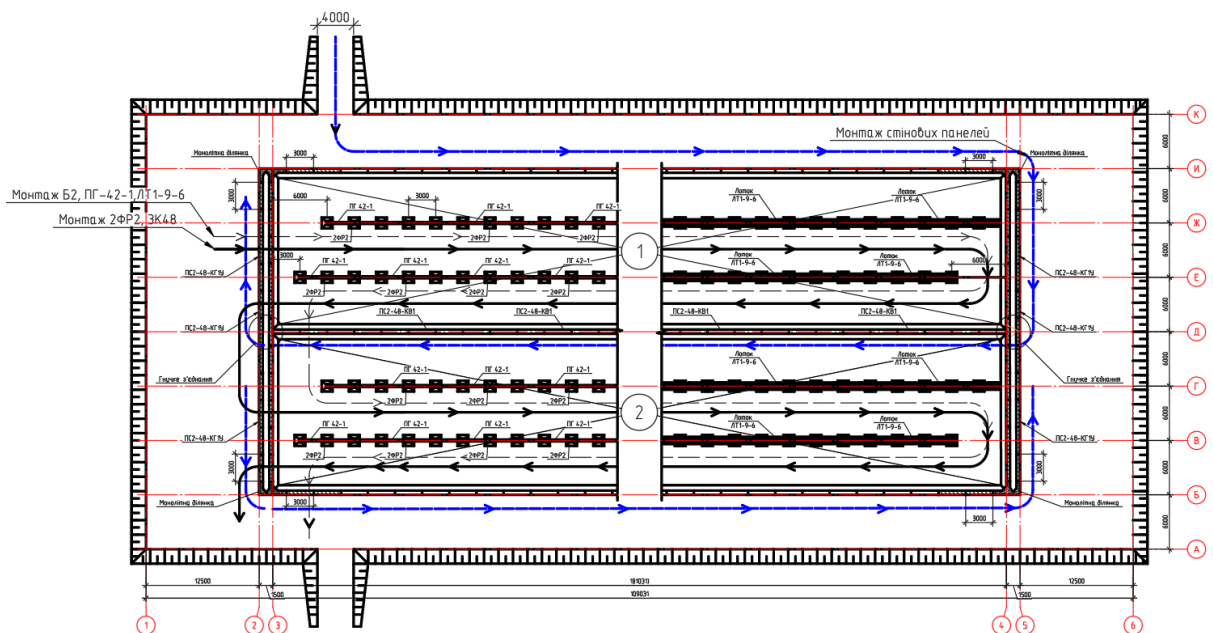


Рис. 3.1 План аеротенка з маркуванням конструкцій

3.2 Вибір технології та організація виконання робіт на будівельній ділянці

Цей розділ розроблений відповідно до нормативних документів з організації будівельного виробництва [11] та охорони праці [12]. Також використані навчальні посібники [13].

Для скорочення тривалості будівництва споруд водовідведення застосовують потоковий метод організації робіт. Він оснований на поділі загального процесу на складові етапи з однаковою тривалістю виконання та з їхнім частковим або повним суміщенням у часі. Такий підхід забезпечує рівномірне використання ресурсів і стабільний темп виконання робіт.

Для реалізації поточкового методу під час зведення споруд водовідведення необхідно:

- розділити загальний комплекс робіт на прості або комплексні процеси, утворивши з них спеціалізовані потоки, а ті, своєю чергою, — на елементарні потоки;
- доручити виконання елементарних потоків окремим бригадам або ланкам виконавців, забезпечивши їх необхідними механізмами й інструментами (монтажними кранами, оснащенням, механізованим обладнанням тощо);
- розбити фронт робіт на окремі ділянки (монтажні зони), що відповідають плановій структурі споруди;
- впроваджувати елементарні потоки поетапно — у міру завершення попередніх робіт на окремих ділянках;
- після виходу всіх потоків на виробничий ритм — забезпечити паралельне їх виконання на різних зонах фронту робіт.

До основних елементарних монтажних потоків належать: монтаж стінових панелей; монтаж фундаментів під колони та самих колон.

Супутні будівельні процеси, такі як електрозварювання, замонолічування стиків та інші, можуть виконуватись паралельно з провідними монтажними роботами на одній монтажній ділянці — за умови дотримання вимог безпеки та уникнення перетину зони дії монтажних кранів. У зв'язку з цим вони теж групуються в окремі елементарні потоки за принципом суміжності:

- зварювання арматури та закладних елементів у вертикальних швах стінових панелей;
- замонолічування стиків між стіновими панелями та днищем;
- замонолічування вертикальних стиків між панелями;
- видалення тимчасових кріплень і заробка отворів у днищі бетонною сумішшю на дрібному щебені;
- встановлення інвентарної опалубки на монолітних кутових ділянках, армування, укладання та ущільнення бетонної суміші, демонтаж опалубки;
- бетонування стиків колон із фундаментами.

В цій дипломній роботі для трикоридорного аеротенку прийнято такий перелік елементарних потоків спеціалізованого потоку монтажу:

1. Монтаж стінових панелей;
2. Зварювання арматури та закладних елементів у вертикальних швах стін;
3. Замонолічування стиків стін з днищем;
4. Замонолічування вертикальних стиків між панелями;
5. Встановлення опалубки монолітних кутових ділянок, армування, бетонування, демонтаж;
6. Вивірка та монтаж фундаментів під колони;
7. Вивірка та монтаж колон у стакани фундаментів;
8. Бетонування стиків колон із фундаментами;
9. Монтаж перегородок з постійним закріпленням;
10. Монтаж балок;
11. Електрозварювання стиків балок з колонами і перегородками;
12. Монтаж лотків на балки;
13. Електрозварювання стиків лотків з балками.

3.3 Розбивка аеротенку на монтажні ділянки

Для ефективно організації будівництва споруди застосовують розбивку на монтажні ділянки однакової трудомісткості. Ділянки вважаються рівноцінними, якщо обсяги робіт, а отже й трудомісткість, відрізняються не більше ніж на 20%.

З урахуванням складних об'ємно-планувальних, конструктивних і технологічних особливостей споруд водовідведення, аеротенк відноситься до групи великих ємкісних споруд шириною понад 15 м, що мають поділ на секції, коридори чи прольоти, які обмежені стінами (замкнутими або ні) та колонами чи діафрагмами. У таких конструкціях монтажними дільницями виступають окремі секції або прольоти. За недостатнього обсягу робіт для ефективного використання кранів доцільно об'єднувати дві або більше секцій в одну дільницю.

Крім геометричних параметрів, кількість монтажних дільниць визначається ще й технологічними обмеженнями, зокрема — тривалістю твердіння бетону у стиках колон з фундаментами і стінових панелей із днищем. Розмір дільниці повинен бути таким, щоб за час виконання робіт на одній дільниці бетон на попередній встиг набрати міцність, достатню для сприйняття навантаження від наступних конструктивних елементів.

З урахуванням усіх технологічних і конструктивних особливостей, будівництво трикоридорного аеротенку здійснюється на двох монтажних дільницях.

3.4 Розрахунок об'ємів робіт

Таблиця 3.2

Об'єм монтажних робіт

№ № по р.	Найменування елементів	Марка елемента	Кількість елементів, шт.			Об'єм ел, м ³	Об'єм ел, м ³
			Кількість елементів, шт.				
			1 дільниця	2 дільниця	Всього		
1	Стінова панель масою 6,7т	ПС2-48-КГ1	34	34	68	2,69	182,92
	Стінова панель масою 6,7т	ПС2-48-КГ1У	22	22	44	2,69	118,36
	Стінова панель масою 6,7т	ПС2-48-КВ1	17	18	35	2,69	94,15

Продовження таблиці 3.2

2	Перегородка масою 4,38т	ПГ-42-1	68	68	136	1,75	238
3	Лоток масою 3,43	ЛТ1-9-6	34	34	68	1,48	100,64
4	Фундамент під колону масою 4,18 т	2ФР2	68	68	136	1,67	227,12
5	Колона масою 1,7 т	3К48	68	68	136	0,63	85,68
6	Балка масою 0,27т	Б2	68	68	136	0,11	14,96
	РАЗОМ		1				1061,83

Оскільки аеротенк прямокутний в плані, то приймається жорстке кутове з'єднання зовнішніх стін у вигляді монолітних блоків бетонування, марки яких вибирають в залежності від марок стінових панелей.

Об'єми опалубних робіт дорівнюють площі опалубки, що покриває бічні поверхні монолітних ділянок.

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, м ²	Площа опалубки за типом поверхні та загальна площа опалубки, м ²
УМ48-БГ1	1	1,59x4,28	2	6,80	13,60
	2	1,21x4,28	2	5,18	10,36
	3	0,28x4,28	1	1,98	1,98
Площа опалубки на одну монолітну ділянку, м ²					25,94
Площа опалубки на монтажну дільницю, м ²					103,76
Площа опалубки на споруду, м ²					207,52

Таблиця 3.4

Об'єм бетонних робіт

Монолітна ділянка УМ48-БГ1	Об'єм бетону,
Об'єм бетонної суміші на одну монолітну ділянку, м ³	3,4
Об'єм бетонної на монтажну дільницю, м ³	6,8
Об'єм бетонної суміші на споруду, м ³	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	діаметро м 16 мм	
УМ48-	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

Таблиця 3. 6

Об'єм робіт із закладання стиків

№ пор.	Назва процесу	Одиниця вимірювання	Об'єм робіт		Об'єм робіт на споруду
			На дільницях		
			1	2	
1	Зварювання випусків арматури панелей стін	10 м шва	31,54	31,97	63,50
2	Закладання швів дна паза днища бетоном з ущільненням	1 м ³	6,53	6,62	13,14
3	Заливання швів панелей стін бетоном механізовано	100 м	3,50	3,55	7,06
4	Замонолічування колон у стаканах фундаментів	1 стик	68,00	68,00	136,00
5	Закладання швів дна паза днища перегородки бетоном з ущільненням	1 м ³	6,08	6,08	12,16

Продовження таблиці 3.6

6	Заливання швів перегородок бетоном механізовано	100 м	3,26	3,26	6,53
7	Електрозварювання балки з колоною	10м	4,22	4,22	8,43
8	Електрозварювання балки з перегородкою	10м	1,70	1,70	3,40
9	Електрозварювання лотка з балками	10м	6,80	6,80	13,60

Таблиця 3.7

Крани, для монтажу конструкцій в елементарних потоках

№ поз.	Назва конструкції в елементарних монтажних потоках	Гусеничні крани
1	Фундаментні блоки	Гусеничний кран ДЕК-251 ,стріла 14м механічний привід
3	Колони	
4	Стінові панелі	Гусеничний кран ДЕК-251 ,стріла 14м механічний привід
5	Балки	Гусеничний кран ДЕК-251 ,стріла 14м механічний привід
6	Лотки	
7	Стінові перегородки	

3.5 Калькуляція трудових витрат та побудова графіка виконання робіт

Таблиця 3.8

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	Установка панелей стін аеротенка площею	1 шт	73,00	Е §4-1-8, табл. 2, п. 10а, б	<u>1,50</u>	<u>109,50</u>	Монтажник 5р., 4р, 3р, 2р	1 1 1 1
	4,8 х 2,98 = 14,304 м ²				0,37	27,01	Машиніст 6 р.	1
2	Зварювання випусків арматури панелей стін	10 м	31,54	Е §22-1-4, п. 4а	<u>7,10</u>	<u>223,91</u>	Зварювальник 5 р.	1
	57 х 0,432 = 24,624 м				-	-		1
3	Закладання швів dna паза днища бетонною сумішшю з ущільненням	1 м ³	6,53	Е §4-1-51, п. 1	<u>5,80</u>	<u>37,85</u>	Монтажник 4р., 3 р.	1 1
	0,03х2,98х57=6,71 м ³				-	-	-	-
4	Заливання швів панелей стін бетонною сумішшю механізованим способом	100 м	3,50	Е §4-1-26, п. 2а	<u>28,00</u>	<u>98,11</u>	Монтажник 4р., 3 р.	1 1
	0,048х57=2,736 м ³				-	-	-	-
5	Установка і в'язання арматури окремими стержнями монолітних ділянок стін аеротенка	1 т	1,46	Е §4-1-46, табл. 2, п. 12г	<u>24,00</u>	<u>34,99</u>	Арматурник 6р., 2 р.	1 1
					-	-	-	-
6	Влаштування опалубки монолітних ділянок стін аеротенка	1 м ²	103,76	Е §4-1-36, табл. 2, п. 8а	<u>1,10</u>	<u>114,14</u>	Тесляр 5р., 3 р.	1 1
					-	-	-	-
7	Укладання бетонної суміші в монолітні ділянки	1 м ³	6,80	Е §4-1-49, табл. 3, п. 4д	<u>1,20</u>	<u>8,16</u>	Бетонник 4р., 2 р.	1 1
					-	-	-	-

	стін аеротенка до 5 м3							
8	Розбирання опалубки монолітних ділянок стін аеротенка	1 м ²	103,76	Е §4-1-36, табл. 2, п. 8б	<u>0,35</u>	<u>36,32</u>	Тесляр 5р., 3р.	1 1
					-	-	-	-
9	Установка фундаментів масою до 5т	1 шт	68,00	Е §4-1-1, табл. 2, п. 8а, б	<u>2,00</u>	<u>136,00</u>	Монтажник 5р., 4р, 3р, 2р	1 1 1 1
					0,67	45,56	Машиніст 6 р.	1
10	Установка колон масою до 2т у стакани фундаментів за допомогою кондукторів	1 шт	68,00	Е §4-1-4, табл. 2, п. 2а, б	<u>2,40</u>	<u>163,20</u>	Монтажник 5р., 4р, 3р, 2р	1 1 2 1
					0,24	16,32	Машиніст 6 р.	1
11	Замонолічування колон у стаканах фундаментів	1 стик	68,00	Е §4-1-25, табл. 1, п. 1	<u>0,81</u>	<u>55,08</u>	Монтажник 4р., 3р.	1 1
					-	-	-	-
12	Установка перегородок секцій аеротенка	1 шт	68,00	Е §4-1-8, табл. 2, п. 18 а, б	<u>1,00</u>	<u>68,00</u>	Монтажник 5р., 4р, 3р, 2р	1 1 1 1
					0,25	17,00	Машиніст 6 р.	1
13	Закладання швів дна паза днища перегородки бетонною сумішшю з ущільненням	1 м ³	6,08	Е §4-1-51, п. 1	<u>5,80</u>	<u>35,26</u>	Монтажник 4р., 3р.	1 1
					-	-	-	-
	0,03x2,98x160=14,3 м3							

14	Заливання швів перегородок бетонною сумішшю механізованим способом	100 м	3,26	Е §4-1-26, п. 2а	<u>28,00</u>	<u>91,39</u>	Монтажник 4р., 3 р.	1 1
					-	-	-	-
15	Установка балок масою до 1т	1шт	68,00	Е§4-1 4, табл. 2, п. 2а	<u>1,1</u>	<u>74,80</u>	Монтажник 5р., 4р 3р 2р	1 1 2 1
					<u>0,22</u>	14,96	Машиніст 6 р.	1
16	Елетрозварювання балки з колоною	10 м	4,22	Е §22-1-3, п. 1г	<u>6,8</u>	<u>28,67</u>	Зварювальник 5 р.	1
					-	-		
17	Елетрозварювання балки з перегородкою	10 м	1,70	Е §22-1-3, п. 1г	<u>6,8</u>	<u>11,56</u>	Зварювальник 5 р.	1
					-	-		
18	Установка лотків масою до 5т	1шт	34,00	Е §4-1-1, табл. 2, п. 8а, б	<u>2,7</u>	<u>91,80</u>	Монтажник 5р., 4р 3р 2р	1 1 2 1
					<u>0,54</u>	<u>18,36</u>	Машиніст 6 р.	1
19	Елетрозварювання лотка з балкою	10 м	6,80	Е §22-1-4, п. 4а	<u>7,1</u>	<u>48,28</u>	Зварювальник 5 р.	1
					-	-		

Таблиця 3.9

Потреба в будівельних конструкціях, матеріалах і устаткуванні

№ пор.	Будівельні конструкції, деталі, напівфабрикати, матеріали та устаткування	Марка	Одиниця вимірювання	Кількість
1	2	3	4	5
1	Стінова панель	ПС2-48-КГ1	шт.	68
2	Стінова панель	ПС2-48-КГ1У	шт.	44
3	Стінова панель	ПС2-48-КВ1	шт.	35
4	Фундамент під колони	2ФР2	шт.	136
5	Колона	3КР48	шт.	136
6	Панель перегородка	ПГ42-01	шт.	136
7	Лоток	ЛТ1-9-6	шт.	68
8	Балка	Б2	шт	136
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-I	кг	3,6
19	Бетон для монолітних ділянок	С 15/20	м ³	20,45
20	Арматура діаметром 6 мм	A240С	кг	18,04
21	Арматура діаметром 8 мм	A400С	кг	278,2
22	Арматура діаметром 14 мм	A400С	кг	157
23	Арматура діаметром 16 мм	A400С	кг	1738,9
24	Гвіздки 120 мм	-	кг	30,3
25	Тісто вапняне	-	кг	120,2

Таблиця 3.10

Потреба в машинах, устаткуванні, інструменті, інвентарі і пристроях

№ пор.	Машина, устаткування, інструмент, інвентар і пристрої	Марка	Одиниця вимірювання	Кількість
I. Машина та пристрої				
1	Кран гусеничний	ДЕК-251 стріла 14м	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

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	шт.	1
		РВ-2	шт.	1
20	Лом монтажний	ЛМ-20	шт.	2
		ЛМ-24	шт.	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 струбиною	-	шт.	10
39	Щити опалубки PERI	PERI	шт.	36

**РОЗДІЛ 4.
ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО
СЕРЕДОВИЩА**

КОНСУЛЬТАНТ

/ _____ /

ЗДОБУВАЧКА

/ _____ /

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		95

Охорона довкілля є невід’ємним аспектом під час проєктування інженерних систем, особливо систем водовідведення. Їх завдання полягає не лише у відведенні стічних вод із території населеного пункту, а й у забезпеченні безпечного поводження з ними, аби не допустити шкідливого впливу на навколишнє середовище.

При плануванні водовідведення на території Сумської області необхідно враховувати природно-кліматичні особливості, зокрема наявність водних об’єктів, лісів та сільськогосподарських угідь. Неналежна організація скидання стічних вод може призвести до забруднення річок, ґрунтів та підземних вод, що матиме негативні екологічні та соціальні наслідки. [14]

У цьому проєкті передбачено очищення стічних вод з використанням повного біологічного процесу. Такий підхід обрано на основі розрахунків концентрацій забруднень та необхідного ступеня очищення: для завислих речовин — понад 96 %, для біохімічного споживання кисню (БСКповн) — близько 96,4 %. Це підтверджує доцільність застосування повного біологічного очищення без потреби доочищення.

Очисний комплекс передбачає наявність наступних блоків: механічне очищення, біологічне очищення, знезараження стічних вод та обробка осадів.

Такий склад очисних споруд забезпечує ефективне видалення завислих речовин, органіки, патогенних мікроорганізмів та інших домішок. Враховано і збільшення забруднень за рахунок надходження мулової води, що виникає внаслідок переробки осаду.

Важливим елементом охорони довкілля є організація постійного контролю якості стічних вод — як на вході, так і на виході з очисних споруд. Це дозволяє вчасно виявити порушення в роботі системи та запобігти екологічним катастрофам.

Таким чином, запропонована система водовідведення орієнтована на сталі функціонування, з мінімальним впливом на довкілля, відповідно до сучасних екологічних вимог.

**РОЗДІЛ 5.
ВИЗНАЧЕННЯ СОБІВАРТОСТІ
ВОДОВІДВЕДЕННЯ 1М³ СТИЧНИХ ВОД**

КОНСУЛЬТАНТ

/ _____ /

ЗДОБУВАЧКА

/ _____ /

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		97

Собівартість водовідведення є важливим економічним показником, що відображає фактичні витрати на транспортування, очищення та утилізацію одного кубічного метра стічних вод. Вона враховується при формуванні тарифів для населення і підприємств, плануванні бюджету комунальних підприємств.

Собівартість залежить від таких показників: чисельність робітників основного і допоміжного складу, інженерно-технічного персоналу і службовців виробництва водовідведення, що є основою для розрахунку фонду заробітної плати; витрати на електроенергію на реагенти, а також амортизаційні відрахування. Всі дані прийняті згідно з методичними вказівками [15], а також використана інформація з навчальних посібників [16] та [17].

5.1 Розрахунок чисельності робітників та заробітної плати

Таблиця 5.1

Чисельність робітників основного та допоміжного складу

№ п/п	Вид споруд	Професія	Розряд	Обсяг виробництва/продуктивність споруд, протяжність мереж		Нормативна чисельність робітників, чол./добу
				одиниця	кількість	
1	Каналізаційні мережі	Слюсар аварійно-відновлювальних робіт	4	км	21,49	4,3 (4)
2	Насосна станція каналізації	Машиніст насосних установок	2	м3/год	32 113	4,1 (4)
3	Ґрати з механічним очищенням	Оператор на ґратах	2	тис. м ³ /добу	100	3,8 (4)
4	Пісковловлювачі	Оператор на пісковловлювачах	2			3,2 (3)
5	Первинні та вторинні радіальні відстійники	Оператор на відстійниках	3			6,5 (7)
6	Метантенки	Оператор на метантенках	2			3,6 (4)

<i>Продовження таблиці 5.1</i>						
7	Аеротенки	Оператор на аеротенках	3	тис. м ³ /добу	100	3,8 (4)
8	Газгольдери		2			3,8 (4)
9	Мулові і піскові площадки	Оператор на мулових майданч	2			3,6 (4)
10	Установки по зневодненню осадів	Оператор на установках зневоднення осаду	2			4,4 (4)
11	Установки по осушенню осаду	Оператор на барабанних обертально-сушильних плечах	3			4
12	Хлораторні установки (рідкий хлор)	Оператор на хлораторних установках	3			3,7 (4)
13	Компресори	Машиніст компресорних уст	4		3,8 (4)	
Всього робітників						54
МОП						5
Всього працюючих по підприємству						59

Таблиця 5.2

Розрахунок нормативної чисельності ІТП і службовців водовідведення

№ п/п	Функція управління	Структурний підрозділ	Перелік посад з виконанням відповідних функцій	Нормативна чисельність, чол.
1	Загальне керівництво основним виробництвом і кадрами	Управління, відділ кадрів	Начальник управління	1
			Головний інженер	1
			Інженер по кадрах	1
2	Оперативне керівництво спорудами водовідведення	Очисні споруди каналізації	Начальник очисної станції	1

Продовження таблиці 5.2

3	Оперативне керівництво мережами каналізації	Каналізаційні мережі	Начальник району каналізаційних мереж	2
			Начальник ділянки каналізаційних мереж	2
			Інженери	4
			Техніки	4
4	Розвиток і технічна підготовка виробництва, охорона праці і техніки безпеки	Виробничий відділ праці	Начальник відділу	1
			Інженери	1
			Інженер по охороні праці і техніці безпеки	1
5	Технічний контроль якості продукції	Хіміко-бактеріологічна лабораторія	Начальник лабораторії	1
			Інженери	4
			Лаборанти	4
6	Ремонт і технічне обслуговування енергетичного та іншого обладнання, будівель, споруд, мереж, КІПіА	Допоміжні цехи/ділянки	Інженери усіх спеціальностей	4
			Техніки	3
7	Техніко-економічне планування організації праці і заробітної плати, НОТ	Планово-економічний відділ	Начальник відділу	1
			Економісти	1
8	Бухгалтерський облік в Нб фінансова діяльність, організація взаєморозрахунків з споживачами	Бухгалтерія	Головний бухгалтер	1
			Бухгалтери	1
9	Господарчі функції/ матеріально-технічне постачання, діловодство, господарське обслуговування	Відділ матеріально-технічного постачання	Начальник відділу	1
			Техніки	1
			Комірники	1

Всього по підприємству:

42

Таблиця 5.3

Розрахунок фонду заробітної плати робітників, ІТП і службовців

№ п/п	Посада	Кількість	Встановлений місячний оклад	Річний фонд заробітної плати, грн	Премія із ФМЗ, %	Річна сума премії, грн	Загальний річний фонд заробітної плати грн
1	Начальник	1	30 000	360 000	25%	90 000	450 000
2	Головний інженер	1	25 000	300 000	25%	75 000	375 000
3	Інженер по кадрах	1	12 000	144 000	25%	36 000	180 000
4	Начальник очисної станції	1	20 000	240 000	25%	60000	300 000
5	Начальник району каналізаційних мереж	2	38000	456000	25%	114000	570 000
6	Начальник ділянки каналізаційних мереж	2	38000	456000	25%	114000	570 000
7	Начальник виробничого відділу	1	16000	192000	25%	48000	240 000
8	Начальник лабораторії	1	14000	168000	25%	42000	210 000
9	Начальник планово-економічного відділу	1	12000	144000	25%	36000	180 000
10	Начальник відділу матеріально-технічного постачання	1	12000	144000	25%	36000	180 000

Продовження таблиці 5.3

11	Інженери всіх спеціальностей	14	140000	1680000	25%	420000	2 100 000
12	Техніки всіх спеціальностей	8	68000	816000	25%	204000	1 020 000
13	Лаборанти	4	34000	408000	25%	102000	510 000
14	Економісти	1	10000	120000	25%	30000	150 000
15	Головний бухгалтер	1	10000	120000	25%	30000	150 000
16	Комірники	1	8000	96000	25%	24000	120 000
17	Робітники 1 розряду	5	40000	480000	25%	120000	600 000
18	Робітники 2 розряду	23	207000	2484000	25%	621000	3 105 000
19	Робітники 3 розряду	19	190000	2280000	25%	570000	2 850 000
20	Робітники 4 розряду	13	136500	1638000	25%	409500	2 047 000
Всього		101					15 907 500

5.2 Розрахунок експлуатаційних витрат на електроенергію та реагенти

Таблиця 5.4

Розрахунок потреб електроенергії

Години роботи	Q_i , м ³ /год	Кількість працюючих насосів n , шт	Витрата одного насоса Q_n , м ³ /год	Потужність насоса за характеристикою N , кВт	$N \cdot n$, кВт
0-1	414,4	2	207,2	110	220
1-2	394,4	2	197,2	110	220
2-3	394,4	2	197,2	110	220
3-4	394,4	2	197,2	110	220
4-5	525,87	2	262,93	110	220
5-6	788,8	2	394,4	115	230

<i>Продовження таблиці 5.4</i>					
6-7	1314,67	2	657,335	115	230
7-8	1840,54	2	920,27	120	240
8-9	2386,41	2	1193,20	130	390
9-10	2103,47	2	1051,73	130	390
10-11	1972,01	2	986,00	130	390
11-12	1972,01	2	986,00	130	390
12-13	1840,54	2	920,27	120	240
13-14	1709,07	2	854,53	120	240
14-15	1446,14	2	723,07	120	240
15-16	1314,67	2	657,33	120	240
16-17	1729,07	2	864,53	120	240
17-18	2103,47	2	1051,73	120	240
18-19	1972,01	2	986,00	120	240
19-20	1577,61	2	788,80	120	240
20-21	1051,74	2	525,87	120	240
21-22	788,8	2	394,4	120	240
22-23	657,34	2	328,67	120	240
23-24	525,87	2	262,935	120	240

$$\sum (N \cdot n) \quad 6\ 240$$

- Річна витрата активної електроенергії, що сплачується:

$$E_{\text{КНС}} = \frac{\sum(N \cdot n) \cdot 365}{\eta_{\text{ДВ}}}, \text{кВт} \cdot \text{г} \quad (5.1)$$

- Розрахункова потужність електродвигуна насоса

$$N_{\text{ДВ}}^{\text{р}} = N_{\text{НК1}}, \text{кВт} \quad (5.2)$$

$$N_{\text{ДВ}}^{\text{р}} = 130 \cdot 1.05 = 135.5$$

- Коефіцієнт корисної дії електродвигуна дорівнює 0,94

$$E_{\text{КНС}} = \frac{6240 \cdot 365}{0.94} \cdot 1.05 = 2\ 544\ 127 \text{ кВт} \cdot \text{г}$$

- Вартість електроенергії насосних станцій:

$$B_{\text{ел}} = \text{Ц} \cdot E_{\text{КНС}} \quad (5.3)$$

де Ц – тариф оплати за 1 кВт-год електроенергії та її розподіл, (8,5 грн/кВт-год з ПДВ)

$$V_{ел} = 8,5 \cdot (2\,544\,127) = 21\,625\,079 \text{ грн}$$

- Річна потреба реагентів:

$$P_p = D_{сер} \cdot Q_p \quad (5.4)$$

Таблиця 5.5

Розрахунок потреб і вартості реагентів для очищення природних вод

№	Реагенти	Одиниця	Доза реагенту	Обсяг очищення стічних вод тис м3/рік	Витрата реагенту, т	Вартість 1 т реагенту, грн	Загальна вартість реагенту, грн
1	Активний хлор	т/год	0,0286	36500	250,5 т	≈ 55 000	13 777 500
Всього							13 777 500

5.3 Розрахунок амортизаційних відрахувань

Амортизація – економічний процес поступової втрати основними фондами своєї вартості та перенесення її на створювану продукцію або виконану роботу.

Норма амортизації на реновацію, або повне відновлення основних засобів, залежить від строку їхнього використання:

$$H = \frac{B - Л}{B \times T} \cdot 100\% \quad (5.5)$$

де B – вартість основних фондів; Л – ліквідаційна вартість; T – строк корисного використання

- Річна сума амортизації:

$$A = \frac{B}{T} \quad (5.6)$$

Таблиця 5.6

Розрахунок амортизаційних відрахувань

№	Основні фонди	Вартість основних фондів В, тис грн	Строк корисного використання Т, років	Сума амортизаційних відрахувань А, тис грн
1	Будинок каналізаційної НС, заглиблений сумішений з приймальним резервуаром, тис грн	12 961	15	864,07
2	Колектори залізобетонні напірні, 2 шт, км/вартість за 1 км, тис грн	15/412,9	15	495,48
3	Будинок ґрат-дробарок, з устаткуванням, тис грн	2 225	15	148,33
4	Піскоуловлювачі залізобетонні, тис грн	109	15	7,27
5	Первинні відстійники, залізобетонні радіальні, тис грн	1 835,2	15	122,35
6	Біофільтри (аерофільтри) залізобетонні, тис грн	4 978	15	331,87
7	Вторинні відстійники залізобетонні, тис грн	1 009,4	15	67,29
8	Метантенки залізобетонні, тис грн	952	15	63,47
9	Мулові площадки з природною основою. Тис грн	183,5	15	12,23
10	Труби керамічні, вартість 1 км 117 тис грн	18	10	210,6
Всього:				2 322,96 тис грн

5.2 Розрахунок собівартості послуг з водовідведення та очищення стічних вод

Зводимо кошторис витрат за рік до таблиці 5.7 для того, щоб підрахувати собівартість спуску та очищення 1 м³ стічних вод.

Таблиця 5.7

Кошторис витрати на подачу води

Стаття витрат	Кількість	Примітка
Заробітна плата робітників, ІТП, службовців	15 907 500 грн	
Нарахування на заробітну плату (ЄСВ) в розмірі 22%	3 499 560 грн	
Всього:	19 407 150 грн	
Електроенергія	21 625 079 грн	
Реагенти	13 777 500 грн	
Амортизація	2 322 960 грн	
Всього:	37 725 539 грн	
Інші витрати	4 570 615 грн	(8% від загальних витрат)
Всього витрат:	61 703 304 грн	

Тоді собівартість:

$$C = \frac{Z}{Q} \quad (5.7)$$

де Z – загальні експлуатаційні витрати, = 61 703,304 тис грн/рік

Q – річний спуск води (каналізація та очищення стічних вод), = 36500 тис м³/рік

$$C = \frac{61\,703,304}{36500} = 16,9 \text{ грн/м}^3$$

ВИСНОВКИ

У процесі виконання дипломної роботи було вирішено комплексне завдання проектування систем водовідведення та внутрішнього водопостачання і каналізації для умовного населеного пункту Сумської області.

У результаті було розроблено проєкт повної роздільної системи водовідведення, яка забезпечує ефективний збір, транспортування та очищення побутових і виробничих стічних вод.

Також проведено розрахунки кількості стічних вод від усіх джерел (населення, промисловість, душові, технологічні потреби), визначено добові, годинні та секундні витрати. На основі отриманих даних сформовано таблиці та графіки для уточнення параметрів роботи насосних станцій і водоводів.

Було запроєктовано очисні споруди, які мають резервну потужність і здатні обслуговувати декілька населених пунктів, що сприяє зниженню експлуатаційних витрат і забезпечує високу якість очищення стоків.

Розроблено внутрішньобудинкові мережі холодного та гарячого водопостачання, враховуючи потреби в господарсько-питному водоспоживанні та пожежогасінні. Проведено гідравлічні розрахунки, визначено необхідні діаметри труб та напори у кожній ділянці мережі.

Визначено технологію будівництва аеротенка, описано монтажні елементи, їхні характеристики, трудомісткість і послідовність виконання будівельно-монтажних робіт.

Оцінено вплив на навколишнє середовище, обґрунтовано заходи з охорони природи, зокрема забезпечення очищення стічних вод до нормативного рівня перед скиданням у водойми.

Проведено розрахунок собівартості водовідведення 1 м³ стічних вод з урахуванням витрат на електроенергію, реагенти, заробітну плату персоналу та амортизаційні відрахування.

У підсумку, виконана дипломна робота підтвердила доцільність і технічну можливість впровадження ефективної, економічно обґрунтованої та екологічно безпечної системи водовідведення для заданого населеного пункту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДБН В.2.5-75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування – [Чинний з 01.01.2014]. – К.: Мінрегіон України, 2013. – 223 с.
2. Хоружий В.П. Проектування мереж водовідведення: методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Мережі водовідведення»/ В.П. Хоружий – Київ: КНУБА. 2023. - 64 с.
3. Лукиных А.А. Таблицы гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле академика Н.Н. Павловского: учебное пособие/ А. А. Лукиных, Н. А. Лукиных.- М.: Стройиздат, 1974. – 160 с.
4. Залуцкий Э.В. насосные станции. Курсовое проектирование/ Э.В.Залуцкий, А.И. Петрухно. – К.: Вища школа, 1987. – 167 с.
5. Водовідведення та очистка стічних вод міста. Навчальний посібник / Укл.: О.А. Василенко, С.М. Епоян та ін., Київ-Харків, 2012. – 538 с.
6. Хоружий В.П. Очисні споруди водовідведення: методичні вказівки і завдання до виконання курсового проекту «Очисні споруди водовідведення»/ В.П. Хоружий – Київ: КНУБА. 2023. – 60 с.
7. ДБН В.2.5-64:2012. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво. Зі зміною №1. – [Чинний з 01.03.2013]. – Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2019. – 100 с.
8. ДБН В.2.5-74:2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. Зі Зміною №1 – [Чинний з 01.01.2014]. – Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2019. – 287 с.
9. Кравчук А.М. Санітарно-технічне обладнання будівель: методичні вказівки до виконання курсового проекту/ А.М. Кравчук, О.А. Кравчук. – Київ: КНУБА, 2022. – 26 с.
10. Кравчук А.М. Водопостачання і водовідведення: навчальний посібник/ А.М. Кравчук, О.Я. Кравчук. – Київ: КНУБА, 2012. – 180 с.

11. ДБН А.3.1-5-2016. Організація будівельного виробництва. – [Чинний від 01.01.2016]. – Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2016. – 49 с.
12. ДБН А.3.2.-2-2009. Охорона праці та промислова безпека у будівництві. – [Чинний від 01.04.2012]. – Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2012. – 120 с.
13. Технологія будівельного виробництва: підручник/ М. Г. Ярмоленко, Є. Г. Романушко, В. І Терновий та ін. – Київ: Вища шк., 2005. – 342 с.
14. Правила охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами. Постанова Кабінету міністрів України № 495 від 25 березня 1999 р. – 5 с.
15. Дупляк О.В. Експлуатація систем водопостачання і водовідведення: методичні вказівки до виконання розрахунково-графічних робіт/ О.В. Дупляк - К.:КНУБА, 2012. – 40 с.
16. Експлуатація систем водопостачання та водовідведення: навчальний посібник: у 2-х ч. – Ч. 1 / В.П. Хоружий, В.А. Кравченко, Т. П. Хомутецька. – Київ: КНУБА, 2019. – 232 с.
17. Експлуатація систем водопостачання та водовідведення: навчальний посібник: у 2-х ч. – Ч. 2 / В.П. Хоружий, В.А. Кравченко, Т. П. Хомутецька. – Київ: КНУБА, 2019. – 232 с.