КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет інженерних систем та екології

Кафедра водопостачання та водовідведення

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
водопостачання та водовідведення
_____ Віктор ХОРУЖИЙ
«___» _____2025 року

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»

Розробка проєкту каналізаційної мережі та очисних споруд для міста

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

IV курс, група _____
Здобувач: Янішевський Денис Михайлович

_____ _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник

_____ _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент

_____ _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Київ – 2025

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет: інженерних систем та екології
Кафедра: водопостачання та водовідведення
Ступінь вищої освіти: бакалавр
Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)
Спеціальність: 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
Освітня програма: «Водопостачання та водовідведення»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

Віктор ХОРУЖИЙ, д.т.н., проф.

_____

“____” _____20___року

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

Здобувач Янішевський Денис Михайлович
1. Тема кваліфікаційної роботи
Розробка проєкту каналізаційної мережі та очисних споруд для міста
Керівник роботи Нечипор Оксана Михайлівна, кандидат технічних наук

затверджені наказом КНУБА №_____ від “__”_____ 202_ року

2. Термін подання здобувачем роботи ___
_____
3. Вихідні дані: населення: 29344 чол; на території населеного пункту діють промислові підприємства: рибокомбінат, цементний завод; добова кількість побутових стічних від районів міста: І район – 80000 тис. м^3/доб, ІІ район - 45000 тис. м^3/доб; питоме водовідведення: І район: 380 л/ос.доб, ІІ район – 240 л/ос.доб; добова кількість промислових стічних вод підприємств: 3300 м^3/доб, 4800 м^3/доб, 2800 м^3/доб відповідно; концентрація завислих речовин в промислових стічних водах 510 г/м^3, 240 г/м^3, 165 г/м^3 відповідно.

4. Перелік розділів основної частини кваліфікаційної роботи:

Р.1. Водовідведення населеного пункту
Р.2. Внутрішнє санітарно-технічне обладнання будівлі
Р.3.Технологічні процеси в будівництві
Р.4. Охорона праці та безпека навколишнього середовища

6. Графічний матеріал за розділами

Р.1. Профілі господарсько-побутових і дощових мереж. Трасування господарсько-побутової і дощової мережі. Генеральний план каналізаційних очисних споруд М 1:1000, експлікація споруд, умовні позначення. Профіль руху стічних вод. Профіль руху циркуляційного активного мулу. Профіль руху надлишкового активного мулу
Р.2. Санітарно-технічне обладнання будинку. План типового поверху буд. №1 М1:100. План підвалу М1:100 Генплан М1:100. Аксонометрична схема системи В1, В2, Т3, Т4, К1-1, К2-1 М1:100. План горища М1:100. План покрівлі М1:100
Р.3. Схема розбивки будівлі на захватки та рух кранів під час монтажу; схеми монтажу стінових панелей, колон, балок, лотків

7. 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	

8. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

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

9. Дата видачі завдання _____

Керівник _____ _____
(підпис) (власне ім’я та прізвище)

Здобувач _____ _____
(підпис) (власне ім’я та прізвище)

РЕЗЮМЕ (SUMMARY) до атестаційної випускної роботи здобувача:	(ПІБ здобувача українською та англійською) *Янішевський Денис Михайлович* *Yanishevskyi Denys*		
ЗВО	Київський національний університет будівництва і архітектури		
Тема (українською та англійською)	Розробка проєкту каналізаційної мережі та очисних споруд для міста Development of a sewer network and wastewater treatment facilities project for the city		
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	Нечипор Оксана Михайлівна		
Обсяг роботи:	пояснювальна записка, стор.	розділів	креслень формату А1
	98	4	6
Розділ 1	Виконано трасування повної роздільної системи водовідведення, а також розроблено технологічну схему очисних споруд, що включає каналізаційну насосну станцію (КНС)		
Розділ 2	Запроєктовано внутрішнє санітарно-технічне обладнання житлового будинку. Виконано розрахунки систем господарсько-питного та протипожежного водопроводу, централізованого гарячого водопостачання, побутової й дощової каналізації. Холодна вода надходить з міської мережі, а гаряче водопостачання забезпечується через індивідуальний тепловий пункт (ІТП), розташований у підвалі будинку. Розраховано ІТП, підібрано трубопроводи та прилади обліку води. Проведено гідравлічні розрахунки внутрішнього водопроводу та внутрішньоквартальної водомережі, з урахуванням режимів максимального споживання і пожежогасіння. Підібрано підвищувальні насоси для забезпечення необхідного напору.		
Розділ 3	Розроблено технологічну схему монтажу споруд, зокрема аеротенка. Об’єкт поділено на три монтажні дільниці. Проведено технологічні розрахунки, визначено обсяги будівельних робіт і потребу в будівельних матеріалах. Підібрано машини й механізми для виконання монтажу. Складено графік виконання робіт з розрахунком тривалості по кожній дільниці.		

Розділ 4	Розглянуто екологічну доцільність вибору майданчика, систему контролю та запобіжні заходи безпеки. Зазначено соціально-екологічну користь реалізації проєкту та правила поводження з осадом та біогазом.
Висновки по роботі:	У межах дипломного проєкту розроблено ефективну систему водопостачання та водовідведення міста, включаючи внутрішні і зовнішні мережі, очисні споруди, насосні станції та індивідуальний тепловий пункт. Проведено всі необхідні гідравлічні та технологічні розрахунки, підібрано обладнання та визначено обсяги будівельно-монтажних робіт. Особливу увагу приділено екологічній безпеці та раціональному використанню природних ресурсів.
Ключові слова:	Водовідведення, очисні споруди, стічні води, насосна станція, аеротенк, гідравлічний розрахунок, санітарна охорона, екологічна безпека, пісколовка, відстійник, графік виконання робіт.
Keywords:	Sewerage, sewage treatment plant, wastewater, pumping station, aeration tank, hydraulic calculation, sanitary protection, environmental protection, sand trap, sump, work schedule.

Здобувач _____ _____
(підпис) (власне ім’я та прізвище)

Керівник _____ _____
(підпис) (власне ім’я та прізвище)

“__” _____ 202_ р.

Зміст

Вступ 3

РОЗДІЛ 1 ВОДОВІДВЕДЕННЯ НАСЕЛЕНОГО ПУНКТУ 4

1.1 Водовідведення населеного пункту 6

1.2 Мережі водовідведення 16

1.3 Очисні споруди водовідведення 24

1.4 Каналізаційна насосна станція 49

РОЗДІЛ 2 ВНУТРІШНЄ САНІТАРНО-ТЕХНІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ БУДІВЛІ ... 54

РОЗДІЛ 3 ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ В БУДІВНИЦТВІ 72

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА 94

Висновок 98

Список використаних джерел: 99

Вступ

Сучасний стан урбанізації вимагає від інженерної галузі створення надійної та ефективної системи водовідведення, що є основою комфортного проживання населення, санітарної безпеки й охорони довкілля. З кожним роком обсяги стічних вод у містах зростають, і, відповідно, зростає потреба у модернізації існуючих або проєктуванні нових каналізаційних систем та очисних споруд.

Даний дипломний проєкт присвячено розробці каналізаційної мережі та очисних споруд для умов конкретного міста. У процесі проєктування враховано особливості рельєфу місцевості, кліматичні умови, структуру забудови, санітарно-гігієнічні вимоги, а також екологічні аспекти. Передбачено комплексну систему збору, транспортування, механічного та біологічного очищення стічних вод.

Метою роботи є створення ефективної, екологічно безпечної та технічно обґрунтованої системи водовідведення, яка забезпечує надійне функціонування міської каналізаційної інфраструктури відповідно до діючих норм і стандартів.

РОЗДІЛ 1
ВОДОВІДВЕДЕННЯ НАСЕЛЕНОГО ПУНКТУ

Консультант: / Нечипор О.М. /

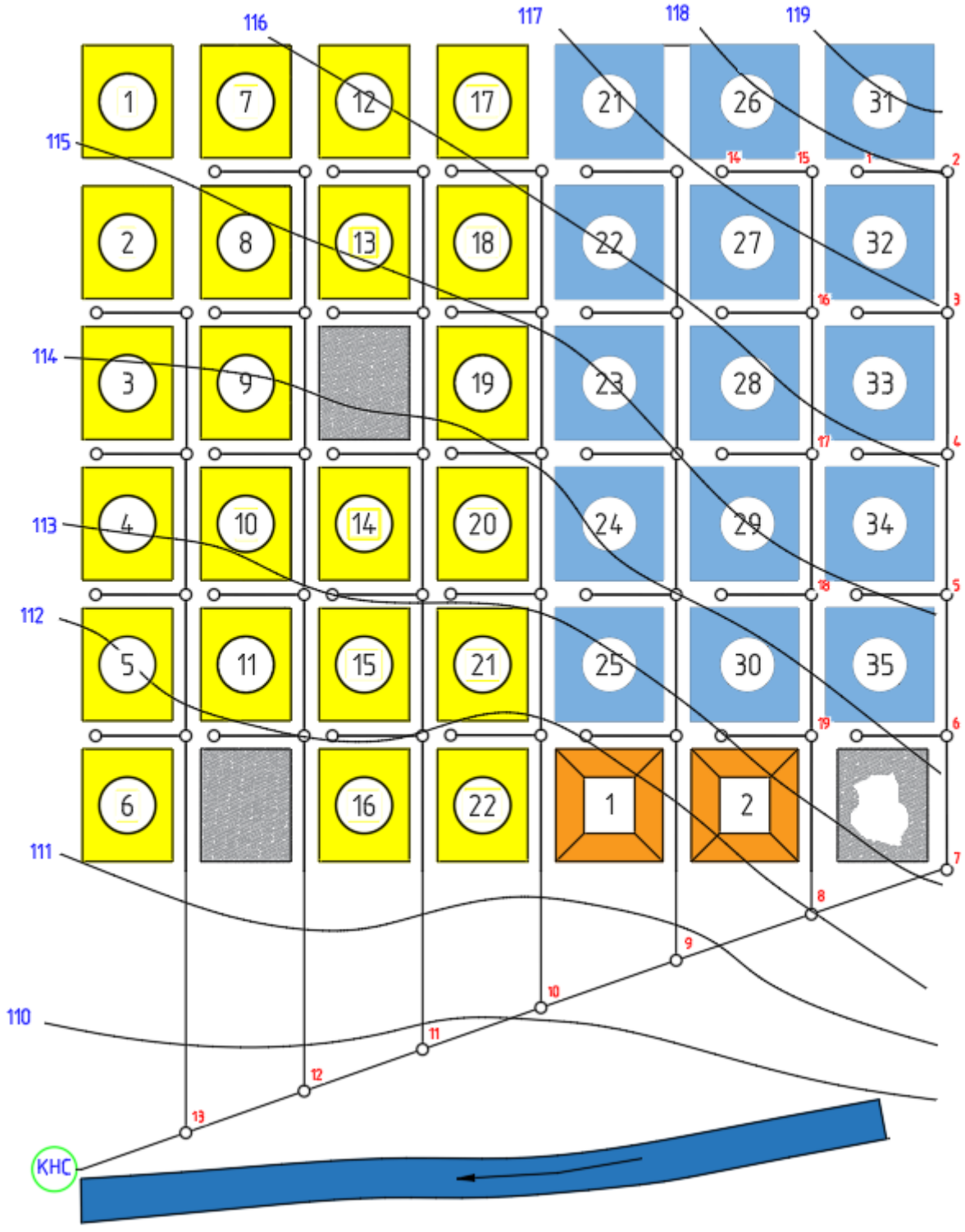


Рис.1. Трасування побутової мережі повної роздільної системи водовідведення
М 1:1000

1.1 **Водовідведення населеного пункту**

1.1.1 Визначення площ житлових кварталів

Розраховуємо площі житлових кварталів: Fn = A×B/10000, га

Таблиця 1.

Визначення житлових площ кварталів

Район	Квартал	F,га	Район	Квартал	F,га
1	1	2,91	2	21	3,62
	2	2,91		22	3,62
	3	2,91		23	3,62
	4	2,91		24	3,62
	5	2,91		25	3,62
	6	2,91		26	3,62
	7	2,91		27	3,62
	8	2,91		28	3,62
	9	2,91		29	3,62
	10	2,91		30	3,62
	11	2,91		31	3,62
	12	2,91		32	3,62
	13	2,91		33	3,62
	14	2,91		34	3,62
	15	2,91		35	3,62
	16	2,91			
	17	2,91			
	18	2,91			
	19	2,91			
	20	2,91			
	21	2,91			
	22	2,91			

Загальні площі районів:

- 1 район: ∑F1=22*2,91=64 га
- 2 район: ∑F2=15*3,62=54,4 га

1.1.2 Визначення розрахункових витрат

1.1.2.1Визначення розрахункової кількості населення

Розрахункова кількість населення міста визначається за формулою:

$$N = \sum F_i \cdot n \cdot \beta$$

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

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

β - коефіцієнт, враховуючий наявність громадських будівель.

- 1 район: N_1=64*290*0,86=15961,6 чол.
- 1 район: N_2=54,4*300*0,82=13382,4 чол.

1.1.2.2Витрати побутових стічних вод від населення міста

Середня добова витрата побутових стічних вод:

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

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

N – розрахункова кількість населення, чоловік.

- 1 район: $Q^ш_{d1}$=(280*15961,6)/1000=4469,25 м^3/доб.
- 1 район: $Q^ш_{d2}$=(240*13382,4)/1000=3211,77 м^3/доб.

Середня годинна витрата побутових стічних вод:

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

- 1 район: $q^ш_{midh1}$=4469,25/24=186,22 м^3/год.
- 2 район: $q^ш_{midh2}$=3211,78/24=133,82 м^3/год.

Середня секундна витрата побутових стічних вод:

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

- 1 район: q^{w}_{mids1}=186,22/3,6=51,73 л/с.
- 2 район: q^{w}_{mids2}=133,82/3,6=37,17 л/с.

Максимальна година витрата побутових стічних вод:

$$q^{w}_{\max h} = K_{gen.\max} \cdot q^{w}_{mid\ h}$$

де $K_{gen.max}$ - коефіцієнт нерівномірності притоку побутових стічних вод визначається за табл. 2 [1], або за додатком А [2] в залежності від середньо секундних витрати.

- 1 район: q^{w}_{maxh1}=1,578*186,218=293,85 м^3/год.
- 2 район: q^{w}_{maxh2}=1,592*133,824=213,05 м^3/год.

Максимальна секундна витрата побутових стічних вод:

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

- 1 район: q^{w}_{maxs1}=1,578*51,72=81,63 л/с.
- 2 район: q^{w}_{maxs2}=1,592*37,17=59,18 л/с.

Таблиця 2.

Розрахунок витрат стічних вод від населення міста

№ району	К-сть населення, чол	Норма водовідведення q л/добу на 1 чол	Добова витрата м3/добу.	Загальний коефіцієнт нерівномірності, К	Годинні витрати, м3/год		Секундні витрати, л/с	
					Серед	Макс	Серед	Макс
1	15961,6	280	4469,25	1,578	186,22	293,85	51,73	81,63
2	13382,4	240	3211,77	1,592	133,82	213,05	37,17	59,18
Всього:	29344,00	-	7681,02	-	320,04	506,90	88,90	140,81

1.1.2.3Витрати стічних вод від промислових підприємств

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

Добова витрата стічних вод промислових підприємств

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

Середня годинна витрата

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

Середня секундна витрата

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

Максимальна годинна витрата

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

Максимальна секундна витрата

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

1.1.2.4Витрати технологічних стічних вод

Добова витрата технологічних стічних вод від підприємства

$$Q_d^P = M \cdot q_{num} \text{, м}^3\text{/доб}$$

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

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

- Підприємство 1(5): Q^P_{d1}=50*14=700 м^3/добу.
- Підприємство 2(10): Q^P_{d2}=1400*0,8=1120 м^3/добу.

Витрата технологічних стічних вод за зміну

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

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

n – кількість змін, за завданням.

- Підприємство 1(5): $Q^{P}_{змін.1}$=700/3=233,33 м^3/зміну.
- Підприємство 2(10): $Q^{P}_{змін.2}$=1120/3=373,33 м^3/ зміну.

Витрата технологічних стічних вод за годину

$$q^{p}_{mid\ h} = \frac{Q^{P}_{d}}{T}, \text{м}^3/\text{год}$$

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

- Підприємство 1(5): q^{P}_{midh1}=700/24=29,166 м^3/год.
- Підприємство 2(10): q^{P}_{midh2}=1120/24=46,66 м^3/год.

Максимальна годинна витрата технологічних стічних вод

$$q^{P}_{\max h} = K \cdot q^{P}_{mid\ h}, \text{ м}^3/\text{год}$$

де К – загальний коефіцієнт нерівномірності водовідведення виробничих стічних вод, дані технологів.

- Підприємство 1(5): q^{P}_{maxh1}=1,4*29,166=40,833 м^3/год.
- Підприємство 2(10): q^{P}_{maxh2}=1,5*46,66=70 м^3/год.

Середня секундна витрата технологічних стічних вод

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

- Підприємство 1(5): q^{P}_{mids1}=29,166/3,6=8,1 л/с.
- Підприємство 2(10): q^{P}_{mids2}=46,66/3,6=12,96 л/с.

Максимальна секундна витрата технологічних стічних вод

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

- Підприємство 1(5): q^{P}_{maxs1}=40,833/3,6=11,34 л/с.
- Підприємство 2(10): q^{P}_{maxs2}=70 /3,6=19,44 л/с.

1.1.2.5Витрати побутових стічних вод

Розрахункові витрати побутових стічних вод промислових підприємств визначаємо виходячи з норм водовідведення побутових стічних вод. [2]

Норми водовідведення побутових стічних вод:

- для холодних цехів – 25 л/зміну на одного чоловіка з коефіцієнтом нерівномірності водовідведення 3;
- для цехів з значним тепловиділенням – 45 л/зміну на одного чоловіка з коефіцієнтом нерівномірності водовідведення 2,5.

Добові витрати побутових стічних вод

$$Q_d = \frac{25N_X^I + 45N_\Gamma^I}{1000} \text{ м}^3\text{/добу}$$

де N_Γ^I - загальна кількість робітників в цехах з значним тепловиділенням у цілому по підприємству протягом доби, тобто в гарячих цехах $N_\Gamma^I = \left(N_{доб.} \nabla_\Gamma\right)/100$;

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

∇_Γ - % працюючих людей в гарячих цехах:

N_X^I - спільна кількість робітників, що працюють в холодних цехах (тобто в холодних цехах $N_X^I = N_{доб} - N_\Gamma^I$);

Загальна кількість робітників в цехах із значним тепловиділенням:

- Підприємство 1(5): N`$_{r1}$=(200*40)/100=80 чол.
- Підприємство 2(10): N`$_{r2}$=(1000*30)/100=300 чол.

Кількість робітників, що працюють в холодних цехах:

- Підприємство 1(5): N`$_{x1}$=200-80=120 чол.
- Підприємство 2(10): N`$_{x2}$=1000-300=700 чол.

Добові витрати побутових стічних вод:

- Підприємство 1(5): Q_{d1}=(25*120+45*80)/1000=6,6 м^3/добу.
- Підприємство 2(10): Q_{d2}=(25*700+45*300)/1000=31 м^3/добу.

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

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

<u>В гарячих цехах:</u>

- Підприємство 1(5): N_{r1}=(80*40)/100=32 чол.
- Підприємство 2(10): N_{r2}=(400*30)/100=120 чол.

<u>В холодних цехах:</u>

- Підприємство 1(5): N_{x1}=80-32=48 чол.
- Підприємство 2(10): Nx2=400-120=280 чол.

<u>Витрати за зміну:</u>

- Підприємство 1(5): $Q_{змін.1}$=(45*32+25*48)/1000=2,64 м^3/зміну.
- Підприємство 2(10): $Q_{змін.2}$=(45*120+25*280)/1000=12,4 м^3/зміну.

Середня годинна витрата побутових стічних вод

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

де T – кількість годин роботи підприємства в зміну (8 годин).

- Підприємство 1(5): q_{midh1}=2,64/8=0,33 м^3/год.
- Підприємство 2(10): q_{midh2}=12,4/8=1,55 м^3/год.

Максимальна годинна витрата побутових стічних вод

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

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

- Підприємство1(5):q_{maxh1}=1/8*((45*32*2,5+25*48*3)/1000)=0,9 м^3/год.
- Підприємство2(10):q_{maxh2}=1/8*((45*120*2,5+25*280*3)/1000)=4,31 м^3/год.

Середня секундна витрата побутових стічних вод

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

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

- Підприємство 1(5): q_{mids1}=0,33/3,6=0,09 л/с.
- Підприємство 2(10): q_{mids2}=1,55/3,6=0,43 л/с.

Максимальна секундна витрата побутових стічних вод

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

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

- Підприємство 1(5): q_{maxs1}=0,9/3,6=0,25 л/с.
- Підприємство 2(10): q_{maxs2}=4,31/3,6=1,2 л/с.

1.1.2.6Витрати стічних вод від душових

Розрахункові витрати душових стічних вод визначаємо за нормами витрат води на одну душову сітку. Часову витрату на одну душову сітку приймаємо рівною 500 л, тривалість користування душем 45 хвилин після закінчення зміни. Кількість душових сіток приймаємо залежно від кількості працюючих у максимальну зміну та кількості чоловік які обслуговуються однією душовою сіткою. [2]

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

де N – кількість робітників працюючих у максимальну зміну;

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

- Підприємство 1(5): n_{c1}=80/10=8 шт.
- Підприємство 2(10): n_{c2}=400/10=40 шт.

Годинні витрати стічних вод від душових

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

- Підприємство 1(5): q^{γ}_{maxh1}=0,5*8*45/60=3 м^3/год.
- Підприємство 2(10): q^{γ}_{maxh2}=0,5*40*45/60=15 м^3/год.

Секундні витрати стічних вод від душових

$$q^{\partial}_{max\,s} = \frac{500 \cdot n_c \cdot 45}{60 \cdot 2700} = \frac{500 \cdot n_c}{3600}, \text{ л/с}$$

- Підприємство 1(5): q^{γ}_{maxs1}=500*8/3600=1,11 л/с.
- Підприємство 2(10): q^{γ}_{maxs2}=500*40/3600=5,56 л/с.

Добові витрату стічних вод від душових

$$Q^{\partial}_{d} = q^{\partial}_{mid\,h} \cdot n, \text{ м}^3/\text{доб}$$

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

- Підприємство 1(5): Q^{γ}_{d1}=3*3=1 м^3/добу.
- Підприємство 2(10): Q^{γ}_{d2}=15*3=5 м^3/добу.

Результати розрахунків витрат стічних вод від промислових підприємств заносимо до таблиці 3.

Сумарні витрати стічних вод від населення міста та промислових підприємств визначаємо за допомогою таблиці 4.

Таблиця 3.

Сумарні витрати стічних вод підприємств

№ п/п	Назва підприємства	Витрати стічних вод											
		Технологічні						Побутові+душові					
		Добові м3/добу	У макс зміну м3/зміну	Годинні, м3/год		Секундні л/с		Добові м3/добу	У макс зміну м3/зміну	Годинні, м3/год		Секундні л/с	
				Середні	Максимальні	Середні	Максимальні			Середні	Максимальні	Середні	Максимальні
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**
1	Рибокомбінат	1120,00	373,33	46,67	70,00	12,96	19,44	36,00	27,40	16,55	19,31	5,99	6,75
2	Цементний завод	700,00	233,33	29,17	40,83	8,10	11,34	7,60	5,64	3,00	3,90	1,20	1,36

Таблиця 4.

Кількість стічних вод міста

№ п/п	Вид водовідведення	Добові м3/добу	Витрати			
			Годинні, м3/год		Секундні л/с	
			Середні	Максимальні	Середні	Максимальні
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
1	Від населення міста	7681,02	320,04	506,90	88,9007	140,806
2	Від підприємства	1863,60	95,38	134,046	28,2537	38,9016
Разом:		9544,62	415,426	640,947	117,154	179,707

1.2 Мережі водовідведення

1.2.1 Гідравлічний розрахунок побутової мережі водовідведення

1.2.1.1 Визначення розрахункових витрат від житлової забудови

Для кожного району населеного пункту з різним ступенем благоустрою будівель та щільністю населення визначається модуль стоку:

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

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

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

β - коефіцієнт, враховуючий наявність громадських будівель.

q 0 - розраховується для кожного району.

- 1 район: q_{01}=(290*280/86400)*0,86=0,808 л/(с × га).
- 2 район: q_{02}=(300*240/86400)*0,82=0,683 л/(с × га).

Для кожної розрахункової ділянки в залежності від трасування вуличних мереж (об’ємна, напівоб'ємна чи по зниженій стороні кварталу) визначається площа стоку. Для виконання наступних розрахунків за нумерацією кварталів на генплані, визначаємо їх розміри та $F = A$ х B, га, за схемою трасування.

Площі стоку умовно підрозділяємо на ***примикаючи*** до розрахункової ділянки і ***транзитні*** з вище розташованих ділянок. Від промислових підприємств формуються ***зосереджені*** витрати. Якщо вони транспортуються по розрахунковій ділянці, їх треба враховувати.

Середні секундні витрати від житлових кварталів становитимуть:

$$q_{mids} = F \cdot q_0$$

де F – площа житлового кварталу, га;

q_0 – модуль стоку, л/(с × га).

Середні секундні витрати визначаємо з таблиці 5.

Таблиця 5.

Розрахунок площ і середніх секундних витрат побутових стічних вод з кварталів міста

Район	Квартал	S, Га	q0	q mid s	Район	Квартал	S, Га	q0	q mid s
1	1	2,91	0,81	2,351	2	21	3,626	0,68	2,478
	2	2,91	0,81	2,351		22	3,626	0,68	2,478
	3	2,91	0,81	2,351		23	3,626	0,68	2,478
	4	2,91	0,81	2,351		24	3,626	0,68	2,478
	5	2,91	0,81	2,351		25	3,626	0,68	2,478
	6	2,91	0,81	2,351		26	3,626	0,68	2,478
	7	2,91	0,81	2,351		27	3,626	0,68	2,478
	8	2,91	0,81	2,351		28	3,626	0,68	2,478
	9	2,91	0,81	2,351		29	3,626	0,68	2,478
	10	2,91	0,81	2,351		30	3,626	0,68	2,478
	11	2,91	0,81	2,351		31	3,626	0,68	2,478
	12	2,91	0,81	2,351		32	3,626	0,68	2,478
	13	2,91	0,81	2,351		33	3,626	0,68	2,478
	14	2,91	0,81	2,351		34	3,626	0,68	2,478
	15	2,91	0,81	2,351		35	3,626	0,68	2,478
	16	2,91	0,81	2,351	**Разом:**		54,4	10,2	37,17
	17	2,91	0,81	2,351					
	18	2,91	0,81	2,351					
	19	2,91	0,81	2,351					
	20	2,91	0,81	2,351					
	21	2,91	0,81	2,351					
	22	2,91	0,81	2,351					
Разом:		64	17,82	51,73					

1.2.1.2 Визначення витрат побутових стічних вод для розрахункових ділянок прилеглих колекторів

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

$$q_{mid\ s} = q_п + q_{тр} + q_б\ ,\ л/с.$$

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

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

$q_б$ – бокова, яка надходить від приєднаних бокових ліній.

При визначенні розрахункових витрат для ділянок мережі розрахункового колектора необхідно також враховувати величину зосередженої витрати $q_{зос}$, яка надходить до розрахункових ділянок від промислових підприємств, районних насосних станцій та інших великих споживачів.

$$q_{cit} = q_{max\ s} + \sum q_{зос}$$

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

Розрахунки по визначенню витрат побутових стічних вод на ділянках мережі ведемо в табличній формі (таблиця 7).

Таблиця 6.

Загальні коефіцієнти нерівномірності припливу стічних вод у населених пунктах

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

Таблиця 7.

Визначення розрахункових витрат для ділянок головного колектора

№	Середні секундні витрати, л/с				Загальний коефіцієнт нерівномірності. $K_{gen.max}$	Максимальна витрата, q_{maxs}, л/с	Зосереджена витрата, $q_{зос}$, л/с	Розрахункова витрата, $q_{роз}$, л/с
	Пряма, $q_п$	Бокова, $q_б$	Транзитна, $q_{тр}$	Сума, q_{mids}				
1-2	2,19			2,19	2,5	5,467		5,467
2-3			2,19	2,19	2,5	5,467		5,467
3-4		2,19	2,19	4,37	2,5	10,933		10,933
4-5		2,19	4,37	6,56	2,3752	15,581		15,581
5-6		2,19	6,56	8,75	2,2003	19,245		19,245
6-7		2,19	8,75	10,93	2,0813	22,756		22,756
7-8			10,93	10,93	2,0813	22,756		22,756
8-9		13,12	10,93	24,05	1,873	45,051		45,051
9-10		13,12	24,05	37,17	1,7855	66,373		66,373
10-11		12,93	37,17	50,11	1,6998	85,168		85,168
11-12		15,52	50,11	65,62	1,6688	109,509		109,509
12-13		10,35	65,62	75,97	1,6481	125,201	38,90	164,103
13-НС		12,93	75,97	88,901	1,6222	144,215	38,90	183,116
Прилеглий колектор								
14-15	2,19			2,19	2,5	5,467		5,467
15-16			2,19	2,19	2,5	5,467		5,467
16-17		2,19	2,19	4,37	2,02	8,834		8,834
17-18		2,19	4,37	6,56	1,93	12,661		12,661
18-19		2,19	6,56	8,75	1,88	16,444		16,444
19-8		4,37	8,75	13,12	2,88	37,786		37,786

Таблиця 8.

Гідравлічний розрахунок окремих прилеглих колекторів госп-побутової водопровідної мережі

№№ ділянок	Довжина l, м	Розрахункова витрата $q_{сіл}$, л/с	Діаметр d, мм	Ухил		Наповнення h/d	Висота h, м	Швидкість V, м/с	Падіння $i_{тр}$ ´ l, м	Відмітки, м								Глибина закладання лотка труби в м	
										Поверхні землі		Поверхні води		Лотка труби		Шелиги труби			
				Землі $i_з$	Труби $i_{тр}$					На початку	В кінці	На початку	В кінці	На початку	В кінці	На початку	В кінці	На початку	В кінці
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Головний колектор побутової мережі 1 -НС																			
1-2	160	5,47	200	-0,0019	0,007	0,312	0,06	0,652	1,12	117,8	118,1	116,16	115,04	116,10	114,98	116,30	115,18	1,70	3,12
2-3	250	5,47	200	0,0048	0,009	0,293	0,06	0,710	2,25	118,1	116,9	115,04	112,79	114,98	112,73	115,18	112,93	3,12	4,17
3-4	250	10,93	200	0,0028	0,006	0,475	0,10	0,740	1,50	116,9	116,2	112,79	111,29	112,70	111,20	112,90	111,40	4,17	5,00
4-5	250	15,58	250	0,0036	0,004	0,465	0,12	0,700	1,00	116,2	115,3	111,29	110,29	111,18	110,18	111,43	110,43	5,00	5,12
5-6	250	19,24	300	0,0040	0,004	0,467	0,14	0,729	1,00	115,3	114,3	110,29	109,29	110,15	109,15	110,45	109,45	5,12	5,15
6-7	250	22,76	300	0,0048	0,004	0,438	0,13	0,760	1,00	114,3	113,1	109,29	108,29	109,16	108,16	109,46	108,46	5,15	4,94
7-8	230	22,76	300	0,0048	0,004	0,438	0,13	0,760	0,92	113,1	112,0	108,29	107,37	108,16	107,24	108,46	107,54	4,94	4,76
8-9	220	45,05	400	0,0050	0,003	0,453	0,18	0,812	0,66	112,0	110,9	107,37	106,71	107,19	106,53	107,59	106,93	4,76	4,37
9-10	220	66,37	350	0,0032	0,003	0,570	0,20	0,898	0,66	110,9	110,2	106,71	106,05	106,51	105,85	106,86	106,20	4,37	4,35
10-11	220	85,17	400	0,0018	0,003	0,674	0,27	0,945	0,66	110,2	109,8	106,05	105,39	105,78	105,12	106,18	105,52	4,35	4,68
11-12	220	109,51	450	0,0009	0,003	0,644	0,29	1,007	0,66	109,8	109,6	105,39	104,73	105,10	104,44	105,55	104,89	4,68	5,16
12-13	220	164,10	500	0,0009	0,003	0,705	0,35	1,110	0,66	109,6	109,4	104,73	104,07	104,38	103,72	104,88	104,22	5,16	5,68
13-НС	210	183,12	600	0,0019	0,0025	0,579	0,35	1,077	0,53	109,6	109,2	104,73	104,21	104,39	103,86	104,99	104,46	5,16	5,34
Прилеглий колектор																			
14-15	160	5,47	200	-0,0025	0,007	0,312	0,06	0,652	1,12	117,2	117,6	115,56	114,44	115,50	114,38	115,70	114,58	1,70	3,22
15-16	250	5,47	200	0,0040	0,009	0,293	0,06	0,710	2,25	117,60	116,60	114,44	112,19	114,38	112,13	114,58	112,33	3,22	4,47
16-17	250	8,83	200	0,0032	0,0060	0,421	0,08	0,702	1,50	116,60	115,80	112,19	110,69	112,11	110,61	112,31	110,81	4,47	5,19
17-18	250	12,66	250	0,0036	0,005	0,389	0,10	0,719	1,25	115,80	114,90	110,69	109,44	110,60	109,35	110,85	109,60	5,19	5,55
18-19	250	16,44	250	0,0052	0,004	0,480	0,12	0,708	1,00	114,90	113,60	109,44	108,44	109,32	108,32	109,57	108,57	5,55	5,28
19-8	330	37,79	300	0,0048	0,003	0,652	0,20	0,771	0,99	113,60	112,00	108,44	107,45	108,25	107,26	108,55	107,56	5,28	4,74

Гідравлічний розрахунок дощової мережі водовідведення

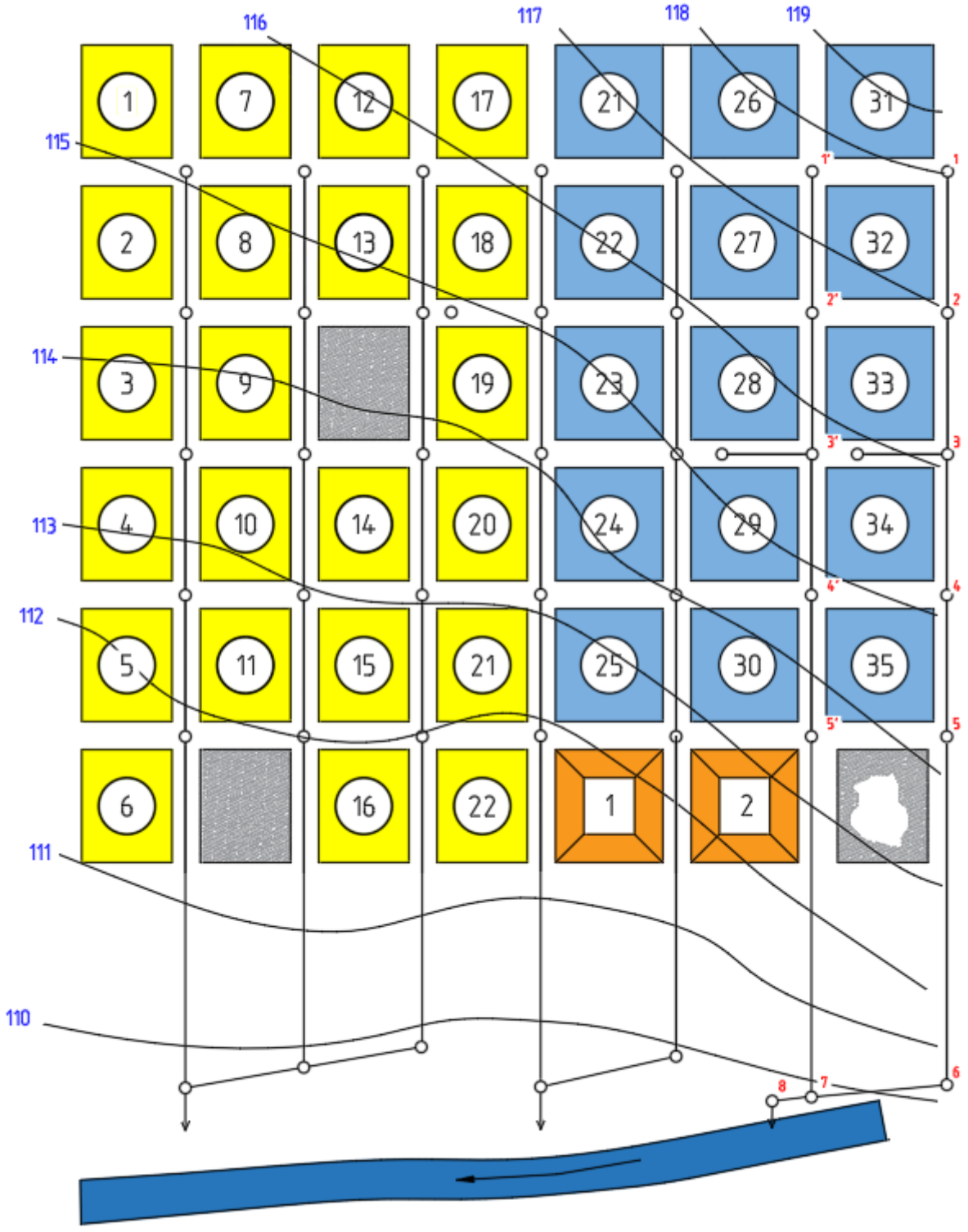


Рис.2. Трасування дощової мережі повної роздільної системи водовідведення
М 1:1000

Площа стоку кожної ділянки:

- Ділянка 1-2: F_1= 2,5×1.9=4.75.

- Ділянка 2-3: F_2= 5×1.9=9.5.
- Ділянка 3-4: F_3= 7.5×1.9=14.25.
- Ділянка 4-5: F_4=10 ×1.9=19.
- Ділянка 5-6: F_5= 16.2×1.9=30.78.
- Ділянка 6-7: F_6= 30,78.
- Ділянка 7-8: F_6= 16.5*2.8=46.2
- ∑F= 155,26.

Таблиця 9.

Визначення середньої величини коефіцієнта, який характеризує поверхню басейна стоку (z_{mid})

№	Вид поверхні	Доля від загальної площі міста	z	Окреме значення
1.	Дах будівель та споруд, асфальтобетонні покриття доріг	0,31	0,28	0,31·0,28=0,0868
2.	Брущаті мостові	0,04	0,224	0,04·0,224=0,00896
3.	Булижні мостові	0,06	0,145	0,06·0,145=0,0087
4.	Покриття із щебеня	0,06	0,125	0,06·0,125=0,0075
5.	Гравійні садово - паркові доріжки	0,07	0,09	0,07·0,09=0,0063
6.	Ґрунтові поверхні (спланованні)	0,26	0,064	0,26·0,064=0,01664
7.	Газони	0,2	0,038	0,2·0,038=0,0076
Встановлення коефіцієнта:		1		**Σ = Z_{mid} = 0,1425**

Для визначення А з ДБН [1] виписуємо параметри:

γ=1,54; q_{20}=94,2; m_r=122; P=0,8; n=0,7.

$$A= 94,2\times 20^{0,7}\times(1+\lg(0,8)/\lg(122))^{1,54}=712,78.$$

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

η=1; ß=0,65.

Таблиця 10.

Гідравлічний розрахунок головного та прилеглого колекторів дощової мережі

№ ділянок	Довжина l, м	Площа стоку F, Га	Vп, м/с	t(p)	t (r)	m	z mid	β	n	q (cal)	Ухил		d, мм	Наповнення h/d	Висота h, м	Швидкість V, м/с	Падіння $i_{тр}$ ´l, м	Відмітки, м						Глибина закладання лотка труби в м	
											Землі $i_з$	Труби $i_{тр}$						Поверхні землі		Лотка труби		Шелиги труби			
																		На початку	В кінці	На початку	В кінці	На початку	В кінці	На початку	В кінці
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
1-2	250	4,75	1,35	3,15	14,15	1,13				167,32	0,0048	0,0070	400		0,4	1,341	1,75	118,1	116,9	116,40	114,65	116,80	115,05	1,7	2,25
2-3	250	9,50	1,18	3,60	14,60	1,14				328,37	0,0028	0,0030	600		0,6	1,177	0,75	116,9	116,2	114,45	113,70	115,05	114,30	2,25	2,50
3-4	250	14,25	1,33	3,20	14,20	1,13				500,96	0,0036	0,0030	700		0,7	1,322	0,75	116,2	115,3	113,60	112,85	114,30	113,55	2,50	2,45
4-5	250	19,00	1,82	2,34	13,34	1,10	0,143	0,65	1	693,48	0,0040	0,0060	700	1	0,7	1,816	1,5	115,3	114,3	112,85	111,35	113,55	112,05	2,45	2,95
5-6	620	30,78	2	5,27	16,27	1,18				997,04	0,0063	0,0060	800		0,8	2	3,72	114,3	110,4	111,25	107,53	112,05	108,33	2,95	2,87
6-7	210	30,78	1,83	1,95	12,95	1,09				1143,32	0,0029	0,0040	900		0,9	1,83	0,84	110,40	109,80	107,43	106,59	108,33	107,49	2,87	3,21
7-8	70	46,20	2,37	0,50	11,50	1,05				1842,69	0,0043	0,0065	1000		1	2,37	0,4515	109,80	109,50	106,49	106,04	107,49	107,04	3,21	3,46
Прилеглий колектор																									
1'-2'	250	5,25	1,2	3,54	14,54	1,14				181,91	0,0040	0,0045	450		0,45	1,147	1,125	117,60	116,60	115,90	114,78	116,35	115,23	1,7	1,83
2'-3'	250	10,50	1,4	3,04	14,04	1,12				371,64	0,0032	0,0040	600		0,6	1,322	1	116,60	115,80	114,63	113,63	115,23	114,23	1,83	2,18
3'-4'	250	15,75	1,5	2,83	13,83	1,12	0,143	0,65	1	562,34	0,0036	0,0040	700	1	0,7	1,473	1	115,80	114,90	113,53	112,53	114,23	113,23	2,18	2,38
4'-5'	250	21,00	2,1	2,02	13,02	1,09				777,42	0,0052	0,0070	700		0,7	2,054	1,75	114,90	113,60	112,53	110,78	113,23	111,48	2,38	2,83
5'-7'	640	34,44	1,8	6,04	17,04	1,20				1084,90	0,0059	0,0040	900		0,9	1,712	2,56	113,60	109,80	110,58	108,02	111,48	108,92	2,83	1,79

1.3 Очисні споруди водовідведення

Таблиця 11.

Вихідні дані до проєктування

Параметр	Позначення	Значення
Добова кількість побутових стічних від районів міста (тис. м^3/доб)	Q_I	80000
	Q_{II}	45000
Питоме водовідведення по районах міста (л/ос. доб)	q_{01}	380
	q_{02}	240
Добова кількість промислових стічних вод підприємств (м^3/доб)	Q1	3300
	Q2	4800
	Q3	2800
Концентрація завислих речовин в промислових стічних водах (г/м^3)	C1	510
	C2	240
	C3	165
Концентрація БСК$_{пов}$ в промислових стічних водах (г/м^3)	L1	530
	L2	260
	L3	185

Таблиця 12.

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	125000	5208,33	7500,00	1446,76	2083,33
Промисловість	10900	681,25	851,56	189,24	236,55
Разом	135900	5889,58	8351,56	1636,00	2319,88

1.3.1 Визначення концентрацій забруднень стічних вод

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

- по завислим речовинах в стічних водах району, мг/дм³:

$$C_{P1}^{W} = \frac{a}{q_0} \times 1000 = \frac{65}{380} \times 1000 = 171{,}05\ ,$$

$$C_{P2}^{W} = \frac{a}{q_0} \times 1000 = \frac{65}{240} \times 1000 = 270{,}83$$

- Концентрація $БСК_{пов}$ в стічних водах району, мг/дм³:

$$L_{P1}^{W} = \frac{a_1}{q_0} \times 1000 = \frac{75}{380} \times 1000 = 197{,}37,$$

$$L_{P1}^{W} = \frac{a_1}{q_0} \times 1000 = \frac{75}{240} \times 1000 = 312{,}50,$$

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

а = 65 г/добу завислих речовин на одного жителя;

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

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

- по завислим речовинах, мг/дм³:

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

$$= \frac{80000 * 171 + 45000 * 240 + 3300 * 510 + 4800 * 240 + 2800 * 165}{80000 + 45000 + 3300 + 4800 + 2800}$$

$$= 214{,}63.$$

$$\text{С}_{en} = \frac{Q_d^w \cdot \text{С}_\text{P}^w + \sum(Q_{di}^P \cdot \text{С}_{\text{pi}}^P)}{Q_d^w + \sum Q_{di}^P} \cdot K_C = 214{,}63 \cdot 1{,}1 = 236{,}10,$$

- по $БСК_{повн}$, мг/дм³:

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

$$= \frac{80000 * 197{,}37 + 45000 * 312{,}50 + 3300 * 530 + 4800 * 260 + 2800 * 185}{80000 + 45000 + 3300 + 4800 + 2800} =$$

$$= 245{,}53$$

$$L_{en} = \frac{Q_d^w \cdot L_{\text{P}}^w + \sum(Q_{di}^P \cdot L_{\text{p}i}^P)}{Q_d^w + \sum Q_{di}^P} \cdot K_L = 245{,}53 \cdot 1{,}05 = 257{,}80;$$

де Q_d^w – добова витрата гос-побутових стічних вод від населення міста, м^3/добу;

Q_{di}^P – добові витрати стічних вод від промислових підприємств, м^3/добу;

$\text{C}_{\text{p}i}^P$ – концентрація зварених речовин у стічних водах промислових підприємств, мг/л;

$L_{\text{p}i}^P$ – концентрація забруднень по БСК$_{\text{повн}}$ у стічних водах промислових підприємств, мг/л;

K_C – 1,08 ÷ 1,10 –коєфіцієнт, що враховує збільшення концентраціїї забружнень по зважених речовинах за рахунок надходжння мулової води після обробки осаду;

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

Освітлених стічних вод:

$$L_{\text{осв}} = L_{\text{заг}} \cdot \frac{40}{75} = 245{,}53 \cdot \frac{40}{75} = 130{,}95 \text{ , мг/дм}^3$$

1.3.2 Вибір методу і складу споруджень очищення стічних вод і обробки осадів

Вибір методу очищення стічних вод, як правило, роблять на підставі отриманих результатів визначення необхідного ступеня очищення.

Якщо по одному з показників забруднень: по завислих речовинах, або по БСКповн - ступінь необхідного очищення перевершує 80 %, рекомендується застосовувати повне біологічне очищення стічних вод. [3]

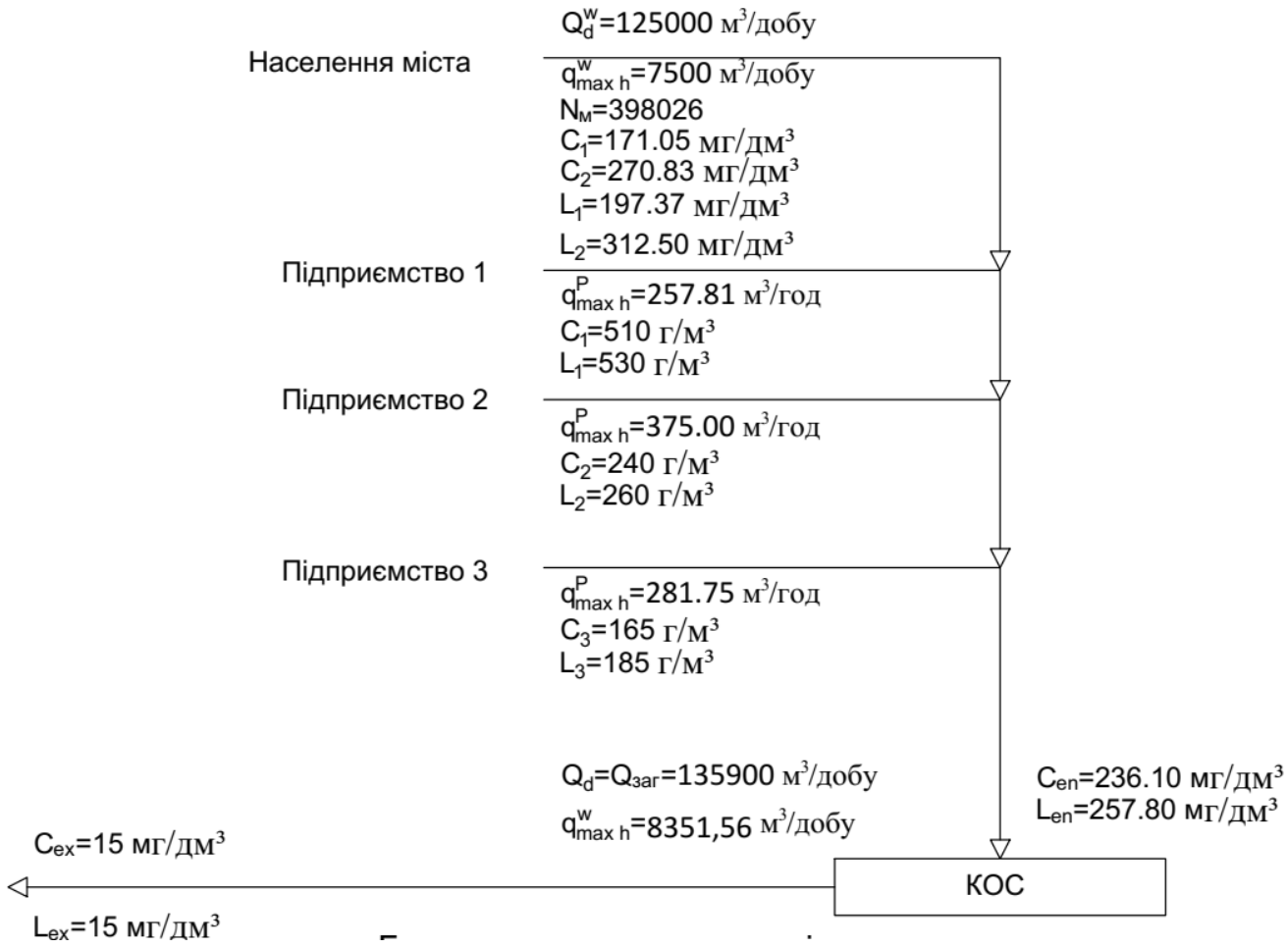


Рис.3. Блок-схема системи водовідведення

У відповідності із дозволеним рівнем концентрації забруднень в очищених стічних водах (Cex ; Lex) визначається перелік блоків очисного комплексу та споруд в кожному блоці. Наприклад, для комплексу повної біологічної очистки без доочищення стічних вод такий перелік може бути наступним:

а) блок механічної очистки;

- грати; пісковловлювачі; первинні відстійники (можливо з передаератором);

б) блок біологічної очистки;

- аеротенки чи біофільтри; вторинні відстійники;

в) блок знезаражування;

- хлораторна; змішувач; контактний резервуар;

г) блок обробки осаду і надлишкового активного мулу (або біологічної плівки);

- мулозгущувачі; метантенки; газгольдери; вакуум-фільтри, або інші споруди механічного зневоднення; резервні мулові майданчики.

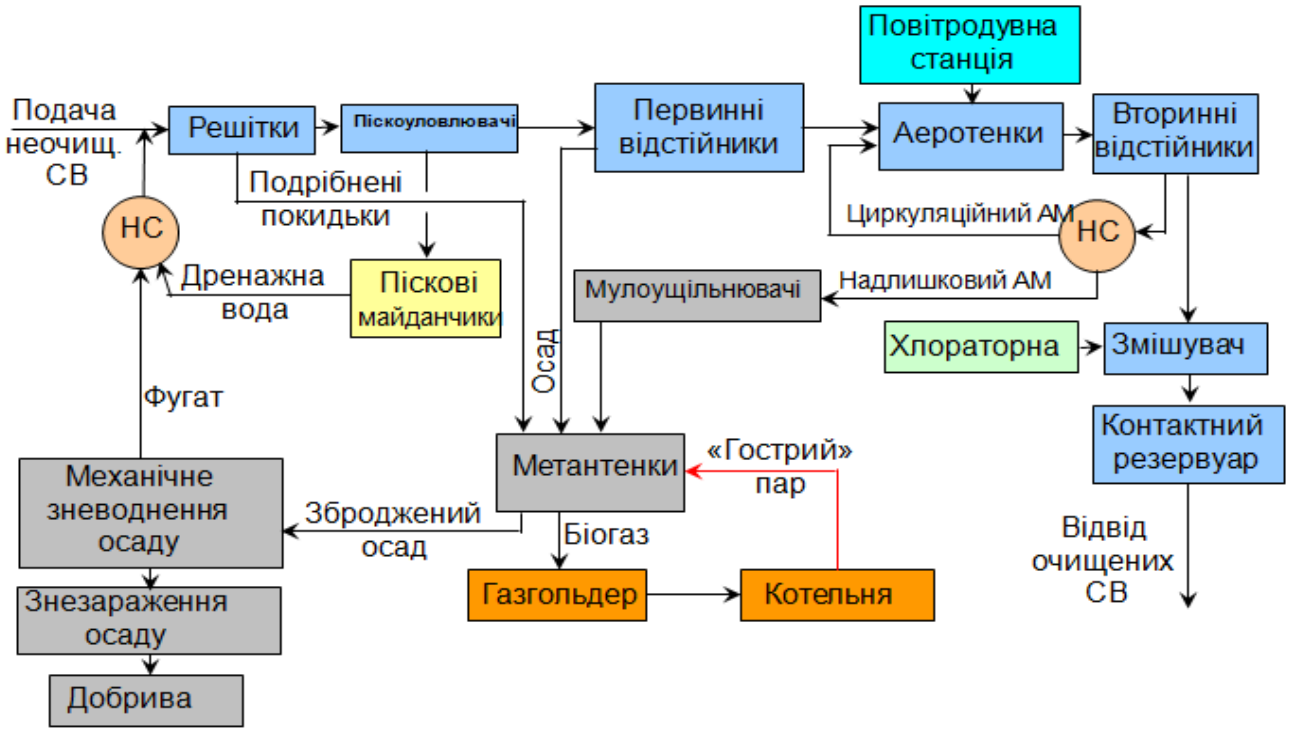


Рис.4. Технологічна схема очищення стічних вод з використанням аеротенків

1.3.3 Розрахунок споруд механічного очищення стічних вод

1.3.3.1Приймальна камера

Найбільш часто стічні води надходять на очисні спорудження по напірним водоводам. Приймальна камера призначається для прийому стічних вод, що надходять на очисні споруди, гасіння швидкості потоку рідини й сполучення трубопроводів з відкритим лотком. Камери передбачають із урахуванням надходження стічних вод по одному або двох трубопроводах і розташовують, звичайно, у насипі висотою до 5 м (рис. 5.)

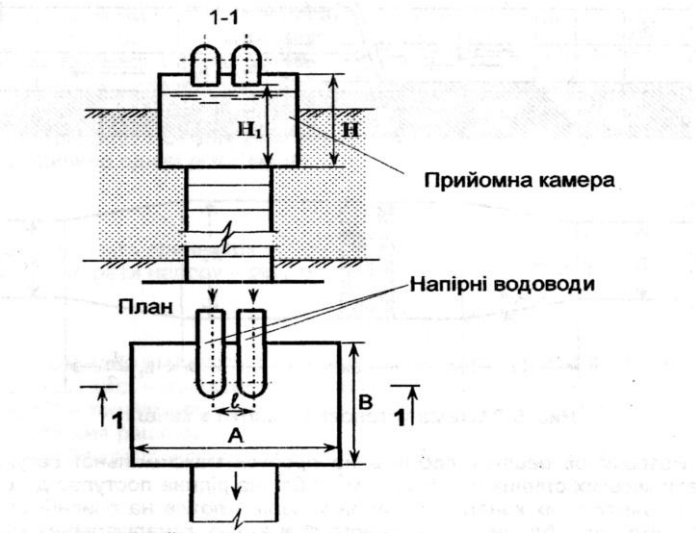


Рис.5. Приймальна камера очисних споруд на опорах зі збірних залізобетонних кілець

Згідно з [1] приймаємо 4 камери каналізаційних очисних споруд:

A	B	H	H1	I
2000	3300	2000	1600	1000

1.3.3.2Решітки і решітки-дробарки

Решітки

Для затримання великих плаваючих відходів на очисних спорудах встановлюють решітки з прямокутними стрижнями, відстань між якими не перевищує 16 мм [3]. Решітки обладнують механізованими граблинами для видалення затриманих відходів. Якщо обсяг відходів не перевищує 0,1 м³/добу, дозволяється встановлення решіток із ручним очищенням.

Резервні решітки передбачаються відповідно до кількості розрахункових робочих агрегатів. При наявності до трьох робочих решіток включно встановлюють дві резервні.

Розрахунок решіток виконують з урахуванням максимальної секундної витрати міських стічних вод (q_{max} s, м³/с). Стічні води надходять до решіток через прямокутні канали. Розміри каналів і лотків очисної станції визначаються за таблицями гідравлічного розрахунку каналізаційних мереж за Лукіним або Федоровим, відповідно до витрат:

$$\boldsymbol{q_c = 1,4 \cdot q_{max\,s}}$$

Перетин каналу повинен бути таким, щоб співвідношення глибини потоку води h_K до ширини лотка $B_к$ становило 0,5+0,75 (найвигіднішим перетином прямокутного каналу з гідравлічної точки зору є таке, при якому $B_K=2h_K$).

Ухили для каналів приймають 0,0008-0,005.

Швидкість руху води в каналі приймають 0,9+1,0 м/с.

Розрахунок решіток

Кількість прозорів у решітці:

$$\boldsymbol{n} = \frac{q_{max\,s}}{b \cdot h_k \cdot v_p} \cdot K_з = \frac{2319{,}88}{0.016 \cdot (0{,}966 \cdot 1000) \cdot 0.94} \cdot 1.05 = 167{,}66$$

Загальна ширина решітки:

$$\boldsymbol{B_P = S \cdot (n - 1) + b \cdot n} = \cdot\,(167{,}66 - \mathbf{1}) + 0{,}016 \cdot 167{,}66 = 4{,}02 \text{ м}$$

Ширина однієї решітки:

$$\boldsymbol{B_P^1 = \frac{B_P}{n_P} = \frac{4.02}{2}} = 2{,}01 \text{ м.}$$

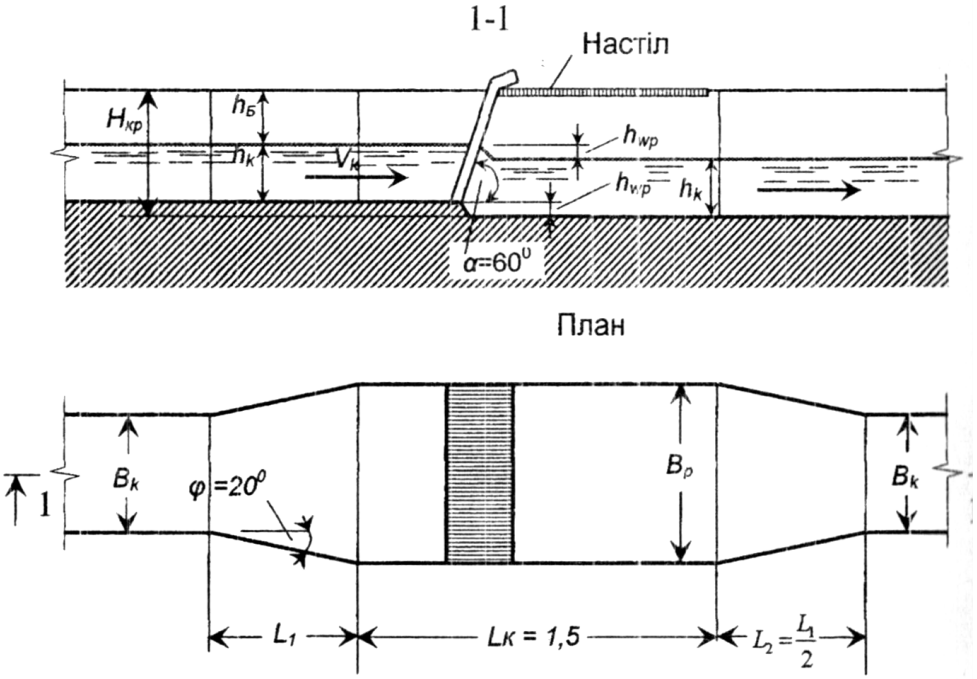


Рис.6. Схема установки решітки в каналі

Вибір типу решітки

Приймаються механізовані решітки з прозорами 16 мм.

Максимальні витрати, що надходять на решітки:

$$\boldsymbol{q_{max}}\left(\text{м}^3/\text{с}\right)=\frac{\Sigma \boldsymbol{q_{max}}\left(\text{м}^3/\text{год}\right)}{\boldsymbol{3600}\left(\text{с}/\text{год}\right)}=\frac{\boldsymbol{8351{,}56}}{\boldsymbol{3600}}=2{,}32$$

Діапазон розрахункової витрати на 1 грати при 2х робочих агрегатах:

$$\boldsymbol{q}_{(2)}^{`}\left(\text{м}^3/\text{с}\right)=\frac{\boldsymbol{q_{max}}}{\boldsymbol{2}}=\frac{2{,}32}{\boldsymbol{2}}=1{,}16$$

Таблиця 13.

Рекомендовані типорозміри грат МГ та РМУ для діапазонів $\boldsymbol{q}^{`}$

q' ($м^3/с$)	Тип грат	H_{max}, м	q' ($м^3/с$)	Тип грат	H_{max}, м
0,16…0,2	РМУ-1	0,6	1,15…1,44	РМУ-4	1,5
0,35…0,44	РМУ-2	0,7	1,23…1,54	МГ-12Т	1,5
0,36…0,45	МГ-7Т	0,9	1,61…2,02	РМУ-5 та	1,5
0,4…0,5	МГ-9Т	0,8		МГ-6Т	1,5
0,55…0,69	МГ-11Т	1,1	2,15…2,69	РМУ-6	2,0
0,75…0,94	РМУ-3 та	1,5	2,69…3,36	МГ-5Т	2,5
	МГ-10Т	1,5	3,42…4,48	РМУ-7	2,5
1,06…1,32	МГ-8Т	1,5			

Обираємо решітки марки **МГ-8Т.**

Піскоуловлювачі

Визначаємо довжину горизонтальних й азрованих піскоуловлювачів за формулою:

$$\boldsymbol{L_s}=\frac{\boldsymbol{1000\cdot K_s\cdot H_S\cdot v_s}}{\boldsymbol{u_0}}=\frac{\boldsymbol{1000\cdot 2{,}08\cdot 2{,}1\cdot 0{,}08}}{\boldsymbol{18{,}7}}=\boldsymbol{18{,}69}.$$

Приймаємо L_s =18 м.

Число відділень – ***n****=3*.

Приймаємо номер типового проекту: 902-2-374.83

Загальна ширина піскоуловлювачів при максимальному припливі стічних вод:

$$B_s=\frac{F_s}{L_s}=\frac{124{,}06}{18}=6{,}89$$

Розрахункова ширина одного відділення піскоуловлювача, м:

$$b_s = \frac{B_s}{n_s} = \frac{6{,}89}{3} = 2{,}30$$

Приймаємо bs=3.

Тривалість протікання при максимальному припливі, с:

$$t_{\text{ПР}} = \frac{L_s \cdot B_s \cdot H_s}{q_{max.s}} = \frac{18 \cdot 6{,}89 \cdot 2{,}1}{2319{,}88} = 112{,}299 \text{ с}$$

Оскільки $t_{\text{ПР}} > 30$, то параметри піскоуловлювачів підібрані правильно.

Піскові майданчики

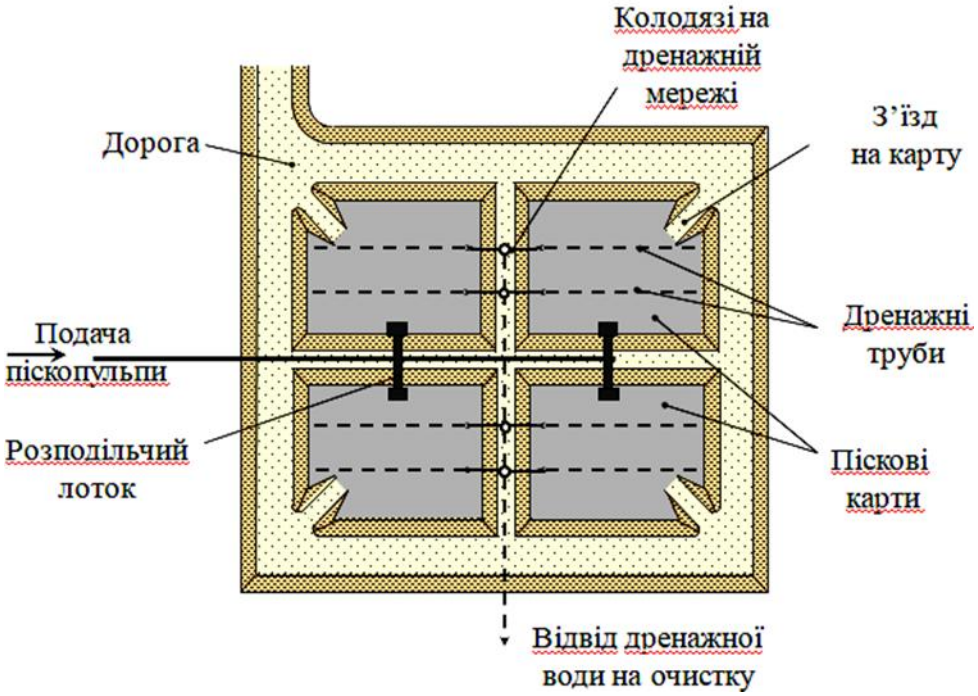


Рис.7. Схема піскових майданчиків

Об'єм піску, затримуваного піскоуловлювачами:

$$W_s = \frac{0{,}03 \cdot N_{priv}}{1\,000} = \frac{0{,}03 \cdot 448749}{1\,000} = 13{,}46 \text{ м}^3/\text{доб}$$

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

$$F_s = \frac{W_s \cdot 365}{3} = \frac{13{,}46 \cdot 365}{3} = 1637{,}94 \text{ м}^2$$

Площа 1 карти при 4 картах: F/4= 409,48

Приймаємо	B, м	20
	L, м	25

Первинні відстійники

Для видалення крупнодисперсних домішок зі стічних вод використовують процес відстоювання. Залежно від напрямку руху основного потоку води, відстійники поділяються на:

- горизонтальні та вертикальні;
- радіальні, які є різновидом горизонтальних відстійників.

Вибір типу відстійника повинен здійснюватися з урахуванням обраної технологічної схеми очищення стічних вод і обробки осаду, продуктивності споруд, етапності будівництва, кількості експлуатованих одиниць, форми та рельєфу ділянки, геологічних умов, рівня ґрунтових вод тощо.

Рекомендації щодо вибору первинних відстійників за продуктивністю:

- вертикальні — до 20 тис. м³/добу;
- горизонтальні — понад 15 тис. м³/добу;
- радіальні — понад 20 тис. м³/добу;
- освітлювачі-перегнивачі — до 30 тис. м³/добу;
- двоярусні — до 10 тис. м³/добу.

Розрахунок первинних відстійників

Необхідний ефект посвітління:

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

В схемі з аерованими пісковловлювачами $C_{еп1}$ дорівнює 92...93% від $C_{заг.}$:

$$C_{en1} = 0{,}93 \cdot C_{заг} = 0{,}93 \cdot 214{,}63 = 199{,}61$$

$$Э_{осв} = \frac{C_{en1} - (150г/м^3)}{C_{en1}} \cdot 100\% = \frac{199,61 - 150}{199,61} \cdot 100\% = 24,85$$

Передаерація не передбачається - Эосв < 50%

Розрахункове значення гідравлічної крупності U_0 необхідно визначати за формулою:

$$U_0 = \frac{1000 \cdot H_{set} \cdot K_{set}}{t_{set}(\frac{H_{set} \cdot K_{set}}{h_1})^{n_2}} = \frac{1000 \cdot 3,6 \cdot 0,45}{417(\frac{0,45 \cdot 3,6}{0,5})^{0,25}} = 2,89$$

Таблиця 14.

Основні параметри радіальних відстійників

Параметри	Діаметр відстійника D_{set}, м			
	18	24	30	40
Типовий проект	902-2-362.83	902-2-363.83	902-2-378.83	902-2-383.83
Діаметр впускного пристрою, d_{en}, м	1,4	1,6	1,8	2,0
Гідравлічна глибина Н, м	3,4	3,4	3,4	4,0
Глибина проточної частини H_{set}, м	**3,1**	**3,1**	**3,1**	**3,6**
Об'єм, $м^3$: - проточної частини	788	1400	2190	4580
- осадової частини	120	210	340	710
- загальний	908	1610	1460	3054
Витрата, $м^3$/год	**525**	**930**	**1460**	**3054**

Обираємо типовий проект: 902-2-362,83

Продуктивність одного відстійника:

$$q_{set} = 2,8K_{set}(D_{set}^2 - d_{en}^2)(u_0 - v_{tb}) =$$

$$= 2,8 * 0,45(40^2 - 2^2)(2,89 - 0,025) = 5772,71 \text{ м}^3/\text{год}$$

Необхідна кількість відстійників:

$$n = q_{max.h}/q_{set} = 8351,56/5772,71 = 1,446$$

Приймаємо $n = 2$

Перевірка фактичної швидкості:

$$V_{\text{ф}} = \frac{q_{max.h}}{3{,}6\pi \cdot R_{set} \cdot H_{set} \cdot n} = \frac{8351{,}56}{3{,}6\pi \cdot \left(\frac{40}{2}\right) \cdot 3{,}6 \cdot 2} = 5{,}128 \text{ мм/с}$$

Добова кількість сирого осаду, що утворюється у відстійниках (вологість 95%, щільність 1,06 г/см³):

$$Q_{mud} = \frac{Q(C_{en1} - 150)}{(100 - P_{mud})\gamma_{mud} \cdot 10^4} = \frac{135900(199{,}61 - 150)}{(100 - 95)1{,}06 \cdot 10^4} = 127{,}21$$

Кількість осаду по сухій речовині:

$$M_{mud} = \frac{Q_d(C_{en1} - 150)}{10^6} = M_{mud} = \frac{135900(199{,}61 - 150)}{10^6} = 6{,}74 \text{ т/доб}$$

1.3.4 Розрахунок споруд біологічної очистки стічних вод у штучно створених умовах

1.3.4.1 Аеротенки

Аеротенки використовують для повного або часткового біологічного очищення стічних вод. Це резервуари, в яких стічна вода, змішана з активним мулом, насичується повітрям і перемішується.

Вміст завислих речовин у стічних водах, що надходять в аеротенк після механічного очищення, не повинен перевищувати 100–150 мг/дм³. Допустиме значення повного біохімічного споживання кисню (БСКповн) залежить від конструкції аеротенка.

У разі очищення суміші побутових і виробничих стічних вод необхідно дотримуватися встановлених вимог до параметрів: кислотно-лужного балансу (pH 6,5–8,5), температури (6–30 °C), загальної мінералізації (до 10 г/дм³), а також контролювати вміст шкідливих речовин.

Регенерацію активного мулу потрібно передбачати, якщо БСКповн стічних вод перевищує 150 мг/л або за наявності у воді шкідливих домішок виробничого походження.

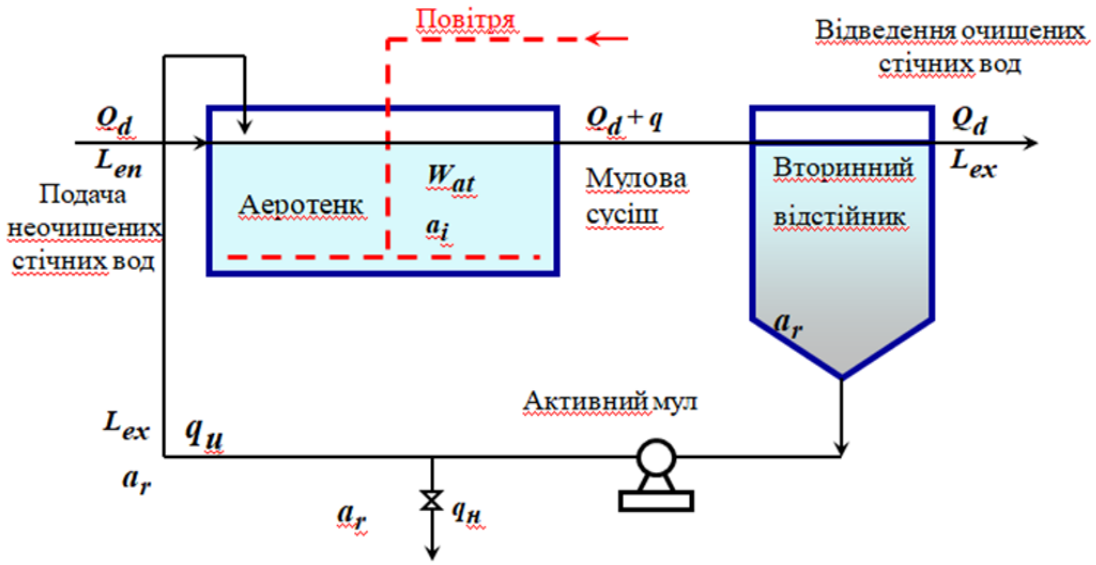


Рис.8. Блок-схема біологічної очистки стічних вод в аеротенках

Аеротенки-витіснювачі з регенераторами

Ступінь рециркуляції активного мулу:

$$R_i = \frac{a_i}{\frac{1\,000}{J_i} - a_i} = \frac{2{,}5}{\frac{1\,000}{100} - 2{,}5} = 0{,}33$$

Тривалість перебування стічних вод в аеротенку:

$$t_{at} = \frac{2{,}5}{\sqrt{a_i}} = \mathrm{Ig}\frac{\mathrm{L_{en}^i}}{\mathrm{L_{ex}}} = \mathrm{Ig}\frac{130{,}95}{15} = 0{,}94$$

Доза мулу в регенераторі:

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

Питома швидкість окислювання при дозі мулу a_r:

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

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

Тривалість окислювання органічних забруднюючих речовин:

$$t_0 = \frac{L_{en} - L_{ex}}{R_i a_r (1-s)\rho} = \frac{130{,}95 - 15}{0{,}33 * 10(1-0{,}3)15{,}53} = 3{,}49$$

Тривалість регенерації:

$$t_r = t_0 - t_{at} = 3{,}49 - 2 = 1{,}49$$

Час перебування стічних вод в системі аеротенк-регенератор:

$$t = (1 + R_i) \cdot t_{at} + R_i t_r = (1 + 0{,}33) \cdot 2 + 0{,}33 * 1{,}49 = 3{,}16$$

Середня доза мулу в системі:

$$a_{im} = \frac{(1 + R_i) \cdot t_{at} a_i + R_i t_r a_r}{t} = \frac{(1 + 0{,}33) \cdot 2 * 2{,}5 + 0{,}33 * 1{,}49 * 10}{3{,}16} = 3{,}68$$

Навантаження на мул:

$$q_i = \frac{24 \cdot (L_{en} - L_{ex})}{a_{im}(1-s) \cdot t} = \frac{24 \cdot (130{,}95 - 15)}{3{,}68\,(1-0{,}3) \cdot 3{,}16} = 341{,}64$$

Повторюємо розрахунок аеротенків при новому значенні мулового індексу.

Ступінь рециркуляції активного мулу:

$$R_i = \frac{a_i}{\frac{1\,000}{J_i} - a_i} = \frac{2{,}5}{\frac{1\,000}{74{,}2} - 2{,}5} = 0{,}23$$

Тривалість перебування стічних вод у самому аеротенку:

$$t_{at} = \frac{2{,}5}{\sqrt{a_i}} = \mathrm{Ig}\frac{\mathrm{L^i_{en}}}{\mathrm{L_{ex}}} = \mathrm{Ig}\frac{130{,}95}{15} = 0{,}94$$

Доза мулу в регенераторі:

$$a_r = a_i\left(\frac{1}{R_i} + 1\right) = 2{,}5\left(\frac{1}{0{,}23} + 1\right) = 13{,}48$$

Питома швидкість окислювання:

$$t_0 = \frac{L_{en} - L_{ex}}{R_i a_r (1-s)\rho} = \frac{130{,}95 - 15}{0{,}23 * 13{,}48\,(1-0{,}3)12{,}45} = 4{,}33$$

Тривалість регенерації:

$$t_r = t_0 - t_{at} = 4{,}33 - 2 = 2{,}33$$

Час перебування стічних вод в системі аеротенк-регенератор:

$$t = (1 + R_i) \cdot t_{at} + R_i t_r = (1 + 0{,}23) \cdot 2 + 0{,}23 * 2{,}33 = 2{,}99$$

Середня доза мулу в системі:

$$a_{im} = \frac{(1 + R_i) \cdot t_{at} a_i + R_i t_r a_r}{t} = \frac{(1 + 0{,}23) \cdot 2 * 2{,}5 + 0{,}23 * 2{,}33 * 13{,}48}{2{,}99} = 4{,}45$$

Навантаження на мул:

$$q_i = \frac{24 \cdot (L_{en} - L_{ex})}{a_{im}(1 - s) \cdot t} = \frac{24 \cdot (130{,}95 - 15)}{4{,}45 \ (1 - 0{,}3) \cdot 2{,}99} = 337{,}51$$

Об'єм аеротенка:

$$W_{at} = t_{at} \cdot (1 + R_i) \cdot q_{\max h} = 2 \cdot (1 + 0{,}23) \cdot 8351{,}56 = 20507{,}21$$

Місткість регенератора:

$$W_r = t_r * R_i * q_{\max h} = 2{,}33 * 0{,}23 * 8351{,}56 = 4439{,}05$$

Загальна місткість аеротенку:

$$W = W_{at} + W_r = 20507{,}21 + 4439{,}05 = 24946{,}26$$

Відсоток регенерації:

$$\frac{W_r}{W} \cdot 100\% = \frac{4439{,}05}{24946{,}26} \cdot 100\% = 17{,}79$$

Приймаємо чотирьохкоридорний аеротенк.

Площа аеротенка:

$$\boldsymbol{F} = \frac{\boldsymbol{W}}{\boldsymbol{H_{at}}} = \frac{24946{,}26}{5} = 4989{,}25$$

Довжина одного коридору аеротенка:

$$L = \frac{F}{B \cdot n \cdot m} = \frac{4989{,}25}{6 \cdot 4 \cdot 3} = 69{,}30 \text{ м}$$

Фактичний об’єм однієї секції:

$$W_ф = B \cdot L \cdot H_{at} \cdot n = 6 \cdot 69{,}30 \cdot 5 \cdot 4 = 8315{,}42 \text{ м}^3$$

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

$$t_ф = \frac{W_ф \cdot m}{q_W^a} = \frac{8315{,}42 \cdot 2}{8351{,}56} = 2{,}99$$

1.3.4.2 Вторинні відстійники

Вторинні відстійники використовуються для відокремлення активного мулу зі стічної рідини та його подальшого ущільнення, а також для вилучення біологічної плівки, яка потрапляє у стоки після проходження через біофільтри.

Залежно від особливостей споруд, для цієї мети застосовують відстійники горизонтального, вертикального або радіального типу. На малих очисних спорудах перевагу надають вертикальним конструкціям, тоді як на середніх і великих — доцільніше використовувати горизонтальні чи радіальні. Незалежно від типу, усі вторинні відстійники, встановлені після біологічного очищення в аеротенках чи біофільтрах, повинні проєктуватися з урахуванням гідравлічного навантаження, яке забезпечує ефективність роботи системи.

Гідравлічне навантаження для відстійників після аеротенків визначають за формулою:

$$q_{ssa} = \frac{4{,}5 \cdot K_{ss} \cdot H_{set}^{0,8}}{(0{,}1 \cdot J_i \cdot a_i)^{0,5-0,01a_t}} = \frac{4{,}5 \cdot 0.4 \cdot 3{,}65^{0.8}}{(0{,}1 \cdot 74{,}2 \cdot 2{,}5)^{0,5-0,01*15}} = 1{,}824$$

Загальна площа дзеркала води:

$$F_{ssa} = \frac{q_{maxh}}{q_{ssa}} = \frac{8351{,}56}{1{,}824} = 4577{,}004 \text{ м}^2$$

Площа дзеркала води для одного відстійника:

$$f_{ssa} = \frac{F_{ss}}{n} = \frac{4577{,}004}{4} = 1144{,}25, \text{ м}^3$$

Діаметр відстійників:

$$D_{ssa} = \sqrt{\frac{4 \cdot f_{ssa}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1144{,}25}{\pi}} = 38{,}179 \text{ м}$$

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

Приймаємо типовий проект: 902-2-90/75.

Об’єм мулової камери:

Для вторинних відстійників, розташованих після аеротенків, об’єм мулової камери слід проєктувати таким чином, щоб він відповідав кількості осаду, що

накопичується впродовж не більш ніж 2 годин. У випадку відстійників, встановлених після біофільтрів, цей період допускається до 2 діб [8].

При проєктуванні системи видалення осаду з відстійників слід враховувати мінімальний необхідний гідростатичний тиск, який повинен становити не менше ніж:

- для первинних відстійників — 15 кПа (1,5 м водяного стовпа),
- для вторинних після біофільтрів — 12 кПа (1,2 м),
- для вторинних після аеротенків — 9 кПа (0,9 м).

1.3.4.3Знезараження стічних вод

Система хлорування на очисних спорудах має бути спроєктована так, щоб у разі необхідності забезпечити підвищення розрахункової дози хлору до 1,5 раза без потреби змінювати об’єм сховищ для реагентів.

1.3.4.4Споруди для обробки осадів стічних вод

Встановлення об’єму осадів

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

- **Великі покидьки, які затримані на решітках:**

за рік:

$$W_{\text{відх}}^{\text{рік}} = \frac{8 \cdot N_{priv}^{\text{зв}}}{1000} = \frac{8 \cdot 448749}{1000} = 3590{,}00$$

за добу:

$$W_{\text{відх}}^{\text{доб}} = \frac{W_{\text{відх}}^{\text{рік}}}{365} = \frac{3590{,}00}{365} = 9{,}84$$

- **Пісок та подібні мінеральні домішки, що осідають в піскоуловлювачах:**

$$W_s = \frac{0{,}03 \cdot N_{priv}}{1000} = \frac{0{,}03 \cdot 448749}{1000} = 13{,}46, \text{ (м}^3\text{/добу)}$$

- **Сирий осад, затриманий у первинних відстійниках:**

$$W_{mud} = Q_{mud} = \frac{Q(C_{en1} - 150)}{(100 - P_{mud})\gamma_{mud} \cdot 10^4} = \frac{135900(199{,}61 - 150)}{(100 - 95)1{,}06 \cdot 10^4} = 127{,}21$$

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

$$M_{mud}^{s} = \frac{M_{mud} \cdot (100 - P_g) \cdot (100 - S_{mud})}{10^4} = \frac{6.74 \cdot (100 - 6) \cdot (100 - 27)}{10^4} = 4{,}63$$

- **Надлишковий активний мул або біологічна плівка, які затримуються у вторинних відстійниках**

Кількість сирого осаду по сухій речовині:

$$M_{mud.a} = \frac{P_i \cdot Q_d}{10^6} = \frac{159.28 \cdot 135900}{10^6} = 21{,}65$$

Об'єм мулу:

$$W_{mud.a} = \frac{M_{mud.a} \cdot 100}{(100 - P_{mud.a}) \cdot \rho_{mud.a}} = \frac{21.65 \cdot 100}{(100 - 99.5) \cdot 1.03} = 4203{,}25$$

Об'єм ущільненого надлишкового активного мулу:

$$W_u = \frac{M_{mud.a} \cdot 100}{100 - P_{ex}} = \frac{21.65 \cdot 100}{100 - 97.3} = 801{,}73$$

Кількість надлишкового активного мулу по абсолютно сухій беззольной речовині:

$$M_{mud.a}^{s} = \frac{M_{mud.a} \cdot \left(100 - P_g^{`}\right) \cdot (100 - S_{mid})}{10^4} = \frac{21.65 \cdot (100 - 6) \cdot (100 - 27)}{10^4} = 14{,}85$$

Кількість суміші по сухій речовині:

$$M_{tot} = M_{mud} + M_{a.mud} = 127.21 + 21.65 = 148{,}85$$

Кількість суміші по абсолютно сухій беззольній речовині:

$$M_{tot}^{s} = M_{mud}^{s} + M_{a.mud}^{s} = 4.63 + 14.85 = 19{,}48$$

Об'єм осаду:

$$W_{tot} = W_{mud} + W_u = 127{,}21 + 801{,}73 = 928{,}94$$

Середня вологість суміші:

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

Зольність суміші:

$$S_{tot} = \left(1 - \frac{M_{tot}^{s}}{M_{mud} \cdot \frac{(100 - P_g)}{100} + M_{a.mud} \cdot \frac{\left(100 - P_g^{`}\right)}{100}}\right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{19{,}48}{127.21 \cdot \frac{(100-6)}{100} + 21.65 \cdot \frac{(100-6)}{100}}\right) \cdot 100 = 27{,}00, \%$$

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

$$W_{OC} = \frac{q_0 \cdot Q_d}{1000} = \frac{1{,}1 \cdot 135900}{1000} =, \text{ м}^3/\text{добу}$$

Усі види осадів, що утворюються в процесі очищення стічних вод, повинні проходити спеціальну обробку. Основна мета цієї обробки — знезараження та подальше використання осадів у сільському господарстві як добрива. Вибір технологій стабілізації (аеробної або анаеробної), зневоднення та знезараження залежить від конкретних місцевих умов: клімату, гідрогеологічної ситуації, особливостей забудови, агротехнічних вимог, а також від фізико-хімічних і теплофізичних властивостей осаду та його здатності до водовіддачі.

Одним із традиційних способів обробки вважається анаеробне зброджування осаду в метантенках.

Процес зневоднення зазвичай реалізується двома основними методами:
шляхом природного висушування на мулових майданчиках;
за допомогою механічних пристроїв, таких як вакуум-фільтри, центрифуги або фільтр-преси.

Перед подачею в метантенки надлишковий активний мул попередньо ущільнюють у спеціальних ємностях — мулозгущувачах.

Сирий осад із первинних відстійників разом із ущільненим надлишковим мулом подається безпосередньо до метантенка, де в процесі зброджування утворюється біогаз. Для його зберігання необхідно передбачати установку газгольдерів.

Ущільнення осадів

Приймаємо радіальні мулозгущувачі.

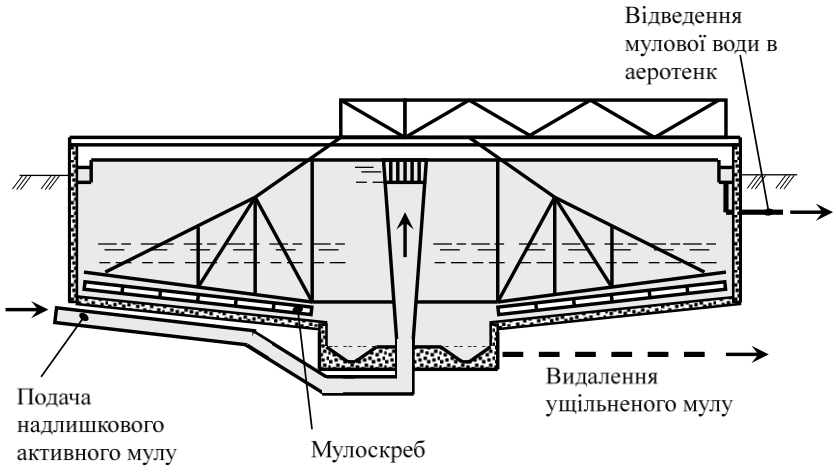


Рис.9. Схема радіальних мулозгущувачів

Розрахунок мулозгущувачів виконуємо на максимальну годинну подачу активного мулу:

$$Q_{mud.a} = \frac{P_{max} \cdot q_{max.h}}{C \cdot 10^3} = \frac{173{,}14 \cdot 8351{,}56}{13{,}48 \cdot 10^3} = 107{,}29$$

Максимальний приріст надлишкового активного мулу:

$$P_{max} = K_M \cdot (P_i - a_t) = 1.2 \cdot (159{,}28 - 15) = 173{,}14$$

Корисна площа поперечного перерізу радіального мулозгущувача:

$$F_{\text{ПОЛ}} = \frac{Q_{mud.a}}{q_0} = \frac{107{,}29}{0.3} = 357{,}64$$

Діаметр одного мулоущільнювача:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\text{ПОЛ}}}{\pi \cdot n}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 357{,}64}{3{,}14 \cdot 2}} = 15{,}09$$

Висота робочої зони мулоущільнювача:

$$h = q_0 \cdot T_{\text{ущ}}$$

$$h = 0{,}3 \cdot 11 = 3{,}3$$

Загальні висота мулоущільнювача:

$$H = h + h_{\text{ЗАЛ}} + h_{\text{Б}} = 3{,}3 + 0{,}3 + 03 = 6{,}60$$

Максимальна витрата рідини, що відділяється в процесі ущільнення:

$$Q = Q_{mud.a} \cdot \frac{P_{mud.a} - P_{ex}}{100 - P_{ex}} = 107{,}29 \cdot \frac{99{,}5 - 97{,}3}{100 - 97{,}3} = 87{,}42$$

Об’єм мулової частини мулоущільнювача:

$$V = Q_{mud.a} \cdot \frac{100 - P_{mud.a}}{100 - P_{ex}} \cdot \frac{t_{\text{мул}}}{n} = 107{,}29 \cdot \frac{100 - 99{,}5}{100 - 97{,}3} \cdot \frac{8}{2} = 317{,}91$$

Метантенки

Метантенки використовуються для проведення анаеробного зброджування осадів міських стічних вод, з метою їх стабілізації, ущільнення та отримання біогазу, зокрема метану. При виборі режиму експлуатації враховується склад осадів, а також наявність речовин, які можуть пригнічувати процеси зброджування та зменшувати вихід газу.

Для забезпечення ефективної дезінфекції осаду застосовується термофільний режим зброджування, за якого повністю знищуються яйця гельмінтів. Оптимальна температура процесу становить 53 °С.

При вологості осаду 97,3 % добове завантаження в метантенк приймається на рівні D_{mt} = 19 %.

Таблиця 15.

Добова доза завантаження осаду в метантенк залежно від режиму зброджування та вологості

Режим зброджування	Добова доза завантажуваного в метантенк осаду $D_{mt\ \%}$, при вологості осаду P_{mix} %				
	93	94	95	96	97
Мезофільний	7	8	8	9	10
Термофільний	14	16	17	18	19

Розраховуємо необхідну кількість метантенків:

$$W_{mt} = \frac{W_{tot} \cdot 100}{D_{mt}} = \frac{928{,}94 \cdot 100}{19} = 4889{,}14$$

Об’єм одного метантенка:

$$W_{mt}^{\text{I}} = \frac{W_{mt}}{n} = \frac{4889{,}14}{2} = 2444{,}57$$

Приймаємо найближчий типовий проєкт метантенків за таблицею 16.

Таблиця 16.

Типові проєкти метантенків

№ типового проекту	Діаметр, м	Корисний об’єм резервуара, м^3	Висота, м		
			верхнього конуса	циліндричної частини	нижнього конуса
ТП 902-5-15.86	11	1100	2,1	9,0	2,0
ТП 902-5-16.86	15	2500	1,9	12,5	2,8
ТП 902-5-17.86	19	5000	1,9	14,9	4,2
ТП 902-5-18.86	23	9000	4,5	17,9	5,6

Приймаємо типовий проєкт ТП 902-5-16.86.

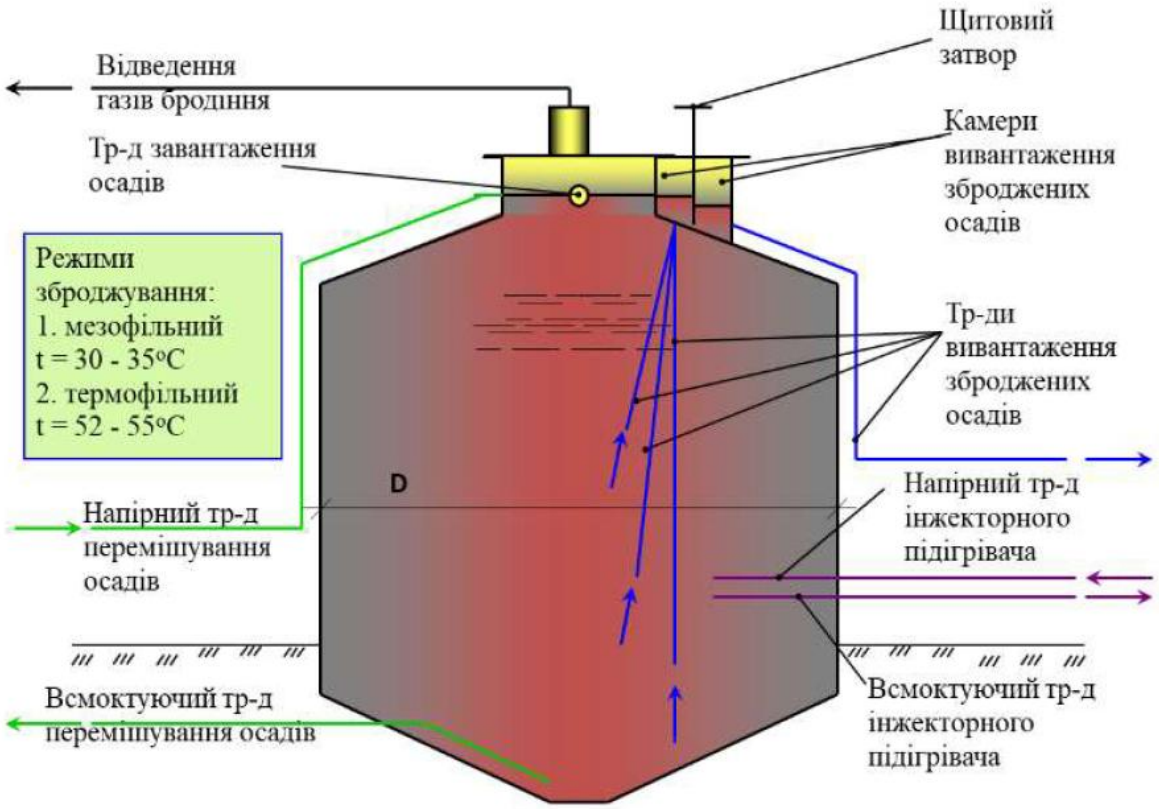


Рис.10. Схема метантенка

Фактична доза завантаження:

$$D_{mtf} = \frac{W_{mt} \cdot D_{mt}}{W_{mtf} \cdot n} = \frac{4889{,}14 \cdot 19}{2500 \cdot 2} = 18{,}58$$

Максимально можливе зброджування беззольної речовини осаду, що завантажується:

$$R_{lim} = (0{,}92 \cdot C_{fat} + 0{,}62 \cdot C_{gl} + 0{,}34 \cdot C_{prt}) \cdot 100$$

При відсутності даних про хімічний склад осаду величину P_{lit} допускається приймати:

- для осадів з первинних відстійників – 53%;
- для надлишкового активного мулу – 44%;
- для суміші осаду з активним мулом - по середньоарифметичному співвідношенню компонентів, що змішуються по беззольній речовині:

$$R_{lim} = \frac{R_{lim} \cdot M^S_{mud} + R_{lim.mud.a} \cdot M^S_{mud.a}}{M^S_{tot}} = \frac{53 \cdot 4{,}63 + 44 \cdot 14{,}85}{19{,}48} = 46{,}14$$

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

$$R_r = R_{lim} - K_r \cdot Д_{mt} = 46{,}14 - 0{,}17 \cdot 18{,}58 = 42{,}98$$

Добова кількість газу, який одержується про зброджуванні:

$$Q_r = \frac{R_r \cdot M_{tot}^S \cdot 1\,000}{100 \cdot \rho} = \frac{42{,}98 \cdot 19{,}48 \cdot 1\,000}{100 \cdot 1} = 8372{,}42$$

Вага осаду по сухій речовині після зброджування:

$$M_{SB} = M_{tot} \cdot \left(1 - \frac{\left(1 - \frac{S_{tot}}{100}\right)}{100}\right) = 148{,}85 \cdot \left(1 - \frac{\left(1 - \frac{27{,}00}{100}\right)}{100}\right) = 147{,}77$$

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

$$W_{sв} = W_{tot} = 928{,}94$$

Вологість збродженого осаду:

$$P_{SB} = 100 \cdot \left(1 - \frac{M_{SB}}{W_{SB}}\right) = 100 \cdot \left(1 - \frac{147{,}77}{928{,}94}\right) = 84{,}09$$

Газгольдери

Ємність газгольдерів:

$$W_{rr} = \frac{Q_r \cdot \tau}{24} = \frac{8372{,}42 \cdot 3{,}5}{24} = 1220{,}98$$

Таблиця 17.

Типові проєкти газгольдерів

№ типового проекту	Об' єм, м^3	Внутрішній діаметр, м		Висота, м		
		Резер-вуара	Коло-кола	газголь-дера	резервуара	колокола
ТП 7-07-01/66	100	7,4	6,6	7,45	3,45	3,4
ТП 7-07-02/66	300	9,3	8,5	12,5	5,92	6,88
ТП 7-07-03/66	600	11,48	10,68	15,4	7,39	7,61
ТП 707-2-5	1000	14,5	13,7	15,4	7,39	7,61
ТП 707-2-6	3000	21,05	20,25	20,1	9,8	9,9
ТП 707-2-7	6000	26,9	26,1	24,2	11,75	12,05

Номер типового проєкту: ТП 707-2-6.

1.3.5 Механічне зневоднення зброджeного осаду

Механічне зневоднення осадів доцільно застосовувати у випадках обмеженої площі для природного висушування або за умови потреби подальшої утилізації осадів. Серед доступних методів механічного зневоднення використовують вакуумне фільтрування, центрифугування та прес-фільтрацію.

Для зневоднення передбачаємо використання вакуум-фільтрів.

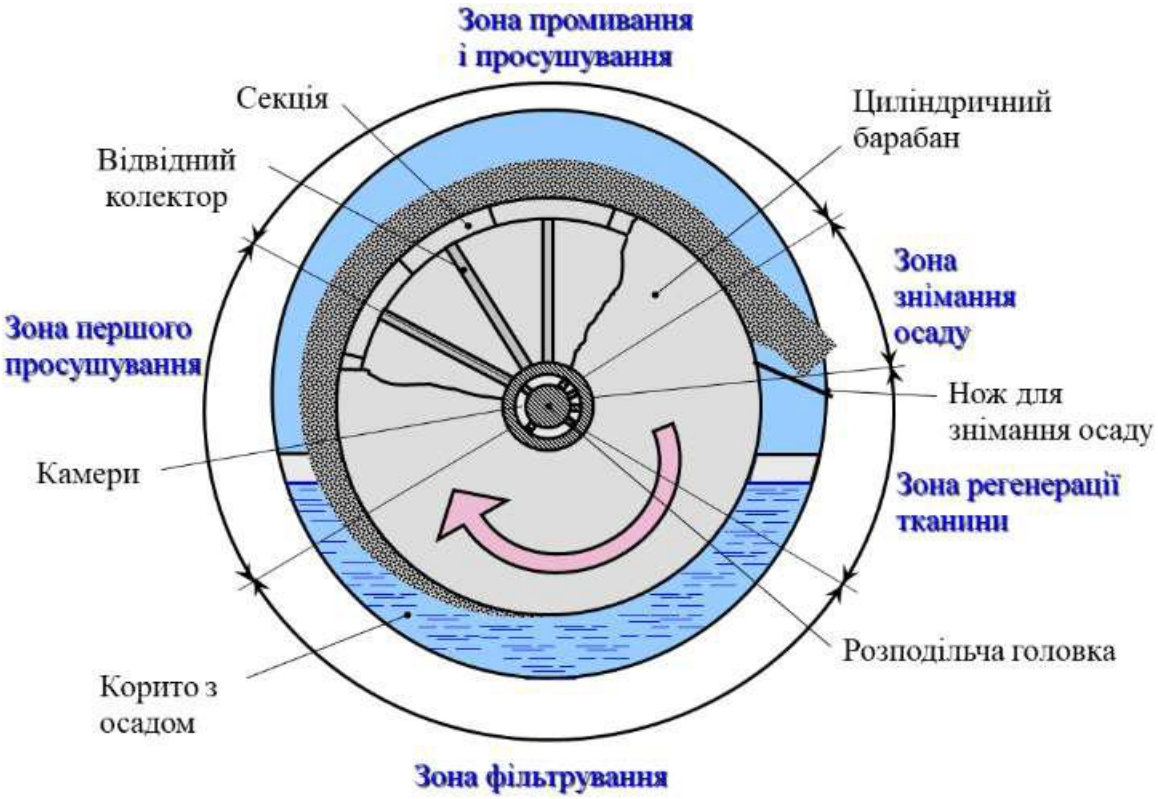


Рис.11. Схема вакуум-фільтра

Розрахунок барабанних вакуум-фільтрів

Необхідна площа фільтрації:

$$\boldsymbol{F_f = M_{tot}/(P_f \cdot n \cdot t)} = 148{,}85/(20*2*8) = 0{,}47$$

Прйимаємо 2 робочих вакуум-фільтри і 1 резервний марки БОУ-5-1,75 з поверхнею фільтрування 5 м^2 кожен.

Таблиця 18.

Технічні характеристики барабанних вакуум-фільтрів

Показники	Марка вакуум-фільтра			
	БОУ-5-1,75	БОУ-10-2,6	БОУ-20-2,6	БОУ-40-3,4
Площа поверхні фільтрування, м^2	5	10	20	40
Діаметр барабана, мм	1762	2612	2612	3000
Частота обертання барабана, об/хв	0,13-2	0,13-2	0,13-2	0,436-1,178
Потужність електроприводу, кВт	1,1	2,2	3	3,4-4,1
Габаритні розміри, мм	2680×2410×2650	3420×3320×3415	4750×3230×3830	6660×4300×3640

1.3.6 Зневоднення осадів в природних умовах

У разі використання механічного зневоднення осаду на станції очищення стічних вод передбачається облаштування аварійних мулових майданчиків, призначених для тимчасового зберігання до 20 % від загального річного обсягу осаду.

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

Тож, на аварійні мулові майданчики може надходити:

$$W_{ав.мул} = 0,2 \cdot W_{tot} = 0,2 \cdot 928,94 = 185,79$$

Корисна площа мулових майданчиків:

$$F = \frac{W_{\text{ав.мул}} * 365}{h * K} = \frac{185,79 * 365}{1,\% * 0,9} = 50231,35 \text{ м}^2$$

Приймаємо площу однієї карти 600 м$^2 = 20 * 30$ м, тоді кількість карт:

$$n = F/600 \approx 83,72$$

1.4 Каналізаційна насосна станція

Виконуємо розрахунок ординат графіка погодинного притоку води до НС за умов:

$Q_{д.max}$=135900 м^3/доб

$К_ч$=1,5

Таблиця 19.

Визначення погодинної подачі на КНС

Годи-ни доби			**$Q_{міста}$, ,**
	% від $Q_{доб.max}$	витрата, м^3/год	**л/с**
1	2	3	22
0-1	1,5	2038,50	566,2500
1-2	1,5	2038,50	566,2500
2-3	1,5	2038,50	566,2500
3-4	1,5	2038,50	566,2500
4-5	2,5	3397,50	943,7500
5-6	3,5	4756,50	1321,2500
6-7	4,5	6115,50	1698,7500
7-8	5,5	7474,50	2076,2500
8-9	6,25	8493,75	2359,3750
9-10	6,25	8493,75	2359,3750
10-11	6,25	8493,75	2359,3750
11-12	6,25	**8493,75**	**2359,3750**
12-13	5	6795,00	1887,5000
13-14	5	6795,00	1887,5000
14-15	5,5	7474,50	2076,2500
15-16	6	8154,00	2265,0000
16-17	6	8154,00	2265,0000
17-18	5,5	7474,50	2076,2500
18-19	5	6795,00	1887,5000
19-20	4,5	6115,50	1698,7500
20-21	4	5436,00	1510,0000
21-22	3	4077,00	1132,5000
22-23	2	2718,00	755,0000
23-24	1,5	2038,50	566,2500
Всьо-го	**100**	**135900**	**37750,0000**

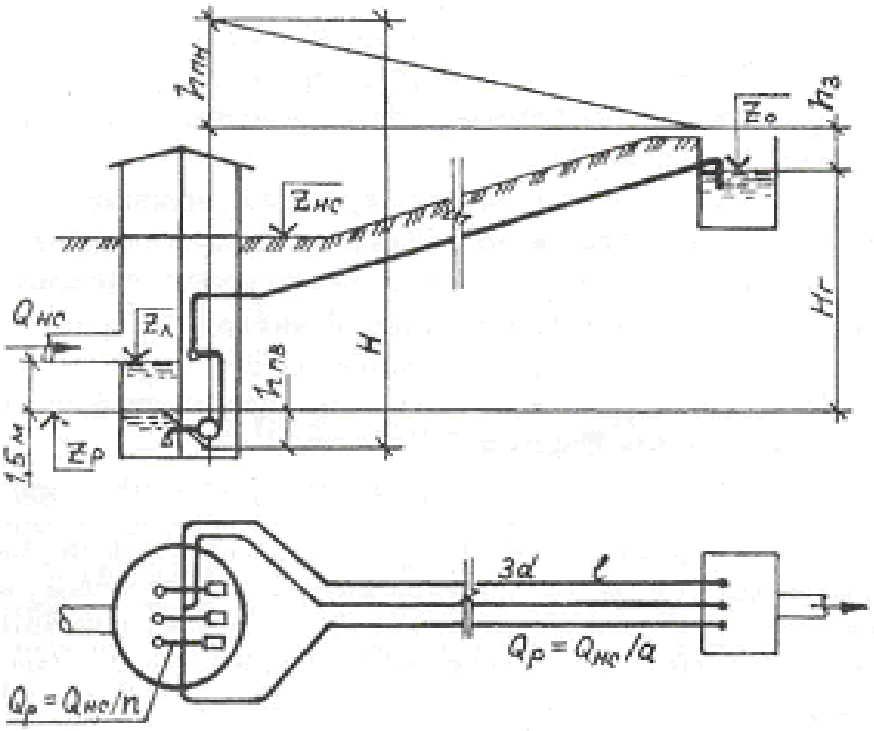


Рис.12. Схема для визначення розрахункового напору КНС

Залежно від $Q_{н.в}$ за таблицями Шевелева:

$$Q_{н.в.}=\frac{Q_{н.с}}{n}=\frac{2359,38}{2}=1179,68\frac{л}{с}$$

Приймаємо труби чавунні:

d=1000 мм; 1000i = 2,36; υ = 1,49 м/с

Для безбаштової системи визначаємо необхідний напір НС:

$$H_{н.с.}=H_{гео}+\Sigma h;$$

де $H_{гео}$ – статичний напір;

Σh сума втрат, визначається за формулою:

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

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

$h_{вдв}$ – втрати на водомірі, приймаємо 1,5 м;

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

$h_{вил}$ – втрати напору на вилив в приймальну камеру, $h_м$=0,5м.

$$\Sigma h=2+1,5+5,05+0,5=9,05 м;$$

Статичний напір:

$$H_{гео}= z\text{-}z_{рез} = 114,35– 108,3= 6,05 м$$

Втрата напору в напірному водоводі:

$$h_{н.в.}=1,05*1000i*L_{н.в.} = 1,07*2,36*2=5,05 м$$

Необхідний напір:

$$H_{н.с.}=6,05+9,05=15,1 м$$

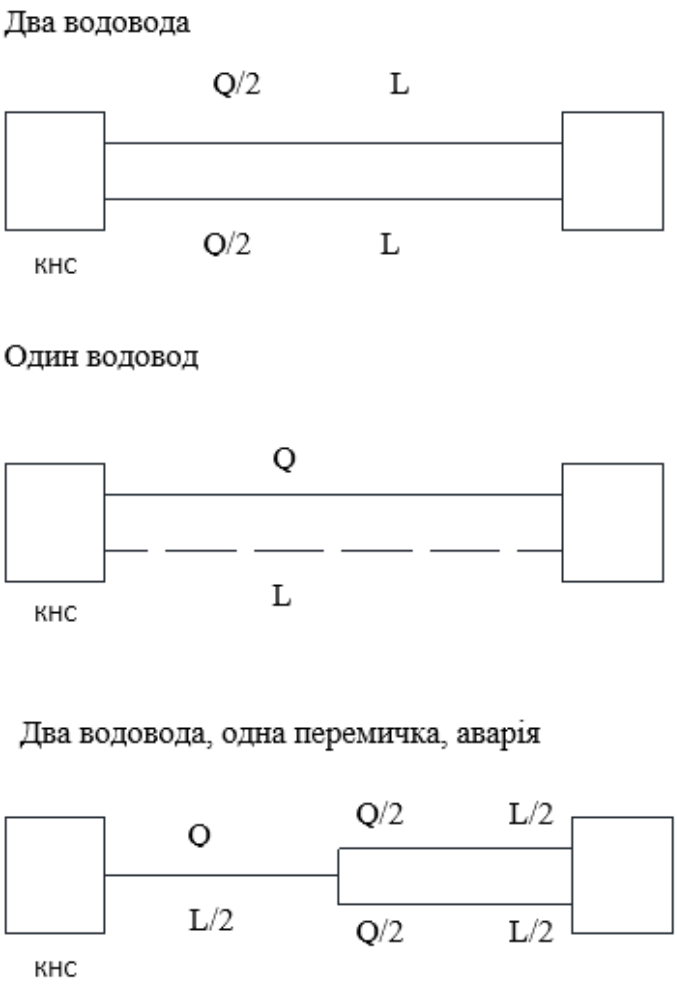


Рис.13. Схеми роботи водоводів

Таблиця 20.

Розрахунок характеристик напірних водоводів

№ п/п	Напори	Витрати, м3/год				
		0	2802,9375	4246,875	8493,75	9343,125
		Відношення Q/Q(к.н.с.)				
		0	0,33	0,5	1	1,1
Два водоводи						
1	H(geo)	6,05	6,05	6,05	6,05	6,05
2	h(ув)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	h(н.с.)=	0,00	0,20	0,50	2,00	2,42
4	h(вдв)	0,00	0,15	0,38	1,50	1,82
5	h(н.в)=	0,00	0,51	1,26	5,05	6,11
6	h (вил)	0,00	0,05	0,13	0,50	0,61
7	H (2d)	6,05	6,96	8,31	15,1004	17,00
Один водоводи						
1	H(geo)	6,05	6,05	6,05	6,05	6,05
2	h(ув)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	h(н.с.)=	0,00	0,20	0,50	2,00	2,42
4	h(вдв)	0,00	0,15	0,38	1,50	1,82
5	h(н.в)=	0,00	1,99	4,98	19,90	24,08
6	h (м)	0,00	0,05	0,13	0,50	0,61
7	H (2d)	6,05	8,44	12,03	29,9520	34,97
Два водовода одна перемичка. Аварія						
1	H(geo)	6,05	6,05	6,05	6,05	6,05
2	h(ув)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	h(н.с.)=	0,00	0,20	0,50	2,00	2,42
4	h(вдв)	0,00	0,15	0,38	1,50	1,82
5	h(н.в)=	0,00	1,25	3,12	12,48	15,10
6	h (м)	0,00	0,05	0,13	0,50	0,61
7	H (2d)	6,05	7,70	10,17	22,5262	25,99

Вибір основного насосного обладнання

Залежно від необхідних розрахункових напорів та подач насосів обираємо насоси.

- при 2 насосах Q = 4246,87 *м^3/год;*
- при 3 насосах Q = 2831,25 *м^3/год.*

Таблиця 21.

Вибір насосного обладнання

№	Марка насоса	nн	Qн , л/с	Qн , м3/год	Нгр	η	ηн.пр	N, кВт
a	**СДВ 4000/28**	**2**	**1179,6875**	**4246,875**	**26**	**73**	**42,39728**	
b	**СДВ 2700/26,5**	3	**786,45833**	2831,25	27	0,7	**0,391492**	

За більшим значенням ККД (η) приймаємо два насоси СДВ 4000/28.

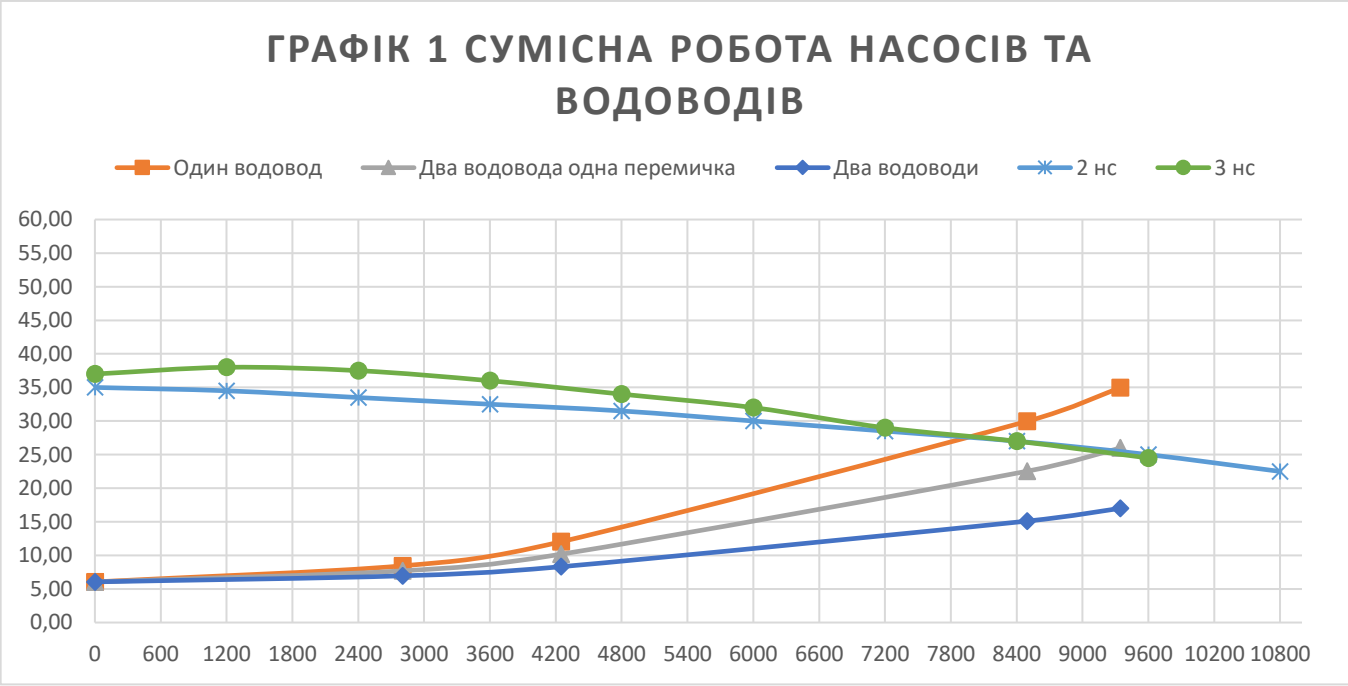


Рис.14. Графік сумісної роботи насосів та водоводів

РОЗДІЛ 2
ВНУТРІШНЄ САНІТАРНО-ТЕХНІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ БУДІВЛІ

Консультант: / Нечипор О.М. /

2.1 Технічні характеристики об’єкта

Таблиця 22.

Вихідні дані до проєктування

1	Типовий поверх	27
2	Кількість поверхів	14
3	Висота поверху	2,9
4	Варінт генплану	3
5	Кількість мешканців у домах:	
	1	Розрахунковий
	2	240
	3	265
	4	180
	5	375
	6	460
	7	470
6	Гарантований напір у міській водопровідній мережі, м	40
7	Глибина залягання міського водопроводу, м	2,0
8	Глибина залягання міської каналізації, м	4,6
9	Наявність підвалу	Так
10	Наявність технічного підпілля	Ні
11	Висота підвалу	2,9
12	Готування гарячої води : швидкісний водонагрівач	Так
13	Наявність дощової каналізації у кварталі	Так
14	Місто	Харків

У межах цієї дипломної роботи розроблено проєкт багатоповерхового житлового будинку, що розташований у місті Харків. Проєктований об’єкт має 14 поверхів і включає підвальне приміщення.

Висота одного житлового поверху становить 2,9 метра. Будівля оснащується внутрішніми інженерними системами: господарсько-питним водопроводом, протипожежним водопроводом (система В1), централізованим гарячим водопостачанням (система Т3–Т4), а також побутовою каналізацією (система К1-1).

У кожній квартирі передбачено встановлення сантехнічного обладнання: на кухнях — мийки зі змішувачами, у санвузлах — унітази зі зливними бачками, умивальники та ванни довжиною 1700 мм.

Холодне водопостачання здійснюється від зовнішньої міської водопровідної мережі. Для забезпечення гарячого водопостачання передбачено індивідуальний тепловий пункт, розташований у підвалі будинку, де холодна вода нагрівається і циркулює в системі Т3–Т4. Відведення побутових і дощових стічних вод здійснюється до міської каналізаційної системи.

2.1.1 Попередні розрахунки

Розміри будинку в плані. 22,8 м х 12,0 м.

Периметр будинку – 69,6 м.

За ДБН [4] кожна особа за добу споживає води:

$$Q_T^{tot} = 250 \frac{\text{л}}{\text{добу}};$$

$$Q_T^{c} = 150 \frac{\text{л}}{\text{добу}};$$

$$Q_T^{h} = 100 \frac{\text{л}}{\text{добу}}$$

Середні витрати води одним споживачем:

$$q_T^{tot} = \frac{250}{24} = 10.4167 \, {}^{\text{л}}/_{\text{год}};$$

$$q_T^{c} = \frac{150}{24} = 6.25 \, {}^{\text{л}}/_{\text{год}};$$

$$q_T^{h} = \frac{100}{24} = 4.1667 \, {}^{\text{л}}/_{\text{год}}$$

Максимальні добові витрати води одним споживачем:

$$Q_{max}^{tot} = 250 * 1.44 = 360 \ \frac{л}{добу};$$

$$Q_{max}^{c} = 150 * 1.53 = 229.5 \ \frac{л}{добу};$$

$$Q_{max}^{h} = 100 * 1.53 = 153 \frac{л}{добу}$$

Максимальні добові витрати води на госп-питні потреби споживачів:

$$Q_{\text{max доб}}^{tot} = 360/1000 * 168 = 60{,}48 \ \frac{л}{добу};$$

$$Q_{\text{max доб}}^{c} = 229{,}5/100 * 168 = 38{,}556 \ \frac{л}{добу};$$

$$Q_{\text{max доб}}^{h} = 153/100 * 126 = 19{,}278 \frac{л}{добу}$$

Максимальні добові витрати холодної води в будівлі:

$$Q_{\text{max доб}}^{c} = \frac{229{,}5}{100} * 168 + 2{,}5 = 41{,}056 \frac{л}{добу}.$$

2.1.2 Гідравлічний розрахунок внутрішнього холодного водопроводу для режиму максимального господарсько-питного водоспоживання

Процес розрахунку внутрішньої мережі холодного водопроводу будь-якого об’єкта (в тому числі житлового будинку) умовно поділяється на два основні етапи.

На першому етапі, з урахуванням нормативів водоспоживання, кількості споживачів (U) або санітарно-технічних приладів (N), що встановлені в будівлі, визначаються витрати води на кожній із розрахункових ділянок системи. Другий етап полягає у виконанні гідравлічного розрахунку всієї мережі на основі визначених витрат.

Оскільки у проєкті застосована комбінована система господарсько-питного та протипожежного водопроводу, її гідравлічний розрахунок виконується для двох режимів роботи:

- максимального господарсько-питного водоспоживання;

- сумарного режиму господарсько-питного водоспоживання разом із пожежогасінням.

Основою для виконання розрахунку є попередньо розроблена аксонометрична схема внутрішньої водопровідної мережі.

Розрахунок мережі передбачає визначення витрат води на кожній ділянці, підбір відповідних діаметрів труб, розрахунок втрат напору на гідравлічне тертя окремо по кожній ділянці та по системі в цілому.

Для режиму максимального водоспоживання розрахунок починається з визначення диктуючого приладу. Таким називають сантехнічний прилад, розміщений на найбільш віддаленій ділянці системи як по вертикалі, так і по горизонталі — тобто той, що розташований найдальше від точки введення води в будинок або від насосної установки, і має найбільшу секундну витрату.

У даному проєкті таким диктуючим приладом є змішувач ванни, встановлений на верхньому поверсі та підключений до стояка, найбільш віддаленого від джерела водопостачання (вводу або насосної установки). Визначається також головна магістраль — напрямок від цього приладу до насосної станції або вводу.

Магістраль розбивається на розрахункові ділянки — відрізки трубопроводу постійного діаметра, в межах яких витрата води не змінюється. Розрахункові витрати води (максимальні секундні й годинні) для холодного та гарячого водопостачання визначаються на основі кількості приладів (N) та середніх витрат на одну особу за [1, додаток, табл. А.5] або за додатком 2 даного методичного посібника.

На кінцевих ділянках тупикової водопровідної мережі витрата води повинна бути не меншою за максимальну секундну витрату для одного з приладів, підключених до цієї ділянки.

Розрахунок проводиться від диктуючого приладу. Оскільки для кожної ділянки виконується послідовність однотипних операцій, результати зручно систематизувати у табличному форматі (табл. 23).

Основні параметри, що визначаються:

- діаметри трубопроводів (d);

- швидкість руху води в трубах (V);
- втрати напору на гідравлічний опір (1000i).

Ці величини визначаються згідно з таблицями для розрахунку водопровідних труб [5] або за додатком 4 [6].

Таблиця 23.

Номер ділянки	Довжина ділянки l,м	Кількість приладів ояких подається вода поданій розахунковій длянки N, шт.	Розрахункова витрата на ділянці q с, л/с	Діаметр d, мм	Швидкість V, м/с	Втрати напору за довжиною, мм	
						1000 i,мм	на ділянці H (l) = 1000i*l , м
1	2	3	4	5	6	7	8
1-2	1	1	0,22	20	0,64	75,4	0,08
2-3	2,3	2	0,23	20	0,68	78,2	0,18
3-4	1,4	3	0,24	20	0,76	136	0,19
4-5	2,9	3	0,24	20	0,76	136	0,39
5-6	2,9	6	0,29	20	0,91	146	0,42
6-7	2,9	9	0,32	20	1	176	0,51
7-8	2,9	12	0,36	20	1,12	218	0,63
8-9	2,9	15	0,39	20	1,22	255	0,74
9-10	2,9	18	0,44	25	0,86	92,1	0,27
10-11	2,9	21	0,47	25	0,91	102,6	0,30
11-12	2,9	24	0,5	25	0,93	110,9	0,32
12-13	2,9	27	0,53	25	0,987	124	0,36
13-14	2,9	30	0,56	25	1,04	138	0,40
14-15	2,9	33	0,59	25	1,1	151	0,44
15-16	2,9	36	0,62	25	1,16	167	0,48
16-17	2,9	39	0,65	25	1,22	184	0,53
17-18	1,3	42	0,68	25	1,22	184	0,24
18-19	7,75	42	0,68	25	1,22	184	1,43
19-20	3,67	56	0,72	25	1,31	209,6	0,77
20-21	0,9	112	1,12	40	0,88	56,3	0,05
21-22	4,95	168	1,4	50	0,66	23,8	0,12
						ΣH (*l*)=	8,85

Втрати напору в місцевий опорах в системі:

$$\Sigma H_{l,tot} = (1 + k_1) * \Sigma H_l = (1 + 0.2) * 8{,}85 = 10{,}62 \text{ м}$$

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

Розрахунок другого режиму функціонування водопровідної системи, який враховує одночасну дію господарсько-питного водоспоживання та пожежогасіння, розпочинається з визначення головного напрямку потоку — магістралі, що проходить від найбільш віддаленого пожежного крана на верхньому поверсі будівлі до місця підключення до водопровідної мережі або до насосної установки.

На кожній розрахунковій ділянці визначається загальна секундна витрата води, яка є сумою максимальної витрати на господарсько-питні потреби та витрати на пожежогасіння.

У випадках, коли розподільча водопровідна мережа в підвальному приміщенні має кільцеву конфігурацію, всі ділянки цього кільця приймаються одного діаметра, що забезпечує рівномірність подачі води та зменшує гідравлічний опір у системі.

Таблиця 24.

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

Номер ділянки	Довжина ділянки l,м	Витрата води q, л/с			Діаметр d, мм	Швидкість V, м/с	Втрати напору за довжиною, мм	
		Господарсько-питні потреби	Пожежні потреби	Розрахункова			1000 i,мм	на ділянці H (l) = 1000i*l, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1'-2'	2,9	-	2,5	2,5	40	1,99	277,6	0,81
2'-14'	31,9	-	2,5	2,5	40	1,99	277,6	8,86
14'-15'	0,5	-	2,5	2,5	40	1,99	277,6	0,14
15'-19	4,8	0,72	2,5	3,22	40	2,64	484	2,32
19-20	3,67	0,72	2,5	3,22	50	1,49	118	0,43
20-21	0,9	1,12	2,5	3,62	50	1,72	148	0,13
21-22	4,95	1,4	2,5	3,9	50	1,83	169	0,84
							ΣH (*l*)=	13,53

2.1.4 Лічильники води

Для контролю обсягів споживаної води в будівлях різного призначення використовуються спеціалізовані прилади — водолічильники. У житлових будинках їх встановлюють на водопровідних вводах. У новозбудованих спорудах, а також у будинках, що проходять реконструкцію, додатково передбачено встановлення індивідуальних лічильників у кожній квартирі.

У межах цього проєкту передбачається встановлення лічильників на вводах холодного водопроводу. Їхній вибір і розрахунок здійснюється з урахуванням максимальної сумарної витрати води (холодної та гарячої), вираженої в літрах за секунду.

Вибір типу лічильника залежить від діаметра умовного проходу трубопроводу:

- для діаметра 15–50 мм застосовуються крильчасті лічильники;
- для діаметра 50–250 мм — турбінні.

Підбір діаметра лічильника здійснюється на основі середньогодинної витрати води за добу з максимальним споживанням, яка визначається за формулою (2). Величина цієї витрати не повинна перевищувати допустимі експлуатаційні параметри, наведені у додатку 3.

Після підбору типорозміру лічильника необхідно перевірити його працездатність за двома критеріями:

1. **Пропуск максимальної секундної витрати** — при цьому гідравлічні втрати не мають перевищувати:
    - 5,0 м водяного стовпа — для крильчастих лічильників;
    - 2,5 м — для турбінних.
2. **Пропуск витрати при пожежному режимі** (максимальна секундна витрата + витрата на пожежогасіння) — допустимі втрати напору не повинні перевищувати 10 м вод. стовпа.

$H_{ліч} = Sq^{tot^2} = 0{,}5 * 2{,}18^2 = 2{,}37 \leq 5$ м; - 1 умова виконується;

$H_{ліч} = Sq^{tot^2} = 0{,}5 * (2{,}18 + 2{,}5)^2 = 10{,}951 \geq 10$ м; - 2 умова не виконується .

Приймаємо лічильник діаметрои 50 , S = 0.143 м/(л/с)²

$H_{ліч} = Sq^{tot^2} = 0{,}143 * 2{,}18^2 = 0{,}679 \leq 5$ м; - 1 умова виконується;

$H_{ліч} = Sq^{tot^2} = 0{,}143 * (2{,}18 + 2{,}5)^2 = 3{,}132 \leq 10$ м; - 2 умова виконується .

2.1.5 Гідравлічний розрахунок внутрішньоквартальної водопровідної мережі

Забезпечення холодним і гарячим водопостачанням внутрішніх систем усіх будівель на будівельному майданчику, включаючи проєктований житловий будинок, здійснюється від зовнішньої міської водопровідної мережі, яка, як правило, прокладається вздовж вуличної проїжджої частини.

Зв'язок між міською водопровідною мережею та внутрішніми мережами будівель забезпечується за допомогою внутрішньоквартальної (дворової) водопровідної мережі. Вона простягається від водопровідного колодязя з підключенням до міської мережі до точки вводу води в кожен будинок.

Як правило, внутрішньоквартальні мережі виконують з напірних чавунних або поліетиленових труб діаметром від 50 до 150 мм, що забезпечує достатній тиск і пропускну здатність у нормальних та аварійних умовах експлуатації.

Гідравлічний розрахунок внутрішньоквартальної водопровідної мережі виконується для двох режимів експлуатації:

- режим максимального господарсько-питного водоспоживання;
- режим сумарного навантаження господарсько-питного водоспоживання та пожежогасіння.

Таблиця 25.

Гідравлічний розрахунок внутрішньоквартальної водопровідної мережі

Номер ділянки	Довжина ділянки l,м	Кількість приладів ояких подається вода	Розрахункова витрата на ділянці	Діаметр d, мм	Швидкість V, м/с	Втрати напору за довжиною, мм	
						1000 i,мм	на ділянці H (l) = 1000i*1 , м
1	2	3	4	5	6	7	8
ВК-8-ВК-7	28,5	1688	23,588	125	1,2	17	0,48
ВК-7-ВК-5	17,6	1688	23,588	125	1,2	17	0,30
ВК-5-ВК-4	19,4	1228	14,618	125	1,06	16,9	0,33
ВК-4-ВК-3	8,5	1228	14,618	125	1,06	16,9	0,14
ВК-3-ВК-2	31,2	853	10,798	100	1,05	21,5	0,67
ВК-2-ВК-10	70,7	673	7,15	100	0,85	20,4	1,44
ВК-10-ВК-12	39,7	408	4,17	80	0,84	21,3	0,85
ВК-12-ВК-14	42	168	1,4	50	0,66	23,8	1,00
ВК-14-ВК-15	2,35	168	1,4	50	0,66	23,8	0,06
						ΣH (*l*)=	5,27

Таблиця 26.

Гідравлічний розрахунок внутрішньоквартальної водопровідної мережі + пожежна витрата 2,5 л/с

Номер ділянки	Довжина ділянки l,м	Витрата води q, л/с			Діаметр d, мм	Швидкість V, м/с	Втрати напору за довжиною, мм	
		Господарсько-питні потреби	Пожежні потреби	Розрахункова			1000 i,мм	на ділянці H (l) = 1000i*1 , м
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ВК-8-ВК-7	28,5	23,588	2,5	26,088	150	1,04	11,7	0,33
ВК-7-ВК-5	17,6	23,588	2,5	26,088	150	1,04	11,7	0,21
ВК-5-ВК-4	19,4	14,618	2,5	17,118	125	1,06	16,9	0,33
ВК-4-ВК-3	8,5	14,618	2,5	17,118	125	1,06	16,9	0,14
ВК-3-ВК-2	31,2	10,798	2,5	13,298	100	1,05	20,4	0,64
ВК-2-ВК-10	70,7	7,15	2,5	9,65	100	0,94	16,5	1,17
ВК-10-ВК-12	39,7	4,17	2,5	6,67	100	0,8	13,2	0,52
ВК-12-ВК-14	42	1,4	2,5	3,9	80	0,79	19,4	0,81
ВК-14-ВК-15	2,35	1,4	2,5	3,9	80	0,79	19,4	0,05
							ΣH (*l*)=	4,2

Втрати напору в місцевих опорах в системі:

$$\Sigma H_{l,tot} = (1 + k_1) * \Sigma H_l = (1 + 0.1) * 4{,}2 = 4{,}62 \text{ м}$$

2.1.6 Визначення необхідного напору в мережі холодного водопроводу

Необхідний напір у точці підключення до міської водопровідної мережі:

$$\text{Н}_{\text{необх}} = \pm H_{geod} + \Sigma H_{l,tot}^{\text{зовн}} + H_{geom} + \Sigma H_{l,tot}^{\text{вн}} + \text{Н}_{\text{ліч}} + H_f$$

$$\text{Н}_{\text{необх}} = 0{,}9 + 6{,}05 + 37{,}6 + 8{,}25 + 3{,}13 + 3 = 58{,}93 \text{ м}$$

$\pm H_{geod} = 140{,}65 - 141{,}55 = -0{,}9$м;

$\Sigma H_{l,tot}^{\text{зовн}} = (1 + 0{,}1) * 500 * \frac{11}{1000} = 6{,}05$ м;

$H_{geom} = 0{,}5 + 0{,}7 + 36{,}4 = 37{,}6$ м

$\Sigma H_{l,tot}^{\text{вн}} = 8{,}25$ м;

$\text{Н}_{\text{ліч}} = 3{,}13$ м;

$H_f = 3$ м .

При пожежі :

$$\text{Н}_{\text{необх}} = 0{,}9 + 6{,}05 + 37{,}6 + 12{,}53 + 3{,}13 + 10 = 70{,}21 \text{ м}$$

$H_f = 10$ м

$\Sigma H_{l,tot}^{\text{вн}} = 12{,}53$ м

Оскільки гарантований напір Hg = 42 м. ≤ $\text{Н}_{\text{необх}}$ – необхідне застосування наносів.

2.1.7 Розрахунок насосної установки

Підвищувальні насосні установки передбачаються в разі постійного або періодичного зниження тиску у системах водопостачання. Зазвичай їх розміщують у спеціальних приміщеннях, таких як теплові пункти, бойлерні чи котельні. Заборонено встановлювати такі установки (за винятком пожежних насосів) під квартирами, робочими приміщеннями адміністративних будівель або іншими аналогічними просторами. Якщо насоси монтуються в підвалах, необхідно передбачити заходи щодо зменшення шуму та вібрацій — шляхом використання вібропідкладок і віброізольованих фундаментів.

Підбір насосного обладнання здійснюється на основі двох ключових параметрів: витрати води q (л/с) та напору H (м). При цьому обов'язково забезпечується максимальний коефіцієнт корисної дії установки η.

Вибір схеми роботи насосів залежить від типу водопровідної мережі: можливе використання з напірними або безнапірними баками, або без баків. У цьому проєкті розглядається варіант без бака.

Витрата насоса повинна відповідати або перевищувати загальну максимальну секундну витрату води (q^{tot}, м³/с). Необхідний напір визначається як різниця між розрахунковим і гарантованим тиском ($H_{nas} = H_{neo.x} – H_9$).

Установлюється щонайменше два насоси: один — робочий, інший — резервний. За потреби, додатково передбачають окремі насоси для покриття пікових господарсько-питних навантажень і пожежогасіння.

Потужність насосної установки:

$$N = \frac{\rho g q \mathrm{H}_{\text{нас}}}{1000\eta} = \frac{1000 * 9{,}81 * 28{,}21}{1000 * 0{,}5} 1{,}2 = 553{,}48 \text{ Вт}$$

$$\mathrm{H}_{\text{нас}} = 70{,}21 - 42 = 28{,}21 \text{ м}$$

2.1.8 Розрахунок системи гарячого водопостачання

Таблиця 27.

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

Номер ділянки	Довжина ділянки l,м	Кількість приладів ояких подається вода поданій розахунковій длянки	Розрахункова витрата на ділянці q с, л/с	Діаметр d, мм	Швидкість V, м/с	Втрати напору за довжиною, мм	
						1000 i,мм	на ділянці H (l) = 1000i*1 , м
1	2	3	4	5	6	7	8
1-2	0,8	1	0,17	15	1,12	327,6	0,26
2-3	2,1	2	0,18	15	1,12	327,6	0,69
3-4	1,5	2	0,18	15	1,12	327,6	0,49
4-5	2,9	2	0,18	15	1,12	327,6	0,95
5-6	2,9	4	0,2	15	1,18	360,5	1,05
6-7	2,9	6	0,22	15	1,3	420,6	1,22
7-8	2,9	8	0,24	20	0,75	106	0,31
8-9	2,9	10	0,26	20	0,78	122	0,35
9-10	2,9	12	0,28	20	0,91	139	0,40
10-11	2,9	14	0,295	20	0,94	151	0,44
11-12	2,9	16	0,31	20	0,97	165	0,48
12-13	2,9	18	0,325	20	1,02	181	0,52
13-14	2,9	20	0,34	20	1,06	194	0,56
14-15	2,9	22	0,36	20	1,12	218	0,63
15-16	2,9	24	0,38	20	1,19	237	0,69
16-17	2,9	26	0,394	20	1,22	257	0,75
17-18	1,84	28	0,41	20	1,28	281	0,52
18-19	7,28	28	0,41	20	1,28	281	2,05
19-20	1,76	42	0,5	25	0,93	110,9	0,20
20-21	3,48	84	0,758	32	0,81	54,2	0,19
21-22	0,6	126	0,99	32	1,05	93,6	0,06
						ΣH (l)=	12,79

Визначення циркуляційної витрати в системі:

$$q^{cir} = \frac{\sum Q^{ht}}{\rho \cdot c \cdot \Delta t_w} = \frac{1{,}784}{1 \cdot 4.2 \cdot 5} = 0{,}142 \frac{\text{л}}{\text{с}}$$

Таблиця 28.

Довжини трубопровідних ділянок внутрішньої водопровідної мережі залежно від способу прокладки з урахуванням розміщення циркуляційних трубопроводів

№ ділянки	які прокладаються в підвалах, техпідпіллях, на горищі	які прокладаються в шахтах, каналах, штрабах	L - ділянки
	l wk=	l ws=	
1-2	3,68	0	3,68
2-3	8,52	38,4	43,24
3-4	11,64	76,8	41,52
4-5	18,92	115,2	45,68
5-6	22,13	153,6	41,61
6-7	29,41	153,6	7,28
7-8	29,97	153,6	0,56
8-9	29,97	192	38,4
9-10	39,99	192	10,02

Таблиця 29.

Гідравлічний розрахунок внутрішнього гарячого водопроводу на режим циркуляції

Номер ділянки	Теплові втрати, кВт			Циркуляційна витрата ,л/с	Діаметр d, мм	Швидкість V, м/с	Втрати напору за довжиною, мм	
	q(w.k)·l(w.k)	q(w.s)·l(w.s)	Сумарна				1000 i,мм	на ділянці H (l) = 1000i*l , м
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1-2	40,48	0	0,04048	0,003	10	0,2	15,3	0,06
2-3	93,72	268,8	0,36252	0,029	10	0,28	36,7	1,59
3-4	128,04	537,6	0,66564	0,053	15	0,32	34,1	1,42
4-5	208,12	806,4	1,01452	0,081	20	0,25	14,2	0,65
5-6	243,43	1075,2	1,31863	0,105	20	0,31	21,1	0,88
6-7	323,51	1075,2	1,39871	0,111	20	0,32	21,8	0,16
7-8	329,67	1075,2	1,40487	0,111	20	0,32	21,8	0,01
8-9	329,67	1344	1,67367	0,133	25	0,24	9,72	0,37
9-10	439,89	1344	1,78389	0,142	25	0,28	11,8	0,12
							ΣH (*l*)=	5,25

Мережі гарячого водопостачання, аналогічно до систем холодного водопостачання, прокладаються із сталевих оцинкованих водогазопровідних труб або з напірних поліетиленових труб. Для зменшення теплових втрат у трубопроводах гарячого водопостачання та циркуляційних магістралях, що проходять у підвальних приміщеннях, а також у стояках, передбачається теплоізоляція.

На поверхах трубопроводи не ізолюються — замість цього вони лише фарбуються. Для сталевих труб використовуються типові теплоізоляційні матеріали: наприклад, мінераловатні мати завтовшки 30 мм (для діаметрів труб до 125 мм включно) або 40 мм — для труб більшого діаметра. В якості захисного шару застосовують або 10-міліметрову азбестову штукатурку, або обгортку зі склотканини та руберойду.

Поліетиленові трубопроводи зазвичай теплоізолюють за допомогою оболонок із гофрованого поліетилену, спіненого каучуку або поліуретанової плівки.

Під час виконання курсового проєкту допустимо орієнтовно приймати питомі теплові втрати:

- для ізольованих труб — 5 Вт/м,
- для неізольованих — 18 Вт/м.

Витрати циркуляційної води:

- для відгалудження

$$q_a^{cir} = q^{cir}\frac{Q_a^{ht}}{Q_a^{ht} + Q_d^{ht}} = 0.142 * \frac{1{,}38}{1{,}38 + 3{,}96} = 0.04\frac{\text{л}}{\text{с}}$$

- для прямого потоку

$$q_d^{cir} = q^{cir}\frac{Q_a^{ht}}{Q_a^{ht} + Q_d^{ht}} = 0{,}142 * \frac{3{,}7}{1{,}37 + 3{,}96} = 0.11\frac{\text{л}}{\text{с}}$$

$$Q_a^{ht} = 275{,}2 * \frac{5}{1000} = 1{,}33 \text{ кВт};$$

$$Q_d^{ht} = (213 * 18 + 26 * 5)/1000 = 3{,}96 \text{ кВт};$$

2.1.9 Розрахунок водонагрівальної установки

Гаряче водопостачання споживачів забезпечується за рахунок підготовки води в індивідуальному тепловому пункті, розміщеному у підвальному приміщенні житлового будинку. Для підігріву холодної води використовується пластинчастий теплообмінник (водонагрівач), який забезпечує ефективну передачу тепла та стабільну подачу гарячої води до системи.

Необхідний тепловий потік в годину максимального водоспоживання на потреби гарячого водоспоживання:

$$Q_{hr}^{h} = 1.16 * 2{,}215 * (55 - 2) + 1{,}78 = 137{,}96 \text{ кВт};$$

Середньологарифмічний температурний напір:

$$\overline{\Delta t_{max}} = \frac{(t_1^1 - t_2^{11}) - (t_1^{11} - t_2^1)}{ln\frac{(t_1^1 - t_2^{11})}{(t_1^{11} - t_2^1)}} = \frac{(90 - 75) - (40 - 2)}{ln\frac{(90 - 75)}{(40 - 2)}} = \frac{-23}{ln0.394} = 24{,}74℃$$

Загальна площа поверхні теплообміну в апараті:

$$F = \frac{Q_{hr}^{h}}{k * \Delta t_{max}} = \frac{137{,}96}{1.5 * 24.74} = 3{,}72 \text{ м2}$$

Кількість пластин у теплообміннику:

$$n = \frac{F}{f} + 2 = \frac{3{,}72}{0.6} + 2 = 8{,}19 \approx 9 \text{ шт.}$$

Таблиця 30.

Гідравлічний розрахунок внутрішньоквартальної (дворової) мережі водовідведення

№№ ділянок	Довжина l, м	Розрахункова витрата q_{cit}, л/с	Діаметр d, мм	Ухил		Наповнення h/d	Висота h, м	Швидкість V, м/с	Падіння $i_{тр}$ ´ l, м	Відмітки, м						Глибина закладання лотка труби в м	
										Поверхні землі		Лотка труби		Шелиги труби			
				Землі $i_з$	Труби $i_{тр}$					На початку	В кінці	На початку	В кінці	На початку	В кінці	На початку	В кінці
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	15	16	17	18	19	20
КК1-КК2	41,03	4,58	150	0,0049	0,007	0,361	0,05	0,579	0,29	141,75	141,55	140,30	140,02	140,25	139,96	140,40	140,11
КК2-КК3	27,6	4,58	150	0,0036	0,007	0,361	0,05	0,579	0,19	141,55	141,45	140,02	139,82	139,96	139,77	140,11	139,92
КК3-КК4	41,03	7,62	150	0,0049	0,007	0,552	0,08	0,701	0,29	141,45	141,25	139,82	139,54	139,74	139,45	139,89	139,60
КК4-КК5	11,8	7,62	150	0,0042	0,007	0,552	0,08	0,701	0,08	141,25	141,20	139,54	139,45	139,45	139,37	139,60	139,52
КК5-КК6	40,48	11,43	200	0,0124	0,005	0,568	0,11	0,727	0,20	141,20	140,70	139,45	139,25	139,34	139,14	139,54	139,34
КК6-КК7	40	21,22	250	0,0057	0,005	0,522	0,13	0,818	0,20	140,70	140,47	139,25	139,05	139,12	138,92	139,37	139,17
КК7-КК8	20	30,27	250	0,0035	0,007	0,594	0,15	1,017	0,14	140,47	140,40	139,05	138,91	138,90	138,76	139,15	139,01
КК8-КК9	28,04	36,39	250	0,0036	0,010	0,597	0,15	1,218	0,28	140,40	140,30	138,91	138,63	138,76	138,48	139,01	138,73
КК9-КК10	28,04	36,39	250	0,0036	0,010	0,597	0,15	1,218	0,28	140,30	140,20	138,63	138,35	138,48	138,20	138,73	138,45
КК10-КК11	19	36,39	250	0,0211	0,010	0,597	0,15	1,218	0,19	140,20	139,80	138,35	138,16	138,20	138,01	138,45	138,26

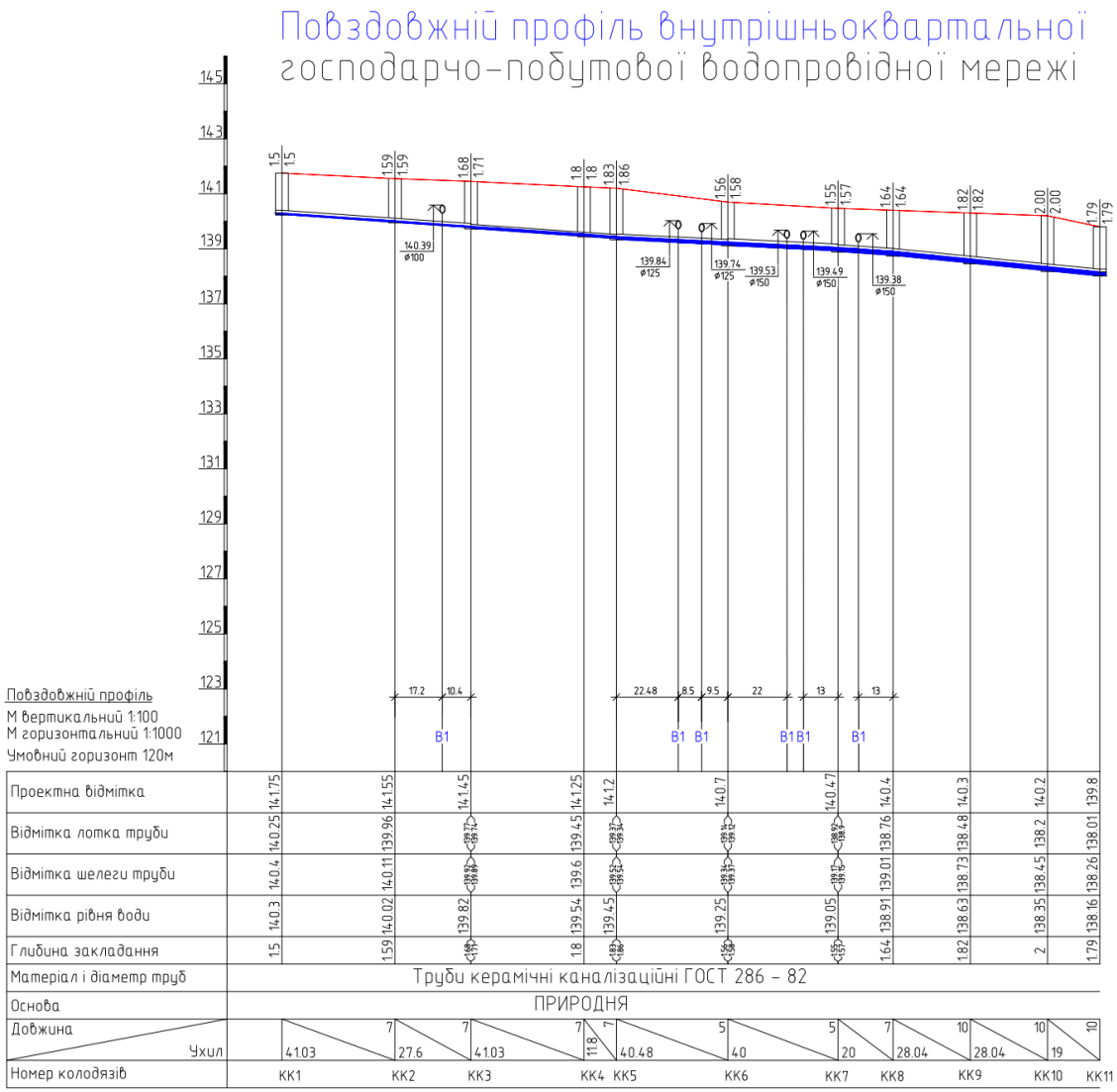


Рис.15. Поздовжній профіль внутрішньоквартальної господарсько-побутової мережі

РОЗДІЛ 3
ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ В БУДІВНИЦТВІ

Консультант: / Чебанов Т.Л. /

3.1 Характеристика споруди та умов виконання робіт

3.1.1 Вибір будівельного майданчику очисних споруд

Одним із ключових етапів при проєктуванні очисних споруд водовідведення населеного пункту є правильне визначення місця для їх розміщення. Вибір будівельного майданчика повинен здійснюватися з урахуванням ряду важливих факторів.

У першу чергу необхідно дотримуватись санітарно-захисних зон — очисні споруди мають бути розташовані на відстані, що не менша за нормативно встановлені санітарні розриви від житлової забудови.

Одним із важливих кліматичних чинників, що обов’язково враховується, є роза вітрів для території, на якій планується будівництво. Це дозволяє мінімізувати вплив неприємних запахів на житлову зону.

Не менш важливим є забезпечення доступу до майданчика — необхідна наявність під’їзних шляхів для транспортування обладнання, матеріалів та забезпечення зручного доступу для обслуговуючого персоналу.

Також під час вибору ділянки слід орієнтуватися на мінімізацію земляних робіт — як у межах майданчика, так і при вивезенні ґрунту за межі території.

Обов’язковим є врахування доступності інженерних комунікацій — водопровідних, каналізаційних та електричних мереж, що мають забезпечити функціонування очисних споруд.

З точки зору екології, при виборі території слід виключити ймовірність негативного впливу об'єкта на навколишнє середовище, зокрема на стан підземних і поверхневих вод. У разі потенційної загрози необхідно передбачити відповідні запобіжні заходи.

Територія майбутнього будівництва повинна бути огородженою та охоронятися. Проєкт очисних споруд та обрана земельна ділянка підлягають обов’язковому погодженню з відповідними місцевими органами та службами.

У рамках даного дипломного проєкту для подальших розрахунків було прийнято рішення розглядати технологію монтажу трьохсекційного чотирьохкоридорного аеротенку зі збірних залізобетонних конструкцій.

3.1.2 Визначення розмірів аеротенка

Таблиця 31.

Вихідні дані

Габарити споруди в плані (загальні)	60 х 72 м
Грунт	Супісок
Крок колон	3 м
Стінові панелі	ПС2-54-КГ1, ПС2-54-КГ1У, ПС2-48-КВ1
Висота плоских стінових панелей	5,4 м

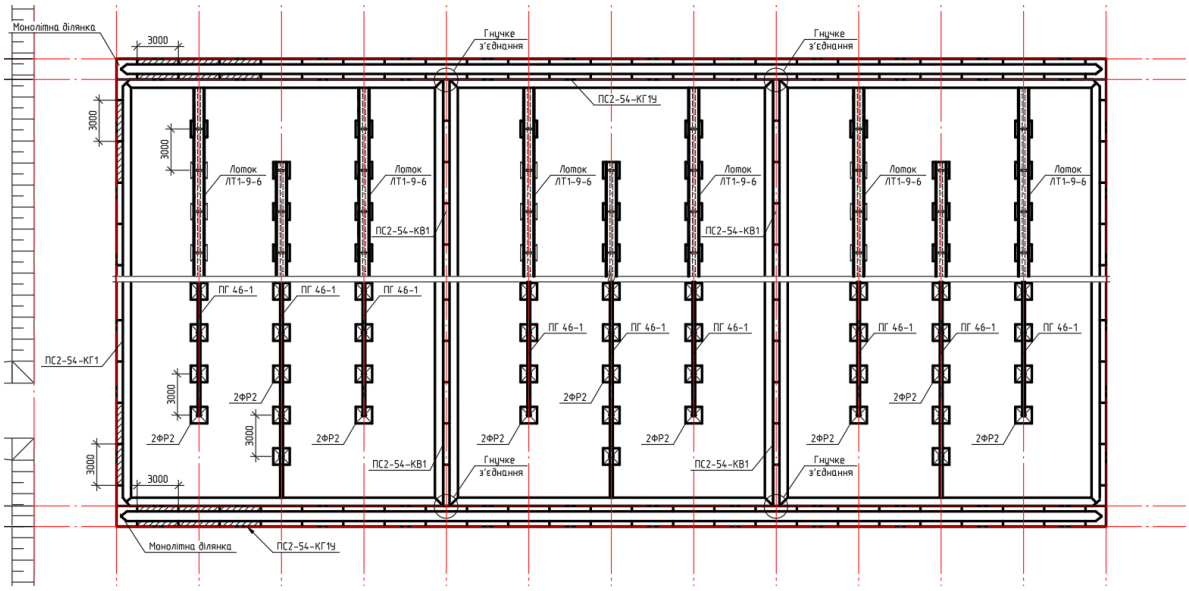


Рис.16. Схематичний план аеротенка з маркуванням конструкцій каркаса

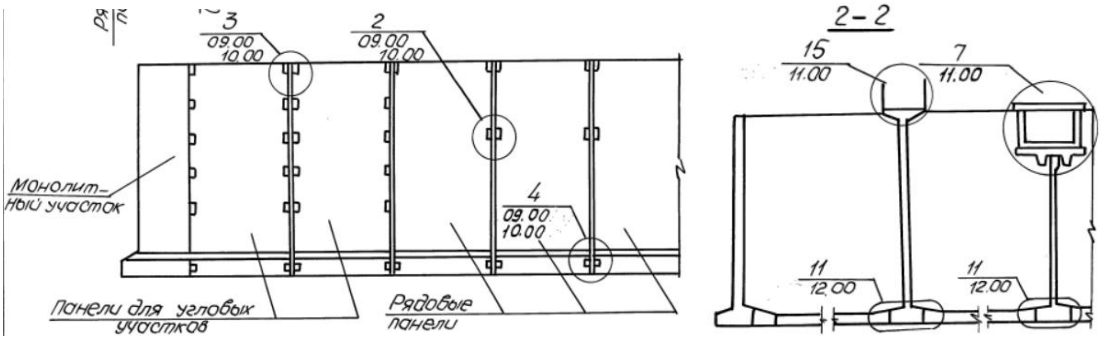
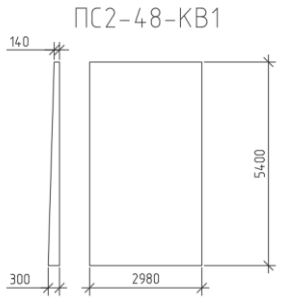
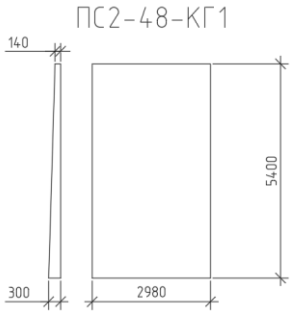
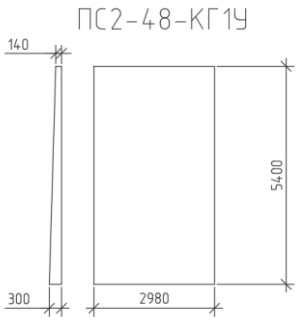
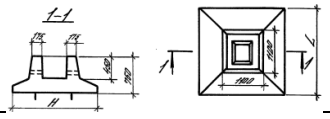
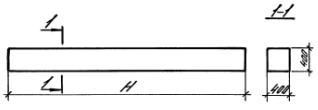
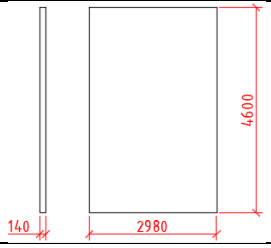
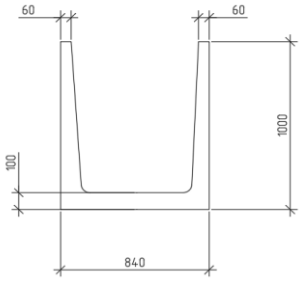
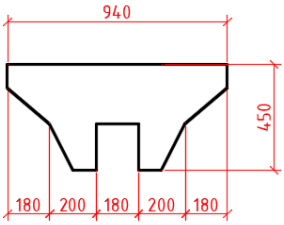


Рис.17. Схематичні розрізи аеротенка з маркуванням конструкцій каркаса

Таблиця 32.

Характеристики монтажних елементів

№ п/п	Монтажні елементи	Марка	Ескіз	Маса елемента, т	Об'єм елемента, $м^3$
1	2	3	4	5	6
1	Стінова панель	ПС2-54-КВ1		8,8	3,5
2	Стінова панель	ПС2-54-КГ1		8,8	3,5
3	Стінова панель	ПС2-54-КГ1У		8,8	3,2
4	Фундамент під колону	2ФР2		4,18	1,67
5	Колона	3К54		2,16	0,86
6	Перегородка	ПГ-46-1		4,38	1,75

№ п/п	Монтажні елементи	Марка	Ескіз	Маса елемента, т	Об’єм елемента, м^3
1	2	3	4	5	6
7	Лоток	ЛТ1-9-6		3,7	1,48
8	Балка	Б2		0,27	0,11

3.1.3 Поділ споруди на монтажні ділянки

Кількість дільниць, які будують споруду: 3.

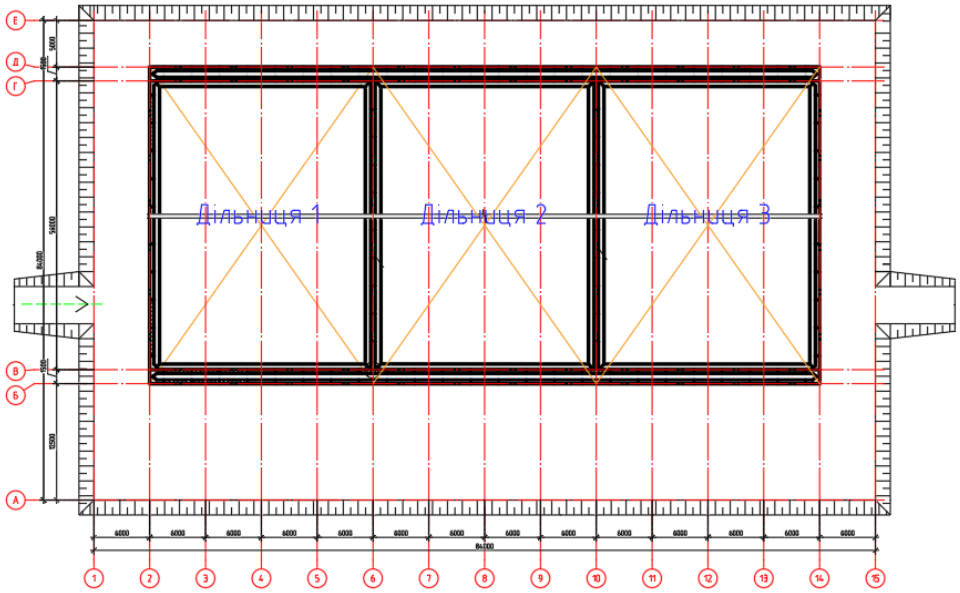


Рис.18. Поділ аеротенка на монтажні дільниці

3.2 Підрахунок об’ємів робіт

Таблиця 33.

Об’єм монтажних робіт

№ пор.	Найменування елементів	Марка елемен-та	Кількість елементів, шт.				Об'єм елемента, м^3	Об'єм елемен-тів, м^3
			На дільницях			Всього		
			1	2	3			
1	Стінова панель масою 8,8т	ПС2-54-КГ1	18	-	18	36	3,5	126
2	Стінова панель масою 8,8т	ПС2-54-КГ1У	31	30	31	92	3,5	322
3	Стінова панель масою 8,8т	ПС2-54-КВ1	16	16	-	32	3,5	112
4	Перегородка массою 3,9 т	ПГ-46-1 ш	24	24	24	72	1,75	126
5	Лоток масою 3,7	ЛТ1-9-6	27	27	27	81	1,48	119,88
6	Фундамент під колону масою 4,18 т	2ФР2	48	48	48	144	1,67	240,48
7	Колона масою 2,16 т	3К54	48	48	48	144	0,86	123,84
8	Балка масою 0,27т	Б2	48	48	48	144	0,11	15,84
	Всього:							**1312,04**

Таблиця 34.

Об'єм опалубних робіт

Марка моноліт-ної 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*
УМ54-Б	*1*	*1,54х5,43*	*2*	*8,36*	*16,72*
	2	*0,99х5,43*	*2*	*5,37*	*10,74*
	3	*0,35х5,43*	*2*	*1,90*	*3,8*
	4	*0,20х5,43*	*1*	*1,08*	*2,16*
Площа опалубки на одну монолітну ділянку, м^2					*33,42*
Площа опалубки на монтажну дільницю, м^2					*66,84*
Площа опалубки на споруду, м^2					*133,68*

Таблиця 35.

Об'єм бетонних робіт

Монолітна ділянка УМ48-БГ1	*Об'єм бетону, м^3*

Об'єм бетонної суміші на одну монолітну ділянку, м^3	*3,7*
Об'єм бетонної на монтажну дільницю, м^3	*7,4*
Об'єм бетонної суміші на споруду, м^3	*14,8*

Таблиця 36.

Об'єм арматурних робіт

Марка монолітної ділянки	*Маса арматури класу в кг*						*Маса арматури, кг*
	A240C	*A400C*					
	Ø6	Ø10	Ø14	Ø16	Ø18	Ø20	
УМ54-Б	*3,0*	*80,6*	*88,6*	*45,4*	*277,0*	-	*494,6*
Маса арматури на одну монолітну ділянку, кг							*494,6*
Маса арматури на монтажну дільницю, кг							*989,2*
Маса арматури на споруду, кг							*1978,4*

Таблиця 37.

Об'єм робіт із закладання стиків

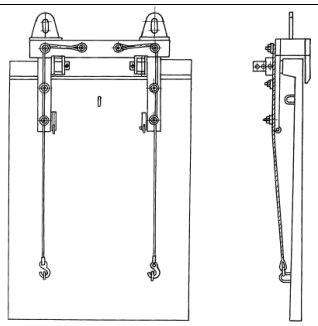
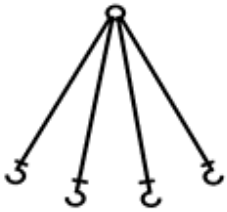
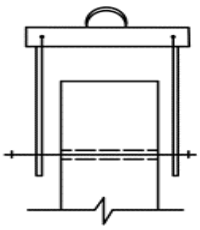
№ пор.	Назва процесу	Одиниця вимірювання	Об'єм робіт				Об'єм робіт на споруду
			Одиниця вимірювання	На дільницях			
				1	2	3	
1	Зварювання випусків арматури панелей стін	10 м шва	0,432	28,08	19,87	21,17	69,12
2	Закладання швів дна паза днища бетоном з ущільненням	1 м^3	0,03 (х2,98)	5,81	4,11	4,38	14,30
3	Заливання швів панелей стін бетоном механізовано	100 м	0,048	3,12	2,21	2,35	7,68
4	Замонолічування колон у стаканах фундаментів	1 стик	1	48,00	48,00	48,00	144,00
№ пор.	Назва процесу	Одиниця	Об'єм робіт				Об'єм робіт на споруду
				На дільницях			

		вимірювання	Одиниця вимірювання	1	2	3	
5	Закладання швів дна паза днища перегородки бетоном з ущільненням	1 м^3	Одиниця вимірювання	На ділянках	4,29	4,29	12,87
6	Заливання швів перегородок бетоном механізовано	100 м	0,048	1	2	3	6,91
7	Електрозварювання балки з колоною	10м	0,062	2,98	2,98	2,98	8,93
8	Електрозварювання балки з перегородкою	10м	0,025	1,20	1,20	1,20	3,60
8	Закладання швів перегородок з балкою механізовано	1 м^3	0,1	4,80	4,80	4,80	14,40
9	Електрозварювання лотка з балками	10м	0,2	5,40	5,40	5,40	16,20
10	Закладання швів лотка з балкою бетоном	1 м^3	0,28	7,56	7,56	7,56	22,68

3.3 Вибір монтажних кранів

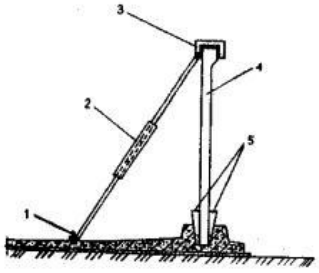
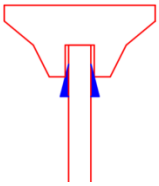
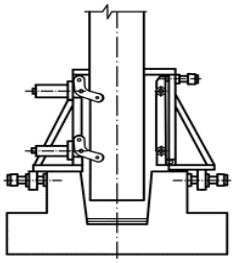
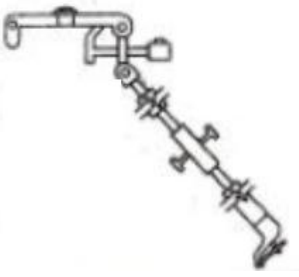
Таблиця 38.

Засоби для охоплення конструкцій

№	Найменування, коротка характеристика, посилання на довідник із зазначенням сторінки	Ескіз	Характеристика		
			вантажо-підйо-мність, т	маса, т	розра-хункова висота, м
1	2	3	4	5	6
1	*Балансуюча траверса для захоплення стінових панелей с. 6 [17]*		*8*	*0,15*	*0,5*
2	*Строп чотирьохгілковий для захоплення збірних фундаментів с. 68 [16]*		5	0,044	4
3	*Стержневий захоплювач колон с. 184 [15]*		8	0,135	0,5
4	*Строп двогілковий для захоплення траверси*		8	0,05	2,5

Таблиця 39.

Засоби для тимчасового закріплення і вивіряння конструкцій

№ п/п	*Найменування, характеристика, посилання на довідник із зазначенням сторінки*	*Принципова схема засобу*	*Висота над нижньою конструкцією, м*	*Маса, т*
1	*2*	*3*	*4*	*5*
1	*Підкос із струбциною та металеві клини для тимчасового закріплення стінових панелей с. 6 [17]*		-	*0,05*
2	Сталеві клини для тимчасового затримання балок		-	0,005
3	*Кондуктор для тимчасового закріплення колон та їх вивіряння с. 73 [16]*		*0,72*	*0,282*
4	*В'язі для кутових лотків*		*1,4*	*0,08*

3.4Технічний вибір монтажних кранів

На етапі підготовки до монтажу конструкцій проводиться перевірка можливості встановлення стінової панелі з урахуванням вантажопідйомних характеристик монтажного крану. Для цього визначають технічні параметри крана на робочому вильоті. Вони повинні відповідати або перевищувати (у навчальному проєкті — на 10 %) основні монтажні характеристики конструкції: $Q_{кр} \geq Q_{м}$ і $H_{кр} \geq H_{м}$

У разі, якщо технічні можливості обраного крана не задовольняють зазначених вимог, проводиться підбір альтернативного крана з необхідними параметрами.

Монтажні роботи запроєктовано відповідно до **схеми III**, що застосовується при ширині аеротенка **56 м**.

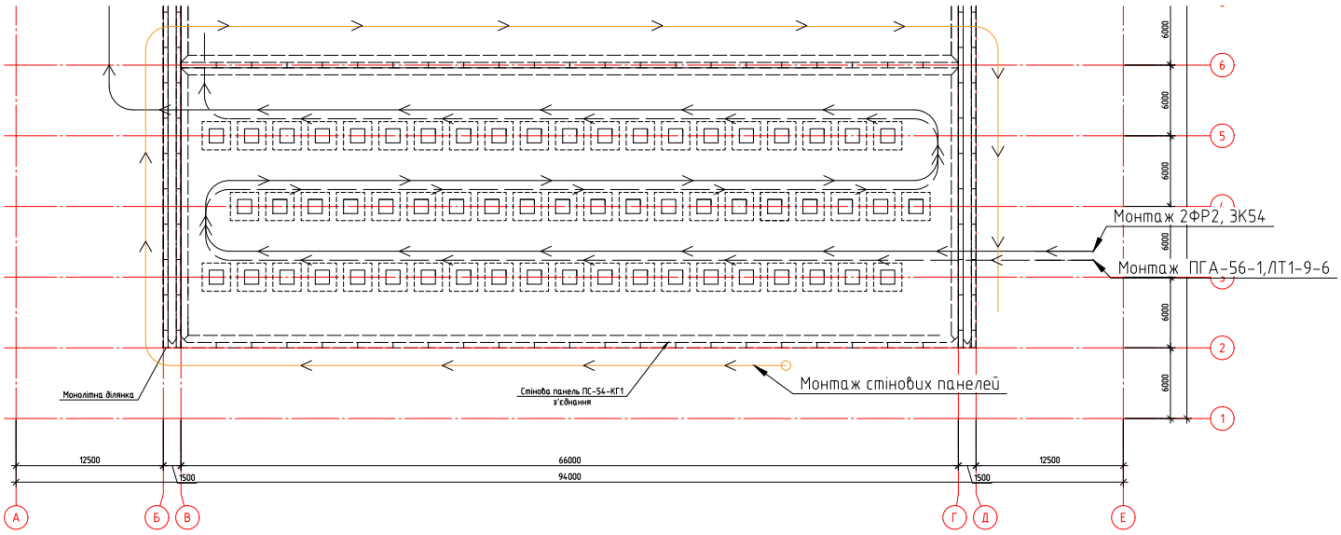
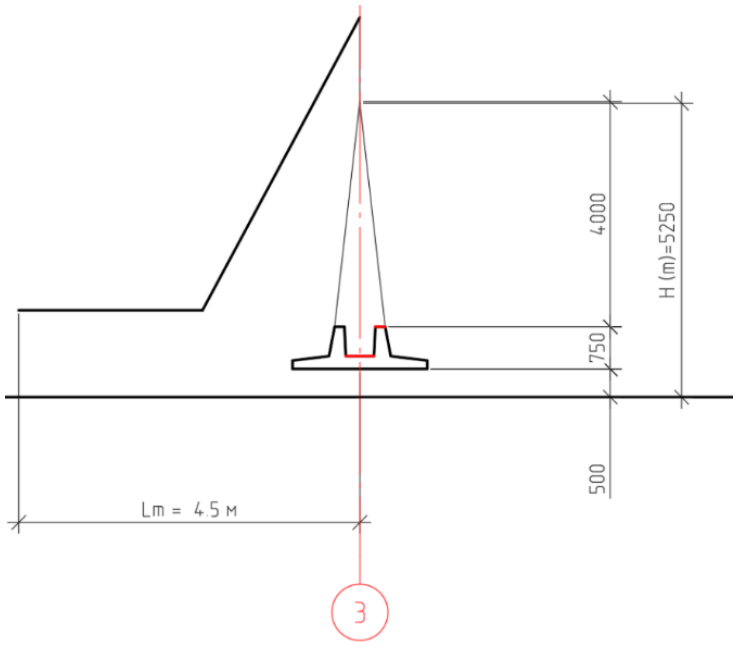


Рис.19. Схема проходок монтажних кранів монтажу колон, стінових панелей, перегородок, балок, лотків

3.4.1 Визначення монтажних характеристик елементів

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



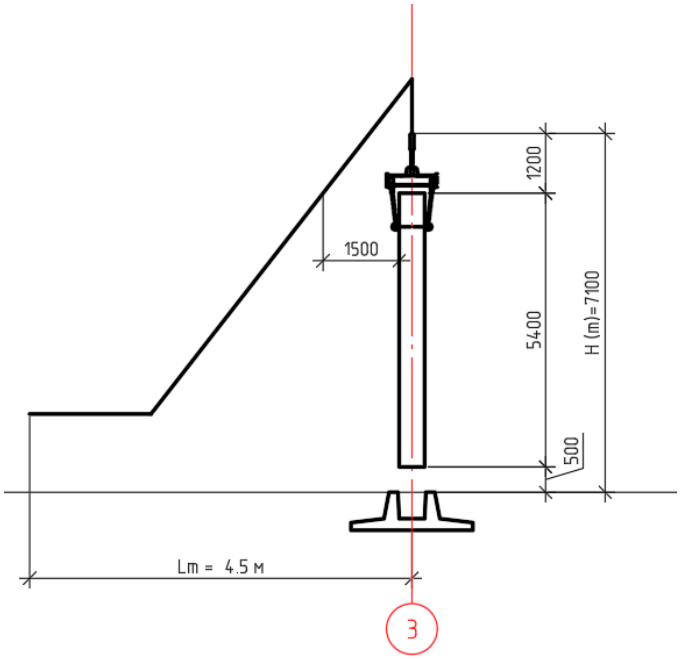
Qm=4.18+0.044=4.32 т;

Hm=0.5+0,75+4,0=5,25 м;

Lm= 4,5 м = min.

Рис.20. Схема монтажу фундаментних блоків

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



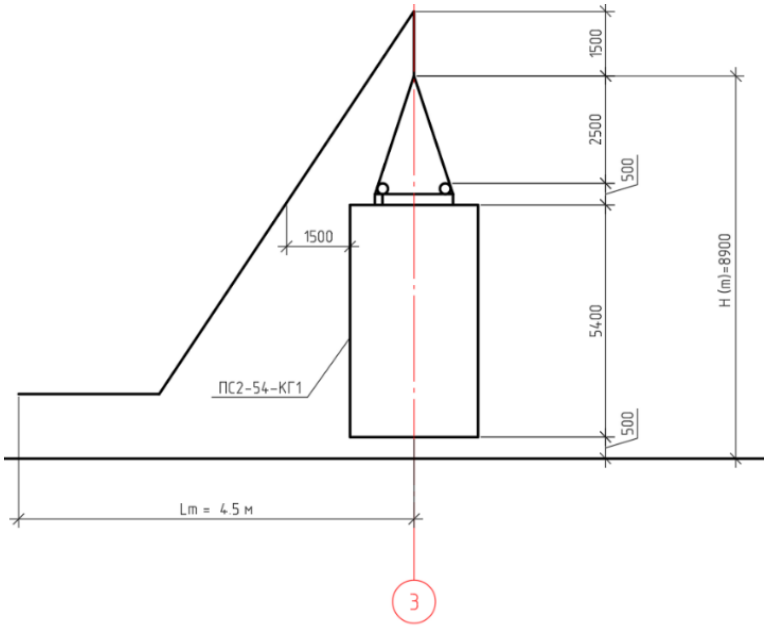
Qm=2,16+0.135=2,295 т;

Hm=0.5+5,4+1,2=7,1 м;

Lm= 4,5 м = min.

Рис.21. Схема монтажу колон

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



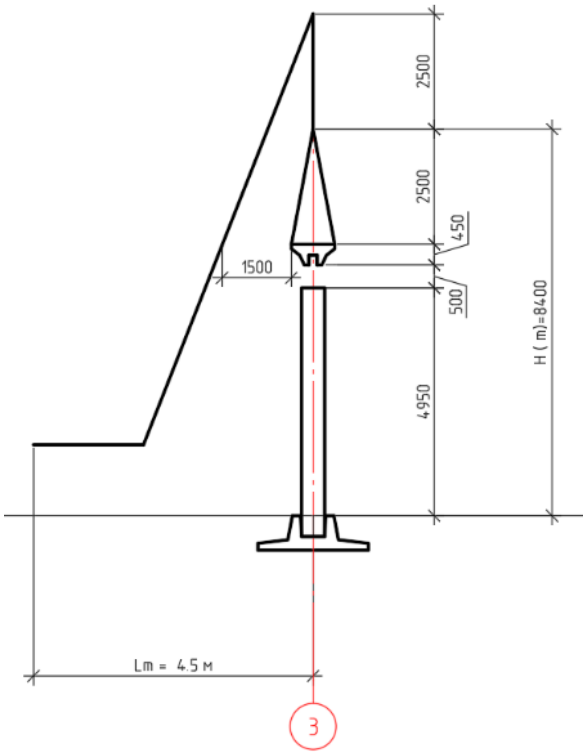
Qm=8,8+0.15+0,05=9 т;

Hm=0,5+5,4+0,5+2,5=8,9 м;

Lm= 4,5 м = min.

Рис.22. Схема монтажу стінових панелей

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



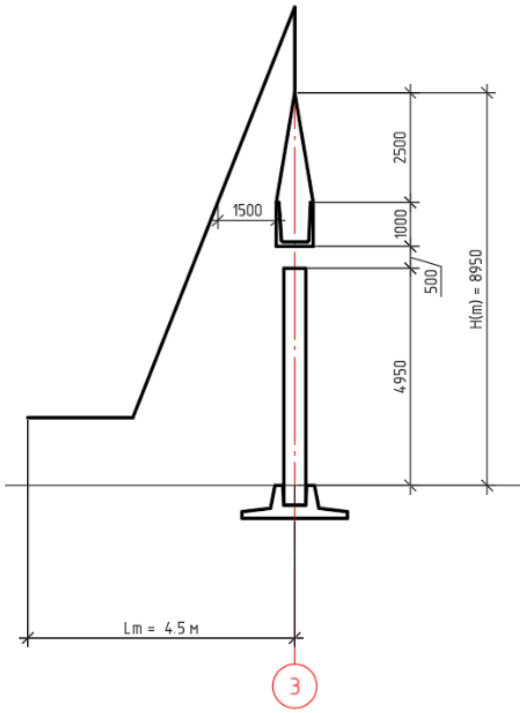
Qm=0,27+0.05=0,32 т;

Hm=4,95+0,5+0,45+2,5=8,4 м;

Lm= 4,5 м = min.

Рис.23. Схема монтажу балок

- **ЛОТКИ** - монтаж планується здійснювати вздовж прольоту на мінімальному вильоті стріли крана



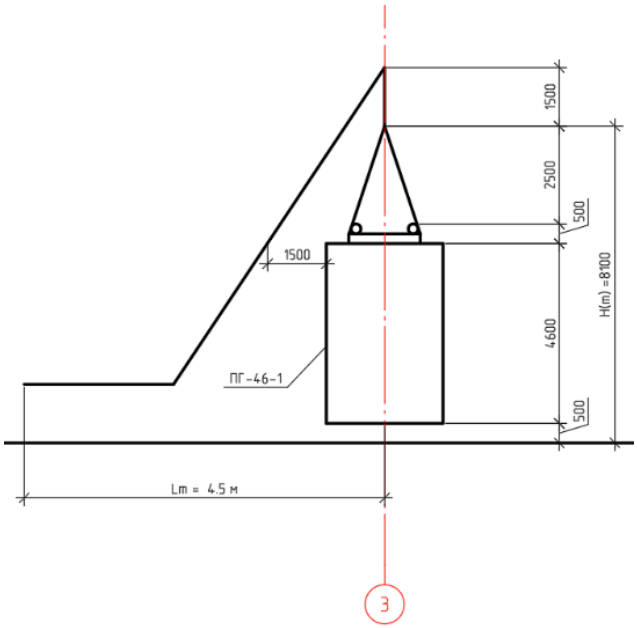
Qm=3,7+0.05=3,75 т;

Hm=4,95+0,5+1,0+2,5+1,95=8.95 м;

Lm= 4,5 м = min.

Рис.24. Схема монтажу лотків

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



Qm=4,38+0.15+0,05=5,03 т;

Hm=0,5+4,6+0,5+2,5+1,5=9,6 м;

Lm= 4,5 м = min.

Рис.25. Схема монтажу перегородок

3.4.2 Вибір будівельних кранів за технічними характеристиками

Таблиця 40.

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

№ поз.	Назва конструкції в елементарних монтажних потоках	Монтажні характеристики конструкцій			Гусеничні крани, придатні за технічними характеристиками
		Qm, т	Hm, м	Lm, м	
1	2	3	4	5	6
1	Фундаментні блоки	4,32	5,25	4,5	Гусеничний кран ДЕК-251, стріла 14м механічний привід
3	Колони	2,295	7,1	4,5	
4	Стінові панелі	9	8,9	4,5	Гусеничний кран ДЕК-251, стріла 14м механічний привід
5	Балки	0,32	8,4	4,5	Гусеничний кран ДЕК-251, стріла 14м механічний привід
6	Лотки	3,75	8,95	4,5	
7	Стінові перегородки	5,03	9,6	4,5	

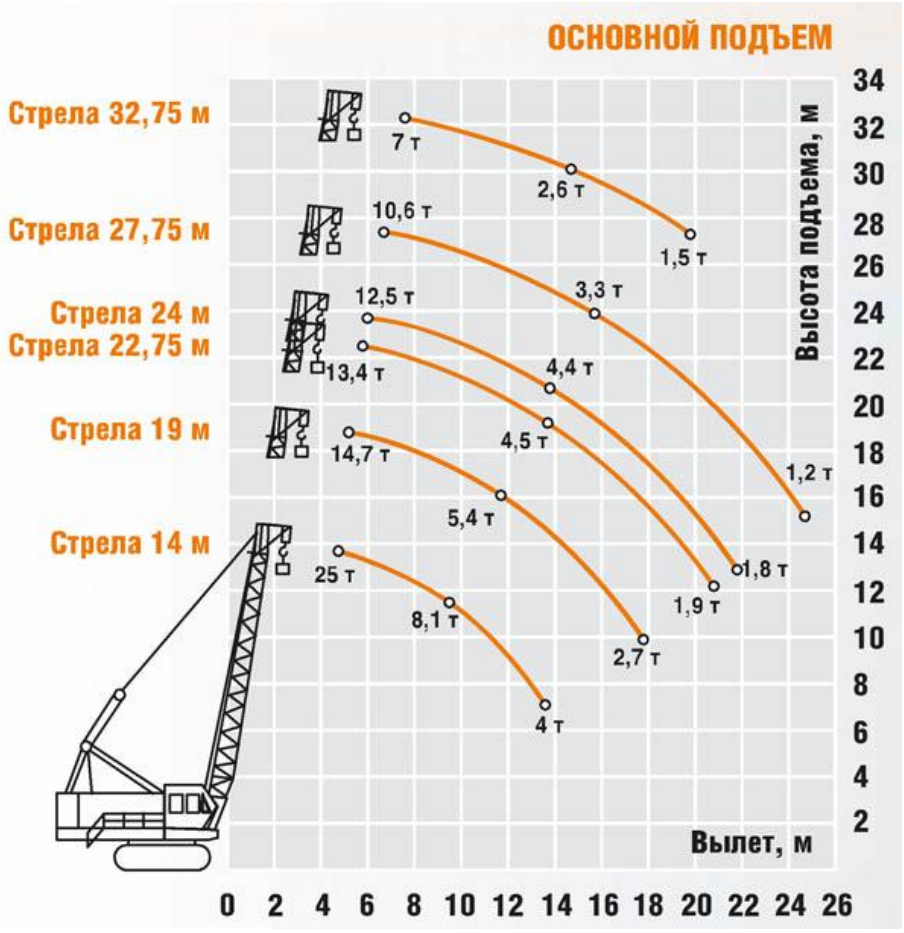


Рис.26. Гусеничний кран ДЕК-251. Діаграма вантажопідйомності

Таблиця 41.

Калькуляція трудових витрат (1 дільниця)

№ пор.	Найменування процесів	Об'єм робіт		Обґрунтування за ГН, ЕНиР	Норма часу люд.-год. маш.-год.	Трудомісткість люд.-год. маш.-год	Склад ланки	
		Одиниця виміру	Кількість одиниць				Професія /розряд/	К-ть
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Установка панелей стін аеротенка площею	1 шт	65,00	Е §4-1-8, табл. 2, п. 10а, б	1,50	97,50	Монтажник 5р., 4р 3р 2р	1 1 1 1
	5,4 х 2,98 = 16,1 м2				0,37	24,05	Машиніст 6 р.	1
2	Зварювання випусків арматури панелей стін	10 м	28,08	Е §22-1-4, п. 4а	7,10	199,37	Зварювальник 5 р.	1
	160 х 0,432 = 69,12 м				-	-		1
3	Закладання швів дна паза днища бетонною сумішшю з ущільненням	1 м^3	5,81	Е §4-1-51, п. 1	5,80	33,70	Монтажник 4р., 3 р.	1 1
	0,03х2,98х160=14,3 м3				-	-	-	-
4	Заливання швів панелей стін бетонною сумішшю механізованим способом	100 м	3,12	Е §4-1-26, п. 2а	28,00	87,36	Монтажник 4р., 3 р.	1 1
					-	-	-	-
5	Установка і в'язання арматури окремими стержнями монолітних ділянок стін аеротенка	1 т	0,99	Е §4-1-46, табл. 2, п. 12г	24,00	23,74	Арматурник 6р., 2 р.	1 1
					-	-	-	-
6	Влаштування опалубки монолітних ділянок стін резервуарів	1 м^2	66,84	Е §4-1-36, табл. 2, п. 8а	1,10	73,52	Тесляр 5р., 3 р.	1 1
					-	-	-	-
7	Укладання бетонної суміші в монолітні ділянки стін резервуарів до 5 м^3	1 м^3	7,40	Е §4-1-49, табл. 3, п. 4д	1,20	8,88	Бетонник 4р., 2 р.	1 1
					-	-	-	-
8	Розбирання опалубки монолітних ділянок стін резервуарів	1 м^2	66,84	Е §4-1-36, табл. 2, п. 8б	0,35	23,39	Тесляр 5р., 3 р.	1 1
					-	-	-	-
		Об'єм робіт		Обґрунту-		Трудомі-	Склад ланки	

№ пор.	Найменування процесів	Одиниця виміру	Кіль-кість одиниць	вання за ГН, ЕНиР	Норма часу люд.-год. маш.-год.	сткість люд.-год. маш.-год	Професія /розряд/	К-ть
1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	Установка фундаментів масою до 5т	1 шт	48,00	Е §4-1-1, табл. 2, п. 8а, б	2,00	96,00	Монтажник 5р., 4р 3р 2р	1 1 1 1
					0,67	32,16	Машиніст 6 р.	1
10	Установка колон масою до 2т у стакани фундаментів за допомогою кондукторів	1 шт	48,00	Е §4-1-4, табл. 2, п. 2а, б	2,40	115,20	Монтажник 5р., 4р 3р 2р	1 1 2 1
					0,24	11,52	Машиніст 6 р.	1
11	Замонолічування колон у стаканах фундаментів	1 стик	48,00	Е §4-1-25, табл. 1, п. 1	0,81	38,88	Монтажник 4р., 3 р.	1 1
					-	-	-	-
12	Установка перегородок секцій аеротенка	1 шт	48,00	Е §4-1-8, табл. 2, п. 18 а, б	1,00	48,00	Монтажник 5р., 4р 3р 2р	1 1 1 1
	4,6х2,98=13,71 м2				0,25	12,00	Машиніст 6 р.	1
13	Закладання швів дна паза днища перегородки бетонною сумішшю з ущільненням	1 $м^3$	4,29	Е §4-1-51, п. 1	5,80	24,89	Монтажник 4р., 3 р.	1 1
	0,03х2,98х160=14,3 м3				-	-	-	-
14	Заливання швів перегородок бетонною сумішшю механізованим способом	100 м	2,30	Е §4-1-26, п. 2а	28,00	64,51	Монтажник 4р., 3 р.	1 1
					-	-	-	-
15	Установка балок масою до 1т	1шт	48,00	Е§4-1 4, табл. 2, п. 2а	1,1	52,80	Монтажник 5р., 4р 3р 2р	1 1 2 1
					0,22	10,56	Машиніст 6 р.	1
16	Елетрозварювання балки з колоною	10 м	2,98	Е §22-1-3, п. 1г	6,8	20,24	Зварювальник 5 р.	1
					-	-		
17	Елетрозварювання балки з перегородкою	10 м	1,20	Е §22-1-3, п. 1г	6,8	8,16	Зварювальник 5 р.	1
					-	-		

№ пор.	Найменування процесів	Об'єм робіт		Обґрунтування за ГН, ЕНиР	Норма часу люд.-год. маш.-год.	Трудомісткість люд.-год. маш.-год	Склад ланки	
		Одиниця виміру	Кількість одиниць				Професія /розряд/	К-ть
1	2	3	4	5	6	7	8	9
18	Установка лотків масою до 5т	1шт	27,00	Е §4-1-1, табл. 2, п. 8а, б	2,7	72,90	Монтажник 5р., 4р 3р 2р	1 1 2 1
					0,54	14,58	Машиніст 6 р.	1
19	Елетрозварювання лотка з балкою	10 м	5,40	Е §22-1-4, п. 4а	7,1	38,34	Зварювальник 5 р.	1
					-	-		

3.4.3 Складання таблиці технологічних розрахунків

На основі калькуляції трудових витрат формується таблиця технологічних розрахунків (табл. 42). У графі *«Найменування процесів»* групуються прості виробничі операції, що можуть бути виконані робітниками основної професії з урахуванням можливості суміщення суміжних спеціалізацій. При цьому вказується посилання на відповідні пункти калькуляції.

У графу 5 заносять нормативну трудомісткість, яка визначається шляхом поділу відповідного значення з калькуляції на тривалість зміни (8 годин), отримуючи результат у людино-змінах або машино-змінах.

Склад виробничої ланки, зазначений у графах 7 і 8, підбирається відповідно до норм ЄНіР. Розрядність і професійна кваліфікація працівників визначається згідно з нормативами, з урахуванням того, що працівники вищої кваліфікації можуть виконувати роботи нижчої складності.

3.4.4 Визначення тривалості процесів та прийнятої трудомісткості

Для обчислення тривалості окремих процесів (графа 9) нормативну трудомісткість у людино-змінах (графа 5) ділять на кількість робітників у бригаді (графа 8). Одержане значення округлюється до цілого числа. Результат множиться на кількість робітників, після чого отримується прийнята трудомісткість (графа 6), яка повинна бути меншою або дорівнювати нормативному значенню.

Таблиця 42.

Технологічні розрахунки монтажу аеротенка (1 дільниця)

№	Найменування процесів і посилання на пункти калькуляції	Об'єм робіт		Трудомісткість люд.-зм. / маш.-зм.		Прийнятий склад ланок та бригади		Трива-лість робіт, змін	Виконання норм, %
		Одиниця вимі-рювання	Кількість одиниць	за нормою	прийнята	Професія /розряд/	К-ть		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Установка панелей стін резервуара площею (п. 1)	1 шт	65,00	- 59,2:8 = 12,19 3,01	12 3	Монтажник 5р., 4 р., 3 р., 2 р. Машиніст 6 р.	1 1 1 1 1	12:4= 3 3:1= 3	101,56 100,21
2	Зварювання випусків арматури панелей стін (п. 2)	10 м	28,08	24,92 -	24 -	Зварювальник 5 р.	8	24:8= 3	103,84
3	Закладання швів дна паза днища і панелей стін бетонною сумішшю (п. 3-4)	1 м³ 100 м	5,81 3,12	15,13 -	15 -	Монтажник 4р., 3 р.	2 2	15:4= 3,75	100,89
4	Бетонування монолітних ділянок стін аеротенка (п. 5-8)	1 т 1 м² 1 м³ 1 м²	0,99 66,84 7,40 66,84	16,19 -	16 -	Арматурник 6р., 2 р., Тесляр 5р., 3 р.. Бетонник 4р.,2 р.,	2 2 2	16:6= 2,7	101,20

5	Установка фундаментів, колон, замонолічування колон у стаканах фундаментів (п. 9-11)	1 шт 1 шт 1 стик	48,00 48,00 48,00	<u>31,26</u> 5,46	<u>30</u> 5,5	Монтажник 5р., 4 р., 3 р., 2 р. Машиніст 6 р.	2 2 4 2 2	<u>30:10=</u> 5,5:2=	<u>3</u>	- <u>104,20</u> 99,27
6	Установка перегородок стін (п 12)	1 шт	48,00	<u>48:8</u> 12:8 = <u>6,00</u> 1,50	<u>6</u> 1,5	Монтажник 5р., 4 р., 3 р., 2 р. Машиніст 6 р.	1 1 1 1 1	6:4= 1,5:1=	<u>1,5</u> 1,5	<u>100,00</u> 100,00
7	Закладання швів дна паза днища і панелей стін бетонною сумішшю (п. 13-14)	1 $м^3$ 100 м	4,29 2,30	<u>11,18</u> -	<u>11</u> -	Монтажник 4р., 3 р.	2 2	11:4=	2,75	101,59
8	Установка балок та лотків (п.16,19)	1 шт 1 шт	48,00 27,00	(52,8+72,9)/8= <u>15,71</u> 3,14	<u>15</u> 3	Монтажник 5р., 4 р., 3 р., 2 р. Машиніст 6 р.	1 1 2 1 1	15:5= 3:1=	3 3	<u>104,75</u> 104,75
9	Електрозварювання балки з колонами і перегородками, лотка з балками (п.17-18, п.20)	10 м 10 м 10 м	2,98 1,20 5,40	- <u>8,34</u> -	- <u>9</u> -	Зварювальник 5 р.	3	9:3=	3	92,69
	Всього:			<u>140,92</u> 13,11	<u>138</u> 13					

Таблиця 43.

Графік виконання робіт (на споруду)

№	Найменування процесів і посилання на пункти калькуляції	Об'єм робіт		Трудомісткість люд.-зм. / маш.-зм.			Склад бригади (ланки),	Тривалість,змін			Робочі зміни
		Одиниця вимі-рювання	Кількість одиниць	на дільницю 1	на дільницю 2	на дільницю 3		на дільницю 1	на дільницю 2	на дільницю 3	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
1	Установка панелей стін резервуара площею	1 шт	65,00	12,00 3,00	12,00 3,00	12,00 3,00	4 монтажника 5р.,4р.,3р.,2р.;1 машиність 6р.	3	3	3	
2	Зварювання випусків арматури панелей стін	10 м	28,08	24,00 -	24,00 -	24,00 -	8 зварювальників 5 р.	3	3	3	
3	Закладання швів дна паза днища і панелей стін бетонною сумішшю	1 м^3 100 м	5,81 3,12	15,00 -	15,00 -	15,00 -	4 монтажників 4р.,3р.	3,75	3,75	3,75	
4	Бетонування монолітних ділянок стін аеротенка	1 т 1 м^2 1 м^3 1 м^2	0,99 66,84 7,40 66,84	16,00 -	16,00 -	16,00 -	2 арматурник 6р., 2 р.,; 2 тесляра 5р., 3 р.; 2 бетонщика 4р., 2 р.	2,7	2,7	2,7	
5	Установка фундаментів, колон, замонолічування колон у стаканах фундаментів	1 шт 1 шт 1 стик	48,00 48,00 48,00	30,00 5,50	30,00 5,50	30,00 5,50	10 монтажника 5р.,4р.,3р.,2р.;2 машиність 6р.	3	3	3	
6	Установка перегородок стін	1 шт	48,00	6,00 1,50	6,00 1,50	6,00 1,50	4 монтажника 5р.,4р.,3р.,2р.;1 машиність 6р.	1,5	1,5	1,5	
7	Закладання швів дна паза днища і панелей стін бетонною сумішшю	1 м^3 100 м	4,29 2,30	11,00 -	11,00 -	11,00 -	4 монтажників 4р.,3р.	2,75	2,75	2,75	
8	Установка балок та лотків	1 шт 1 шт	48,00 27,00	15,00 3,00	15,00 3,00	15,00 3,00	5 монтажника 5р.,4р.,3р.,2р.;1 машиність 6р.	3	3	3	
9	Електрозварювання балки з колонами і перегородками, лотка з балками	10 м 10 м 10 м	2,98 1,20 5,40	9,00 -	9,00 -	9,00 -	3 зварювальника 5 р.	3	3	3	

3.5Визначення техніко-економічних показників

Розрахунок техніко-економічних показників монтажу виконано на основі таблиці технологічних розрахунків (табл. 42) та графіка виконання робіт (табл. 43), які слугують вихідними даними.

Загальний обсяг монтажних робіт визначається за даними таблиці 2. Тривалість будівельних робіт приймається за графіком їх виконання — таблиця 12. Значення нормативної та прийнятої трудомісткості, а також машиномісткості визначаються шляхом підсумовування відповідних значень з таблиці 11.

Підсумкові техніко-економічні показники:

- Загальний обсяг монтажу залізобетонних конструкцій — **1312,04 м³**;
- Тривалість виконання робіт — **20 змін**;
- Трудомісткість роботи монтажних кранів — **26 машино-змін** (13 × 2);
- Затрати праці робітників — 138х2 = **276 людино-змін** (138 × 2);
- Виробіток на одну машино-зміну — 1312,04/26 = **50,46 м³/маш.-зм.**;
- Виробіток на одну людино-зміну — 1312,04/276 = **4,75 м³/люд.-зм.**

РОЗДІЛ 4
ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Консультант: / Нечипор О.М. /

4.1Охорона навколишнього середовища

Проєктування каналізаційних мереж і очисних споруд для населеного пункту тісно пов’язане із завданням мінімізації впливу господарської діяльності людини на довкілля. Основна мета розробки таких систем — зменшення забруднення природних водних ресурсів, збереження екологічної рівноваги та забезпечення безпечного середовища для життя населення.

Стічні води, що утворюються в результаті діяльності міського населення та підприємств, містять широкий спектр шкідливих речовин — органічних, хімічних і біологічних. Без належного очищення вони можуть суттєво погіршити якість води у річках, озерах, підземних джерелах, викликаючи деградацію екосистем, забруднення питної води, порушення санітарного стану територій.

4.2Екологічна доцільність вибору майданчика

У межах цього проєкту вибір земельної ділянки під очисні споруди здійснено з урахуванням екологічних, санітарно-гігієнічних, технічних і соціальних критеріїв. Дотримано встановлені санітарно-захисні зони, враховано переважаючі напрямки вітру (роза вітрів), наявність інженерної інфраструктури, мінімізацію земляних робіт і впливу на рельєф.

4.3Інженерно-технічні рішення екологічного спрямування

Проєктом реалізовано комплекс заходів для обмеження техногенного навантаження на довкілля:

- застосовано герметичну каналізаційну систему, що унеможливлює потрапляння стічних вод у ґрунтові горизонти;
- запроєктовано механічне, біологічне та хімічне очищення стоків на очисних спорудах з використанням сучасного обладнання;
- організовано циркуляційну систему для повторного використання очищених вод у технічних цілях (наприклад, для поливу або змиву);
- передбачено захист від запахів і шуму, ізоляцію джерел вібрації в технологічних приміщеннях.

4.4Система поводження з осадом

Одним із побічних продуктів очищення стічних вод є осад, який потребує окремої уваги. У межах проєкту передбачено його обробку у метантенках методом анаеробного зброджування, що дозволяє зменшити об’єм, стабілізувати склад і отримати побічно біогаз.

Подальше зневоднення здійснюється механічним способом (центрифуги, фільтр-преси), після чого знезаражений осад може бути використаний для агротехнічних потреб або утилізований згідно з екологічними вимогами.

4.5Система контролю та запобіжні заходи

З метою недопущення порушення екологічної рівноваги в проєкті передбачено:

- регулярний лабораторний моніторинг якості очищеної води (БСК, ХСК, завислі речовини, амоній, фосфати тощо);
- контроль аварійних ситуацій — резервні лінії, буферні резервуари, системи сигналізації при перевищенні допустимих концентрацій;
- постійний санітарно-епідеміологічний нагляд за станом води в довколишніх водоймах і джерелах.

4.6Соціально-екологічна користь реалізації проєкту

Даний проєкт забезпечує не лише очищення стічних вод, а й сприяє:

- зниженню навантаження на довкілля;
- збереженню біорізноманіття природних водойм;
- підвищенню екологічної безпеки міського середовища;
- поліпшенню якості життя населення;
- формуванню стійкої інфраструктури, орієнтованої на принципи сталого розвитку.

4.7Поводження з осадом і біогазом

Для осаду, що утворюється в результаті очищення, передбачено:

- стабілізація шляхом анаеробного зброджування;
- зневоднення та знезараження;
- можливість використання як ґрунтового покращувача або для виробництва компосту;

- використання утвореного біогазу для власних потреб (опалення, нагрів води тощо).

4.8Заходи щодо запобігання аваріям та нештатним ситуаціям

Для забезпечення безперервної та безпечної роботи об’єкта проєктом передбачено:

- резервне живлення критичних об’єктів (дизель-генератори);
- аварійні лінії для перепуску стічних вод у разі перевантаження;
- система контролю викидів забруднюючих речовин;
- регулярний технічний огляд і обслуговування обладнання.

4.9Моніторинг та контроль якості очищених вод

У складі очисних споруд передбачено лабораторію або пункт контролю якості води, де проводиться:

- постійний аналіз за фізико-хімічними показниками;
- мікробіологічний контроль;
- звітність перед органами екологічного контролю;
- контроль вмісту важких металів та токсичних речовин.

Висновок

У результаті виконання дипломного проєкту розроблено проєктну схему каналізаційної мережі та очисних споруд, що відповідає сучасним вимогам щодо ефективного водовідведення та охорони навколишнього середовища. В роботі проведено гідравлічні розрахунки трубопроводів, обґрунтовано типи споруд, підібрано відповідне обладнання та складено технологічні схеми очищення стічних вод.

Особливу увагу приділено екологічній безпеці — розроблено заходи для мінімізації шкідливого впливу на природне середовище, включно з очищенням і утилізацією осаду, контролем якості очищених стоків та дотриманням санітарно-захисних норм.

Запропоноване рішення може бути адаптоване для практичного впровадження у містах зі схожими умовами. Проєкт має важливе значення з точки зору збереження водних ресурсів, покращення санітарного стану населених пунктів та впровадження принципів сталого розвитку.

Список використаних джерел:

1. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування.
2. ДБН В.2.5-75:2013. Мінрегіон України, Київ-2013.
3. Василенко О.А. Епоян С.М. та ін.. Водовідведення та очистка стічних вод міста. Курсове та дипломне проектування. Приклади та розрахунки. Навчальний посібник. – Київ-Харьків: КНУБА, ХНУБА: ТО Ексклюзив, 2012. – 540 с.
4. Методичні вказівки і завдання до виконання курсового проекту «Очисні споруди водовідведення»./Укладачі О.А. Василенко та інші. – К. КНУБА. 2018.- 34 с.
5. ДБН В.2.5-64:2012. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина 1. Проектування. – Київ: Мінрегіон України, 2013. – 113 с.
6. Шевелев Ф.А., Шевелев А.Ф. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб. – М.: Стройиздат, 1984. – 116 с.
7. Санітарно-технічне обладнання будівель: методичні вказівки до виконання курсового проекту / уклад.: А.М. Кравчук, О.А. Кравчук. – Київ: КНУБА, 2022. – 46 с.
8. ДБН В.2.5-74:2013 Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – К.: Мінрегіон України, 2013. – 180 с.
9. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4-171-10) URL https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text
10. Кравчук А.М., Кравчук О.А. Водопостачання і водовідведення. К: КНУБА. 2013. – 180 с.
11. Гідравлічні та аеродинамічні машини, насосні і повітродувні станції: методичні вказівки до виконання курсового проекту та контрольної роботи / уклад.: А.М. Кравчук, О.А. Кравчук. – Київ: КНУБА, 2022. – 42 с.
12. Зоря О.В, Копаниця Ю.Д. Технологія монтажу систем водопостачання та водовідведення - Методичні вказівки до курсового проекту – 2007

13. ДБН А.3.2-2-2009 Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення
14. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Проектування та монтаж мереж водопостачання та каналізації з пластикових труб. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – 44 с.
15. Кравчук А.М., Ільїна І.В., Чупрунова Н.А. Альбом завдань по санітарно-технічному обладнанню будівель. – К.; КНУБА, 2002. – 40 с.
16. Технологічні процеси у будівництві: методичні вказівки до виконання практичних занять, курсової роботи і частини дипломного проекту для здобувачів вищої освіти на першому (бакалаврському) рівні за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» спеціалізацією «Водопостачання та водовідведення» / уклад.: І. М. Уманець – К.: КНУБА, 2020. – 48 с.
17. Лубенець В.Г., Зельцер Р.Я., Титок В.В. Будівельні крани: посібник. – К.: КНУБА, 2012. – 204 с.
18. ДБН А.3.1-5-2016. Організація будівельного виробництва. – [Чинний від 2016-01-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2016. – 34 с.