

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет інженерних систем та екології

Кафедра водопостачання та водовідведення

Допустити до захисту в ДЕК  
Зав. кафедри  
\_\_\_\_\_ В.П. Хоружий  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 року

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

до дипломного проекту

бакалавра

на тему:

«Водовідведення міста з розробкою санітарно-технічного обладнання  
житлового будинку підвищеної поверховості»

Виконав: студент 5 курсу, групи зВВ - 51  
спеціальність 192 Будівництво і цивільна інженерія  
Освітня програма «Водопостачання та водовідведення»

\_\_\_\_\_ І.О. Круглик

Керівник \_\_\_\_\_ О.А. Кравчук

Рецензент \_\_\_\_\_ Є.І. Павлов

Київ 2022 р.

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет інженерних систем та екології  
Кафедра водопостачання та водовідведення  
Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр.  
Спеціальності 192 Будівництво і цивільна інженерія  
Спеціалізація «Водопостачання та водовідведення»

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри  
\_\_\_\_\_ Хоружий В.П.,  
« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 року

ЗАВДАННЯ  
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ СТУДЕНТУ

**Круглику Ігору Олексійовичу**

(Прізвище, ім'я та по батькові)

1. Тема роботи: «Водовідведення міста з розробкою санітарно-технічного обладнання житлового будинку підвищеної поверховості»

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

затверджені наказом від « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 року № \_\_\_\_\_

2. Термін подання студентом проекту: 13.06.2022 р.

3. Вихідні дані до проекту:

Генплан міста М 1:5000. Місто складається з двох районів. В I-му районі норма водопостачання складає 170 л/доб, в II-му районі - 270 л/доб. В місті розташовано 3 промислових підприємства: 1 – м'ясокомбінат, 2 – цегляний завод, 3 – маслозавод.

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

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

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити).

- Розрахунок об'ємів водовідведення міста.
- Гідравлічний розрахунок мережі водовідведення.
- Проектування головної каналізаційної насосної станції.
- Розрахунок і проектування очисних споруд водовідведення.
- Проектування і розрахунок санітарно-технічного обладнання житлового будинку підвищеної поверховості.
- Розділ «Технологія та організація будівництва».

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень).

- Генплан міста з мережами водопостачання М 1:5000.
- Повздовжній профіль головного каналізаційного колектору.
- План головної міської каналізаційної насосної станції.
- Генплан очисних споруд водовідведення.
- Санітарно-технічне обладнання житлового будинку підвищеної поверховості.
- Розділ «Технологія та організація будівництва».

6. Консультанти розділів проекту:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

7. Дата видачі завдання: 24.01.2022 р.

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

І.О. Круглик

Керівник

\_\_\_\_\_ (підпис)

О.А. Кравчук

## Зміст

Стор.

Вступ.....	5
1. Водовідведення населеного пункту.....	7
2. Головна каналізаційна насосна станція.....	19
3. Очисні споруди водовідведення.....	32
4. Внутрішнє санітарно-технічне обладнання житлового будинку.....	61
5. Технологія будівельного виробництва.....	75
Список використаної літератури.....	89

## ВСТУП

Представлена бакалаврська робота присвячена вирішенню важливого практичного питання: розробці проекту системи водовідведення міста з розробкою санітарно-технічного обладнання житлового будинку підвищеної поверховості.

Питання забезпечення населення якісною водою в даний час є однією з найважливіших завдань сучасності. Особливо гостро дана проблема постала перед спеціалістами в зв'язку з різким обмеженням водних ресурсів на планеті в цілому і на Україні зокрема.

Як відомо, Україна знаходиться на передостанньому місці в Європі по забезпеченню водними ресурсами. Окрім цього, треба враховувати ту обставину, що розподілення водних ресурсів по території дуже нерівномірне. Відносно гарно забезпечені водою західні райони країни в тому складі райони Карпат. Непогано ситуація з водозабезпеченням має місце в північних районах країни, а також в областях протікання р. Дніпро. Зовсім негативна ситуація з водозабезпеченням склалася в східних і південних районах країни.

Питання споживання населення питною водою суттєво ускладнюється значним забрудненням існуючих водних джерел, яке виникло і постійно погіршується в зв'язку з господарською діяльністю людини. В першу чергу це пов'язано з забрудненням водного середовища, яке викликане скиданням неочищених чи частково очищених забруднених стічних вод. Дана ситуація стосується як виробничих так і господарсько-побутових стічних вод від населення.

Розглядувана проблема має місце не тільки з поверхневими а і з підземними джерелами води. В зв'язку з цим при проектуванні системи водопостачання населеного пункту або іншого великого водоспоживача постійно виникає питання, якому об'єкту віддати перевагу при виборі джерела водопостачання.

В даному проекті розроблена система водовідведення міста з промисловими. Здійснено трасування міської мережі водовідведення. Проведено гідравлічний розрахунок водовідвідних трубопроводів. При цьому розраховані витрати на всіх ділянках мережі підібрані діаметри безнапірних

водовідвідних труб, визначені величини відповідних швидкостей руху стічних вод і необхідні похили прокладання трубопроводів.

Для відводу стічних вод від міста запроектована заглиблена каналізаційна насосна станція, підібрані відповідні насосні агрегати. Від насосної станції стічні води по двох напірних водоводах подаються на міські очисні споруди.

В представленій бакалаврській роботі для очистки стічних вод від міста передбачено улаштування міських очисних споруд. В проекті прийнята повна біологічна очистка стічних вод. Очисні споруди складаються з споруд механічної очистки (грати, пісковловлювачі, первинні відстійники), споруд біологічної очистки (аеротенки і вторинні відстійники), споруд знезараження очищених стічних вод (хлораторна, змішувач, контактні резервуари). Розраховані і запроектовані споруди по обробці осаду.

Суттєвий розділ роботи присвячений проектуванню внутрішнього санітарно-технічного обладнання житлового будинку. Підібрано відповідне санітарно-технічне обладнання. Здійснено розрахунок внутрішньої мережі холодного водопроводу на режим максимального водопостачання і на режим пожежі. Запроектована також система внутрішнього гарячого водопроводу і внутрішньої господарсько-побутової системи водовідведення.

В роботі також розглянуті питання технології і організації робіт при будівництві очисних споруд водовідведення. Визначений порядок і черговість проведення робіт їх об'єми, визначені оптимальні терміни будівництва. Підібрана необхідна будівельна техніка обладнання. Розрахована оптимальна кількість і рух по будівельному майданчику виробничого персоналу. Розглянуто необхідні правила техніки безпеки при проведенні будівельних робіт.

**РОЗДІЛ 1**  
**ВОДОВІДВЕДЕННЯ**  
**НАСЕЛЕНОГО ПУНКТУ**

## 1.1. Розрахунок витрат стічних вод від населення міста

### Загальні положення

Як відомо, витрата стічних вод від міста складається з витрати господарсько-побутових вод від населення і стічних вод від промислових підприємств. Співвідношення між цими витратами залежить від місцевих умов, специфіки населення, кількості і специфіки промислових підприємств. Якщо витрата від промислових підприємств визначається кожен раз окремо, то витрата стічних вод від населення в загальному випадку може бути приблизно однаково для всіх населених пунктів.

Безумовно витрата стічних вод від населення залежить від кількості населення в місті і від степені благоустрою житла. Визначення кількості жителів в місті в нашому випадку використаємо генплан міста, який представлений в масштабі 1:5000. Згідно із завданням місто, що розглядається, за щільністю проживання населення розділено на два райони. В першому районі щільність населення становить 34000 осіб на квадратний кілометр, в другому – 41000 осіб на квадратний кілометр площі міста. Таким чином, щоб визначити кількість населення, що проживає в кожному кварталі кожного району необхідно перемножити площу кварталу на відповідну щільність проживання населення у відповідному районі.

$$N = \text{Щ} \cdot S,$$

де Щ – щільність населення в даному районі, чол/км<sup>2</sup>;

S – площа відповідного кварталу, км<sup>2</sup>.

Місто, що проектується розділене на два райони не тільки за щільністю населення, а і за ступенем благоустрою будівель. В районі 1 норма водовідведення складає  $q_1 = 170$  л/добу на одну особу; в другому районі  $q_2 = 270$  л/добу на одну особу.

За відомими даними визначаємо питоме водовідведення окремо для кожного району за формулою:

$$\bar{q} = \frac{\text{Щ} \cdot q}{86400}, \text{ л/с} \cdot \text{км}^2,$$

Для першого району, підставляючи відомі дані, будемо мати:

$$\bar{q}_1 = \frac{34000 \cdot 170}{86400} = 66,9, \text{ л/с} \cdot \text{км}^2;$$

Для другого району:

$$\bar{q}_2 = \frac{41000 \cdot 270}{86400} = 128,1, \text{ л/с} \cdot \text{км}^2.$$

За отриманими даними визначаємо середнє водовідведення від населення від кожного житлового кварталу для обох районів міста. Результати розрахунків зводимо в табл. 1.1.

### Середнє водовідведення від населення кожного житлового кварталу

Таблиця 1.1

№ кварталу	Розміри кварталів А×В, (км × км)	Райони	Площа кварталу S ( км <sup>2</sup> )	Щільність населення Р	Кількість населення	Питомий стік q <sub>0</sub>	Середні витрати по кварталу q, л/с
1	3×4,3	1	0,13	34000	4550	66,9	9,28
2	3×4,3		0,13	34000	4550		9,28
3	2,9×4		0,12	34000	4200		8,57
4	3,3×3,8		0,125	34000	4375		8,92
5	2×3,7		0,073	34000	2590		5,28
6	2,2×3,8		0,083	34000	2940		5,98
7	2,3×3,9		0,089	34000	3139		6,36
8	3,2×5		0,161	34000	5600		11,42
9	3,2×5		0,161	34000	5600		11,42
10	3,2×5,2		0,171	34000	5950		12,13
11	3,3×5,2		0,172	34000	5985		12,18
12	2×5,2		0,105	34000	3640		7,43
13	2,2×5,2		0,115	34000	3990		8,14
14	2,3×5,4		0,123	34000	4340		8,85
15	3,5×5,5		0,193	34000	6720		13,68
16	3,5×5,5		0,193	34000	6720		13,68
17	3×5,6		0,167	34000	5880		11,99
18	3,5×5,6		0,197	34000	6860		13,98
19	2,3×5,6		0,128	34000	4515		9,18
20	2,4×5,7		0,138	34000	4795		9,78
21	2,5×5,7		0,143	34000	4970		10,13
22	3×5,6		0,169	34000	5880		11,97
23	3×5,6		0,169	34000	5880		11,97
24	3,3×5,7		0,189	34000	6580		13,41
25	3,2×5,5		0,177	34000	6160		12,56
26	2,6×5,7		0,149	34000	5180		10,56
27	2,7×5,5		0,149	34000	5180		10,56
28	2,5×5,5		0,138	34000	4795		9,78
		Σ	4,042	Σ	141400	Σ	288,3

29	5,3×2,7		0.144	41000	5720		17.75
30	4,6×2,6		0.118	41000	4760		14.77
31	4,5×2,5		0.113	41000	4480		13.88
32	6,2×2		0.125	41000	4960		15.39
33	6×2		0.121	41000	4800		14.88
34	4,7×2,2		0.104	41000	4120		12.79
35	4,7×2,2		0.104	41000	4120		12.79
36	6,1×2,3		0.141	41000	5600		17.38
37	6×2		0.121	41000	4800		14.88
38	4,5×2,2		0.098	41000	3960		12.29
39	5,1×2,1		0.106	41000	4280		13.29
40	6×2,1		0.127	41000	5040		15.64
41	5,9×2		0.119	41000	4720		14.65
42	4,5×2		0.091	41000	3600		11.18
43	5,5×2,2		0.122	41000	4840		15.02
44	6,2×2,2		0.137	41000	5440		16.88
45	6,6×2		0.133	41000	5280		16.39
46	4,5×2,1		0.095	41000	3760		11.67
47	5,4×2,2	2	0.119	41000	4720	128,1	14.65
48	5,7×2,2		0.126	41000	5000		15.52
49	6,2×1,9		0.118	41000	4680		14.53
50	5×2		0.111	41000	4000		12.42
51	5,2×1,8		0.094	41000	3720		11.55
52	5,4×1,9		0.103	41000	4080		12.67
53	6×1,9		0.115	41000	4560		14.16
54	5×1,8		0.091	41000	3600		11.18
55	5,3×1,9		0.111	41000	4000		12.42
56	5,8×1,8		0.105	41000	4160		12.91
57	6,2×1,5		0.092	41000	3720		11.55
58	5,2×1,5		0.077	41000	3120		9.69
59	5×1,6		0.081	41000	3200		9.94
60	4,8×1,7		0.081	41000	3200		9.94
61	5,4×1,5		0.081	41000	3240		10.06
62	5×1,5		0.074	41000	3000		9.32
63	4,3×1,5		0.065	41000	2560		7.95
64	4,5×1,2		0.055	41000	2160		6.68
65	4,3×1,6		0.067	41000	2720		8.45
<b>Σ</b>							
			3.848	<b>Σ</b>	153700	<b>Σ</b>	476.9
<b>Σ</b>							
			7.89	<b>Σ</b>	295100	<b>Σ</b>	765,2

За результатами таблиці 1.1 складаємо сумарну для всього міста таблицю водовідведення стічних вод від населення.

## Сумарна витрата стічних вод від населення

Таблиця 1.2

Район	Площа житлових кварталів, км <sup>2</sup>	Щільність населення, чол./км <sup>2</sup>	Кількість мешканців, чол.	Питоме водовідведення л/чол. добу	Середня величина водовідведення			Загальні коефіцієнт и нерівномір ності		Витрата			
										Максимальна		Мінімальна	
					м <sup>3</sup> /добу	м <sup>3</sup> /год	л/с	K <sub>gen max</sub>	K <sub>gen min</sub>	м <sup>3</sup> /год	л/с	м <sup>3</sup> /год	л/с
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
I	2,031	34000	141400	170	24038	1001,6	288,3	1,55	0,62	1552,5	431,2	621	172,5
II	2,387	41000	153700	270	41499	1729,1	476,9	1,51	0,66	2611	725,3	1141	316,9
	4,418		295100		65537	2730,7	765,2	1,48	0,68	4041	1122,5	1857	515,8

Як слідує з табл. 1.2 середньодобова витрата господарсько-побутових стічних вод становить:

$$Q_{ср.доб} = 65537 \text{ м}^3 / \text{добу}.$$

Після розрахунку витрати стічних вод від населення міста визначають їх витрату від промислових підприємств. Причому необхідно враховувати ту обставину, що стічні води від промислових підприємств складаються з кількох складових, а саме: стічні води від промислових процесів (промислові стічні води); побутові стічні води від працівників виробництва; стічні води від прийняття душу працівниками цих підприємств.

Спочатку визначимо витрату виробничих стічних вод від промислових підприємств. Основні дані для характеристики цих підприємств, приведені в табл. 1.3.

## Визначення водовідведення від промислових підприємств

Таблиця 1.3

Підприємство	Зміна	Одиниця виміру продукції	Кількість продукції	Норма стоку на одиницю продукції м <sup>3</sup> /т	Промислові стоки		
					за зміну	„мах” водовідведення	
						м <sup>3</sup> /Год.	л / с
М'ясокомбінат	1	т	20	15,0	300	37,5	10,42
	2		16		240	30	8,33
	3		16		240	30	8,33
Цегляний завод	1	т	600	0,7	420	52,5	14,6
	2		400		280	35	9,72
	3		400		280	35	9,72
Маслозавод	1	т	40	2,0	80	10	2,78
	2		30		60	7,5	2,08
	3		30		60	7,5	2,08

При розрахунку витрат стічних вод від працюючих на виробництвах вважається, що витрата залежить від специфіки виробництв. Так в гарячих цехах норма водопостачання і водовідведення становить 45 л на особу за зміну. В звичайних цехах норма водовідведення приймається 20 л на особу за зміну.

При розрахунку стічних вод від душових сіток приймається, що витрата на одну сітку складає 500 л за годину. Але час прийому душу становить 45 хвилин після кожної робочої зміни. В цілому на одну душову сітку приймається витрата стічних вод 375 літрів. Результати розрахунку витрати душових вод приведені в табл. 1.4.

## Розрахунок душових стічних вод на промислових підприємствах

Таблиця 1.4

Підприємство	Зміна	Кількість працюючих	% користування душем	Кількість людей, які приймають душ	Кількість душових кабін	Душові витрати	
						л	л/с
М'ясокомбінат	1	80	60%	48	6	2250	0,62
	2	60		36	8	3000	1,11
	3	60		36	6	2250	0,62

Цегляний завод	1	400	60%	240	22	8250	2,29
	2	300		180	28	10500	2,92
	3	300		180	22	8250	2,29
Маслозавод	1	150	50%	75	8	3000	1,11
	2	125		62	10	3750	1,39
	3	125		62	8	3000	1,11

За даними таблиць 1.3, 1.4 складемо таблицю сумарних витрат стічних вод від підприємств, куди входять промислові, побутові і душові води. Результати розрахунків зведені в табл. 1.5.

### Сумарні промислові витрати з розрахункових підприємств

Таблиця 1.5

Підприємство	Зміна	Характеристика стоку			Загальний стік	Розрахунковий стік
		Промисловий	Побутовий	душ		
М'ясокомбінат	1	10,42	0,09	0,62	11,13	11,13
	2	8,33	0,06	1,11	9,5	
	3	8,33	0,06	0,62	9,01	
Цегляний завод	1	14,6	0,43	2,29	17,32	17,32
	2	9,72	0,32	2,92	12,96	
	3	9,72	0,32	2,29	12,33	
Маслозавод	1	2,78	0,16	1,11	4,05	4,05
	2	2,08	0,13	1,39	3,6	
	3	1,08	0,13	1,11	3,32	

На основі проведених розрахунків витрат стічних вод від різних споживачів (табл. 1.3 – 1.5) отримали можливість скласти сумарну відомість витрат від міста. Результати розрахунків приведені в табл. 1.6.

## Зведена відомість водовідведення по населеному пункту

Таблиця 1.6

Об'єкт	Водовідведення		
	Середньодобове м <sup>3</sup> /доб.	Максимальне годинне м <sup>3</sup> /год.	Розрахункове л/с
Район 1	24038	1552,5	431,2
Район 2	41499	2611	725,3
Місто в цілому	65537	4041	1122,5
М'ясокомбінат	494	40,1	11,13
Цегляний завод	1037	62,4	17,32
Маслозавод	222	14,6	4,05

$$\Sigma = 67290 \text{ м}^3/\text{доб.}$$

Паралельно з розрахунком витрат стічних вод від різних споживачів у місті при підготовці даного проекту було здійснено трасування міської мережі господарсько-побутового водовідведення. При цьому намагались провести колектори по всіх районах міста. Траса колекторів прокладалась по пониженій грані кварталів забудови. Також до мережі підключені всі три промислових підприємства. Визначено напрямки головного і бічних колекторів. В якості головного був прийнятий найбільш навантажений і довгий колектор, який приєднується до головної каналізаційної насосної станції. Всі колектори запроектовані на безнапірний режим роботи.

Колектори за своєю довжиною були розділені на розрахункові ділянки. При цьому розрахунковою ділянкою вважалась ділянка колектора постійного діаметра по якій проходить постійна витрата стічних вод. Крайні точки розрахункових ділянок були пронумеровані. На кожній ділянці головного і бічних колекторів були визначені розрахункові витрати стічних вод. Результати розрахунків приведені в табл. 1.7.

## Визначення розрахункових витрат стічних вод по ділянкам в мережі

Таблиця 1.7

Номера ділянок	Номера площ		Сумарні витрати від житлових кварталів			Загальні коефіцієнти нерівномірності		Розрахункові витрати					Загальні	
	власні	приток	власні	приток	сумарні	$K_{gen.max}$	$K_{gen.min}$	від житлових кварталів		зосередженні			max	min
								max	min	власні	приток	сумарні		
Головний колектор 1-КНС														
1-2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10,5	—	10,5	10,5	10,5
2-3	29,30	—	32,51	—	32,51	1,817	0,521	59,06	16,943	—	10,5	10,5	69,56	27,45
3-4	33,34	29,30	27,67	32,5	60,17	1,68	0,558	101,09	33,57	—	10,5	10,5	111,57	44,08
4-5	37,38	29,30,33,34	27,17	60,17	87,34	1,625	0,58	141,93	50,66	—	10,5	10,5	152,44	61,16
5-6	41,42	37,38	25,81	87,34	113,15	1,597	0,592	180,7	66,98	4,05	10,5	14,55	195,26	81,54
6-7	45,46	41,42	28,04	113,15	141,19	1,59	0,596	224,49	84,15	—	14,55	14,55	239,05	98,71
7-8	49,50	45,46	26,93	141,19	168,12	1,583	0,6	266,13	100,87	—	14,55	14,55	280,69	115,43
8-9	53,54	49,50	25,31	168,12	193,43	1,577	0,604	305,04	116,83	—	14,55	14,55	319,58	131,37
9-10	57,58	53,54	21,22	193,43	214,65	1,571	0,607	337,21	130,29	—	14,55	14,55	351,77	144,88
10-20	61,64	57,58	16,74	214,65	231,39	1,567	0,61	362,59	141,15	—	14,55	14,55	377,15	155,71
20--24	65,22	29-64	20,42	468,37	488,79	1,503	0,658	734,65	321,62	—	14,55	14,55	749,21	336,18
24-28	23-24	29-65,1,2,8,9,15,16,22	25,38	557,53	582,51	1,495	0,665	870,85	387,37	—	14,55	14,55	885,42	401,93
28-33	25,26	29-65,1-4,8-11,15-18,22-24	23,1	650,64	673,74	1,49	0,67	1003,87	451,41	—	14,55	14,55	1018,43	465,97
33-34	27,28	29-65,1-26	20,32	744,81	765,13	1,484	0,676	1135,45	517,23	16,4	14,55	30,95	1166,42	548,19
34-КНС	—	1-65	—	765,13	765,13	1,484	0,676	1135,45	517,23	—	30,95	30,95	1166,42	548,19

Бічний колектор 11-20														
11-12	31,32	—	29,27	—	29,27	1,838	0,515	53,79	15,07	—	—	—	53,78	15,08
12-13	35,36	31,32	30,15	29,27	59,42	1,681	0,558	99,88	33,15	—	—	—	99,89	33,16
13-14	39,40	31,32,35,36	28,91	59,42	88,33	1,623	0,581	143,36	51,32	—	—	—	143,37	51,33
14-15	43,44	31,32,35,36,37,40	31,88	88,33	120,21	1,595	0,593	191,73	71,28	—	—	—	191,74	71,29
15-16	47,48	+43,44	30,15	120,21	150,36	1,587	0,598	238,62	89,91	—	—	—	238,63	89,92
16-17	51,52	+47,48	24,2	150,36	174,56	1,581	0,601	275,98	104,91	—	—	—	275,99	104,92
17-18	55,56	+51,52	25,31	174,56	199,87	1,575	0,605	314,79	120,92	—	—	—	314,78	120,93
18-19	59,60	+55,56	19,86	199,87	219,73	1,57	0,608	344,97	133,59	—	—	—	344,98	133,58
19-20	62,63	+59,60	17,24	219,73	236,98	1,566	0,611	371,11	144,79	—	—	—	371,12	144,78
Бічний колектор 21-24														
21-22	1,2	—	18,54	—	18,54	1,929	0,493	35,76	9,14	—	—	—	35,75	9,15
22-23	8,9	1,2	22,82	18,54	41,36	1,758	0,536	72,71	22,17	—	—	—	72,72	22,18
23-24	15,16	1,2,8,9	27,38	41,36	68,74	1,663	0,565	114,31	38,84	—	—	—	114,32	38,83
Бічний колектор 25-28														
25-26	3,4	—	17,47	—	17,47	1,951	0,487	34,08	8,51	—	—	—	34,07	8,52
26-27	10,11	3,4	24,31	17,47	41,78	1,755	0,536	73,32	22,39	—	—	—	73,33	22,38
27-28	17,18	3,4,10,11	25,95	41,78	67,73	1,665	0,564	112,77	37,93	—	—	—	112,78	37,92
Бічний колектор 29-33														
29-30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	16,4	—	16,4	16,41	16,41
30-31	5,6,7	—	17,61	—	17,61	1,948	0,488	34,3	8,59	—	16,4	16,4	50,72	24,98
31-32	12,13,14	5,6,7	24,38	17,61	41,99	1,753	0,537	73,61	22,55	—	16,4	16,4	90,02	38,94
32-33	19,20,21	5,6,7,12,13,14	29,08	41,99	71,07	1,658	0,567	117,83	40,29	—	16,4	16,4	134,24	56,68

## Гідравлічний розрахунок мережі

Таблиця 1.8

	$l, м$	$Q, л/с$	$d, мм$	$i$	$V, м/с$	$h/d$	$h$	$H$	Відмітки								
									поверхні землі		поверхні рідини		лотка		Заглиблення		
									П	К	П	К	П	К	П	К	Ср
1-2	298	10,5	250	0,0035	0,70	0,53	0,13	1,04	60,09	59,00	57,82	56,78	57,69	56,65	2,40	2,35	2,38
2-3	258	69,55	400	0,003	0,90	0,65	0,26	0,77	59,00	58,35	56,78	56,01	56,52	55,75	2,50	2,63	2,57
3-4	286	111,58	450	0,0025	0,94	0,62	0,28	0,72	58,35	57,52	56,01	55,29	55,73	55,01	2,68	2,56	2,62
4-5	272	152,43	500	0,0025	1,01	0,48	0,24	0,68	57,52	56,60	55,29	54,61	55,05	54,37	2,61	2,37	2,49
5-6	267	195,25	600	0,0025	1,09	0,58	0,35	0,67	56,60	55,68	54,61	53,94	54,26	53,60	2,47	2,22	2,35
6-7	230	239,04	600	0,0025	1,13	0,65	0,39	0,58	55,68	55,02	53,94	53,37	53,55	52,98	2,22	2,13	2,18
7-8	230	280,68	800	0,0025	1,20	0,70	0,56	0,58	55,02	53,81	53,37	52,79	52,81	52,23	2,33	1,70	2,02
8-9	217	319,59	800	0,0025	1,24	0,46	0,37	0,54	53,81	53,34	52,79	52,25	52,43	51,88	1,70	1,77	1,74
9-10	300	351,76	900	0,0025	1,27	0,51	0,46	0,75	52,75	52,10	52,25	51,50	51,79	51,04	2,65	2,75	2,70
10-20	1153	377,14	900	0,0025	1,32	0,53	0,48	2,88	51,10	52,00	51,50	48,62	51,02	48,14	2,75	6,53	4,64
20-24	1178	749,2	1000	0,002	1,40	0,64	0,64	2,36	52,00	50,81	48,62	46,26	47,98	45,62	6,63	7,80	7,22
24-28	810	885,4	1000	0,002	1,44	0,69	0,69	1,62	50,81	50,90	46,26	44,64	45,57	43,95	6,80	8,51	7,66
28-33	770	1018,42	1200	0,002	1,55	0,58	0,70	1,54	50,90	49,40	44,64	43,10	43,95	42,41	7,71	7,75	7,73
33-34	680	1166,4	1200	0,002	1,59	0,62	0,74	1,36	53,35	50,18	44,64	43,28	43,90	42,35	8,71	6,90	7,80
34-КНС	130	1166,4	1200	0,002	1,59	0,62	0,74	0,26	54,58	50,64	43,10	42,84	42,36	42,10	7,75	4,07	5,91

Колектор

11-20

11-12	242	53,79	350	0,0035	0,90	0,60	0,21	0,85	59,88	58,82	57,69	56,84	57,48	56,63	2,40	2,19	2,29
12-13	245	99,78	450	0,0025	0,93	0,65	0,29	0,61	58,82	58,12	56,84	56,23	56,55	55,94	2,29	2,20	2,24
13-14	248	143,36	500	0,0025	1,01	0,70	0,35	0,62	58,12	57,30	56,23	55,61	55,88	55,26	2,25	2,05	2,15
14-15	246	191,73	500	0,0035	1,21	0,75	0,38	0,86	57,30	56,40	55,61	54,75	55,24	54,37	2,05	2,01	2,03
15-16	247	238,62	600	0,003	1,23	0,65	0,39	0,74	56,40	55,69	54,75	54,01	54,36	53,62	2,11	2,14	2,13
16-17	250	275,98	600	0,003	1,27	0,75	0,45	0,75	55,69	55,02	55,61	54,86	55,16	53,55	2,15	2,23	2,19
17-18	255	314,79	800	0,003	1,33	0,60	0,48	0,77	55,02	54,00	54,75	53,98	54,27	52,75	3,41	3,16	3,28
18-19	260	344,97	800	0,003	1,37	0,51	0,41	0,78	54,00	53,15	54,01	53,23	53,60	51,65	3,77	3,70	3,74
19-20	262	371,11	800	0,003	1,40	0,55	0,44	0,79	53,15	52,00	53,23	52,44	52,79	50,90	4,06	3,70	3,88

Колектор

21-24

21-22	567	35,76	300	0,0035	0,82	0,60	0,18	1,98	60,54	58,62	58,22	56,24	58,04	56,06	2,50	2,56	2,53
22-23	610	72,71	400	0,003	0,91	0,60	0,24	1,83	58,62	56,34	56,24	54,41	56,00	54,17	2,66	2,21	2,44
23-24	997	114,31	500	0,004	1,03	0,55	0,28	3,99	56,34	50,81	54,41	50,42	54,13	50,14	3,54	2,00	2,77

Колектор

25-28

25-26	590	34,08	300	0,0035	0,82	0,60	0,18	2,07	60,01	58,39	57,39	55,33	57,21	55,15	2,80	3,25	3,02
26-27	634	73,32	400	0,003	0,91	0,60	0,24	1,90	58,39	56,83	55,33	53,42	55,09	53,18	3,35	3,69	3,52
27-28	954	112,77	500	0,003	1,03	0,55	0,28	2,86	56,83	50,90	53,42	50,56	53,15	50,29	4,89	1,82	3,36

Колектор

29-33

29-30	442	16,04	250	0,0035	0,70	0,55	0,14	1,55	62,37	60,88	60,71	59,16	60,57	59,02	1,80	1,86	1,83
30-31	596	50,4	350	0,003	0,84	0,60	0,21	1,79	60,88	58,60	59,16	57,37	58,95	57,16	1,96	1,47	1,71
31-32	637	90,01	400	0,003	0,95	0,70	0,28	1,91	58,60	56,61	57,37	55,46	57,09	55,18	2,51	2,43	2,47
32-33	907	134,23	500	0,0025	0,99	0,65	0,33	2,27	56,61	49,40	55,46	53,19	55,14	48,65	6,49	1,55	4,02

## **РОЗДІЛ 2**

# **ГОЛОВНА КАНАЛІЗАЦІЙНА НАСОСНА СТАНЦІЯ**

## **2.1. Загальні положення**

Стічні води від різних споживачів міста за допомогою каналізаційних колекторів самоплином надходять в головну каналізаційну насосну станцію. В проекті прийнята станція напівзаглибленого типу. Діаметр трубопроводу головного колектору, який підходить до насосної станції становить 1200 мм. Підвідна труба знаходиться на глибині 6 м.

В каналізаційній насосній станції розміщені каналізаційні насоси, за допомогою яких здійснюється перекачування стічних вод від міста на міські очисні споруди. Сама насосна станція представляє з себе досить складну і важливу споруду, в якій розміщується дороге силове електричне обладнання і прилади автоматики.

Для можливості ліквідації і попередження аварійних ситуацій перед насосною станцією на головному колекторі встановлюється спеціальний аварійний колодезь, в якому розміщено відвід аварійного випуску з запірною електрифікованою засувкою. На період аварії засувка автоматично відкривається і дозволяє скинути аварійну витрату стічних вод. Місця скиду аварійної витрати обов'язково погоджуються місцевими санітарними службами.

### **Визначення розрахункової подачі насосної станції**

Для підбору необхідного насосного обладнання для перекачки стічних вод треба мати графік погодинного надходження стічних вод від міста до насосної станції. Розрахункові дані по визначенню характеру притоку стічних вод до насосної станції з урахуванням погодинної нерівномірності приведені в табл. 2.1.

## Таблиця погодинного водовідведення від міста

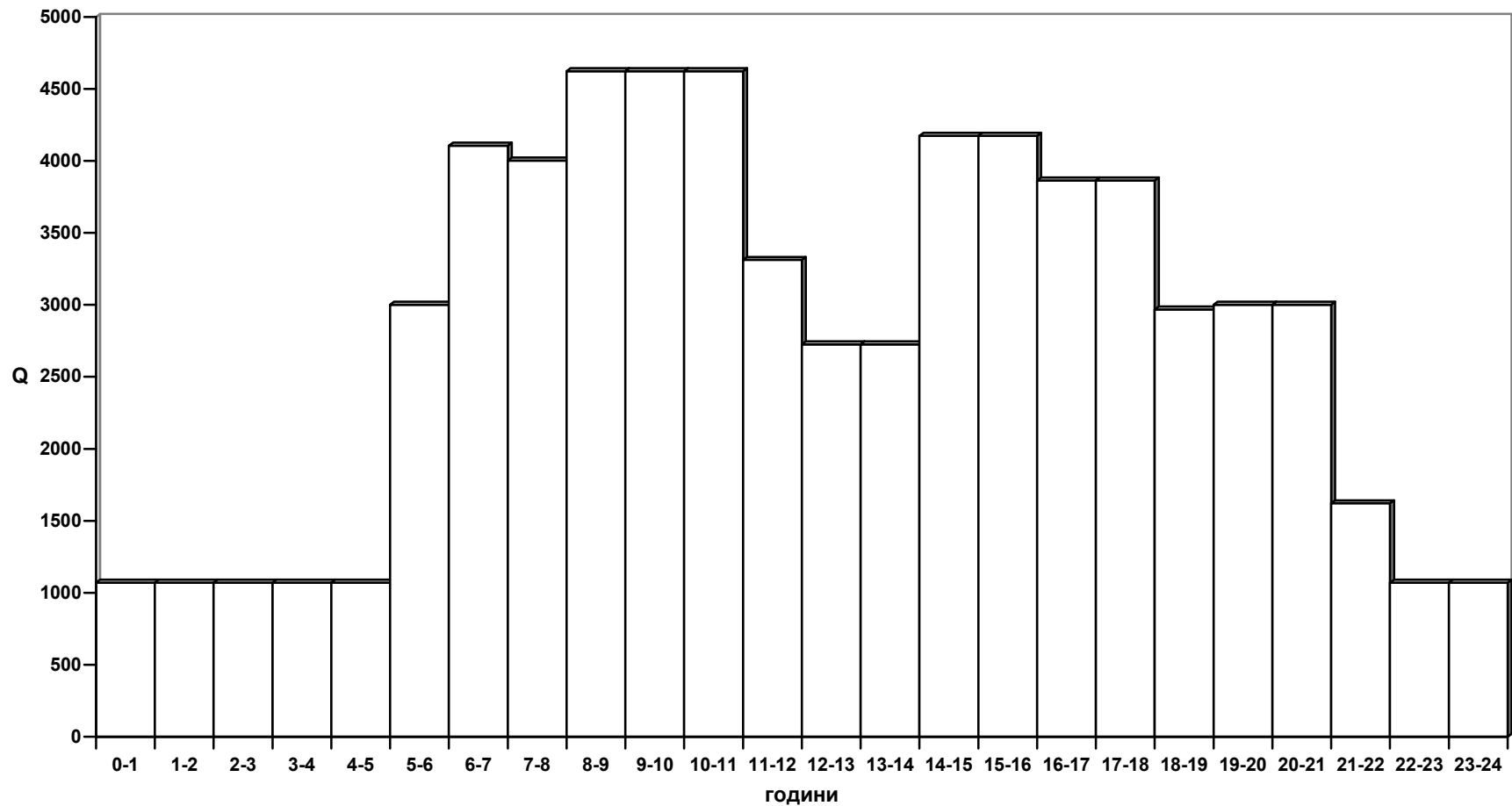
Таблиця 2.1

Години доби	Q, м <sup>3</sup> /год.	Q, л/с
0-1	1069,5	297,08
1-2	1069,5	297,08
2-3	1069,5	297,08
3-4	1069,5	297,08
4-5	1069,5	297,08
5-6	3001,5	833,75
6-7	4105,5	1140,42
7-8	4002,4	1111,67
8-9	4630,3	1286,2
9-10	4620	1284,17
10-11	4513	1283,33
11-12	3312	920
12-13	2725,5	757,08
13-14	2725,5	757,08
14-15	4174,5	1159,58
15-16	4174,5	1159,58
16-17	3864	1073,33
17-18	3864	1073,33
18-19	2967	824,17
19-20	3001,5	833,75
20-21	3001,5	833,75
21-22	1621,5	450,42
22-23	1069,5	297,08
23-24	1069,5	297,08

$$\Sigma = 67290 \text{ м}^3/\text{добу.}$$

Відповідний графік погодинного водовідведення від міста приведено на рис. 2.1.

Графік погодинного водовідведення



## 2.2. Визначення подачі насосної станції

Як слідує з табл. 2.1 і графіка на рис. 2.1 слідує, що максимальна подача насосної станції, тобто максимальна годинна витрата, має місце в 8 – 9 годину доби:

$$Q_{н.с} = q_{\text{погод. max.}}$$
$$Q_{н.с} = 4630,3 \text{ м}^3/\text{год} = 1286,2 \text{ л/с.}$$

Приймаємо, що подача води від насосної станції до міських каналізаційних очисних споруд здійснюється двома водоводами. При цьому витрату одного напірного водоводу  $Q_{н.в.}$ , визначаємо за заледністю:

$$Q_{н.в.} = \frac{Q_{н.с}}{n}$$

де,  $n = 2$  – кількість напірних водоводів.

Тоді витрата одного водоводу складе

$$Q_{н.в.} = \frac{4630,3}{2} = 2315,15 \text{ м}^3/\text{год} = 643 \text{ л/с.}$$

По таблицях Шевелевих в залежності від  $Q_{н.в.}$  приймаємо труби залізобетонні напірні,  $D = 1000 \text{ мм}$  визначаємо значення  $1000i$  та  $v$  :

$$1000i = 0,74 \text{ м/км}; v = 0,81 \text{ м/с.}$$

Необхідний напір в каналізаційній насосній станції визначається за формулою :

$$H_{н.с.} = H_{\text{geod}} + h_{н.в.} + h_{н.с} + h_{вдв.} + h_{вил}$$

де  $H_{\text{geod}}$  – геодезичний напір  $H_{\text{geod}} = 45,3 - 41,1 = 4,2 \text{ м}$

$h_{вил}$  – напір виливу,  $h_{вил} = 0,5 \text{ м}$

$h_{вдв.}$  – втрати на водомірі, приймаємо  $h_{вдв.} = 1,5 \text{ м}$

$h_{н.с.} = 2,5 \text{ м}$

$h_{н.в.}$  - втрати напору в напірному трубопроводі,

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

де  $L$  – довжина напірного трубопроводу,  $L = 2,0 \text{ км}$ .

$1000i$  – втрата напору на 1 км трубопроводу в метрах водяного стовпа

$$h_{н.в.} = 1,05 * 0,74 * 2,0 = 1,55 \text{ м.}$$

$$H_{н.с.} = 4,2 + 2,5 + 1,5 + 1,55 + 0,5 = 10,25 \text{ м.}$$

### 2.3. Вибір насосів

Як відомо, насоси підбираються за трьома основними характеристиками, а саме: витратою  $Q$ ; напором  $H$ ; коефіцієнтом корисної дії  $\eta$ .

В нашому випадку для перекачування стічної води на очисні споруди приймаємо три робочих насоси і два резервних.

Тоді витрата одного насосу буде:

$$Q_H = \frac{Q_{nc}}{n},$$

де  $Q_{nc}$  – витрата насосної станції,

$n$  – кількість робочих насосів.

Маємо

$$Q_H = 4630,3 / 3 = 1543,4 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Необхідний мінімальний напір насосу визначений вище:  $H = 10,25$  м.

Приймаємо 3 насоса Grundfos типу S, типорозмір 70 (S3.120.250.1000.6.(500)).

#### Розрахунок характеристик напірних водоводів

Наступним етапом в проекті насосної станції є побудова сумісного графіка роботи насосів і водоводів. Розрахунок ведемо в табличній формі. Результати розрахунків приведені в табл. 2.2.

Таблиця 2.2

№пп	Вид напору	Відношення $Q'_{н.с}/Q_{н.с}$				
		0	1525,56	2311,3	4624	5085,6
		Витрати $Q, \text{ м}^3/\text{год}$				
		0	0,33	0,5	1	1,1
<b>Два водовода</b>						
1	$H_{geo}$	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2
2	$h_{вил}$	-	0,06	0,13	0,6	0,7
3	$h_{н.в}$	-	0,38	0,93	3,68	4,45
4	$h_{вдв}$	-	0,16	0,39	1,52	1,83
5	$h_{н.с}$	-	0,26	0,64	2,51	3,04
$\Sigma$		4,21	5,04	6,27	12,37	14,11
<b>Один водовод</b>						
1	$H_{geo}$	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2
2	$h_{вил}$	-	0,06	0,13	0,6	0,7
3	$h_{н.в}$	-	1,48	3,66	14,67	17,75

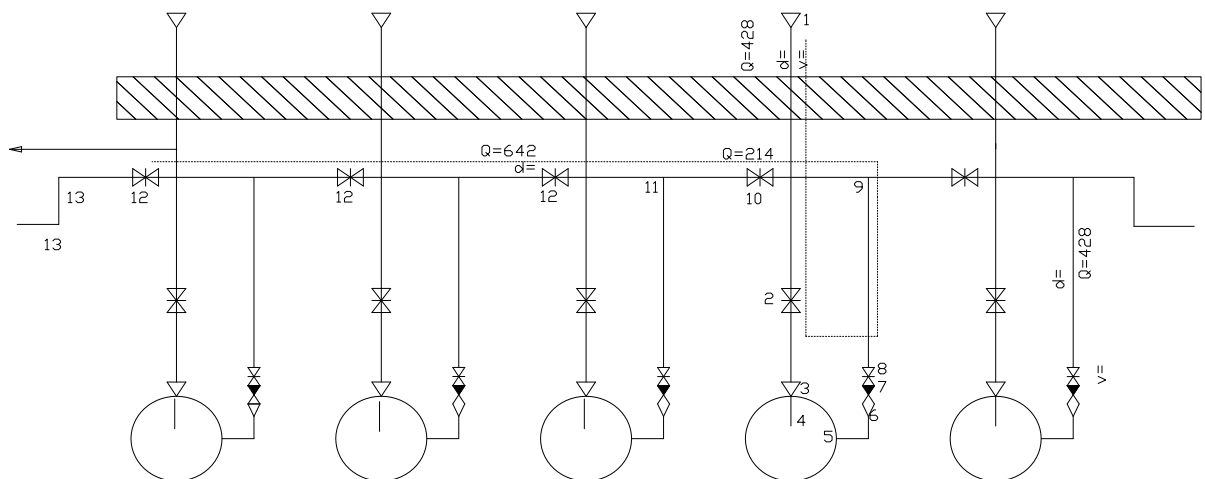
4	$h_{ВДВ}$	-	0,61	1,51	6,2	7,27
5	$h_{Н.с}$	-	0,24	0,64	2,51	3,03
$\Sigma$		4,2	6,57	10,12	27,88	32,84
<b>Одна перемичка</b>						
1	$H_{geo}$	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2
2	$h_{ВИЛ}$	-	0,06	0,13	0,6	0,7
3	$h_{Н.В}$	-	0,91	2,28	9,17	11,2
4	$h_{ВДВ}$	-	0,14	0,37	1,51	1,81
5	$h_{Н.с}$	-	0,24	0,62	2,52	3,04
$\Sigma$		4,2	5,57	7,64	17,88	20,74

За даними табл. 2.2 будуємо графік сумісної роботи насосів і водоводів. Ві приведений на рис. 2.2.

Категорія надійності каналізаційної насосної станції – 1.  
Остаточна кількість резервних насосів приймаємо в залежності від кількості робочих насосів та від категорії надійності. Кількість резервних насосів – 2.

### Визначення втрат напору в насосній станції

Всередині каналізаційної насосної станції застосовуються сталеві трубопроводи відповідних діаметрів. Схема улаштування цих трубопроводів приведена на рис. 2.3.



## Уточнення втрат напору в насосній станції

Розрахунки по уточнення втрат напору в насосній станції зводимо в табл. 2.3.

Таблиця 2.3

№	Місцеві втрати	d мм	Q л/с	$\xi$	V м/с	$V^2/2g$ ,М	$\xi \cdot V^2/2g$ ,М
1	Оголовок	600	428	0,5	1,44	0,106	0,05
2	Засувка	600	428	0,2	1,44	0,106	0,02
3	Звужуючий перехід	250	428	0,1	2,56	0,334	0,03
4	Коліно	600	428	0,6	1,44	0,106	0,06
5	Коліно	600	428	0,6	1,44	0,106	0,06
6	Розширюючий перехід	250	428	0,25	2,56	0,334	0,08
7	Клапан зворотній	600	428	1,7	1,44	0,106	0,18
8	Засувка	600	428	0,2	1,44	0,106	0,02
9	Трійник	600	428	1,6	1,44	0,106	0,17
10	Засувка	450	214	0,2	1,25	0,08	0,01
11	Трійник	800	642	1,6	1,28	0,08	1,13
12	Засувка(3шт)	800	642	0,2*3	1,28	0,08	0,05
13	Коліно(2шт)	800	642	0,6*2	1,28	0,08	0,09

$$h_{nc} = \sum \xi v^2 / 2g.$$

Втрати напору в насосній станції дорівнюють 1,95 м.

### 2.4. Проектування електричної частини насосної станції

#### Підбір трансформаторів

Необхідна потужність трансформаторів визначається за формулою:

$$S = k \sum P_n / \eta_{дв} \cos \varphi + (10 \div 50),$$

де k – коефіцієнт попиту за потужністю, k=0,9 при чотирьох працюючих двигунах;

$\eta_{дв}$  – ККД електродвигуна;

$\cos \varphi$  – коефіцієнт потужності електродвигуна;

$P_n$  – номінальні потужності електродвигунів основних насосів.

Тип електродвигуна	Потужність PN, кВт	$\eta_{дв}$	$\cos \varphi$
S2.120.250.1000.6.(500)	109	0,92	0,8

$$S = 0,9 \cdot 3 \cdot 109 / (0,92 \cdot 0,8) + 50 = 449,86 \text{ кВ} \cdot \text{А}.$$

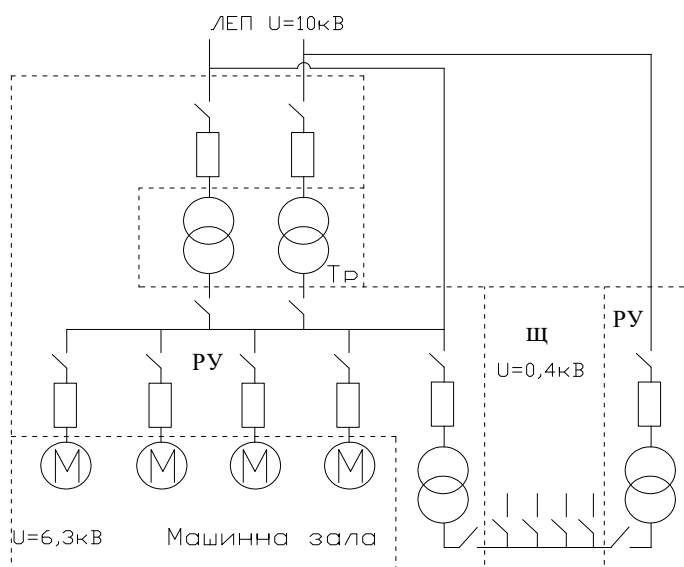
Приймаємо до установки 2 трансформатори потужністю 400кВ\*А кожен. При виході з ладу одного трансформатора перевантаження іншого буде складати:

$$449,86 / 400 = 1,12;$$

Приймаємо 2 трансформатори без резервних.

Електрична схема підключення насосів приведена на рис. 2.4.

*Електрична схема насосної станції*



## 2.5. Підбір підйомно-транспортного обладнання для машинної зали

Так як вага агрегата складає 1260 кг, приймаємо для їх перевезення марку автомобіля ГАЗ – 51А.

Вантажопідйомність та габаритні розміри вантажного автомобіля

Вантажопідйомність	2,5т
Розміри автомобіля	
• довжина	5725мм
• ширина	2250 мм
• висота	2130 мм
Розміри платформи	
• довжина	3070 мм
• ширина	2070 мм
• висота (навантажувальна)	1200 мм

Мінімальні розміри монтажного майданчика	
• довжина	3770 мм
• ширина	3470 мм

Висоту наземної частини машинної зали приймаємо 6 м.

## 2.6. Підбір решіток-дробарок

В каналізаційній насосній станції перед насосами для запобігання в них громіздких предметів встановлюються спеціальні решітки. Так як добовий (мах) притік насосної станції становить 69 тис м<sup>3</sup>/добу, то для встановлення обираємо решітку дробарку марки: РД-600.

Приймаємо дві решітки: 2 робочих; 1 - резервна.

Її характеристики: сумарна площа прохідного перерізу 0,455 м<sup>2</sup>; швидкість руху води в щілинах - 0,81 м/с.

### *Технічні дані решіток дробарок типу РД-600*

- найбільша висота Н = 2170 мм;
- найбільша ширина В = 1250 мм;
- зовнішній діаметр барабана D = 635 мм;
- ширина щілин – 10;
- загальна маса – 1800 кг.

## 2.7. Проектування технічного водопроводу

Для забезпечення надійної і безперебійної роботи насосів в каналізаційній насосній станції передбачається улаштування системи технічного водопроводу, в якому використовується технічна вода непитної якості. В основному даний водопровід призначений для підтримання необхідного тиску в сальниках насосів.

Місткість бака розриву струмини 0,5 м<sup>3</sup>. Бак розміщений на кронштейнах на стіні наземної частини на висоті 2 м. Вісі насосних агрегатів

на 5,3 м заглиблені відносно підлоги першого поверху. Розрахунковий напір насосних агрегатів 37 м. Діаметр труб технічного водопроводу 50 мм.

Напір насосів технічного водопроводу визначається за формулою:

$$H_{т.в} = H - (z_{д.б} - z_{о.н}) + \Delta H,$$

де  $H$  – напір основного насоса, м;

$z_{д.б}$  – відмітка дна бака розриву струменя, м;

$z_{о.н}$  – відмітка осі основного насоса, м;

$\Delta H$  – 2 м.

$$H_{т.в} = 12,38 - (2 + 5) + 2 = 3,38 \text{ м.}$$

Подача технічної води до трьох основних робочих насосів

$$Q_{т.в} = 0,5 * 3 = 1,5 \text{ л/с} = 5,4 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Приймаємо насос типу ВКС-2/26 із подачею 2,7 - 8 м<sup>3</sup>/год. Маса агрегата 130 кг, потужність електродвигуна 5,5 кВт. Приймаємо один робочий і один резервний насос. Розміри в плані 947 x 320 мм. Схема улаштування системи технічного водопроводу приведена на рис. 2.5.

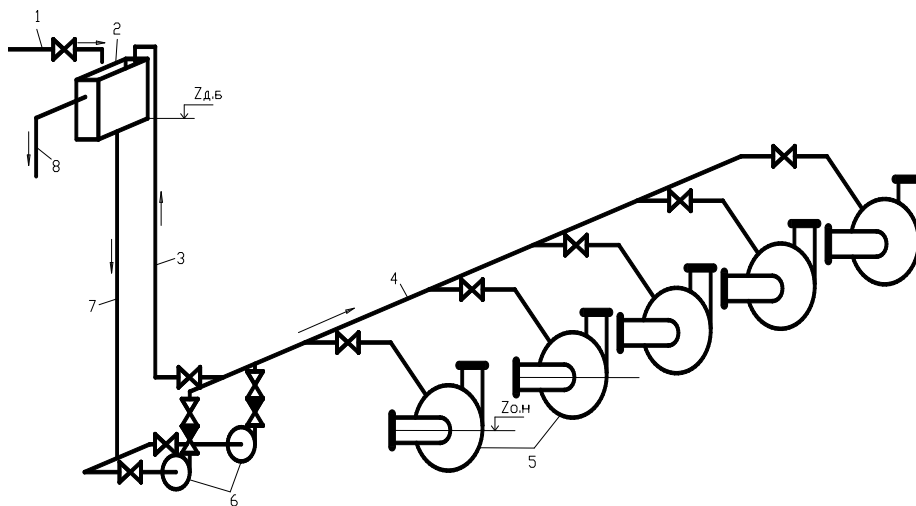


Рис. 2.5. Схема улаштування технічного водопроводу.

- 1 – господарсько-питний водопровід;
- 2 – бак розриву струменя;
- 3 – перепускний водопровід;
- 4 – напірний трубопровід;
- 5 – основні насоси;
- 6 – насоси технічного водопроводу;
- 7 – підходяща лінія до насосів технічного водопроводу;
- 8 – переливний трубопровід.

## 2.8. Дренажні насоси

Дані насоси призначені для відкачки з підземної частини насосної станції ґрунтових вод, фільтруючих через стіни будинку, витоку через сальники насосів і води, яка виливається при ремонті обладнання. Для прийому дренажних вод в машинній залі передбачається встановлення окремого дренажного колодязя, об'єм якого дорівнює подачі насоса протягом 10-15 хв. Вода до колодязя підводиться дренажними лотками, розміщеними біля стін. Підлога робиться з похилом в сторону лотків (0,002 - 0,005).

В каналізаційних насосних станціях дренажна вода відводиться в зовнішню систему водовідведення. Глибина насосної станції визначає статичний напір дренажних насосів, а гідравлічні втрати приймаються 2-4 м.

Подача дренажних насосів визначається по формулі:

$$Q_d = (1,5 \dots 2)(\sum q_1 + q_2),$$

де  $\sum q_1$  - сумарне виливання через сальники, по 0,05...0,1 л/с на кожне сальникове ущільнення;

$$\sum q_1 = 0,07 \cdot 4 = 0,28 \text{ л/с.}$$

$q_2$  - фільтраційна витрата через стіни і підлогу будівлі, л/с.

Орієнтовно  $q_2$  визначають за формулою:

$$q_2 = 1,5 + 0,001W = 1,5 + 0,001 \cdot 356,08 = 1,86 \text{ л/с.}$$

де  $W$  - об'єм частини машинної зали, яка розміщена нижче максимального рівня ґрунтових вод, м<sup>3</sup>.

$$Q_d = 1,75(0,28 + 1,86) = 3,745 \text{ л/с.}$$

По витраті  $Q_d = 3,745$  л/с для встановлення підбираємо два насоси (один-резервний) ВКС - 5/24 подача яких 2,38-5,4 л/с, напір – 70 – 20 м, потужність 10 кВт, маса 180 кг, габаритами у плані 1047×320.

## 2.9. Осушувальні насоси

Дані насоси призначені для відкачки з підземної частини насосної станції води під час аварії.

Подача осушувальних насосів визначається за формулою:

$$Q_{ав} = 0,5 F/3,6 t$$

де  $Q_{ав}$  – подача насосів, л/с;

F – площа підлоги машинної зали, м<sup>2</sup>;

t – час відкачки в годинах, приймаємо 3 години.

$$Q_{ав} = 0,5 * 55 / 3,6 * 3 = 5,09 \text{ л/с.}$$

Приймаємо осушувальні насоси ті ж, що ми прийняли для дренажу.

**РОЗДІЛ 3**  
**ОЧИСНІ СПОРУДИ**  
**ВОДОВІДВЕДЕННЯ**

### 3.1. Вихідні дані

Насосами каналізаційної насосної станції по двох водоводах діаметром 1000 мм на відстань 2 км перекачуються на міські очисні споруди. В проекті передбачена повна біологічна очистка стічних вод.

Загальна характеристика стічних вод становить:

Загальна добова витрата стічних вод від міста становить  $Q = 67290$  м<sup>3</sup>/добу;

- з них витрата господарсько-побутових стічних вод від населення 65537 м<sup>3</sup>/добу;

- з них витрата від населення I району 24038 м<sup>3</sup>/добу, при нормі водовідведення 170 л/(ос.добу);

- від населення II району 41499 м<sup>3</sup>/добу, при нормі водовідведення 270 л/(ос.добу);

- витрата виробничих стічних вод – 1753 м<sup>3</sup>/добу;

- з них м'ясокомбінат - 494 м<sup>3</sup>/добу; концентрація завислих речовин  $C_1 = 340$  мг/л, концентрація БСК<sub>20</sub>,  $L_1 = 210$  мг/л;

- цегляний завод – 1037 м<sup>3</sup>/добу;  $C_2 = 410$  мг/л,  $L_2 = 440$  мг/л;

- маслозавод - 222 м<sup>3</sup>/добу;  $C_3 = 210$  мг/л,  $L_3 = 530$  мг/л.

Максимальна розрахункова годинна витрата стічних вод міста  $Q_{\max} = 4630,3$  м<sup>3</sup>/год.

### 3.2. Визначення основних розрахункових параметрів

При розгляді суміші господарсько-побутових і виробничих вод від міста загальновизнаними параметрами, які підлягають розгляду при визначенні степені очистки стічних вод є концентрація забруднень по завислих речовинах і концентрація по БСК<sub>повн</sub>.

Визначаємо концентрацію завислих речовин і БПК<sub>пов</sub> в побутових стічних водах від населення в I і II районах:

$$C_n = \frac{65 \cdot 1000}{a};$$

$$L_n = \frac{75 \cdot 1000}{a}.$$

де - 65, та 75 (г/ос. добу) – відповідно, нормативна добова маса завислих речовин і БПК<sub>пов</sub> в стічних водах з розрахунку на одного мешканця;

а – норма водовідведення в кожному з районів.

Для першого району:

$$C_{н1} = \frac{65 \cdot 1000}{170} = 382,4 \text{ г/м}^3,$$

$$L_{н1} = \frac{75 \cdot 1000}{170} = 441,2 \text{ г/м}^3.$$

Для другого району:

$$C_{н2} = \frac{65 \cdot 1000}{270} = 240,7 \text{ г/м}^3,$$

$$L_{н2} = \frac{75 \cdot 1000}{270} = 277,8 \text{ г/м}^3.$$

Розраховуємо загальну добову витрату побутових і промислових стічних вод:

$$Q_{заг} = Q_{поб} + Q_1 + Q_2 + Q_3 = 65537 + 494 + 1037 + 222 = 67290 \text{ м}^3/\text{добу}.$$

Визначаємо концентрацію завислих речовин і БПК<sub>пов</sub> в суміші промислових і побутових стічних вод:

$$C_{заг} = \frac{\sum(Q_{ні} \cdot C_{ні}) + \sum(Q_i \cdot C_i)}{Q_{поб} + \sum Q_i} =$$
$$= \frac{24038 \cdot 382,4 + 41499 \cdot 240,7 + 494 \cdot 340 + 1037 \cdot 410 + 222 \cdot 210}{24038 + 41499 + 494 + 1037 + 222} = 294,6 \text{ г/м}^3$$

$$L_{заг} = \frac{\sum(Q_{ні} \cdot L_{ні}) + \sum(Q_i \cdot L_i)}{Q_{поб} + \sum Q_i} =$$
$$= \frac{24038 \cdot 441,2 + 41499 \cdot 277,8 + 494 \cdot 210 + 1037 \cdot 440 + 222 \cdot 530}{66120 + 2680} = 339,0 \text{ г/м}^3$$

де  $Q_i$  добова витрата кожного підприємства;

$C_i$  концентрація завислих речовин для кожного підприємства;

$L_i$  - БПК<sub>повн</sub> для кожного підприємства.

### 3.3. Розрахунок основних технологічних очисних споруд

Після розрахунку концентрацій забруднень по основних видах забруднень в даній роботі прийнята повна біологічна очистка стічних вод. При

цьому комплекс очисних споруд міста складається з споруд механічної очистки, які включають: грати, пісковловлювачі, первинні відстійники; споруд біологічної очистки – аеротенки і вторинні відстійники; споруд знезараження очищених стічних вод – хлораторна, змішувачі, контактні резервуари; споруд обробки осаду – мулозгущувачі, метантенки, газгольдери, фільтр-преси і мулові майданчики.

### 3.4. Споруди механічної очистки

Як вже вказувалось, споруди механічної очистки призначені в основному для видалення із стічних вод неорганічних забруднень. В той же час практика показала, що на цих спорудах також здійснюється часткове (до 40%) очищення від органічних забруднень.

#### 3.4.1. Грати

Першими за ходом стічної рідини очисними спорудами механічної очистки є грати. Які представляють собою решітки різного розміру встановлені в канал руху стічної рідини. В залежності від витрати стічних вод і об'єму затриманих забруднень застосовують споруди з ручним і механічним видаленням забруднень. В даному проекті прийнято споруди з механічним видаленням – решітки-дробарки. В яких після затримання забруднень, здійснюється їх подрібнення і наступний скид в канал перед ними.

Визначаємо розрахункову секундну витрату стічних вод для грат:

$$q_{\max} = \frac{Q_{\max}}{3600} = \frac{4630,3}{3600} = 1,29 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Діапазон розрахункової витрати на 1 грати при 2<sup>x</sup> і 3<sup>x</sup> робочих агрегатах:

$$q'_{(2)} = \frac{q_{\max}}{2} = \frac{1,29}{2} = 0,645 \text{ м}^3/\text{с}; \quad q'_{(3)} = \frac{q_{\max}}{3} = \frac{1,29}{3} = 0,43 \text{ м}^3/\text{с}$$

Приймаємо 3 грати типу МГ-7Т з орієнтованою максимальною висотою шару води в каналі  $H_{\max} = 0,9 \text{ м}$ , номінальні розміри каналу  $B \times H = 800 \times 1400 \text{ мм}$ , з товщиною стержнів  $S_{\text{ст}} = 8 \text{ мм}$ , кількість прорізів  $n_{\text{пр}} = 31$  (шириною  $b_{\text{пр}} = 16 \text{ мм}$ )

Розраховуємо загальну ширину прозорів:

$$b_{заг} = \frac{b_{np} \cdot n_{np}}{1000} = \frac{16 \cdot 31}{1000} = 0,5 м.$$

Розраховуємо загальну корисну площу прозорів:

$$F_{заг} = H_{max} \cdot b_{заг} = 0,9 \cdot 0,5 = 0,45 м^2.$$

Розраховуємо швидкість руху води в прозорах при попередній визначеній кількості робочих ґрат:

$$V_{np} = \frac{q'}{F_{заг}} = \frac{0,43}{0,45} = 0,96 м/с.$$

$V_{np}$  знаходиться в діапазоні  $0,8...1 м/с$ , тому ґрати підібрані вірно.

Важливим показником у визначенні концентрації забруднень є кількість затриманих на ґратах забруднень для чого розраховуємо приведену кількість населення для загального потоку стічних вод міста:

$$N_{np} = N_m + N_{екв} = 295100 + 9843 = 304943 ос,$$

де  $N_{екв}$  – умовна (еквівалентна) кількість мешканців, які могли б внести таку ж масу забруднень (завислих речовин), як весь сумарний потік промислових стічних вод підприємств:

$$N_{екв} = \frac{\sum(Q_i \cdot C_i)}{65} = \frac{494 \cdot 340 + 1037 \cdot 410 + 222 \cdot 210}{65} = 9843 ос.$$

Загальна добова маса затриманих на ґратах забруднень розраховується за параметрами  $m_{забр}$  та  $\gamma_{забр}$ :

$$M_{забр} = \frac{N_{np} \cdot m_{забр} \cdot \gamma_{забр}}{1000 \cdot 365} = \frac{304943 \cdot 8 \cdot 750}{1000 \cdot 365} = 5013,0 кг/доб.$$

Розраховуємо втрати напору на ґратах:

$$h_{зр} = \xi \cdot \frac{V_{np}^2}{2g} \cdot P = 0,83 \cdot \frac{0,96^2}{2 \cdot 9,8} \cdot 3 = 0,117 м,$$

де  $\xi$  – коефіцієнт місцевого опору, який залежить від форми стержня;

$P$  – коефіцієнт, що враховує забрудненість поверхні ґрат під час експлуатації (рекомендовано приймати  $P = 3$ ).

$$\xi = \beta \cdot \left(\frac{S_{cm}}{b}\right)^{4/3} \cdot \sin \alpha = 2,42 \cdot \left(\frac{8}{16}\right)^{4/3} \cdot \sin 60^\circ = 0,83,$$

де  $\beta$  – коефіцієнт, який залежить від форми поперечного перерізу стержня решітки (для прямокутних стержнів  $\beta = 2,42$ );

$\alpha$  – кут нахилу решітки ( $\alpha = 60...70^\circ$ ).

### 3.4.2. Пісковловлювачі і піскові майданчики

Наступними за ходом стічної рідини після ґратів застосовують пісковловлювачі. Які представляють з себе резервуари, в яких за рахунок різкого зменшення швидкості руху стічної рідини відбувається осідання відносно великих неорганічних частинок забруднень. Розмір цих частинок становить приблизно розмір частинок піску.

Тип пісковловлювача приймаємо згідно з рекомендаціями [3] р.11.2: для  $Q_{\text{заг}} \leq 64000 \text{ м}^3/\text{доб}$  раціональною є конструкція з горизонтальним обертанням води навколо вертикальної осі, а для більших витрат – аеровані горизонтальні пісковловлювачі з подовженим рухом рідини. Для  $Q_{\text{заг}} = 67290 \text{ м}^3/\text{добу}$  приймаємо аеровані горизонтальні пісковловлювачі з подовженим рухом рідини.

Для такого пісковловлювача необхідно визначити кількість відділень, їх ширину, глибину та довжину.

Згідно [3] табл. 11.4 можливі 2 типорозміри відділень:

А: шириною  $b=3 \text{ м}$ ; глибиною  $h=2,1 \text{ м}$ ; довжиною  $l=12 \text{ м}$ ;

Б: шириною  $b=4,5 \text{ м}$ ; глибиною  $h=2,8 \text{ м}$ ; довжиною  $l=18 \text{ м}$ .

Враховуючи що згідно з [2] табл.28 дозволений діапазон швидкості води при максимальній витраті складає  $0,08...0,12 \text{ м/с}$  визначаємо діапазон можливих витрат стічної води через 1 відділення для обох варіантів типорозмірів:

$$q_{\text{від}} = (0,08...0,12) \cdot b \cdot h \cdot 3600$$

$$q_{\text{від}(A)} = 0,08 \cdot 3 \cdot 2,1 \cdot 3600 = 1814,4 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$0,12 \cdot 3 \cdot 2,1 \cdot 3600 = 2721,6 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$q_{\text{від}(B)} = 0,08 \cdot 4,5 \cdot 2,8 \cdot 3600 = 3628,8 \text{ м}^3/\text{год},$$

$$0,12 \cdot 4,5 \cdot 2,8 \cdot 3600 = 5443,2 \text{ м}^3/\text{год},$$

а також, відповідно, необхідну кількість відділень:

$$n_{\text{від}} = \frac{Q_{\text{max}}}{q_{\text{від}}};$$

$$n_{\text{від}(A)} = \frac{4630,3}{1814,4} = 2,55 \approx 2; \quad n_{\text{від}(B)} = \frac{4630,3}{3628,8} = 1,28 \approx 2$$

$$n_{\text{від}(A)} = \frac{4630,3}{2771,6} = 1,67 \approx 2; \quad n_{\text{від}(B)} = \frac{4630,3}{5443,2} = 0,85 \approx 1$$

Згідно з рекомендаціями [3] табл. 11.4 остаточно приймаємо до проектування два відділення типу (А).

Визначаємо фактичну швидкість руху води:

$$V_{\text{факт}} = \frac{Q_{\text{max}}}{n' \cdot b \cdot h \cdot 3600} = \frac{4630,3}{2 \cdot 3 \cdot 2,1 \cdot 3600} = 0,102 \text{ м/с},$$

де  $n' = 2$  – фактична кількість відділень

$V_{\text{факт}}$  знаходиться в діапазоні  $0,08 \dots 0,12 \text{ м/с}$ , тому на даному етапі пісковловлювач підібраний вірно.

Визначаємо фактичну тривалість перебування води в пісковловлювачі:

$$t_{\text{факт}} = \frac{L}{V_{\text{факт}}} = \frac{12}{0,102} = 118 \text{ с},$$

де  $B$  – ширина карти;  $L$  – довжина карти за типорозмірами.

Перевіримо відповідність  $t_{\text{факт}} \geq t_{\text{min}}$  ( $118 > 30 \text{ с}$ ) за рекомендаціями [2] п. 6.28  $t_{\text{min}} = 30 \text{ с}$ .

Необхідна площа карт піскових майданчиків розраховується за залежністю:

$$F_{\text{нм}} = \frac{W_{\text{нк}}}{a_{\text{нм}}},$$

де  $a_{\text{нм}} = 3 \text{ м}^3 / \text{м}^2$  за рік – нормативне навантаження на піскові майданчики згідно [2] п. 6.33.

$W_{\text{нк}}$  – річний об'єм піску після його підсушування на майданчику до кінцевої вологості:

$$W_{\text{нк}} = W_{\text{по}} - V_{\text{втр}},$$

де  $W_{\text{по}}$  – річний об'єм піску початкової вологості

$V_{\text{втр}}$  – втрати води з піску при його підсушуванні до вологості

Розрахунки доцільно виконувати в такій послідовності:

1. Об'єм затриманого піску  $W_{\text{По}}$ :

$$W_{\text{По}} = f(m_n; N_{\text{np}}),$$

де  $m_n$  – нормативний об'єм піску на одну особу [2] п.6.31

$$W_{\text{По}} = \frac{m_n \cdot N_{\text{np}} \cdot 365}{1000} = \frac{0,02 \cdot 304943 \cdot 365}{1000} = 2226 \text{ м}^3 / \text{рік}.$$

2. Маса затриманого в пісколовлювачі піску  $M_n$

$$M_n = f(W_{\text{По}}; \gamma_n)$$

$$M_n = W_{\text{По}} \cdot \gamma_n = 2226 \cdot 1500 = 3339000 \text{ кг} / \text{рік},$$

де  $\gamma_n = 1500 \text{ кг} / \text{м}^3$  – об'ємна вага піску за [2] п.6.31.

3. Маса води в цьому піску  $M_{\text{ен}}$  та її об'єм  $V_{\text{ен}}$ :

$$M_{\text{ен}} = f(M_n; P_n)$$

$$V_{\text{ен}} = f(M_{\text{ен}}; \gamma_v)$$

$$M_{\text{ен}} = \frac{M_n \cdot 60}{100} = \frac{3339000 \cdot 60}{100} = 2003400 \text{ кг} / \text{рік},$$

$$V_{\text{ен}} = \frac{M_{\text{ен}}}{\gamma_v} = \frac{2003400}{1000} = 2003,4 \text{ м}^3 / \text{рік},$$

де  $\gamma_v = 1000 \text{ кг} / \text{м}^3$  – густина води.

4. Маса води в підсушеному піску  $M_{\text{вк}}$

$$M_{\text{вк}} = f(M_n; P_n; P_{\text{нк}})$$

$$M_{\text{вк}} = \frac{M_n \cdot (100 - 60) \cdot P_{\text{нк}}}{100 \cdot (100 - P_{\text{нк}})} = \frac{3339000 \cdot (100 - 60) \cdot 47,5}{100 \cdot (100 - 47,5)} = 1208400 \text{ кг} / \text{рік}.$$

5. Об'єм води в підсушеному піску  $V_{\text{вк}}$ :

$$V_{\text{вк}} = \frac{M_{\text{ен}} - M_{\text{вк}}}{\gamma_v} = \frac{2003400 - 1208400}{1000} = 795 \text{ м}^3 / \text{рік}.$$

6. Кінцевий об'єм підсушеного піску  $W_{\text{нк}}$ :

$$W_{\text{нк}} = W_{\text{По}} - V_{\text{вк}} = 2226 - 795 = 1431 \text{ м}^3 / \text{рік}.$$

7. Необхідна площа піскових майданчиків  $F_{\text{нм}}$ :

$$F_{\text{нм}} = f(W_{\text{нк}}; a_{\text{нм}}),$$

$$F_{nm} = \frac{W_{nk}}{a_{nm}} = \frac{1431}{3} = 477 \text{ м}^2,$$

де  $a_{nm} = 3 \frac{\text{м}^3}{\text{м}^2 \cdot \text{рік}}$  – нормативне навантаження на піскові майданчики згідно [2] п. 6.33.

Кількість карт піскових майданчиків (2 або 4) визначають виходячи з основних 4 типорозмірів карти:

$$10 \times 20; 15 \times 20; 15 \times 25; 20 \times 25 \text{ м.}$$

Приймаємо 2 карти  $15 \times 20$ , площа однієї карти  $300 \text{ м}^2$ , площа піскових майданчиків  $600 \text{ м}^2$ .

### 3.4.3. Первинні відстійники

Остаточне видалення неорганічних частинок забруднень здійснюється в первинних відстійниках. Принцип роботи яких той же самий як і пісковловлювачів. Але в них за рахунок ще більшого зменшення швидкості відбувається осідання дуже мал их частинок нерганячних забруднень.

Вибираємо тип відстійника:

Згідно з [3] р.12.2.1, 12.2.2, 12.2.3., для нашої витрати підходить два варіанти відстійників: горизонтальні  $Q > 15000 \text{ м}^3/\text{доб}$  і радіальні  $Q \geq 20000 \text{ м}^3/\text{доб}$ . Перевагу віддаємо радіальним відстійникам.

Визначаємо проектну ефективність первинного відстоювання  $E_{np}$ :

$$E_{np} = f(C_{en}; C_{ex}),$$

$$E_{np} = \frac{C_{en1} - C_{ex1}}{C_{en1}} \cdot 100\%,$$

де  $C_{en1}$  в схемі з аерованими пісковловлювачами дорівнює  $92 \dots 93\%$  від  $C_{заг}$ ;

$C_{ex1}$  – кількість завислих речовин, яка міститься в стічній воді після первинних відстійників, приймається згідно рекомендації [1] стор.237 ( $C_{ex(max)} \dots C_{ex(min)}$ );

$$C_{en1} = 294,6 \cdot 0,92 = 271 \frac{\text{г}}{\text{м}^3}$$

$$C_{ex1} = 100 \dots 150 \frac{\text{г}}{\text{м}^3}$$

$$E_{np(\min)} = \frac{271 - 150}{271} \cdot 100 = 45\%;$$

$$E_{np(\max)} = \frac{271 - 100}{271} \cdot 100 = 63\%.$$

Так як  $E_{np(\min)} < 50\%$ , то немає необхідності застосовувати попередню аерацію.

### Розрахунок первинного відстійника без передаератора:

1. Приймаємо розрахунковий ефект первинного відстоювання  $E_{Ippoz}$  кратний 5%:

$$50\% \geq E_{Ippoz} \geq E_{Inn}$$

$$50\% \geq 50\% \geq 45\%$$

2. Приймаємо розрахункову необхідну тривалість відстоювання стічної води в еталонному циліндрі ( $t_{set.c}$ ) згідно [2] табл.30

$$t_{set} = f(C_{enl}; E_{Ippoz})$$

3. Визначаємо розрахункову гідравлічну крупність осідаючих речовин ( $u_0$ , мм/с) згідно [2] ф.30:

$$u_0 = f(H_{set}; t_{set}; K_{set}; h_1; n_2);$$

$$u_0 = \frac{1000 \cdot H_{set} \cdot K_{set}}{t_{set} \cdot \left( \frac{K_{set} \cdot H_{set}}{h_1} \right)^{n_2}},$$

де  $H_{set}$  - глибина відстійника за [3] табл. 12.6.

$$H_{set} = 3.4 \text{ м при } D_{set} = 30 \text{ м}; H_{set} = 4 \text{ м при } D_{set} = 40 \text{ м};$$

$$K_{set} - \text{коefficient, що враховує тип відстійника за [2] табл. 31. } K_{set} = 0,45;$$

$$h_1 - \text{глибина еталонного циліндра за [2] табл. 30 } h_1 = 500 \text{ мм} = 0,5 \text{ м};$$

$n_2$  - параметр, що враховує можливу агломерацію завислих речовин; може бути розрахований за формулою кафедри гідравліки та водовідведення

$$n_2 = \frac{0,15 \cdot E_{Ippoz}}{C_{enl}^{0,6}} + \frac{3,53}{C_{enl}^{0,035}} - 2,95 = \frac{0,15 \cdot 50}{271^{0,6}} + \frac{3,53}{271^{0,035}} - 2,95 = 0,196;$$

$$n_2 = 0,2.$$

$$u_0 = \frac{1000 \cdot 3,4 \cdot 0,45}{1830 \cdot \left(\frac{0,45 \cdot 3,4}{0,5}\right)^{0,2}} = 0,67 \text{ мм/с при } D_{set} = 18; 24; 30 \text{ м}$$

$$u_0 = \frac{1000 \cdot 4 \cdot 0,45}{1830 \cdot \left(\frac{0,45 \cdot 4}{0,5}\right)^{0,193}} = 0,77 \text{ мм/с при } D_{set} = 40 \text{ м.}$$

4. Визначаємо номінальну пропускну спроможність відстійника ( $q_{set}$ , м<sup>3</sup>/год) за [2] ф. 33:

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

де  $D_{set}$  - діаметр відстійника, м.

$d_{en}$  - діаметр випускного пристрою, м., який може бути визначений за [1] табл. 3.

$v_{mб}$  - турбулентна складова швидкості осідання завислих речовин (мм/с); приймається в залежності від швидкості руху на середині радіуса ( $v_w$ ) за [2] табл. 32., в попередніх розрахунках величина  $v_{mб}$  приймається рівною "0", а після визначення необхідної кількості відстійників – перевіряється через розрахунок фактичної швидкості води на середині радіуса відстійника.

$$q_{set} = 2,8 \cdot 0,45 \cdot (18^2 - 0,4^2) \cdot 0,67 = 273,4 \text{ м}^3 / \text{год при } D_{set} = 18 \text{ м;}$$

$$q_{set} = 2,8 \cdot 0,45 \cdot (24^2 - 0,9^2) \cdot 0,67 = 485,6 \text{ м}^3 / \text{год при } D_{set} = 24 \text{ м;}$$

$$q_{set} = 2,8 \cdot 0,45 \cdot (30^2 - 1,2^2) \cdot 0,67 = 758,6 \text{ м}^3 / \text{год при } D_{set} = 30 \text{ м;}$$

$$q_{set} = 2,8 \cdot 0,45 \cdot (40^2 - 1,5^2) \cdot 0,77 = 1550,13 \text{ м}^3 / \text{год при } D_{set} = 40 \text{ м;}$$

5. Визначаємо розрахункову ( $n_{Ippoz}$ ) і проектну ( $n_{Inn}$ ) кількості відстійників та фактичну витрату через I відстійник ( $q_{set\phi}$ ):

$$n_{Ippoz} = \frac{Q_{max}}{q_{set}}$$

$$n_{Ippoz} = \frac{4630,3}{273,4} = 16,9 \text{ шт; } n_{Ippoz} = \frac{4630,3}{485,6} = 9,54 \text{ шт; } n_{Ippoz} = \frac{4630,3}{758,6} = 6,1 \text{ шт;}$$

$$n_{Ippoz} = \frac{4630,3}{1550,13} = 2,99 \text{ шт.}$$

параметри	$D_{set}$ – діаметр відстійника			
	18	24	30	40
$u_0$	0,67	0,67	0,67	0,77
$q_{set}$	273,4	485,6	758,6	1550,13
$n_{розр}$	16,9	9,54	6,1	2,998
$n_{сер}$	17	10	7	3

$$q_{set\phi} = \frac{Q_{max}}{n_{проект}} = \frac{4630,3}{4} = 1158 \text{ м}^3 / \text{год}.$$

Приймаємо 4 відстійників діаметром 40 м з витрату  $1158 \text{ м}^3 / \text{год}$  через I відстійник.

6. Перевіряємо фактичне значення  $v_w$  на середині радіуса відстійника:

$$v_w = \frac{q \cdot 1000}{\frac{\pi D}{2} \cdot H \cdot 3600} = \frac{1158 \cdot 1000}{3,14 \cdot 40 \cdot 4 \cdot 3600} = 1,28 \text{ мм} / \text{с}.$$

7. Визначаємо фактичний гідравлічну крупність затриманих завислих речовин  $u_{0\phi}$  згідно [2] ф.33:

$$u_{0\phi} = \frac{q_{set\phi}}{2,8 \cdot K_{set} \cdot (D_{set}^2 - d_{en}^2)} = \frac{1158}{2,8 \cdot 0,45 \cdot (40^2 - 1,5^2)} = 0,58 \text{ м} / \text{год}.$$

8. Визначаємо фактичну тривалість відстоювання  $t_{set\phi}$  за [2] ф.30:

$$t_{set\phi} = \frac{1000 \cdot H_{set} \cdot K_{set}}{u_0 \cdot \left( \frac{K_{set} \cdot H_{set}}{h_1} \right)^{n_2}} = \frac{1000 \cdot 4 \cdot 0,45}{0,57 \cdot \left( \frac{0,45 \cdot 4}{0,5} \right)^{0,2}} = 2402 \text{ год}.$$

9. Визначаємо фактичний ефект первинного відстоювання  $E_{I\phi}$ :

$$E_{I\phi} = 50,3\% - \text{за [2] табл.30}$$

10. Визначаємо фактичну концентрацію завислих речовин після I відстійника  $c_{exI\phi}$ :

$$c_{exI\phi} = \frac{C_{en} \cdot (100 - E_{I\phi})}{100} = \frac{271 \cdot (100 - 50,3)}{100} = 134,7 \text{ мг/л}.$$

### 3.5. Споруди біологічної очистки стічних вод

Другим типом забруднень, які мають місце в міських стічних водах є органічні забруднення. Частково (до 40%) вони були видалені на спорудах механічної очистки. Але та частина, що залишилась потребує спеціальних методів очищення.

#### 3.5.1. Аеротенки

Представляють собою спеціальні резервуари з коридорами по яких з невеликою швидкістю рухається стічна вода. В цей же час у стічні води подається повітря (кисень), яким дихають мікроорганізми, що знаходяться в них. Процес очищення стічних вод від органічних забруднень відбувається за рахунок життєдіяльності цих мікроорганізмів. Тобто органіка, яка знаходиться у стічних водах служить їжею для мікроорганізмів. Сукупність мікроорганізмів називається активним мулом. За режимом роботи аеротенки поділяються на аеротенки-витискувачі і аеротенки-змішувачі.

Вибираємо тип аеротенку: згідно [2] п 6.140 при відсутності залпових надходжень токсичних речовин використовуємо аеротенки – витискувачі.

Визначаємо необхідність регенерації активного мулу згідно [2] п 6.141, для чого розраховуємо значення БПК<sub>20</sub> стічної води, що потрапляє до аеротенку:

$$L_{en.aep} = L_{zag} \cdot K_{ex},$$

де  $K_{ex}$  – коефіцієнт зниження БПК<sub>20</sub> в системі механічного очищення.

Згідно [2] табл.25 норматив за БПК<sub>20</sub> на одну особу для неосвітленої стічної води  $L^I$  і для освітленої води  $L^{II}$  складають відповідно 75 та 40 г/ос.доб. звідки:

$$K_{ex} = \frac{40}{75} = 0,533$$

отже:  $L_{en.aep} = 339 \cdot 0,533 = 180,7 \text{ мг/л}$ .

Так як  $L_{en.aep} = 180,7 \text{ мг/л} > 150 \text{ мг/л}$  – потрібна регенерація активного мулу.

## Розрахунок з регенерацією активного мулу

1. Призначаємо орієнтований діапазон і поточні значення АМ  $a_i$  :

$$a_i = 3; 3,3; 3,6; 3,9 \text{ } \frac{\text{г}}{\text{л}}$$

та мінімальний дозволений ступінь рециркуляції АМ  $R_i$  згідно [2] п.6.145 прим. 2 ( $R_i = 0,3$ );

2. Розраховуємо 4 значення дози АМ в регенераторі  $a_r$  за [2] ф.55:

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

$$a_{1r} = 3 \cdot \left( \frac{1}{0,3} + 1 \right) = 13 \text{ } \frac{\text{г}}{\text{л}}; \quad a_{2r} = 3,3 \cdot \left( \frac{1}{0,3} + 1 \right) = 14,3 \text{ } \frac{\text{г}}{\text{л}};$$

$$a_{3r} = 3,6 \cdot \left( \frac{1}{0,3} + 1 \right) = 15,6 \text{ } \frac{\text{г}}{\text{л}}; \quad a_{4r} = 3,9 \cdot \left( \frac{1}{0,3} + 1 \right) = 16,9 \text{ } \frac{\text{г}}{\text{л}};$$

3. Розраховуємо 4 значення тривалості аерації  $t_{at}$  за [2] ф.56:

$$t_{at} = \frac{2,5}{\sqrt{a_i}} \cdot \lg \frac{L_{en.aep}}{L_{ex}};$$

$$t_{1at} = \frac{2,5}{\sqrt{3}} \cdot \lg \frac{180,7}{10,81} = 1,76 \text{ год}; \quad t_{2at} = \frac{2,5}{\sqrt{3,3}} \cdot \lg \frac{180,7}{10,81} = 1,71 \text{ год};$$

$$t_{3at} = \frac{2,5}{\sqrt{3,6}} \cdot \lg \frac{180,7}{10,81} = 1,64 \text{ год}; \quad t_{4at} = \frac{2,5}{\sqrt{3,9}} \cdot \lg \frac{180,7}{10,81} = 1,56 \text{ год};$$

4. Розраховуємо 4 значення питомої швидкості окислення  $\rho$  за [2] ф.56 приймаючи замість  $a_i$  значення  $a_r$  :

$$\rho = \rho_{\max} \cdot \frac{L_{ex} \cdot C_o}{L_{ex} \cdot C_o + K_l \cdot C_o + K_o \cdot L_{ex}} \cdot \frac{1}{1 + \varphi \cdot a_r},$$

де  $\rho_{\max} = 85 \frac{\text{мг}}{\text{г} \cdot \text{год}}$  – максимальна швидкість окислення, приймається за [2] табл. 40;

$C_o = 2 \frac{\text{мг}}{\text{л}}$  – концентрація розчиненого у воді кисню;

$K_l = 33 \frac{\text{мг}}{\text{л}}$  – константа, яка характеризує властивості органічних

забруднюючих речовин і приймається за [2] табл. 40;

$K_o = 0,625 \frac{\text{мг}}{\text{л}}$  – константа, яка характеризує вплив кисню і приймається за [2] табл. 40;

$\varphi = 0,07 \frac{\text{л}}{\text{г}}$  – коефіцієнт інгібування продуктами розраду АМ, приймається за [2] табл. 40.

$$\rho_1 = 85 \cdot \frac{10,81 \cdot 2}{10,81 \cdot 2 + 33 \cdot 2 + 0,625 \cdot 10,81} \cdot \frac{1}{1 + 0,07 \cdot 13} = 10,12 \frac{\text{мг}}{\text{г} \cdot \text{год}}$$

$$\rho_2 = 85 \cdot \frac{10,81 \cdot 2}{10,81 \cdot 2 + 33 \cdot 2 + 0,625 \cdot 10,81} \cdot \frac{1}{1 + 0,07 \cdot 14,3} = 9,73 \frac{\text{мг}}{\text{г} \cdot \text{год}}$$

$$\rho_3 = 85 \cdot \frac{10,81 \cdot 2}{10,81 \cdot 2 + 33 \cdot 2 + 0,625 \cdot 10,81} \cdot \frac{1}{1 + 0,07 \cdot 15,6} = 9,31 \frac{\text{мг}}{\text{г} \cdot \text{год}}$$

$$\rho_4 = 85 \cdot \frac{10,81 \cdot 2}{10,81 \cdot 2 + 33 \cdot 2 + 0,625 \cdot 10,81} \cdot \frac{1}{1 + 0,07 \cdot 16,9} = 8,92 \frac{\text{мг}}{\text{г} \cdot \text{год}}$$

5. Для 4 значень  $a_r$  і 4 значень  $\rho$  розраховуємо 4 значення загальної тривалості окислення органічних речовин  $t_O$  за [2] ф.54:

$$t_O = \frac{L_{en.aep} - L_{ex}}{R_i \cdot a_r \cdot (1 - s) \cdot \rho},$$

де  $s = 0,3$  – приймається за [2] табл. 40;

$$t_{1O} = \frac{180,7 - 10,81}{0,3 \cdot 13 \cdot (1 - 0,3) \cdot 10,12} = 6,46 \text{год};$$

$$t_{2O} = \frac{180,7 - 10,81}{0,3 \cdot 14,3 \cdot (1 - 0,3) \cdot 9,73} = 6,04 \text{год};$$

$$t_{3O} = \frac{180,7 - 10,81}{0,3 \cdot 15,6 \cdot (1 - 0,3) \cdot 9,31} = 5,82 \text{год};$$

$$t_{4O} = \frac{180,7 - 10,81}{0,3 \cdot 16,9 \cdot (1 - 0,3) \cdot 8,92} = 5,61 \text{год}.$$

6. Розраховуємо 4 значення тривалості регенерації АМ  $t_r$  за [2] ф.57

$$t_r = t_O - t_{at};$$

$$t_{1r} = 6,46 - 1,76 = 4,7 \text{год}; \quad t_{2r} = 6,04 - 1,71 = 4,33 \text{год};$$

$$t_{3r} = 5,82 - 1,64 = 4,18 \text{год}; \quad t_{4r} = 5,61 - 1,56 = 4,05 \text{год};$$

7. Розраховуємо 4 значення навантаження на АМ  $q_i$  за наступною залежністю:

$$q_i = \frac{24 \cdot (L_{en.aep} - L_{ex})}{(1-s) \cdot [a_i \cdot (1+R_i) \cdot t_{at} + a_r \cdot R_i \cdot t_r]};$$

$$q_{1i} = \frac{24 \cdot (180,7 - 10,81)}{(1-0,3) \cdot [3 \cdot (1+0,3) \cdot 1,8 + 13 \cdot 0,3 \cdot 4,7]} = 241,2 \text{ мг/г} \cdot \text{добу};$$

$$q_{2i} = \frac{24 \cdot (180,7 - 10,81)}{(1-0,3) \cdot [3,3 \cdot (1+0,3) \cdot 1,72 + 14,3 \cdot 0,3 \cdot 4,33]} = 232,5 \text{ мг/г} \cdot \text{добу};$$

$$q_{3i} = \frac{24 \cdot (180,7 - 10,81)}{(1-0,3) \cdot [3,6 \cdot (1+0,3) \cdot 1,65 + 15,6 \cdot 0,3 \cdot 4,18]} = 221,4 \text{ мг/г} \cdot \text{добу};$$

$$q_{4i} = \frac{24 \cdot (180,7 - 10,81)}{(1-0,3) \cdot [3,9 \cdot (1+0,3) \cdot 1,58 + 16,9 \cdot 0,3 \cdot 4,05]} = 211,7 \text{ мг/г} \cdot \text{добу};$$

8. Розраховуємо 4 значення мулового індексу  $I_i$  за [2] ф.52:

$$I_i = \frac{1000}{a_r};$$

$$I_{1i} = \frac{1000}{13} = 76,9 \text{ см}^3/\text{г}; \quad I_{2i} = \frac{1000}{14,3} = 69,9 \text{ см}^3/\text{г}; \quad I_{3i} = \frac{1000}{15,6} = 64,1 \text{ см}^3/\text{г};$$

$$I_{4i} = \frac{1000}{16,9} = 59,2 \text{ см}^3/\text{г};$$

$a_i, \text{г/л}$	3	3,3	3,6	3,9	
$q_i, \text{мг/г} \cdot \text{добу}$	243,16	233,61	223,58	213,99	крива 1
$I_i, \text{см}^3/\text{г}$	76,9	69,9	64,1	59,2	крива 2

З графіку визначаємо, що оптимальна доза АМ буде:  $a_{i.onm} = 3,5 \text{ г/л}$ .

При дозі АМ  $a_{i.onm} = 3,5 \text{ г/л}$  будуть такі значення роботи аеротенку:

$$a_{r(onm)} = 3,5 \cdot \left( \frac{1}{0,3} + 1 \right) = 15,17 \text{ г/л};$$

$$t_{1at(onm)} = \frac{2,5}{\sqrt{3,5}} \cdot \lg \frac{180,7}{10,81} = 1,64 \text{ год};$$

$$\rho_{(onm)} = 85 \cdot \frac{10,81 \cdot 2}{10,81 \cdot 2 + 33 \cdot 2 + 0,625 \cdot 10,81} \cdot \frac{1}{1 + 0,07 \cdot 15,17} = 9,4 \text{ мг/г} \cdot \text{год}$$

$$t_{O(onm)} = \frac{180,7 - 10,81}{0,3 \cdot 15,17 \cdot (1 - 0,3) \cdot 9,44} = 5,84 \text{ год};$$

$$t_{r(onm)} = 5,84 - 1,64 = 4,2 \text{ год};$$

$$I_{i(onm)} = \frac{1000}{15,17} = 65,92 \text{ см}^3/\text{г};$$

9. Визначаємо розрахункові об'єми:

- зони аерації  $W_{at.розр}$  за [2] ф.58:

$$W_{at.розр} = t_{at} \cdot (1 + R_i) \cdot q_w,$$

де  $t_{at} = 2 \text{ год}$  – тривалість аерації

$R_i = 0,3$  – ступінь рециркуляції активного мулу

$$q_w = Q_{сер} = 2804 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$W_{at.розр} = 2 \cdot (1 + 0,3) \cdot 2804 = 7290 \text{ м}^3$$

- зони регенерації  $W_{r.розр}$  за [2] ф.59:

$$W_{r.розр} = t_r \cdot R_i \cdot q_w,$$

де  $t_r = t_{r(onm)} = 4,2 \text{ год}$ ;

$R_i = 0,3$  – ступінь рециркуляції активного мулу

$$q_w = Q_{сер} = 2804 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$W_{r.розр} = 2804 \cdot 0,3 \cdot 4,2 = 3533 \text{ м}^3$$

- загальний об'єм  $W_{заг.розр} = W_{at.розр} + W_{r.розр} = 7290 + 3533 = 10823 \text{ м}^3$

9. Визначаємо геометричні розміри аеротенку:

- кількість секцій аеротенку  $n_c$ ;

- кількість коридорів в секцій аеротенку  $n_k$ ;

- кількість зони аерації  $n_a$ ;

- кількість зони регенерації  $n_p$ ;

$$K'_p = \frac{W_{r.розр}}{W_{at.розр}} = \frac{3533}{7290} = 0,48$$

За розрахунком  $K'_p = 0,497$  приймаємо варіант Д

$$(n_k = 4; n_a = 3; n_p = 1; K_p = 0,333)$$

Так як  $K_p = 0,5 > K'_p = 0,497$ , то:

$$W_{at} = W_{at.розр} = 7290 \text{ м}^3;$$

$$W_r = W_{at.розр} \cdot K_p = 7290 \cdot 0,5 = 3645 \text{ м}^3;$$

$$W_{заг} = W_{at} + W_r = 7290 + 3645 = 10935 \text{ м}^3;$$

Приймаємо  $n_c = 7$  секцій,  $n_k = 3$  коридорного аеротенку за такими розмірами коридору:

$$B_k = 4,5 \text{ м}; H_k = 3,2 \text{ м}; L_k = 41 \text{ м}.$$

Складаємо допоміжну таблицю

$H_k, \text{ м}$	3,2	4,4
$B_k, \text{ м}$	4,5	4,5
$L_k, \text{ м}$	36...66	36...66
$F_{at} = \frac{W'_{заг}}{H_k}, \text{ м}^2$	3503,9	2548,29
$L'_k = \sqrt{F_{at}} \cdot 0,4, \text{ м}$	37,43	31,92
$L''_k, \text{ м}$ (кратність 1,5 м)	38,0	32,0
$B_{at} = \frac{F_{at}}{L''_k}, \text{ м}$	92,2	79,63
$n_c \cdot n_k = N = \frac{B_{at}}{B_k}$	20,48	17,69
$n_c \cdot n_k$ ( $n_k = 4$ )	7 x 3	6 x 3

$$W_{заг} = 10935 \text{ м}^3 \geq W'_{заг} = 10823 \text{ м}^3$$

Визначаємо фактичні значення:

$$W_{заг.фак} = n_c \cdot n_k \cdot B_k \cdot H_k \cdot L_k = 7 \cdot 3 \cdot 4,5 \cdot 3,2 \cdot 41 = 13398,4 \text{ м}^3$$

$$W_{r.фак} = \frac{W_{заг.фак}}{n_k} = \frac{10935}{3} = 3645 \text{ м}^3$$

$$W_{at.фак} = W_{r.фак} \cdot 2 = 3645 \cdot 2 = 7290 \text{ м}^3$$

$$F_{at.фак} = \frac{W_{at.фак}}{H_k} = \frac{7290}{4,4} = 1657 \text{ м}^2$$

$$F_{r.\text{фак}} = \frac{W_{r.\text{фак}}}{H_{\kappa}} = \frac{3645}{3,2} = 1139 \text{ м}^2$$

$$t_{at.\text{фак}} = \frac{W_{at.\text{фак}}}{(1 + R_i) \cdot q_w} = \frac{7290}{(1 + 0,3) \cdot 2804} = 2,02 \text{ год}$$

$$t_{r.\text{фак}} = \frac{W_{r.\text{фак}}}{R_i \cdot q_w} = \frac{3640}{0,3 \cdot 2804} = 4,33 \text{ год}$$

10. Розрахунок витрат повітря аеротенку:

Загальна годинна витрата повітря:

$$Q_{air.\text{заг}} = Q_{air.(at)} + Q_{air.(r)},$$

де  $Q_{air.(at)}$  – витрата повітря в зоні аерації:

$$Q_{air.(at)} = F_{at.\text{фак}} \cdot I_{at}$$

$I_{at}$  – інтенсивність аерації в зоні аерації

$$I_{at} = \frac{q_{air} \cdot H_{\kappa}}{t_{at.\text{фак}}},$$

$Q_{air.(r)}$  – витрата повітря в зоні регенерації:

$$Q_{air.(at)} = F_{r.\text{фак}} \cdot I_{at(r)}$$

$I_{at(r)}$  – інтенсивність аерації в зоні регенерації

$$I_{at(r)} = \frac{q_{air} \cdot H_{\kappa}}{t_{r.\text{фак}}},$$

де  $q_{air}$  – питома витрата повітря, яка визначається за [2] ф.61:

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

де  $q_O = 1,1$  – питома витрата кисню за [2] п.6.157, ф.61

$K_1 = 2,078$  – коефіцієнт, що враховує тип аератора за [2] табл. 42 в

залежності від  $f_{az}/f_{at} = 0,65$ ;

$K_2 = 2,17$  – коефіцієнт, що залежить від глибини занурення аераторів

$h_a = 3,2$  – глибина занурення аеротенку

$K_3 = 0,85$  – коефіцієнт якості води приймається як для міських стічних вод без СПАР за [2] п.6.157;

$K_T = 1 + 0,02 \cdot (T_{CB} - 20) = 1 + 0,002 \cdot (17 - 20) = 0,94$  – температурний коефіцієнт розраховується за [2] ф.62 в залежності від  $T_{CB}$ ;

$C_a$  – розчинність кисню у стічній воді за [2] ф.63 в залежності від  $h_a$  та  $C_T$  – теоретичної розчинності кисню у воді при температурі  $T_{CB}$ , може прийматися за [4] табл. 27, або по залежності кафедри гідравліки та водовідведення:

$$C_T = 19,37 - (46 \cdot T_{CB})^{0,34} = 19,37 - (46 \cdot 17)^{0,34} = 9,96 \text{ мг/л};$$

$$C_a = \left(1 + \frac{h_a}{20,6}\right) \cdot C_T = \left(1 + \frac{4,4}{20,6}\right) \cdot 9,96 = 12,07 \text{ мг/л}.$$

$C_O = 2 \text{ мг/л}$  – концентрація кисню в аеротенку, прийматися за [2] п.6.157.

Тоді:

$$q_{air} = \frac{1,1 \cdot (180,7 - 10,81)}{2,078 \cdot 2,17 \cdot 0,85 \cdot 0,94 \cdot (11,5 - 2)} = 5,64 \text{ м}^3 \text{ повітря} / \text{м}^3 \text{ СВ},$$

$$I_{at} = \frac{5,64 \cdot 3,2}{2} = 9,02 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \cdot \text{год};$$

$$I_{at(r)} = \frac{5,64 \cdot 3,2}{3,25} = 5,55 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \cdot \text{год};$$

$$Q_{air.(at)} = 1657 \cdot 9,26 = 15344 \text{ м}^3 / \text{год};$$

$$Q_{air.(r)} = 1139 \cdot 5,55 = 6321 \text{ м}^3 / \text{год};$$

$$Q_{air.zaг} = 15344 + 6321 = 21665 \text{ м}^3 / \text{год}.$$

Вибираємо повітродувну станцію продуктивністю  $40000 \text{ м}^3 / \text{год}$  з 6 установленими агрегатами марки ТВ – 175– 1,6. Розміри будівлі станції:  $30 \times 18 \text{ м}$ . Об'єм будівлі  $6420 \text{ м}^3$ .

### 3.5.2 Вторинні відстійники

Вторинні відстійники представляють собою резервуари, в яких за рахунок різкого зменшення швидкості руху води, відбувається осідання частинок активного мулу, що виріс в аеротенках. Як правило здійснюється осідання померлих частинок мулу і їх надлишкової частини. Частина осівшого

активного мулу повертається в голову аеротенків для продовження очистки а надлишкова частина мулу відводиться із споруди для подальшої утилізації.

Вибираємо тип відстійника:

Згідно з [3] р.12.2.1, 12.2.2, 12.2.3., для нашої витрати підходить два варіанти відстійників: горизонтальні  $Q > 15000 \text{ м}^3/\text{доб}$  і радіальні  $Q \geq 20000 \text{ м}^3/\text{доб}$ . Перевагу віддаємо радіальним відстійникам.

Розрахунок вторинних відстійників полягає у визначенні кількості  $n_{setII}$  та розмірах  $D_{setII}$ .

Основним розрахунковим параметром є гідравлічне навантаження на поверхню  $q_{ssa}$ , яке для відстійників в схемах з аеротенками розраховується за [2] ф. 67:

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

де  $K_{ss} = 0,4$  – коефіцієнт використання об'єму зони відстоювання для радіальних відстійників;

$H_{set}$  - глибина відстійника за [3] табл. 12.6.

$H_{set} = 4,35 \text{ м}$  при  $D_{set} = 40 \text{ м}$ .

$a_t = 10,27$  – розрахункова максимальна концентрація завислих речовин в стічних водах після вторинних відстійників

$$C_{дозв} \geq a_t > 10 \text{ мг/л}.$$

Приймаємо  $a_t = 10,27 \text{ мг/л}$

$$10,54 \geq 10,27 > 10 \text{ мг/л}$$

$$a_i = 3,5 \text{ мг/л};$$

$$I_i = 75 \text{ см}^3/\text{с};$$

$$q_{ssa(1)} = \frac{4,5 \cdot 0,4 \cdot 4,35^{0,8}}{(0,1 \cdot 75 \cdot 3,5)^{0,5-0,01 \cdot 10,27}} = 1,59 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{год}.$$

За отриманими значеннями  $q_{ssa}$  розраховується необхідна площа вторинних відстійників  $F_{setII}, \text{ м}^2$  та їх кількість  $n_{setII}$  при  $f'_{setII}, \text{ м}^2$  – площі поверхні одного відстійника.

$$F_{setII} = \frac{Q_{cep}}{q_{ssa}}, \text{ м}^2.$$

$$F_{setII} = \frac{2804}{1,59} = 1764 \text{ м}^2.$$

$$F'_{setII} = F - 10 \% \cdot F = 1764 - 176,4 = 1587,6$$

Визначаємо кількість відстійників

$$n_{setIIpetI} = \frac{F_{setII}}{f'_{setII}} = 3,6$$

Приймаємо 4 відстійника діаметром 40 м.

### 3.6. Блок знезараження стічних вод

Блок знезараження складається з хлораторної, змішувача і контактного резервуару. Дані споруди є обов'язковими на всіх спорудах очистки стічних вод. Як відомо, у господарсько-побутових стічних водах знаходиться велика концентрація хвороботворних бактерій. Наведені вище очисні споруди і методи не забезпечують їх видалення. Чого можливо досягти дією на стічні води сильних окислювачів або іншими методами. В нашому проекті використано метод дезинфекції за рахунок дії хлору.

#### 3.6.1. Хлоратори

Хлоратори представляють собою пристрої в яких здійснюється випарування рідкого хлору і змішування його з водою в певній концентрації, тобто приготування хлорної води.

Підбираємо кількість хлораторів типу ЛОНИИ – 100.

Розраховуємо годинну кількість потрібного активного (газоподібного) хлору, кг/год:

$$G_{xl} = \frac{Q_{max} \cdot d_{xl} \cdot K_{xl}}{1000},$$

де  $Q_{max} = 4630,3 \text{ м}^3/\text{год}$  – розрахункова максимальна годинна витрата стічних вод;

$d_{xl} = 3 \text{ г/л}$  – доза активного хлору за [2] п. 6.223 в залежності від схеми очистки стічних вод;

$K_{xl} = 1,5$  – коефіцієнт можливого збільшення дози хлору за [2] п. 6.223 прим. 2;

$$G_{xl} = \frac{4630,3 \cdot 3 \cdot 1,5}{1000} = 20,8 \text{ кг/год.}$$

Типорозмірний ряд модифікації хлораторів ЛОНИИ – 100 розраховуємо на годинну продуктивність одного хлоратора в діапазоні [3] р. 24.2

Приймаємо ХВ – 200 з продуктивністю 2,5 - 25 кг/год, 2 робочих і 1 резервний.

### 3.6.2. Змішувачі

Змішування отриманої хлорної води із стічними водами відбувається у спеціальних спорудах, які носять назву змішувачі.

В якості змішувача приймаємо „Лоток Паршалья” за [3] табл. 16.2 в залежності від  $Q_{заг}$  :

$$Q_{заг} = 67290 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Розміри змішувача типу „Лоток Паршалья”, м:

Пропускна здатність, м <sup>3</sup> /добу	A	B	C	D	E	H <sub>A</sub>	H'	H	L	l'	t	l''	b
32000 – 80000	1,73	0,9	1,3	1,68	1,7	0,61	0,59	0,63	6,6	7,4	11	13,97	1

### 3.6.3. Контактні резервуари

Контактні резервуари, як правило, представляють з се залізобетонні резервуари певного об'єму. Об'єм останніх повинен забезпечувати час знаходження в них знезараженої води не менше 30 хвилин. Вважається, що розчинений хлор знаходиться у воді до 30 хвилин. В цей час він може негативно впливати на живі організми, які знаходяться у воді річки, куди

скидаються очищені стічні води. Через 30 хвилин весь газоподібний хлор виходить з води і не буде впливати на навколишнє середовище.

В якості контактного резервуару використовуємо горизонтальний відстійник.

Визначаємо загальний розрахунковий об'єм контактного резервуару  $W_{кр розр}, м^3$ :

$$W_{кр розр} = \frac{Q_{max} \cdot t_{конт} \cdot K_{хл}}{60} = \frac{4630,3 \cdot 30 \cdot 1,5}{60} = 3473 \text{ м}^3,$$

де  $t_{конт} = 30 \text{ хв}$  – тривалість контакту хлорної води із стічною водою [2] п. 6.228.

За розрахунком  $W_{кр розр} = 3473 \text{ м}^3$  і даних за табл. 9 методичних вказівок визначаємо кількість та розміри відділень резервуару:

- ширина відділення  $B_{від} = 9 \text{ м}$ ;
- довжина відділення  $L_{від} = 39 \text{ м}$ ;
- глибина відділення  $H_{від} = 2,8 \text{ м}$ ;
- кількість відділень  $n_{від} = 4 \text{ шт}$ ;
- загальний фактичний об'єм контактного резервуару  $W_{кр факт}, м^3$ :

$$W_{кр факт} = B_{від} \cdot L_{від} \cdot H_{від} \cdot n_{від} = 9 \cdot 39 \cdot 2,8 \cdot 4 = 3931,2 \text{ м}^3 > 3473 \text{ м}^3 - \text{ умова}$$

виконується.

Площа контактного резервуару:

$$F_k = \frac{W_k}{n \cdot H} = \frac{3931,2}{4 \cdot 2,8} = 351 \text{ м}^2.$$

### 3.7. Блок обробки осаду

#### Мулозгущувачі НАМ I ступеня

Визначаємо кількість надлишкового мулу:

$$P_{max} = P_i \cdot 1.15,$$

де  $P_i$  – приріст АМ,  $г/м^3$ , за [2] ф. 60:

$$P_i = 0,8 \cdot C_{сдр} + K_g \cdot L_{ен} = 0,8 \cdot 51,75 + 0,3 \cdot 180,7 = 98,7 \text{ г/м}^3,$$

де  $K_g = 0,3$  – коефіцієнт приросту АМ за [2] п. 6.148 для міських СВ;

$$P_{\max} = 98,7 \cdot 1.15 = 113,5 \text{ г/м}^3,$$

Годинна витрата надлишкового активного мулу:

$$q_{\max} = \frac{P_{\max} \cdot Q_{\max}}{24 \cdot C},$$

де  $C = 4 \frac{\text{г}}{\text{л}}$  – концентрація активного мулу після вторинних відстійників;

$$q_{\max} = \frac{113,5 \cdot 67290}{24 \cdot 4000} = 79,6 \text{ м}^2/\text{год}$$

Визначаємо площу поперечного перерізу радіального відстійника

$$F = \frac{q_{\max}}{q_0},$$

де  $q_0 = 0,4 \frac{\text{г}}{\text{л}}$  – розрахункове навантаження на дзеркало мулозгущувача;

$$F = \frac{79,6}{0,4} = 199, \text{ м}^2,$$

$$D = \sqrt{\frac{4F}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 199}{3,14}} = 15,9, \text{ м.}$$

Приймаємо 2 шт. діаметром 18 м.

### Метантенки для зброджування ЗНАМ і СО I відстійників

Визначаємо кількість осаду по сухій речовині:

Сирого осаду:

$$M_{\text{mud}} = \frac{C_{\text{ен}} \cdot \text{ЭК}}{1000} \cdot Q_{\text{заг}}, \text{ т}$$

де  $C_{\text{ен}} = 294,6 \frac{\text{мг}}{\text{л}}$  – концентрація завислих речовин;

$\text{Э} = 0,51$  – ефективність відстоювання завислих речовин в первинних відстійниках;

$K = 1$  – поправочний коефіцієнт, який враховує кількість осаду за рахунок крупних часток зависі;

$$M_{\text{mud}} = \frac{294,6 \cdot 0,51 \cdot 1}{1000} \cdot 67,29 = 10,11 \text{ т,}$$

Надлишкового активного мулу:

$$M_{mud} = \left[ \frac{0,8 \cdot C_{ln} (1 - \varepsilon) \cdot 0,3 \cdot L_{ln} - a_t}{1000} \right] \cdot Q_{\text{заг}}, m$$

$$M_{mud} = \left[ \frac{0,8 \cdot 294,6 \cdot (1 - 0,51) + 0,3 \cdot 180,7 - 15}{1000} \right] \cdot 67,29 = 10,41, m$$

Кількість осаду на абсолютно сухому беззольному речовині на добу:

$$M_{mud}^s = \frac{M_{mud} \cdot (100 - P_g) \cdot (100 - S_{mud})}{10^4}, m.$$

де  $P_g$  – гігроскопічна вологість сирого осаду и надлишок АМ ( $P_g = 0,6$ );

$S_{mud}$  – зольність абсолютно твердої речовини сирого осаду й активного мулу ( $S_{mud} = 27$ ).

$$M_{a \cdot mud}^s = \frac{10,11(100 - 6) \cdot (100 - 27)}{10^4} = 6,94 m,$$

$$M_{a \cdot mud}^s = \frac{10,41(100 - 6) \cdot (100 - 27)}{10^4} = 7,14, m,$$

Об'єм сирого осаду:

$$W_{mud} = \frac{100 \cdot M_{mud}^s}{(100 - P_{mud}) \cdot \rho_{mud}}, m^3$$

Об'єм надлишкового АМ:

$$W_{a \cdot mud} = \frac{100 \cdot M_{a \cdot mud}^s}{(100 - P_{a \cdot mud}) \cdot \rho_{a \cdot mud}}, m^3$$

де  $P_{mud}$  – вологість сирого осаду (95%);

$P_{a \cdot mud}$  – вологість згущеного АМ (97%);

$\rho_{mud}, \rho_{a \cdot mud}$  – густина сирого осаду і АМ;

$$W_{mud} = \frac{100 \cdot 10,11}{(100 - 95) \cdot 1} = 202,2 m^3$$

$$W_{a \cdot mud} = \frac{100 \cdot 10,41}{(100 - 97) \cdot 1} = 347 m^3$$

Загальна щільність осаду за добу:

по сухій речовині

$$M_{tot} = M_{mud} + M_{a.mud} = 10,11 + 10,41 = 20,52$$

по абсолютно сухій беззольній речовині:

$$M_{tot}^s = M_{mud}^s + M_{a.mud}^s = 6,94 + 7,14 = 14,08$$

по об'єм суміші фактичної вологості:

$$W_{tot} = W_{mud} + W_{a.mud} = 202,2 + 347 = 549,2$$

середня вологість суміші:

$$P_{mix} = 100 \left( 1 - \frac{M_{tot}}{W_{tot}} \right) = 100 \left( 1 - \frac{20,52}{549,2} \right) = 99,6\%$$

Приймаємо термофільний режим зброджування, при якому повністю знищуються гельмінти, які знаходяться в осаді. Температура зброджування 53°C.

Необхідна місткість метантенку:

$$V_{mt} = \frac{W_{tot} \cdot 100}{D_{mt}}, \text{ м}^3$$

де  $D_{mt}$  – доза завантаження, процент залежить від середньої вологості, суміші,  $D_{mt} = 18\%$ ;

$$V_{mt} = \frac{549,2 \cdot 100}{18} = 3051 \text{ м}^3$$

Для обробки осаду згідно з (3) приймаємо 2 метантенки типу 902-2-229, об'ємом – 2500 м<sup>3</sup> кожен, діаметром – 17,5 м.

Основні розміри: діаметр – 17,5 м, висота конічної частини – 2,5 м, циліндра – 8,5 м, нижньої конічної частини 3,05 м, загальна висота – 14,05 м.

## Газгольдери

Визначаємо масу беззольної речовини сирого осаду:

$$R_T = R_{lim} - K_T D_{mt}, \%$$

де  $K_T$  – коефіцієнт, який залежить від вологості осаду за [4] таб.36

$$D_{mt} = 18\%;$$

$$R_{lim} = \frac{R_{lim \text{ CO}} \cdot M_{mud}^s + R_{lim \text{ ЗНАМ}} \cdot M_{a.mud}^s}{M_{tot}^s},$$

де  $R_{\text{lim CO}}$ ,  $R_{\text{lim ЗНАМ}}$  – відповідно, максимально можливий теоретичний ступінь збродження сирого осаду і активного мулу, приймаємо за [2] п. 6.353;  
 $R_{\text{lim CO}} = 53\%$ ;  $R_{\text{lim ЗНАМ}} = 44\%$ ;

$$R_{\text{lim}} = \frac{53 \cdot 6,94 + 44 \cdot 7,14}{14,08} = 48,44\%$$

$$R_r = 48,44 - 0,24 \cdot 18 = 44,12\%$$

Визначаємо ступінь розпаду беззольної речовини:

$$A = 14,08 \cdot 0,4412 = 6,21 \text{ т.}$$

Добовий масовий вихід газу – 6,21 т при об'ємній масі  $1 \text{ кг} / \text{м}^3$ , тобто  $621 \text{ м}^3 / \text{доб}$ .

Згідно [3] приймаємо 2 газгольдери типу 707-2-7, об'ємом –  $6000 \text{ м}^3$  кожен. Внутрішній діаметр резервуара – 26,9 м, висота резервуару – 11,7 м, висота газгольдера – 24,2 м.

### Вакуум-фільтри

Визначаємо необхідну площу фільтру вакуум-фільтрів:

$$F_f = \frac{W \cdot t}{P_f \cdot n \cdot 24},$$

де  $W$  – кількість осаду по сухій речовині, кг;

$t = 8 \text{ год} / \text{змін}$  – тривалість зміни;

$n_{\text{в.ф.}} = 2 \text{ змін} / \text{доб}$  – кількість змін роботи вакуум-фільтру на протязі доби;

$$F_f = \frac{20520 \cdot 8}{20 \cdot 2 \cdot 24} = 171 \text{ м}^2.$$

Згідно [3] приймаємо 5 робочих і 2 резервних вакуум-фільтри типу БОУ 40-8,4 з площею фільтрації  $40 \text{ м}^2$ , діаметр барабану 30 м.

$$F_{\text{в.фф}} = 5 \cdot 40 = 200 \text{ м}^2.$$

### Резервні мулові майданчики (РММ)

РММ проектується в розрахунку на зневоднення до 20% річного об'єму стабілізованої суміші.

Площа мулових майданчиків:

$$F = \frac{365 \cdot W_{tot} \cdot 0.2}{h \cdot k}, \text{м}^2$$

де  $h$  – навантаження осаду на мулові майданчики;

$k$  – кліматичний коефіцієнт згідно з [4] табл. 37

$$F = \frac{365 \cdot 549,2 \cdot 0,2}{1,5 \cdot 1} = 26728 \text{м}^2.$$

За отриманими  $F$  по таб. 13 [5] приймаємо 12 РММ ширина – 40 м,  
довжина – 60 м

$$F = 12 \cdot 2400 = 28800 \text{м}^2.$$

**РОЗДІЛ 4**  
**ВНУТРІШНЄ САНІТАРНО-ТЕХНІЧНЕ**  
**ОБЛАДНАННЯ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ**

#### **4.1. Загальна характеристика об'єкта**

Проектований об'єкт – житловий 12-поверховий будинок, розташований у південній частині України.

Кількість мешканців – 220 осіб.

Кількість квартир – 24.

Санітарно-технічне обладнання – ванна, унітаз, умивальник, мийка, біде.

У будинку запроектовано підвал висотою - 2,6 м, горище - 2,5 м, висота житлового поверху – 3,1 м, товщина міжповерхового перекриття – 0,3 м, покрівля будинку має ухил 0,5%.

Будинок обладнаний системами централізованого внутрішнього холодного і гарячого господарсько-питного водопроводу, побутовою каналізацією і внутрішнім зливостокком. У квартирах на кухнях встановлені мийки зі змішувачами, у санвузлах – унітази зі змивними бачками, у ванних кімнатах – сушарки рушників, біде зі змішувачем та аератором, умивальники зі змішувачами і ваннами довжиною 1700 мм.

Коливання тиску зовнішньої мережі водопроводу 0,35 МПа. Глибина залягання міського трубопроводу 1,4 м. Гаряче водопостачання будинку забезпечується індивідуальним тепловим пунктом (ІТП).

У відповідності з діючими документами норма водопостачання у добу максимального водоспоживання на одного жителя будинку становить:

- Загальна (холодна плюс гаряча) вода – 400 л/добу;
- Гаряча вода – 130 л/добу;
- Норми водопостачання і водовідведення встановлених санітарно-технічних приладів відповідають стандартам.

#### **4.2. Внутрішній водопровід холодної води**

Відповідно до п. 5.13[2], житлові будинки повинні обладнуватися господарсько-питним водопроводом В1 холодної води і гарячої води Т3,Т4, побутовою каналізацією К1 і зливостокком К2.

Житловий будинок має 12 поверхів і згідно з пунктом 6.1[1] він має бути обладнаний протипожежним водопроводом В2.

Так як напір у системі В1 не має перевищувати 45 м, а у В2 допустимий – 90 м, за п. 5.14[2] системи В1 та В2 приймаємо роздільними.

На системі В1 передбачаємо на кожні 60 – 70 м периметру будинку по 1 поливальному крану, що розміщується у нішах зовнішніх стін ( п. 10.7 [1]). Будинок обладнується сміттєпроводом і має сміттекамеру ( п. 5.10 [2]), для 12-поверхового будинку передбачається встановлення спринклера у сміттєзбірній камері на першому поверсі. ( п. 10.11 [1], п.5.12 [2]).

Мінімальна витрата на пожежогасіння для 12 поверхового житлового будинку з довжиною загальною коридору 9 м за табл.1 п. 6.1 [1] становить 1 струмінь 2,5 л/с. Також передбачається встановлення пожежних кранів на горищі та в підвалі, де є легкозаймисті матеріали ( п.6.12 прим.1 [1]).

Загальна кількість пожежних кранів у будинку  $N_{пк} = 12 + 2 = 14 \geq 12$ . Відповідно до п. 9.1 [1] систему В2 проектуємо кільцеву з двома вводами зі сталевих однакових труб.

Водовимірний вузол розміщуємо у підвальному приміщенні. Будинок має підвал, тому водопровідну мережу приймаємо з нижньою розводкою.

Системи В1 та В2 монтуємо зі сталевих водогазопровідних труб.

Стояки прокладаємо відкрито у санвузлах, кухнях; підводки до приладів відкрито над підлогою.

Системи В1 та В2 прийняті з нижньою розводкою.

### **Визначення розрахункових витрат**

За вихідними даними в будинку проживає (U) 220 осіб. Кожна особа, у відповідності до [1, табл. А1] споживає за добу холодної води – 270 л, гарячої – 130 л. За добу усі мешканці будинку споживають води: холодної – 59,4 м<sup>3</sup>, гарячої – 28,6 м<sup>3</sup>, всього 88,0 м<sup>3</sup>.

*Середньогодинні витрати води одним мешканцем ( $q_m$ ) становлять:* холодної –  $270/24 = 11,25$  л, гарячої –  $130/24 = 5,42$  л, всього –  $400/24 = 16,67$  л.

*Середньогодинні витрати води будинком (всіма мешканцями):* холодної –  $11,25 \times 220/1000 = 2,48$  м<sup>3</sup>, гарячої –  $5,42 \times 220/1000 = 1,19$  м<sup>3</sup>, всього  $16,67 \times 220/1000 = 3,67$  м<sup>3</sup>.

*Коефіцієнти максимальної добової нерівномірності у відповідності до [1, табл. А4] складають при:  $N = 120$ ,  $q_m = 11,25$  л – 1,42 (холодна вода);  $N = 96$ ,  $q_m = 5,42$  л – 1,53 (гаряча вода);  $N = 208$ ,  $q_m = 16,67$  л – 1,36 (всього).*

*Максимальні добові витрати води будинком (мешканцями): холодної –  $59,4 \times 1,42 = 84,35$  м<sup>3</sup>, гарячої –  $28,6 \times 1,53 = 43,76$  м<sup>3</sup>, всього –  $88 \times 1,36 = 119,68$  м<sup>3</sup>.*

*Максимальна секундна витрата води в будинку (мешканцями) за [1, табл. А5]: холодної – 2,65 л/с, гарячої – 1,98 л/с, всього – 3,24 л/с.*

### **Гідравлічний розрахунок холодного водопроводу**

Гідравлічний розрахунок мереж внутрішніх водопроводів холодної води виконуємо на максимальну секундну витрату.

За аксонометричною схемою В1 визначаємо диктуючий прилад (у нашому випадку це змішувач ванни на 12 - ому поверсі, підключений до стояка В1-1). Далі розбиваємо внутрішню водопровідну мережу будинку на розрахункові ділянки, приймаючи за розрахункову ділянку трубопровід постійного діаметра з постійною витратою. Точки підключень відгалужень позначаємо цифрами. Головним розрахунковим напрямком буде напрямок від диктуючого приладу до вводу в будинок (1-21). Результати розрахунку мережі внутрішнього холодного водопроводу приведено в табл. 4.1.

**Гідравлічний розрахунок системи внутрішнього  
холодного водопроводу (В1)**

Таблиця 4.1

Номер розрахункової ділянки	Загальна кількість приладів п,шт	Витрата води господарсько-питна, q, л/с	Діаметр труб, d, мм	Швидкість, V, м/с	Питомі втрати напору, 1000i, мм/м	Довжина розрахункової ділянки, L, м	Втрати напору по довжині ділянки, 1000i · L	Коефіцієнт, який враховує місцеві втрати напору, k	Втрати напору на ділянці з урахуванням місцевих втрат, H <sub>л</sub> , м, вод.ст.
1	2	7	8	9	10	11	12	13	14
1--2	1	0,22	15	1,32	448,5	0,8	354,3	0,3	0,462
2--3	2	0,27	15	1,57	639,3	0,6	396,4	0,3	0,516
3--4	3	0,30	15	1,77	807,0	0,5	387,5	0,3	0,505
4--5	4	0,33	25	0,62	53,2	0,9	45,8	0,3	0,061
5--6	5	0,36	25	0,68	61,3	1,5	92,0	0,3	0,121
6--7	10	0,49	25	0,93	110,9	3,1	343,8	0,3	0,448
7--8	15	0,57	25	1,04	135,8	3,1	420,9	0,3	0,548
8--9	20	0,65	25	1,22	182,7	3,1	566,4	0,3	0,737
9--10	25	0,73	25	1,36	212,6	3,1	659,1	0,3	0,858
10--11	30	0,79	32	0,83	59,8	3,1	185,4	0,3	0,242
11--12	35	0,87	32	0,91	71,8	3,1	222,7	0,3	0,291
12--13	40	0,93	32	0,97	82,0	3,1	254,3	0,3	0,332
13--14	45	1,02	32	1,05	96,8	3,1	300,2	0,3	0,391
14--15	50	1,05	32	1,11	102,6	3,1	318,1	0,3	0,412
15--16	55	1,11	32	1,16	113,4	3,1	351,5	0,3	0,456
16--17	60	1,15	32	1,19	120,5	3,1	373,7	0,3	0,485
17--18	120	1,77	40	1,40	138,6	5,8	804,4	0,3	1,045
18--19	120	1,77	40	1,40	138,6	1,6	227,0	0,3	0,294
19--20	120	2,06	50	1,25	77,9	5,5	424,6	0,2	0,511
20--21	120	2,65	80	1,06	32,8	7,1	232,9	0,1	0,255
							ΣH <sub>л,tot</sub> =		8,96

### **Підбір водолічильника**

Для врахування витрати води, яка була спожита жителями будинку в підвалі зразу після вводу, в освітлюваному і опалюваному приміщенні встановлюється водолічильник.

Приймаємо крильчастий лічильник води ВК-40 і визначаємо втрати напору в ньому при пропуску максимальної секундної витрати за формулою:

$$H_{ліч} = Sq^2 = 0,5 \cdot 2,65^2 = 3,51 < 5,0 \text{ м} - \text{умова [1, ст.14] виконується.}$$

Також перевіряємо даний водолічильник на пропуск пожежної витрати (1,8 л/с) до спринклерної головки сміттєзбірної камери:

$$H_{ліч} = Sq^2 = 0,5 \cdot (2,65 + 1,8)^2 = 9,9 < 10 \text{ м} - \text{умова виконана.}$$

Отже, на вході в будинок встановлюємо крильчастий водолічильник ВК-40.

#### Підбір квартирної лічильника холодної води:

Розрахункова витрата води в квартиру становить 0,33 л/с..

Приймаємо крильчастий лічильник води ВК-15 і визначаємо втрати напору в ньому при пропуску максимальної секундної витрати:

$$H_{ліч} = 14,5 \cdot 0,33^2 = 1,58 \text{ м} < 5 \text{ м} - \text{умова виконана.}$$

### **Визначення необхідного напору для холодного водопроводу**

Мінімальний необхідний напір у точці підключення до міської водопровідної мережі, який би забезпечував безперебійну роботу внутрішнього господарсько - питного водопроводу, визначаємо як суму усіх втрат напору від диктуючого приладу до точки вводу водопроводу в будинок:

$$H_{тр} = H_{geom} + \Sigma H_{б\ddot{y}д} + H_f + H_{ліч},$$

де  $H_{geom}$  – геометрична різниця висот точки вводу і змішувача диктуючого приладу;

$\Sigma H_{б\ddot{y}д}$  – втрати напору в трубопроводах внутрішньої мережі холодного водопроводу;

$H_f$  – вільний напір біля диктуючого приладу (змішувач ванни на 12-ому поверсі, підключений до стояка В1-2).  $H_f = 2 \text{ м}$ ;

$H_{ліч}$  – втрати напору в водолічильниках.

$$H_{тр} = 38,45 + 8,96 + 2 + 9,9 + 1,58 = 60,89(м)$$

Необхідний розрахунковий напір більший, ніж гарантований напір у міській водопровідній мережі ( $H_{мережі} = 45$  м). Отже, для забезпечення безперебійної роботи системи водопостачання необхідно використовувати насоси.

Необхідна витрата  $q_{hr}^c = 4,45$  л/с = 16,0 м<sup>3</sup>/год;

напір  $H_{насоса} = H_{тр} - H_{мережі} = 60,89 - 45 = 15,89(м)$ .

Приймаємо до установки два насоса марки К65-40-250г (один робочий і один резервний) з характеристиками  $Q = 6,1$  м<sup>3</sup>/год;  $H = 25$  м.

Так як напір у внутрішній системі не повинен перевищувати 45м передбачають регулятори тиску на ввіді в квартири.

### 4.3. Розрахунок протипожежного водопроводу В2

Згідно з [1] пп.6.1,6.12,6.13, табл.1 та табл.3, приймаємо влаштування в будинку, що проектується, внутрішнього протипожежного водопроводу. У відповідності з діючими нормами приймаємо внутрішнє пожежогасіння в 1 струмину в витратою 2,6 л/с. Діаметр пожежного крану прийнято 50 мм. Довжина пожежного шлангу 15 м. Мінімальний напір у пожежного крану, який розташований на верхньому поверсі, 10 м. Крани встановлюються в спеціальних нішах на висоті 1,35 м від рівня підлоги. і визначаємо витрати води на пожежогасіння залежно від висоти компактної частини струменя і діаметра сприску.

Результати гідравлічного розрахунку системи В2 приведені в табл. 4.2.

## Гідралічний розрахунок системи протипожежного водопроводу (B2)

Таблиця 4.2

Номер розрахункової ділянки	Загальна кількість приладів п.шт	Витрата води пожежним краном,онож.л/с	Витрата води на ділянці, л/с	Діаметр труб, d,мм	Швидкість, V,м/с	Питомі втрати напору, 1000і,мм/м	Довжина розрахункової ділянки, L, м	Втрати напору по довжині ділянки, 1000і·L	Коефіцієнт, який враховує місцеві втрати напору, k	Втрати напору на ділянці з урахуванням місцевих втрат, H <sub>л. вод. ст.</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1--2	1	2,6	2,6	50	1,22	74,9	51,6	3846,1	0,1	4,231
2--3	1		2,6	80	0,52	9,01	18,1	163,1	0,1	0,179
3--2"	1		2,6	80	0,52	9,01	15,6	140,1	0,1	0,154
2"--3"	1		2,6	80	0,52	9,01	29,8	268,5	0,1	0,295
3"--4"	1		2,6	80	0,52	9,01	82	738,8	0,1	0,813
<b>∑ H<sub>л. вод. ст.</sub> =</b>										<b>5,67</b>

## **Визначення необхідного напору для системи В2**

Необхідний напір у точці підключення до насосу, який би забезпечував безперебійну роботу внутрішнього протипожежного водопроводу, визначаємо за формулою:

$$H_{\text{пож}} = H_{\text{геом}} + \Sigma H_{l,\text{tot}} + H_f,$$

де  $H_{\text{геом}}$  – геометрична різниця висот точки вводу і пожежного крана на горищі;

$\Sigma H_{l,\text{tot}}$  – втрати напору в трубопроводах системи В2;

$H_f$  – вільний напір біля диктуючого приладу (пожежний кран на горищі).  $H_f = 9,2$  м (за табл.3 [1]);

$$H_{\text{пож}} = 40,55 + 5,67 + 9,2 = 55,42(\text{м}).$$

Необхідний розрахунковий напір більший, ніж гарантований напір у міській водопровідній мережі ( $H_{\text{мережі}} = 45$  м). Отже, необхідно використовувати насоси.

Необхідна витрата  $q_{\text{пож}} = 2,6$  л/с = 9,36 м<sup>3</sup>/год;

напір  $H_{\text{насоса}} = H_{\text{пож}} - H_{\text{мережі}} = 55,42 - 45 = 10,42(\text{м}).$

Приймаємо до установки два насоса марки К50-32-250а (один робочий і один резервний) з характеристиками  $Q = 12,1$  м<sup>3</sup>/год;  $H = 75$  м.

## **4.4. Розрахунок системи гарячого водопостачання**

### **Обґрунтування вибраної схеми**

Трубопроводи системи гарячого водопостачання прокладаються в підвалі будинку паралельно з трубами холодного водопроводу. Для проєктованого будинку приймаємо схему гарячого водопостачання з нижньою розводкою, при якій окремі стояки об'єднуються в секційний вузол постійного опору з кільцюючими перемичками між стояками з приєднанням одним трубопроводом до циркуляційної магістралі. Труби системи гарячого водопроводу сталеві. Водопровідні стояки прокладаються неізолюваними,

інші трубопроводи в межах підвалу та горища вкриті шаром ізоляції. У ванних кімнатах передбачені рушниковисушувачі.

### Гідравлічний розрахунок гарячого водопроводу

Гідравлічний розрахунок мереж внутрішніх водопроводів гарячої води виконуємо аналогічно до розрахунку системи В1. В якості диктуючого приладу також прийнято змішувач ванни. Результати розрахунку приведені в табл. 4.3.

Номер розрахункової ділянки	Загальна кількість приладів n, шт	Витрата води господарсько-питна, q, л/с	Діаметр труб, d, мм	Швидкість, V, м/с	Питомі втрати напору, 1000i, мм/м	Довжина розрахункової ділянки, L, м	Втрати напору по довжині ділянки, 1000i · L	Коефіцієнт, який враховує місцеві втрати напору, k	Втрати напору на ділянці з урахуванням місцевих втрат, H <sub>л</sub> , м. вод. ст.
1--2	1	0,25	15	1,8	1350	0,8	1080	0,2	1,297
2--3	2	0,30	15	2,3	1950	0,65	1267,5	0,2	1,522
3--4	3	0,35	15	2,5	2150	0,5	1075	0,2	1,291
4--5	4	0,38	15	2,7	2500	0,25	625	0,2	0,751
5--6	4	0,38	32	0,47	25	3,1	77,5	0,2	0,092
6--7	8	0,51	32	0,67	40	3,1	124	0,2	0,149
7--8	12	0,62	32	0,7	45	3,1	139,5	0,2	0,167
8--9	16	0,71	32	0,73	49	3,1	151,9	0,2	0,182
9--10	20	0,80	32	0,75	60	3,1	186	0,2	0,223
10--11	24	0,88	32	1,1	140	3,1	434	0,2	0,521
11--12	28	0,96	32	1,2	160	3,1	496	0,2	0,595
12--13	32	1,03	32	1,35	185	3,1	573,5	0,2	0,688
13--14	36	1,11	32	1,4	195	3,1	604,5	0,2	0,725

14--15	40	1,17	32	1,45	240	3,1	744	0,2	0,893
15--16	44	1,24	32	1,5	250	3,1	775	0,2	0,931
16--17	48	1,3	40	1,1	100	6,4	640	0,2	0,767
17--ІТП	96	1,98	50	1	65	2,9	188,5	0,2	0,225
							$\sum H_{l,tot} =$		11,02

З таблиці 4.3 визначаємо втрати напору в квартирній підводці від диктуючого приладу до водорозбірного стояка ( $H_l = 4,86$  м).

### Розрахунок секційного вузла

Секційний вузол обслуговує 24 квартири, кількість приладів у вузлі  $N_{вуз} = 96$ . Конструктивно секційний вузол включає в себе два стояки однакової довжини діаметром 32 мм, крім того, на них встановлені сушарки для рушників. По стояку подається вода до  $N_{cm} = 48$  приладів.

Визначаємо розрахункову секундну витрату по вузлу з понижуючим коефіцієнтом 0,7:

$$q_{cm}^h = 0,7 \cdot 1,29 = 0,9 \text{ л/с} = 3251 \text{ л/год.}$$

Як було сказано вище, магістралі в підвалі і на технічному поверсі ізолюються, стояки прокладаються неізольованими. Діаметри ділянок трубопроводів секційного вузла приведені в табл. 3.

За цими даними розраховуємо сумарні втрати теплоти у вузлі. Результати розрахунку зводимо в табл. 4.4. Звідки знаходимо

$$\sum Q_{вуз}^{ht} = 4798,4 \text{ Вт} = 4,8 \text{ кВт.}$$

Визначаємо циркуляційну витрату в секційному вузлі за формулою:

$$q_{вуз}^{cir} = \beta \cdot \sum \frac{Q_{вуз}^{ht}}{4,2 \cdot \Delta t},$$

де  $\beta = 1$  – коефіцієнт розрегулювання циркуляції чи конструктивний параметр системи;

$Q_{вуз}^{ht}$  – тепловтрати в трубопроводах гарячого водопостачання, кВт;

$\Delta t = 8,5^\circ\text{C}$  – різниця температур у подавальних трубопроводах системи від водонагрівача до найбільш віддаленої точки.

Отже,

$$q_{вуз}^{cir} = 1 \frac{4,8}{4,2 \cdot 8,5} = 0,13 \text{ л/с} = 478,8 \text{ л/год.}$$

Вважаючи, що циркуляційна витрата розподіляється рівномірно по всіх стояках, знаходимо витрату через один стояк:

$$q_{st}^{cir} = \frac{q_{вуз}^{cir}}{n} = \frac{0,13}{2} = 0,065 \text{ л/с} = 239,4 \text{ л/год.}$$

Далі визначаємо втрати тиску в подавальних трубопроводах секційного вузла в режимі циркуляції. Результати розрахунків наведені в табл. 4.4.

### Тепловий і гідравлічний розрахунок секційного вузла

Таблиця 4

Ділянка	Діаметр ділянки, d, мм	Втрати теплоти на 1 м трубопр., Вт/м	Довжина ділянки, l, м	Повні втрати теплоти на ділянці, Вт	Режим циркуляції			
					Витрата води на діл., q <sub>сир</sub> , л/с	Питомі втрати тиску, Па/м	1+K1	H <sub>1</sub> =i(1+K1), Па
1--2	32	43,85	49,5	2170,6	0,065	7	1,2	415,8
2--3	32	18,91	7,6	142,8	0,065	7	1,2	63,42
4--3	32	18,91	2,9	54,8	0,065	7	1,2	24,36
5--4	32	43,85	49,5	2170,6	0,065	7	1,2	415,8
6--5	40	24,13	2,2	53,1	0,065	5	1,2	13,2
6--1	40	24,13	5,3	127,9	0,065	5	1,2	31,8
7--6	50	27,14	2,9	78,7	0,13	3,5	1,2	12,18
			∑Q <sub>вуз</sub>	4798,4				

За даними табл. 4.4 знаходимо втрати тиску в подавальній частині вузла через кожен стояк від точки вводу до точки підключення до циркуляційного стояка:

$$\sum H_2 = H_{7-6} + H_{6-5} + H_{5-4} + H_{4-3} = 12,18 + 13,2 + 415,8 + 24,36 = 465,5 \text{ (Па).}$$

$$\begin{aligned} \sum H_1 &= H_{7-6} + H_{6-1} + H_{1-2} + H_{2-3} = \\ &12,18 + 31,8 + 415,8 + 63,42 = 523,2 \text{ (Па).} \end{aligned}$$

Розрахункові втрати тиску в подавальній частині вузла в режимі циркуляції визначаються як середнє арифметичне з отриманих значень:

$$H_{pвуз} = \frac{\sum H_1 + \sum H_2}{2} = \frac{988,74}{2} = 494,4 \text{ (Па).}$$

Згідно з п. 8.8 [1], втрати тиску в секційному вузлі в режимі циркуляції (втрати тиску в подавальній частині і в циркуляційному стояку) приймаємо:

$$H_{\text{вуз}} = 0,03 \text{ МПа} = 30000 \text{ Па}.$$

Необхідні втрати тиску в циркуляційному стояку:

$$H_{st}^{cir} = H_{\text{вуз}} - H_{p\text{вуз}} = 30000 - 494,37 = 29505,6 \text{ (Па)}.$$

Здійснюємо гідравлічну ув'язку циркуляційних стояків.

Після цього знаходимо розрахункові втрати тиску в системі гарячого водопостачання при водорозборі:

$$H_{\text{вуз}}^h = \alpha^h H_{p\text{вуз}} \left( \frac{q_{\text{вуз}}^h}{q_{\text{вуз}}^{cir}} \right)^2 = 0,4 \cdot 494,37 \left( \frac{1,9651}{0,133} \right)^2 = 43170 \text{ (Па)},$$

де  $\alpha^h = 0,4$  – коефіцієнт, що враховує конструкцію секційного вузла.

#### 4.5. Розрахунок систем побутової каналізації

##### Обґрунтування прийнятої системи внутрішньої побутової каналізації

Для видалення стічних вод у проектованому житловому будинку влаштовується система побутової каналізації, за допомогою якої стоки відводяться в квартальну каналізаційну мережу. Приймаємо один загальний випуск. Трасування трубопроводів наведено на планах відповідних поверхів. У підвалі та на горищі трубопроводи прокладаються відкрито біля капітальних стін. Каналізаційні стояки у санвузлах і комірчинах також прокладені відкрито. Трубопроводи між собою з'єднуються за допомогою фасонних частин. При з'єднанні відповідних трубопроводів під стелею підвалу використовуються лише косі трійники та хрестовини. Прочистка мережі здійснюється через ревізії і прочистки. Для вентиляції стояки виводимо вище покрівлі на 0,3 м. Внутрішня каналізаційна мережа монтується з чавунних каналізаційних труб і фасонних частин до них.

##### Визначення розрахункових витрат в системі К1

Максимальну секундну витрату стічних вод від проектованого будинку визначаємо за формулою:

$$q^s = q^{tot} + q_0^s = 3,24 + 1,6 = 4,84 \text{ л/с}.$$

$$q_0^{tot} = 1,6 \text{ л/с}; \quad q^{tot} = 3,24 \text{ л/с}.$$

Стояки і випуск системи господарсько-побутової каналізації приймаються з труб діаметром 100 мм.

Ухил і діаметр каналізаційної магістралі визначаємо з умови забезпечення умови:

$$V\sqrt{h/d} \geq K,$$

де  $K = 0,6$  для чавунних труб.

Для магістралі маємо

$$0,92\sqrt{0,65} = 0,742 > 0,6 - \text{умова виконана.}$$

#### 4.6. Розрахунок системи зливової каналізації

Для відведення дощових і талих вод з покрівлі проєктованого будинку влаштуємо систему внутрішніх зливостоків. Розводка трубопроводів системи показана на кресленні. Розрахункова витрата дощових вод з покрівлі проєктованого будинку, ухил якої 0,5 %, визначаємо за формулою:

$$Q = \frac{Fq_{20}}{10000},$$

де  $F$  - водозбірна площа,  $\text{м}^2$ ;

$q_{20}$  - інтенсивність дощу,  $\text{л/с}$  з 1 га (для даної місцевості), тривалістю 20 хв

при періоді однократного перевищення розрахункової інтенсивності, дорівнює 1 рік (для м. Києва  $q_{20} = 100 \text{ л/с}$ ).

Площу водозбору для будинку визначаємо з урахуванням 30% сумарної площі вертикальних стін, що прилягають до покрівлі та височать над нею:

$$F = 15,25 \cdot 12,65 + 0,3(15,25 \cdot 1,7 + 12,65 \cdot 1,7) \cdot 2 = 221,4 (\text{м}^2).$$

Отже,

$$Q = \frac{221,4 \cdot 100}{10000} = 2,21 (\text{л/с}).$$

За отриманою витратою підбираємо дощоприймальну воронку типу ВР - 9 діаметром 50 мм.

По водостічному стояку проходить витрата  $Q_{st} = 2,21 \text{ л/с}$ , приймаємо діаметр стояка 50 мм,  $h/d = 1$ ;  $i = 0,1$ ;  $V = 1,23 \text{ м/с}$  (матеріал труб –чавун).

Перевіряємо пропускну здатність стояка К2-1:

$$V\sqrt{h/d} \geq K = 1,23\sqrt{1} = 1,23 > 0,6 - \text{ умова виконується.}$$

Від будинку дощові води відводяться в зовнішню мережу.

## **РОЗДІЛ 5**

### **ТЕХНОЛОГІЯ І ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА**

## 5.1. Складання будівельного генерального плану

Як правило, окремі очисні споруди окремо не будують. Вони, як складові частини, входять в загальний комплекс очисних споруд. Перед будівництвом для всього комплексу складається будівельний генеральний план об'єкта або комплексу об'єктів для підготовчого і основного періодів будівництва з урахуванням зведення підземних і надземних частин з розташуванням: основних монтажних кранів та інших будівельних машин; місць розміщення знаків закріплення розбивочних осей будівель та споруд; доріг, проїздів та під'їздів.

### Характеристика споруди та умов виконання робіт

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

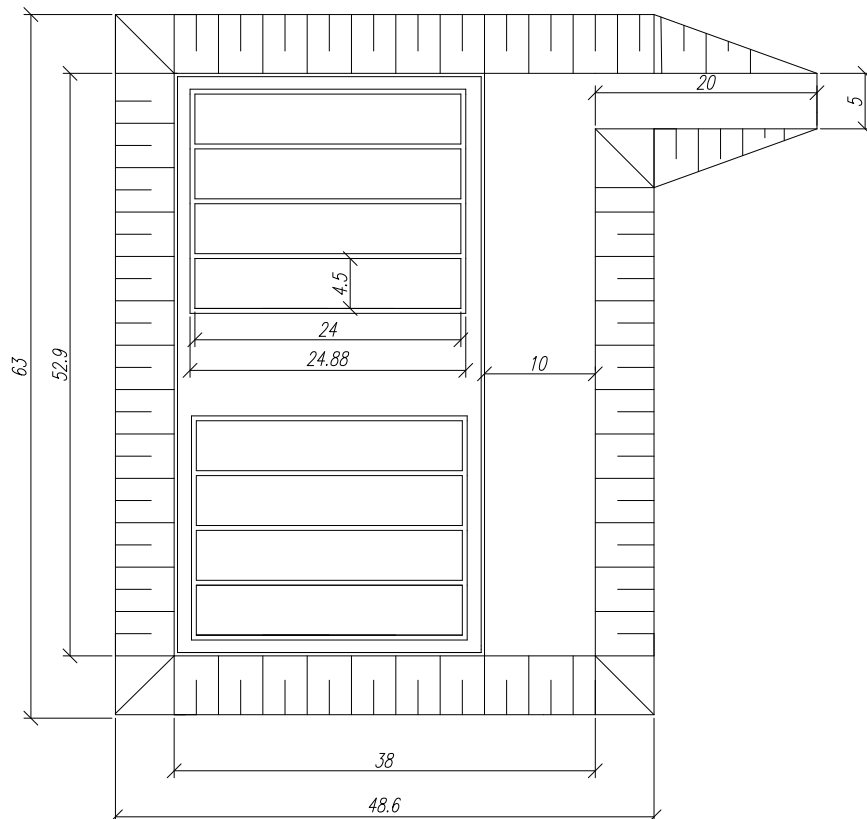


Рис. 5.1. Схема улаштування аеротенку

## 5.2. Розрахунок об'єму земляних робіт

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

$$A_{\text{кmin}}^{\text{д}} = A_{\text{бс}} + 2 \cdot v_p; \quad B_{\text{кmin}}^{\text{д}} = B_{\text{бс}} + 2 \cdot v_p,$$

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

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

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

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

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

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

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

Далі розраховуємо загальний об'єм ґрунту при розробці котловану.

Визначаємо об'єм ґрунту на винос:

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

де  $V_{\text{тр.}}$  - об'єм ґрунту з виїзної траншеї, м<sup>3</sup>;

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

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

Визначаємо об'єм ґрунту на зворотну засипку:

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

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

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

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

Визначаємо об'єм ґрунту на вивіз:

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

Вибір землерийної машини.

Для вибору екскаватора враховуємо глибину і радіус копання. Схема роботи екскаватора приведена на рис. 5.2.

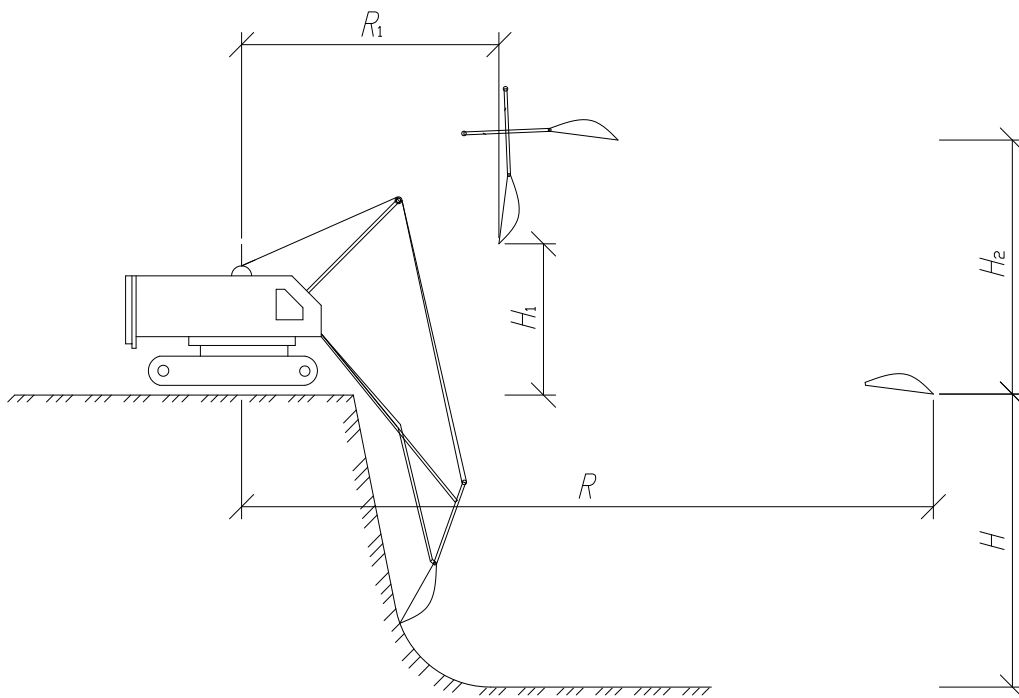


Рис. 5.2. Схема вибору екскаватора

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

#### Розробка графіка руху транспортних засобів при розробці котловану

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

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

5. Число транспортних засобів знаходиться як:

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

де  $t_n$  – час завантаження ґрунту в транспортний засіб ,хв.;

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

$t_p$  – час розвантаження транспортного засобу, хв.;

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

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

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

6. Знаходження часу завантаження ґрунту  $t_n$  транспортних засобів.

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

де  $M$  – кількість ковшів екскаватора забезпечую чого наповнення кузова транспортного засобу.

$t_{ц}$  – знаходимо за табл.5;

$k_T$  – коефіцієнт транспорту;

$$M = \frac{P}{\rho \cdot K_1},$$

$P$  – вантажопідйомність транспортного засобу;

$\rho$  - середня густина ґрунту , т/м<sup>3</sup> ;

$K_1$  – коефіцієнт наповнення ґрунту:

$$K_1 = \frac{K_n}{K_p},$$

$K_n$  – коефіцієнт наповнення ковша рихлим ґрунтом;

$K_p$  – коефіцієнт розрихлення ґрунту.

7. Знаходження часу пробігу транспортного засобу  $t_{np}$

$$t_{np} = \frac{2z \cdot 60}{V_{cp}},$$

де  $z$  – відстань від місця завантаження до місця розвантаження . км

$V_{cp}$  – швидкість руху, км/год.

### 5.3. Монтажні роботи

При зведенні даних споруд із збірних залізобетонних елементів ведучим основним процесом являється монтаж. Спочатку вибираємо схему виконання ведучого процесу обумовлений типом споруди, його об'ємно-планувальними і конструктивними особливостями.

Розрізняють три схеми виконання монтажних робіт:

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

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

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

За Схемою *I* зводять споруди водопостачання та водовідведення, ширина яких не перевищує 15 м; за Схемою *II* – шириною 16 – 30 м; за Схемою *III* – шириною понад 30 м.

Для скорочення тривалості будівництва споруд водопостачання або водовідведення організують роботи потоковим методом, оснований на розчленуванні загального виробничого процесу на складові, призначенні для кожного із них, за можливістю, однакової тривалості і суміщення їх виконання в часі. Поточний метод виконання робіт сприяє також рівномірній і неперервній потребі ресурсів і відповідному випуску продукції.

Зазвичай об'єкт розбивають на ділянки однакові за трудомісткістю. Ділянки вважають рівними, якщо об'єми робіт, а значить і трудомісткості відрізняються не більше ніж на 20%. Прийнята планова трудомісткість, у цьому випадку, може бути зрівняна за рахунок перевиконання норм.

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

*Першу групу складають невеликі окремо стоячі споруди циліндричної і прямокутної форм в плані шириною до 15, які об'єднані в технологічний блок з трубопроводами, кожна з них приймають в якості однієї монтажної ділянки.*

Друга група – це прямокутні і циліндричні в плані ємкісні споруди шириною понад 15 м, які розділені на секції, коридори і прольоти, обмежені стінами (замкнутими або не замкнутими по контуру) і колонами або роздільними діафрагмами. Ці прольоти або секції і приймають в якості монтажних ділянок. Якщо об'єми робіт недостатні для продуктивності кранів, то в якості монтажної ділянки приймають дві або більше число секцій.

Підраховавши за заданою схемою будівлі кількість монтажних елементів за марками та визначивши їх масу за довідником, альбомами збірних уніфікованих елементів, складаємо таблицю переліку збірних конструкцій та обсягів робіт. Також складаємо специфікацію матеріалів на влаштування монолітних ділянок і на допоміжні роботи.

### Вибір методу монтажу

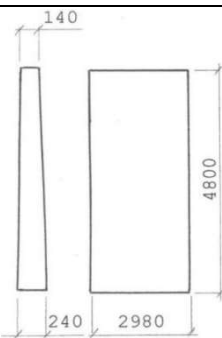
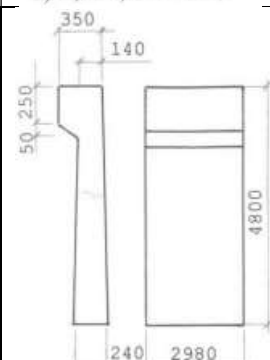
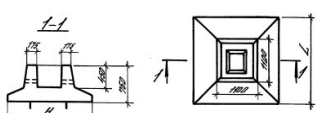
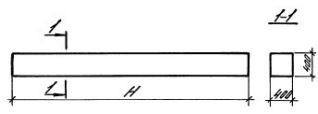
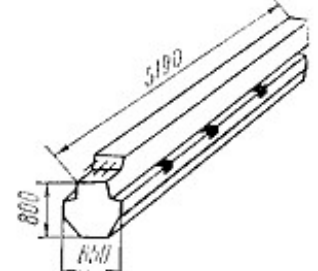
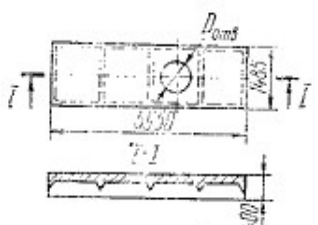
Знаючи необхідні об'єми будівельних елементів вирішують питання вибору методу їх монтажу, рівень його організації і механізації. Вибраний метод монтажу повинен забезпечувати стійкість змонтованої частини будівлі на будь-якій стадії спорудження й можливість безпечного виконання монтажних робіт.

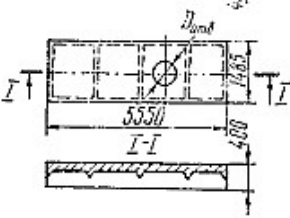
1. Напрямок розвитку монтажного потоку – вздовж.
2. Послідовність монтажу покриття - комбінована.
3. Засоби механізації монтажу – самохідні стрілові крани.
4. Міра укрупнення конструкції –відправні елементи.
5. Подача конструкцій під монтаж – зі складу.
6. Спосіб піднімання конструкцій – вільний.

**Характеристики монтажних елементів** наведено у табл. 5.1, де вказано їх маркування, ескізи, розміри, маса в тонах та об'єм залізобетону.

## Характеристика монтажних елементів

Таблиця 5.1

№ n/n	Монтажні елементи	Марка	Ескіз	Маса елемента, т	Об'єм елемента, м <sup>3</sup>
1	2	3	4	5	6
1	Стінова панель	ПС2-48-БГ1		6,7	2,69
2	Стінова панель	ПС1-48-БГ1		7,1	2,85
3	Фундамент під колону	2ФР2		4,18	1,67
4	Колона	ЗКР48		1,7	0,63
5	Ригель	Р-1		4,2	2,35
6	Плита покриття	1П7		1,2	1,05

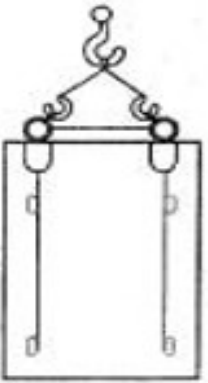

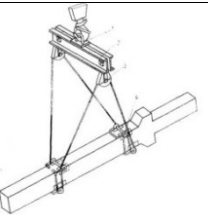
7	Плита покриття	1ПЗ		2,3	1,9
---	----------------	-----	--	-----	-----

### Вибір монтажних захватних засобів

Монтажні захватні засоби для піднімання конструкцій вибираємо для окремих конструкцій по довідникам. Отримані дані зводимо в табл. 5.2.

### Захватні засоби для піднімання конструкцій

Таблиця 5.2

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

## 5.4. Визначення монтажних характеристик елементів

Монтаж збірних залізобетонних конструкцій виконується самохідними стріловими кранами. Відповідно до переліку робіт, монтаж планується здійснювати з попереднім розкладанням усіх елементів надземної частини будівлі. З метою попереднього розвантаження передбачається залучення автокрана в дні завезення конструкцій.

Укрупнення конструкцій на будівельному майданчику не передбачається. Транспортування конструкцій до об'єкта планується здійснювати автотранспортом безпосередньо від постачальника.

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

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

**Монтажна маса конструкції ( $Q_m$ )** визначається загальною масою, яку треба підняти, перемістити та встановити в проектне положення залежно від прийнятого способу підйому.

$$Q_m = Q + \sum q$$

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

**Монтажна висота ( $H_m$ )** – технологічно необхідна мінімальна висота підйому монтажних елементів що забезпечує їх монтаж.

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

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

$h_2$  - висота піднімання елемента над опорою, м;

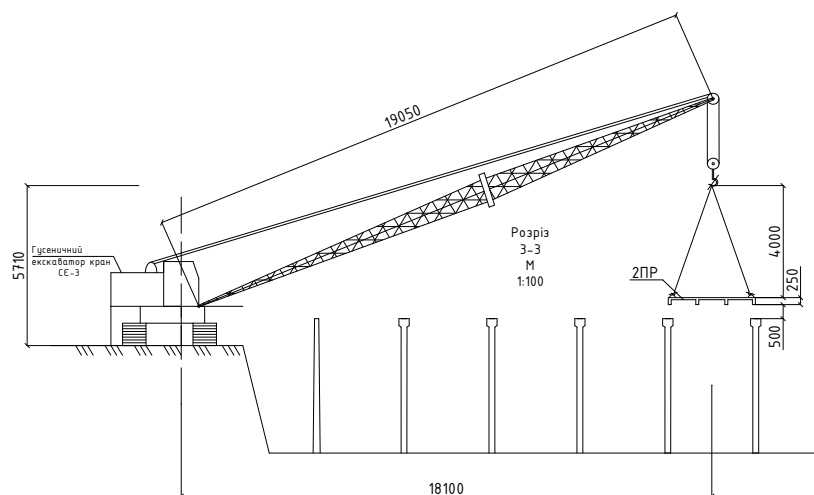
$h_3$  - висота елемента, який монтують, м;

$h_4$  - висота захватного засобу, м.

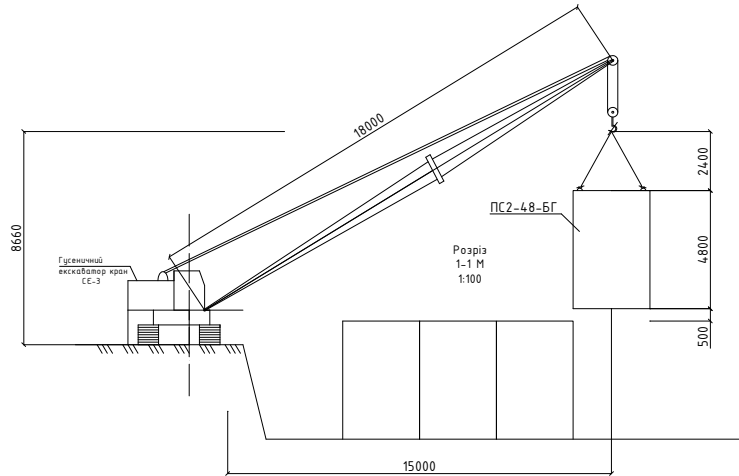
Монтажну висоту будемо враховувати для самого високого вертикального елемента – колони, горизонтального, що знаходиться на самій високій позначці – плити покриття та самого важкого елемента з них.

**Монтажний виліт**  $L_m$  визначається як мінімально необхідний виліт стріли крана для монтажу даної конструкції.

**Схема монтажу плити покриття**- монтаж планується здійснювати вздовж прольоту (рис. 5.3).

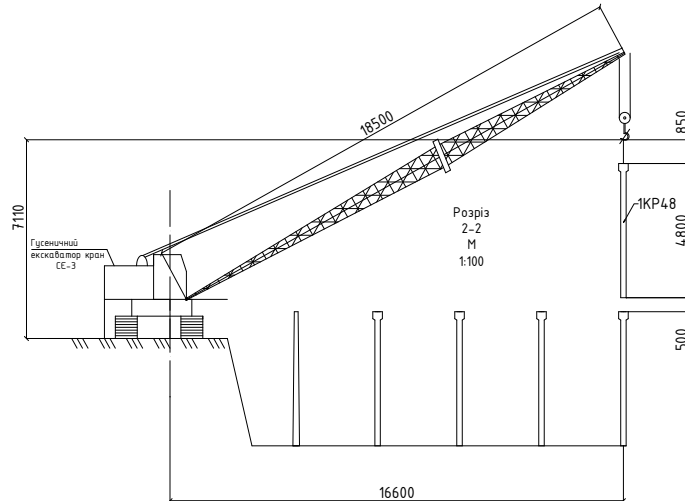


**Стінові панелі** – монтаж планується здійснювати по днищу внутрішньої сторони, вісь руху крану розташована на мінімальній відстані від вісі зовнішнього ряду колон (рис. 5.4).



Виходячи з розрахованих потрібних параметрів, за характеристиками, що встановлюються по довіднику здійснюється вибір кранів, які задовольняють потрібні значення параметрів.

### Монтаж колон (рис. 5.3)



### Вказівки до виконання робіт

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

2. Піднімати елементи потрібно у 2 прийоми: спочатку на висоту 20-30 см, в такому положенні перевірити траверси чи стропи, надійність захватів, міцність вантажних петель та інше, після чого дозволяється подальший підйом елементів.

3. Монтажники забезпечуються страховими поясами за допомогою яких вони міцно прикріплюють себе до закріплених конструкцій.

4. Монтаж (демонтаж) інвентарних риштувань необхідно здійснювати у послідовності та за вимогами, визначеними у технічній документації риштувань.

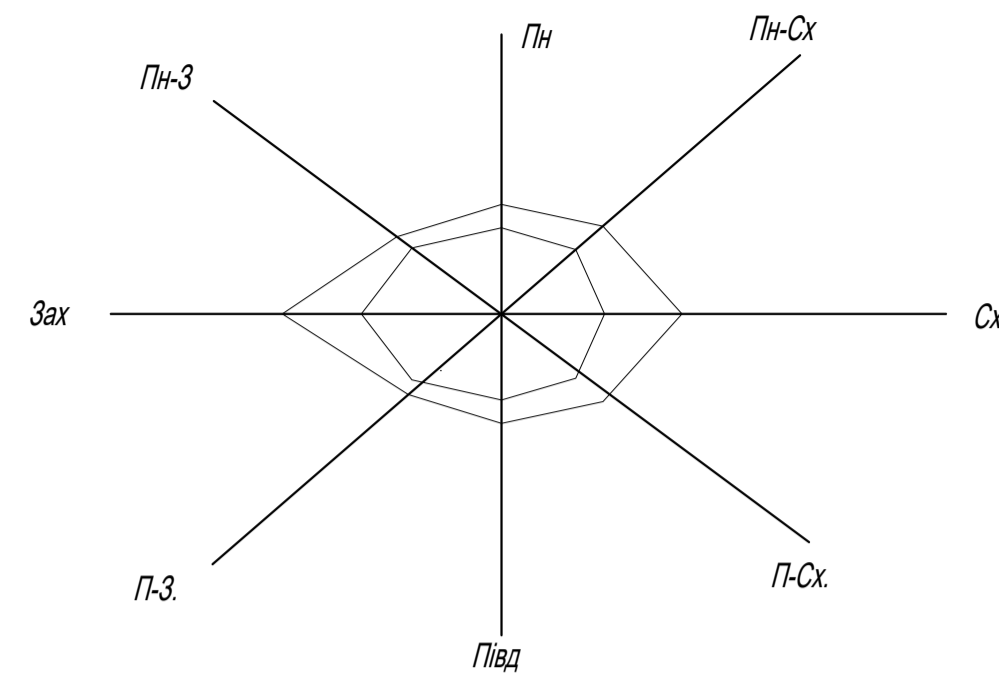
5. В місцях підймання людей на риштування повинні бути розміщені плакати на яких наведені схеми навантажень їх величини, а також схеми евакуації працівників у випадку виникнення аварійних ситуацій.

6. При виконанні електрозварювальних робіт потрібно дотримуватися правил по електробезпеці виконувати вимоги по захисту людей від шкідливого впливу променів електричної дуги.

7. Крутість укосів виїмок глибиною більше 3 м за гідрологічних умов і виду ґрунту приймаємо 1:0,5-0,63.

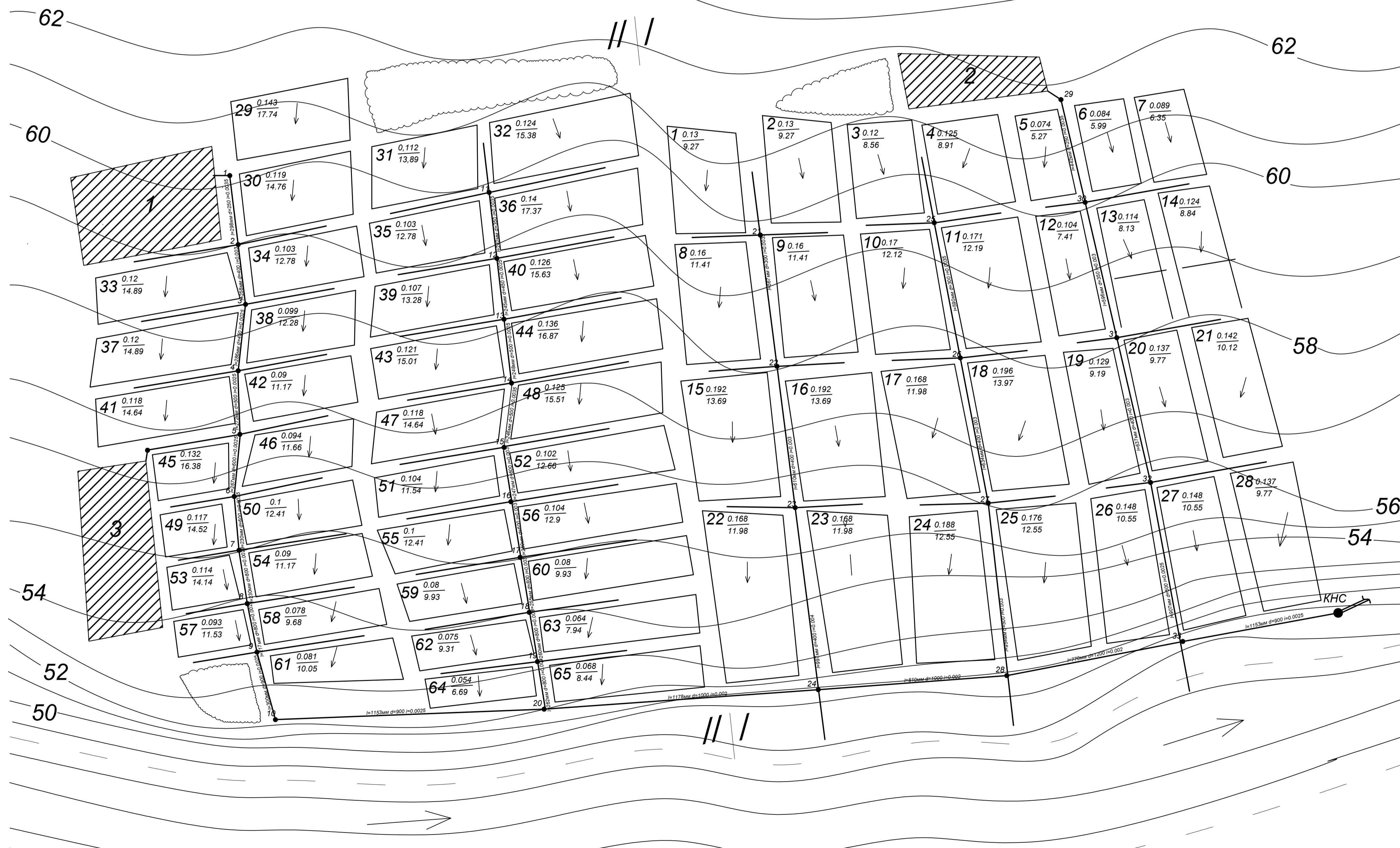
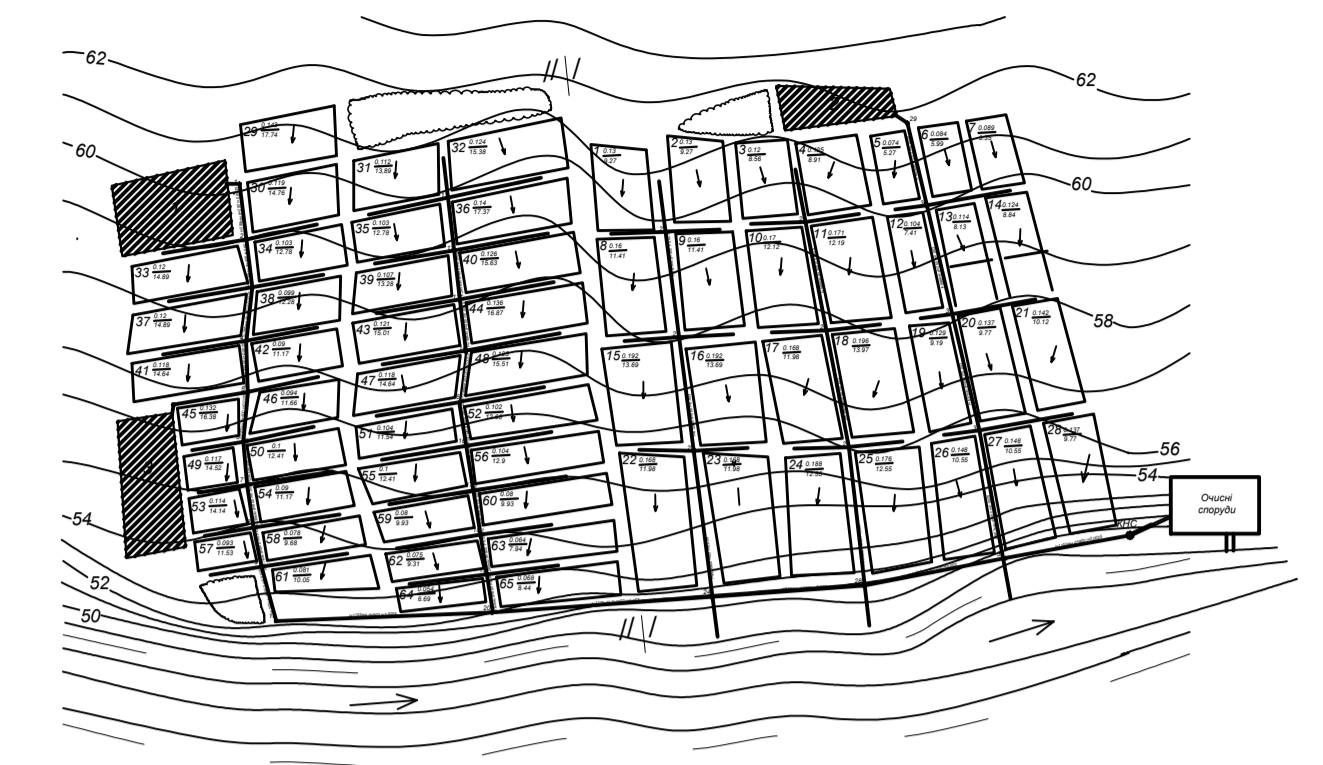
## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. ДБН В.2.5-75:2013. Мінрегіон України, Київ-2013.
2. Внутрішній водопровод та каналізація. ДБН В.2.5-64:2012. Мінрегіон України, Київ-2012.
3. Канализация населенных мест и промышленных предприятий. Справочник проектировщика.
4. Залуцкий Е.В., Петрухно А.И. Насосные станции. Курсовое проектирование.
5. Василенко О.А. Водоотведение. Курсовое проектирование.
6. Ласков Ю.М., Воронов Ю.В., Калицун В.И. Примеры расчетов канализационных сооружений.
7. Турк В.И., Минаев А.В., Карелин В.Я.. Насосы и насосные станции.
8. Константинов Ю.М., Василенко О.А., Сапунин А.А., Батченко Б.Ф. Гидравлический расчет сетей водоотведения. Таблицы.
9. Лукиных А.А., Лукиных Н.А. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле академика Н.Н. Павловского.
10. Ф.А. Шевелев Ф.А., Шевелев А.Ф.. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб.
11. Яковлев С.В., Карелин Я.А., Жуков А.И., Колобанов С.К.. Канализация.
12. Система проектної документації для будівництва. Умовні графічні зображення і позначення елементів санітарно-технічних систем. ДСТУ Б А.2.4-8:2009. Чинний від 01.01.2010. / В. Єременко, Ю. Чмельов. – Офіц. вид. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 34 с.

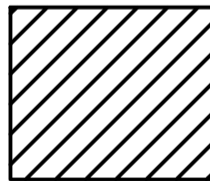
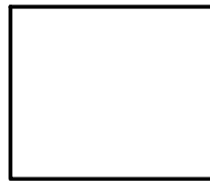



# Генплан міста з мережами водовідведення М 1:10000

Ситуаційний план міста М1:50000

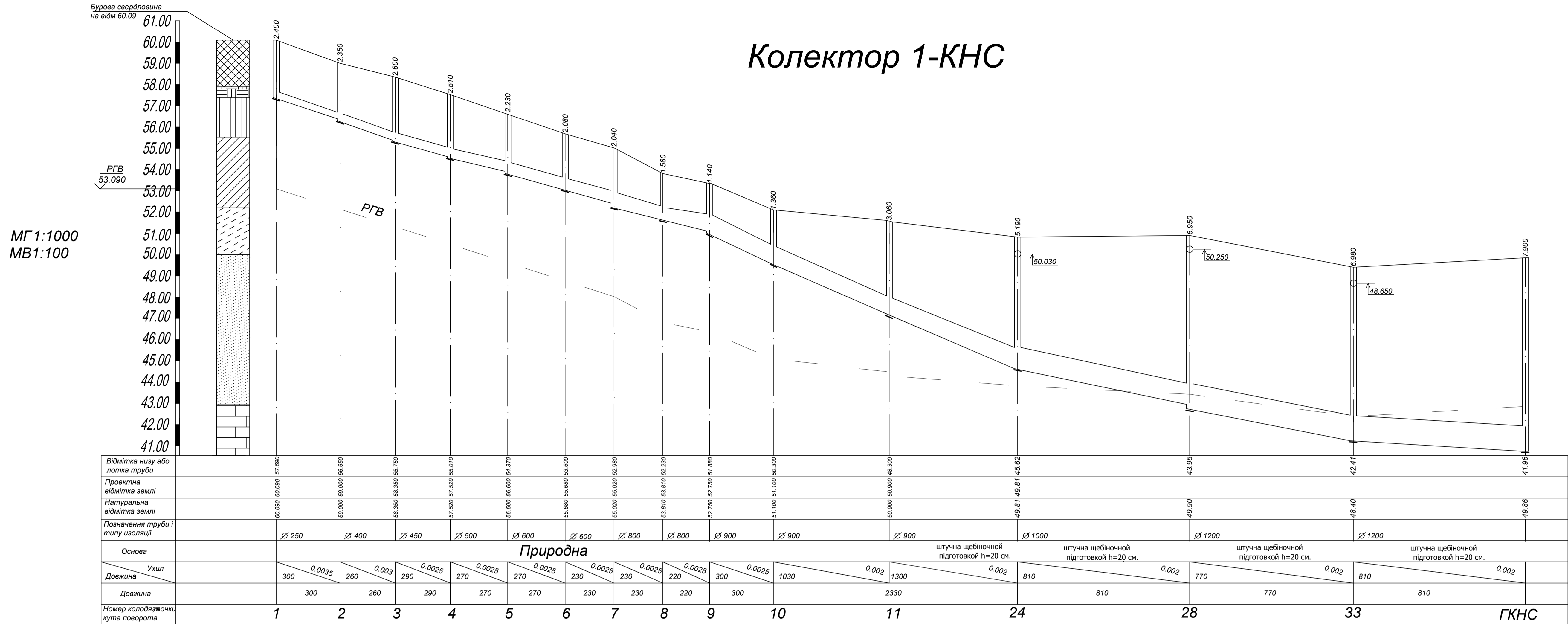


Умовні позначення

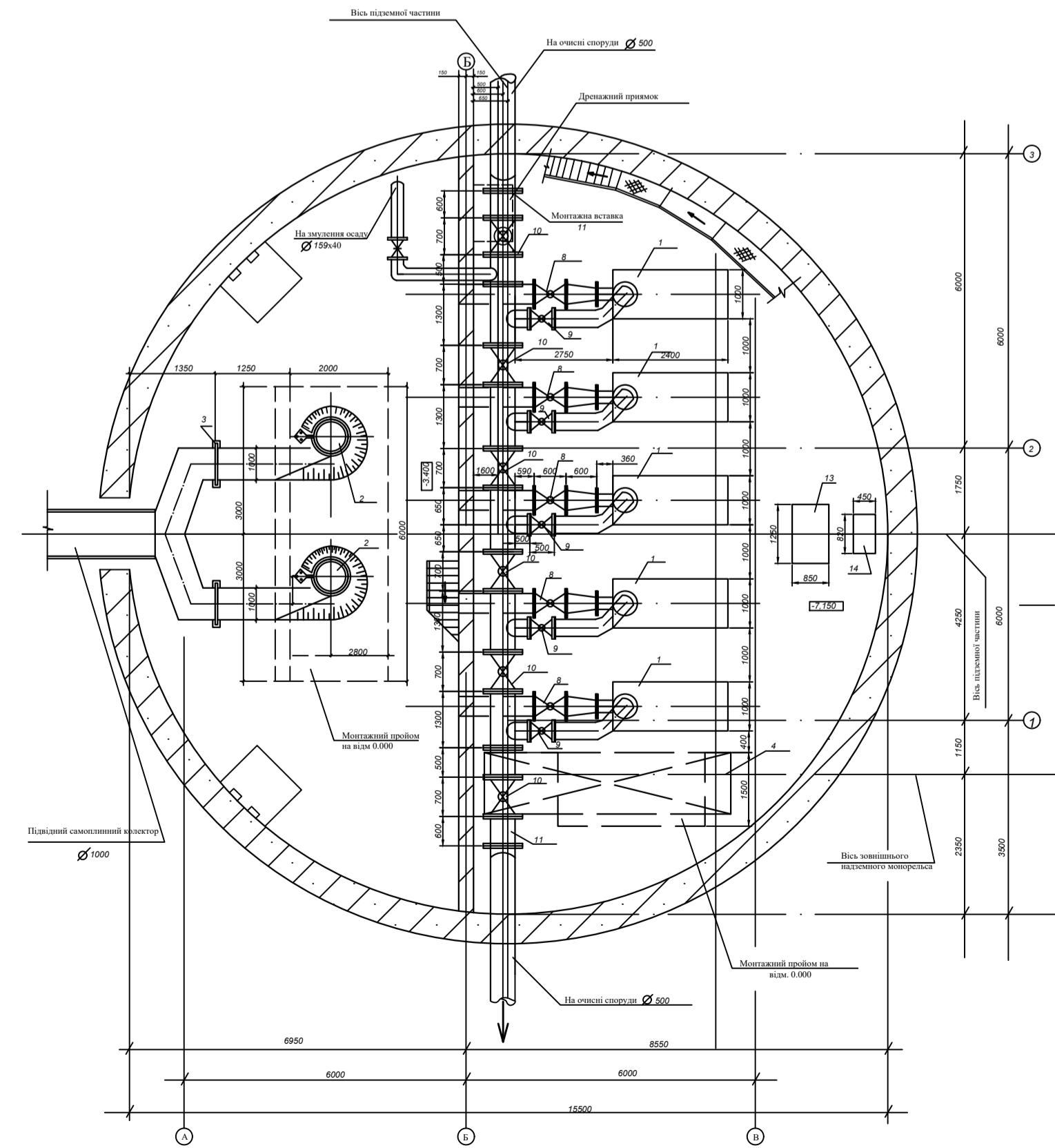
-  Промислові підприємства
-  Житлові квартали
-  Зелені насадження

Бакалаврська робота										
Кафедра водопостачання та водовідведення										
Зм.	Кл.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	Водовідведення міста з розробкою санітарно-технічного обладнання житлового будинку підвищеної поверховості		Стадія	Лист	Листів
Розробив				Крулик І.О.				БР	1	5
Керієник				Кравчук О.А.						
Зав.кафедр.				Хоружий В.Г.		Генплан з мережами водовідведення міста М1:10000. Ситуаційний план М1:50000				
								КНУБА-2022 ФІСЕ, гр.зВВ-51		

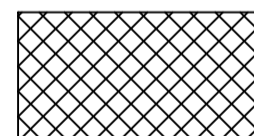
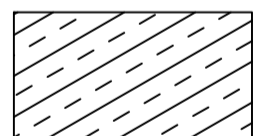
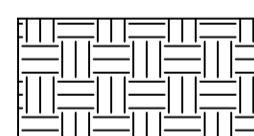
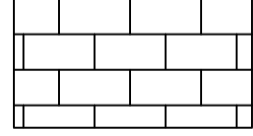
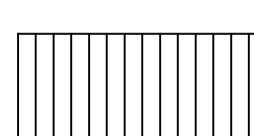
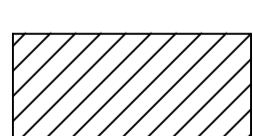
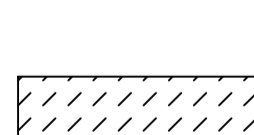
# Колектор 1-КНС



План ГКНС на відм. -3,400; -7,150 М 1:100

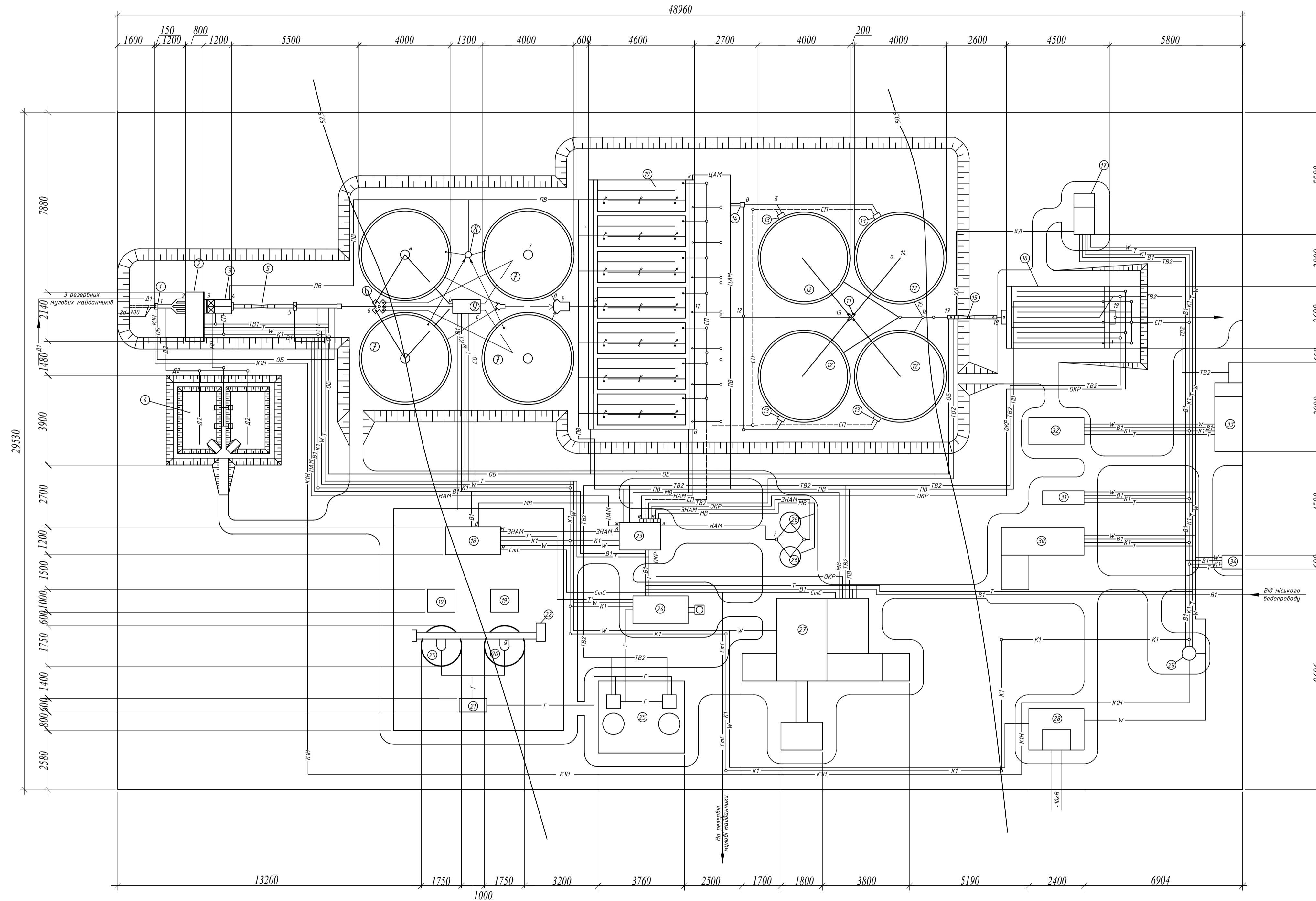


## Умовні позначення ґрунтів

-  Насипний ґрунт
-  Пісок крупний
-  Рослинний ґрунт
-  Вапняк
-  Лес
-  Суґлинок
-  Супісок

<b>Бакалаврська робота</b>										
<b>Кафедра водопостачання та водовідведення</b>										
Зм.	Кіл.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	Водовідведення міста з розробкою санітарно-технічного обладнання житлового будинку підвищеної поверховості		Стівія	Лист	Листів
Розробив	Крулик І.О.					Профіль колектору 1-КНС. Умовні позначення ґрунтів. План ГКНС на відм. -3,400, -7,150 М 1:100		БР	2	5
Керієник	Кравчук О.А.							КНУБА-2022 ФІСЕ, гр.зВВ-51		
Зав.кафедр.	Хоружий В.Г.									

# План каналізаційних очисних споруд М 1:1000



## Умовні позначення

Поз.	Найменування
ТВ1	Трубопровід технічної води після I відстійників
ТВ2	Трубопровід технічної води після II відстійників
В1	Трубопровід питної води
Д1	Трубопровід дренажу резервних мулових навіднички
Д2	Трубопровід дренажу піскових навіднички
2д	2 трубопроводи від КНС міста
ОБ	Обвідний трубопровід
Ш	Сильовий кабель
ПП	Пісокотривола
К1	Побутова каналізація (самопливна)
КН	Натяжна тарілка побутової каналізації
ЛВ	Ливнотрубопровід
СП	Спорядження споруд
НАМ	Навітряний активний мул
ЗНАМ	Земляний навітряний активний мул
ЦАМ	Циркуляційний активний мул
МВ	Мулова вода
СО	Сирий осад первинних відстійників
Ж	Сливаючі (жари) зазбурдення
Смс	Стабілізована сульфід
Т	Теплообмінник
Т	Технологічний теплообмінник
Г	Газопровід
ХЛ	Трубопровід хлорної води
ОКР	Осад з контактного резервуару

## Експлікація

Поз.	Найменування
1	Приймальна камера
2	Будинки ґрат з ґратами МГ-7Т
3	Пісокотривола горизонтальні аеровані
4	Піскові навіднички 15x20м
5	Витребувальний лоток
6	Розподільча камера первинних відстійників
7	Первинний радіальний відстійник D=40м
8	Жироуловники
9	Насосна станція сирого осаду
10	Аеротенки-бітискувачі приєднані
11	Розподільча камера вторинних відстійників
12	Вторинний радіальний відстійник D=40м
13	Мулова камера
14	Камера вріфінг
15	Знижувач типу "Лоток Паршалє"
16	Контактний резервуар
17	Хлораторна
18	Насосна станція метаненків
19	Інжектори метаненків
20	Резервуари метаненків
21	Газовий пункт метаненків
22	Башта ліфту метаненків
23	Насосна підпробувна станція
24	Котельня
25	Газогалери
26	Мулозсувувачі вертикальні
27	Блок механічного зневоднення осаду
28	Трансформаторна підстанція
29	Каналізаційна насосна станція побутових стічних вод
30	Адміністративний корпус з їдальнею та лабораторією
31	Мастерня
32	Складські приміщення
33	Гараж з місцем автомобіля
34	Прокіна

## Бакалаврська робота

Кафедра водопостачання та водовідведення

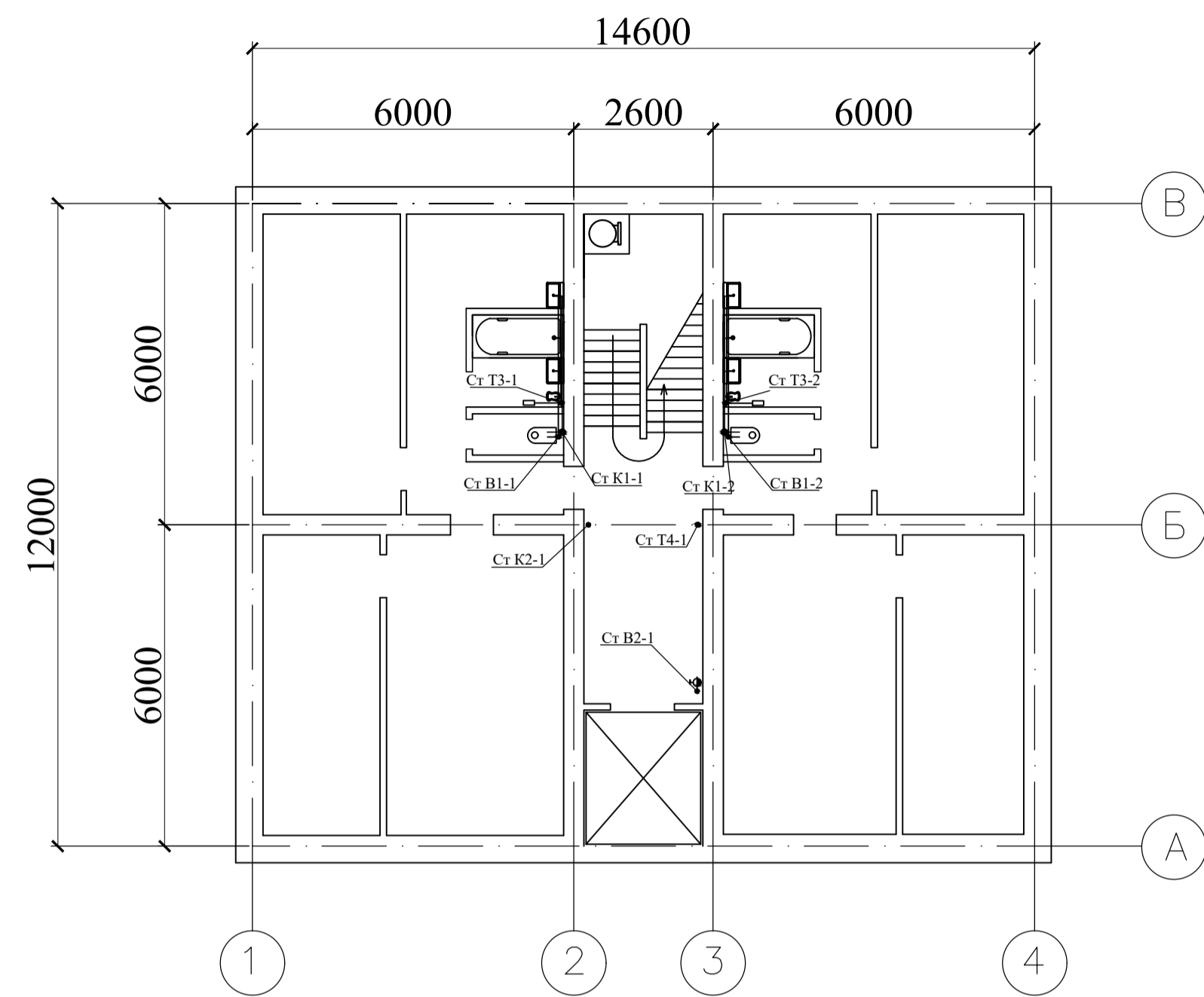
Зм.	Кіл.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	Студія	Лист	Листів
Розробив	Крулик І.О.					БР	3	5
Керієник	Кравчук О.А.							
Зав.кафедр.	Хоружий В.Г.							

Водовідведення міста з розробкою санітарно-технічного обладнання житлового будинку підвищеної поверховості

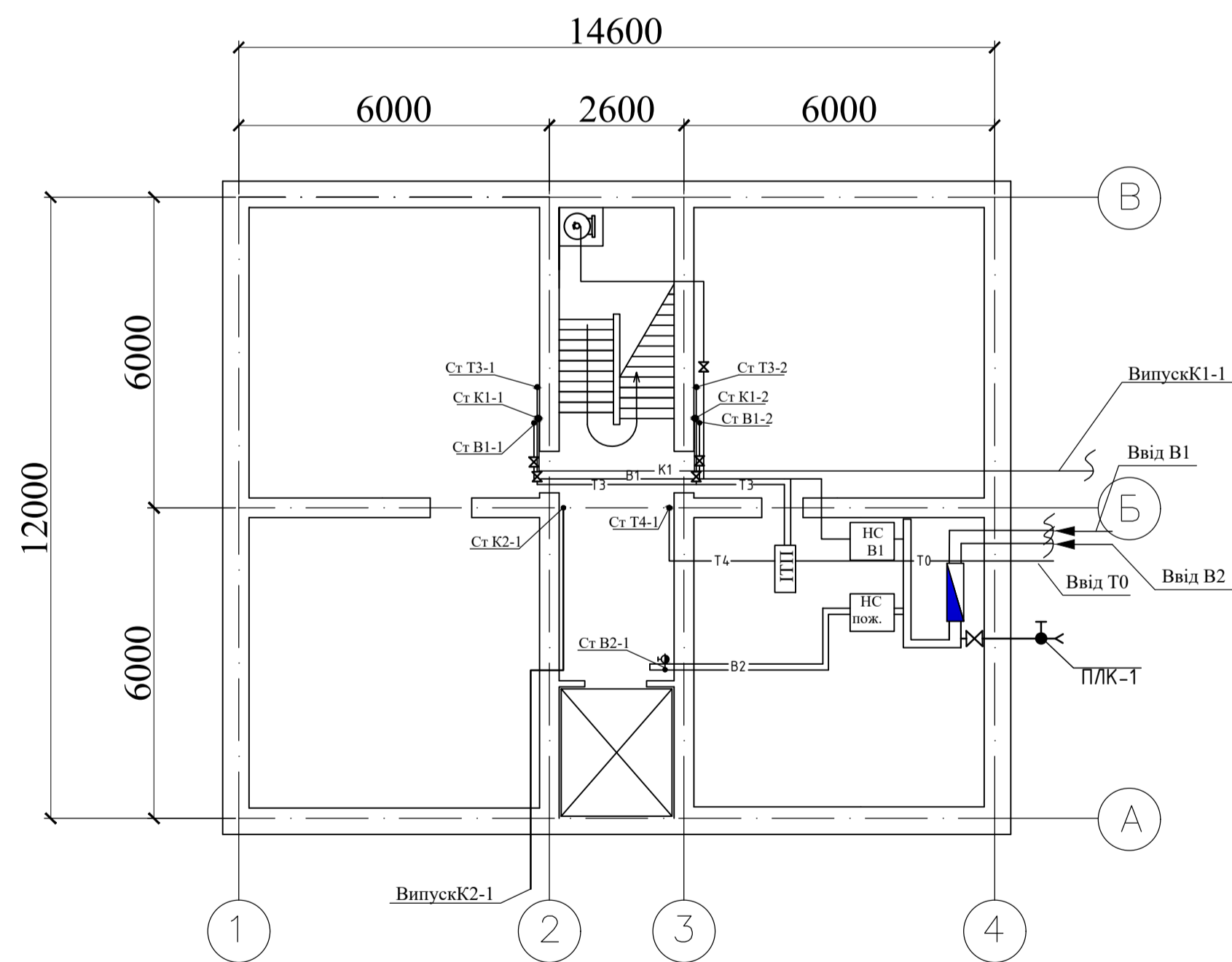
Генеральний план каналізаційних очисних споруд М 1:1000. Експлікація споруд. Умовні позначення

КНУБА-2022  
ФІСЕ, гр.ЗВВ-51

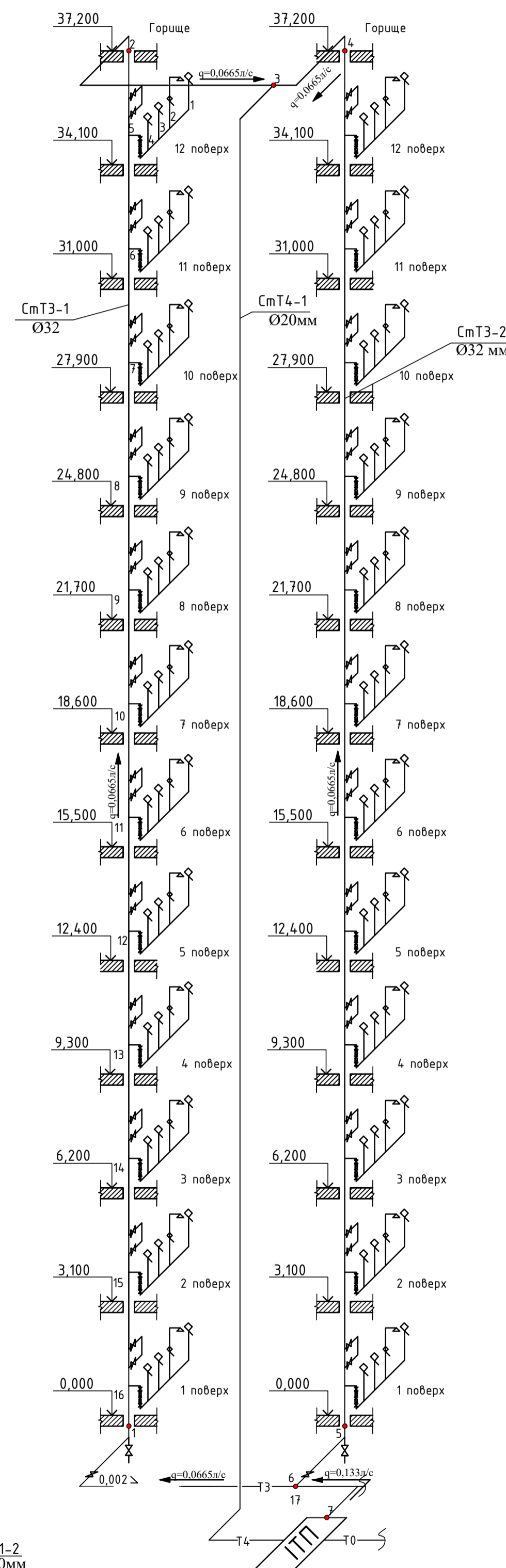
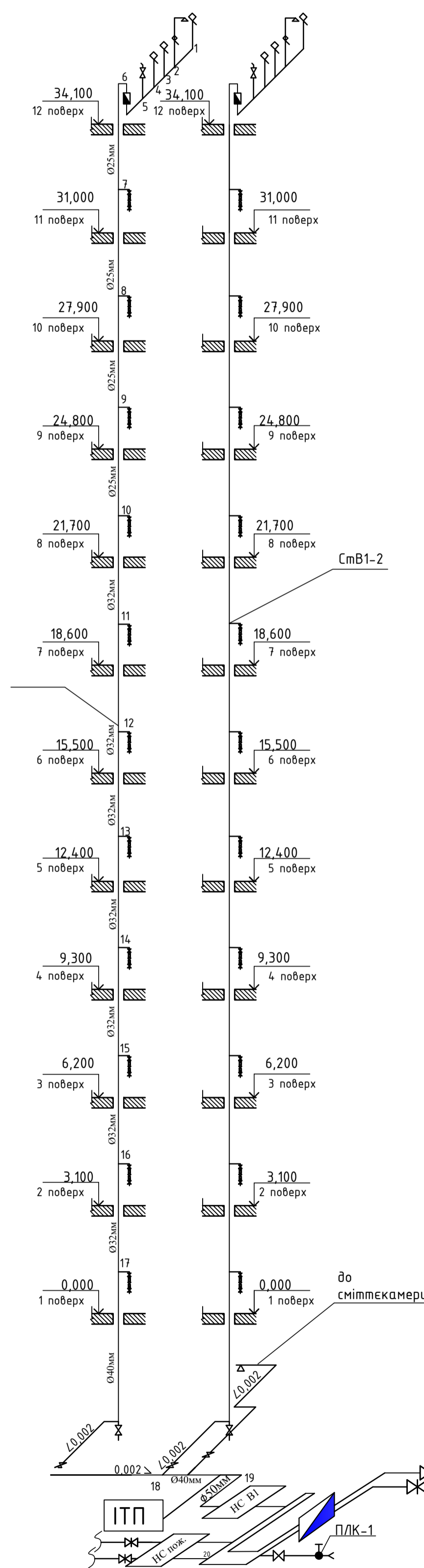
План типового поверху  
М 1:100



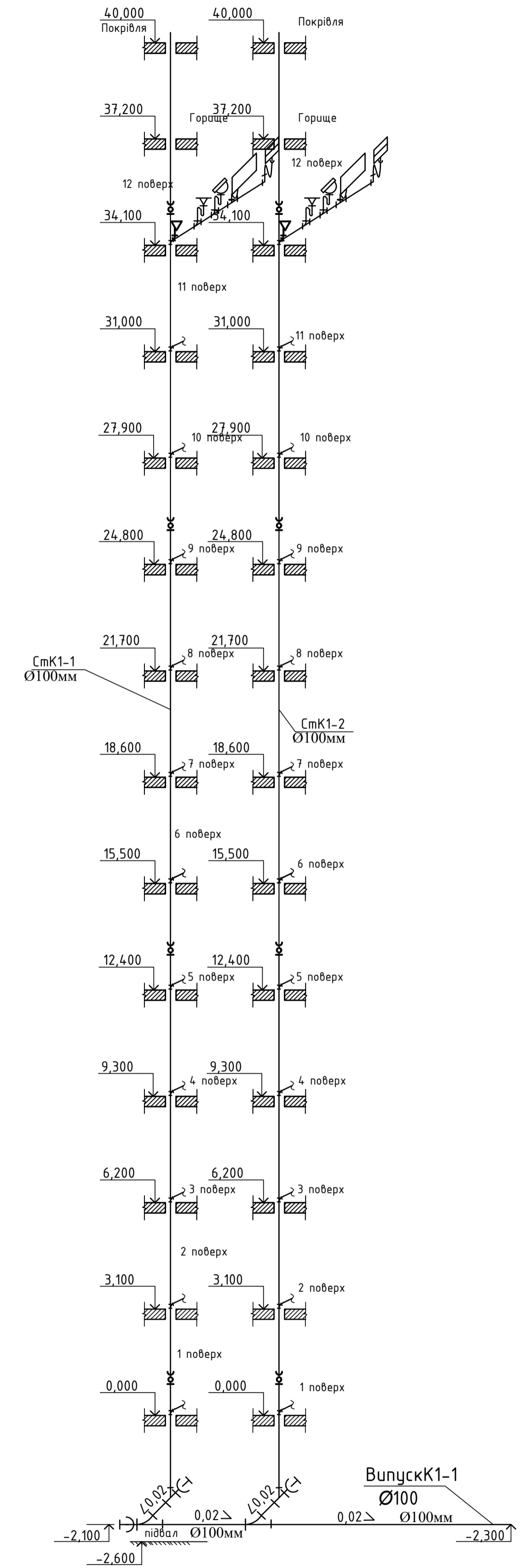
План підвалу М 1:100



Аксонетрична схема системи В1  
Аксонетрична схема системи Т3-Т4



Аксонетрична схема системи В2



Бакалаврська робота

Кафедра водопостачання та водовідведення

Зм.	Кіл.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	Водовідведення міста з розробкою санітарно-технічного обладнання житлового будинку підвищеної поверховості	Студія	Лист	Листів
Розробив	Крулик І.О.						БР	4	5
Керієник	Кравчук О.А.					План типового поверху М 1:100. План підвалу М 1:100. Аксонетричні схем систем В1, Т3-Т4, К1			
Зав. кафедр.	Хоружий В.Г.								

КНУБА-2022  
ФІСЕ, гр.зВВ-51

