

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет інженерних систем та екології

Кафедра водопостачання та водовідведення

Допустити до захисту в АЕК  
Зав. кафедри

\_\_\_\_\_ В.П. Хоружий  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 року

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту

бакалавр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему:

**«Водовідведення і очистка стічних вод міста з розробкою  
санітарно-технічного обладнання будинку»**

Виконав: студент 4 курсу, групи ВВ - 41  
Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»  
Освітня програма «Водопостачання та водовідведення»

\_\_\_\_\_ К.І. Мотренко

Керівник \_\_\_\_\_ В.П. Хоружий

Рецензент \_\_\_\_\_ ПІБ

Київ 2022 р.

## Зміст

	Стор.
Вступ.....	3
Розділ 1. Водовідвідна мережа міста.....	5
Розділ 2. Каналізаційна насосна станція.....	20
Розділ 3. Очисні споруди водовідведення.....	32
Розділ 4. Санітарно-технічне обладнання житлового будинку.....	55
Розділ 5. Технологія і організація будівельного виробництва.....	68
Використана література.....	82

## ВСТУП

Аналіз екологічної ситуації в Україні і в цілому в світі показує що в останні роки має місце значне погіршення екологічної ситуації. Це в першу чергу стосується запасів питної води і її якості в природних джерелах. Одним з реальних і ефективних можливих способів покращення цієї ситуації є раціональне використання водних ресурсів, в тому числі оптимальне проектування систем водопостачання і водовідведення населених пунктів і промислових підприємств.

В представленій бакалаврській роботі розглянуто проект системи водовідведення міста з розробкою внутрішнього санітарно-технічного обладнання житлового будинку. Композиційно робота складається з таких основних розділів. Розділу, в якому приведена загальна характеристика району будівництва: гідрогелогічні умови району в тому складі наявність переважаючих дії і сили вітрів, приводяться основні характеристики водних джерел району, а саме витрата і якість води в річці, оцінено вплив ґрунтових вод на особливості експлуатації споруд.

В першому розділі роботи розглянуто загальні характеристики населеного пункту. Так за ступенем благоустрою місто розділено на два райони: в першому з них має місце забудова 5 поверховими будівлями зі щільністю населення 16000 осіб на один квадратний кілометр і нормою водовідведення 300 л/особу на добу; в другому районі щільність населення становить 23000 осіб на один км<sup>2</sup> забудови і нормою водовідведення 200 л/особу на добу. В місті працюють три підприємства, в проекті підраховані витрати води, що споживаються і відводяться від них, як на виробничі так і господарсько-питні потреби та прийом душових процедур. Виконані розрахунки об'ємів водовідведення, як від окремих районів і підприємств, так і від всього населеного пункту в цілому.

Для відводу використаних вод від споживачів на очистку в даній роботі запроектована централізована самоплинна мережа водовідведення,

яка прокладається з водовідвідних керамічних труб  $D = 200 - 400$  мм і залізобетонних безнапірних труб 500 - 1000 мм. В проекті виконано гідравлічний розрахунок даних трубопроводів.

По водовідвідних трубах стічні води самоплином надходять в занурену каналізаційну насосну станцію. Звідки 5 каналізаційними насосами (3 робочих 2 резервних) перекачуються на міські очисні споруди. Максимальна добова витрата суміші господарсько-побутових і виробничих стічних вод від міста становить  $34700 \text{ м}^3/\text{добу}$ .

Для очистки відведених стічних запроєктовані міські очисні споруди. В проекті передбачена повна біологічна очистка стічних вод. Очисні споруди складаються з споруд механічної очистки (решітки-дробарки, пісковловлювачі, первинні відстійники), споруди біологічної очистки (аеротенки і вторинні відстійники), споруд обробки осаду (мулозгущувачі, метантенки, газгольдери, піскові майданчики) і споруд знезараження очищених стічних вод хлором (хлораторна, змішувач, контактні резервуари). Скидання очищених стічних вод здійснюється в річку.

Також в даній бакалаврській роботі розроблено проект санітарно-технічного обладнання. Запроєктовано системи централізованого внутрішнього холодного і гарячого водопостачання, систему господарсько-побутової і дощової каналізації. Здійснено гідравлічні розрахунки відповідних інженерних систем. При проектуванні систем водопостачання прийнято труби сталеві водогазопровідні оцинковані труби, системи каналізації – з пластмасових безнапірних труб. Застосовано сучасне технічне обладнання.

Вирішено питання технології і організації будівельного виробництва при зведенні майданчика очисних водовідвідних споруд міста в цілому а також окремих очисних споруд.

При виконанні бакалаврської роботи використана сучасна нормативна, технічна та навчальна спеціальна література і типові інженерні рішення конкретних об'єктів.

Розділ 1  
**Водовідвідна мережа міста**

## 1.1. Визначення об'ємів водовідведення

### Попередні розрахунки

Об'ємів водовідведення стічних вод від міста, що проектується, в загальному випадку складається з витрати від населення і промислових підприємств.

Величина витрати від населення залежить від його кількості. В нашому випадку кількість населення визначається за генпланом міста в залежності від площі житлових кварталів і щільності проживання жителів. У відповідності із завданням генплан міста представлено в масштабі 1:5000. Тобто, один сантиметр на генплані відповідає відстані в 50 м. Тоді площа на генплані в 1 см<sup>2</sup> відповідає площі реальної забудови в 2500 м<sup>2</sup> = 0,25 га = 0,0025 км<sup>2</sup>. За щільністю населення і ступенем благоустрою місто ділиться на два райони: щільність населення I район 16000; II район 23000 осіб на 1 км<sup>2</sup>; за ступенем благоустрою (нормою водовідведення) I район 300 л/ос. добу; II район – 200 л/ос. добу.

Визначаємо питоме водовідведення окремо для кожного району за формулою:

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

де Щ – щільність населення в кожному районі;

q – норма водовідведення в районі.

Для першого району будемо мати:

$$\bar{q}_1 = \frac{16000 \cdot 300}{86400} = 55,56, \text{ л/с} \cdot \text{км}^2;$$

Для другого району:

$$\bar{q}_2 = \frac{23000 \cdot 200}{86400} = 53,24, \text{ л/с} \cdot \text{км}^2.$$

Далі, для кожного кварталу кожного з районів визначаємо його площу, км<sup>2</sup>; кількість жителів у кварталі і середню витрату стічних вод з нього. Результати розрахунків зводимо в табл. 1.1.

### Середнє водовідведення від кожного жилого кварталу

Таблиця 1.1

№ кварт	Розміри кварталу	Площа, км <sup>2</sup>	Щільність населення, чол./км <sup>2</sup>	Кількість мешканців у кварталі, чол.	Питомий стік, л/с·км <sup>2</sup>	Середня витрата, л/с	Прим
1	2	3	4	5	6	7	8
1	0,26x0,55	0,143	16000	1473	55,56	7,93	I район
2	0,28x0,55	0,154	16000	1473	55,56	8,56	
3	0,26x0,53	0,138	16000	1473	55,56	7,67	
4	0,26x0,53	0,138	16000	1473	55,56	7,67	
5	0,30x0,60	0,180	16000	1760	55,56	9,98	
6	0,30x0,54	0,162	16000	1760	55,56	8,99	
7	0,26x0,52	0,135	16000	1248	55,56	7,48	
8	0,28x0,52	0,146	16000	1248	55,56	8,11	
9	0,27x0,65	0,174	16000	1505	55,56	9,65	
10	0,26x0,63	0,164	16000	1505	55,56	9,11	
11	0,29x0,61	0,177	16000	1760	55,56	9,83	
12	0,21x0,59	0,124	16000	1168	55,56	6,87	
13	0,21x0,59	0,124	16000	1168	55,56	6,87	
14	0,30x0,59	0,177	16000	2080	55,56	9,81	
15	0,22x0,57	0,125	16000	1536	55,56	6,95	
16	0,22x0,57	0,125	16000	1536	55,56	6,95	
17	0,22x0,44	0,097	16000	1185	55,56	5,37	
18	0,22x0,40	0,088	16000	1185	55,56	4,89	
19	0,26x0,34	0,088	16000	1472	55,56	4,89	
20	0,27x0,34	0,092	16000	1472	55,56	5,12	
21	0,27x0,34	0,092	16000	1472	55,56	5,12	
22	0,27x0,34	0,092	16000	1472	55,56	5,12	
23	0,29x0,32	0,091	16000	1468	55,56	5,05	
24	0,29x0,29	0,084	16000	1457	55,56	4,66	
		2,031		35400		122,1	

Таблиця 1.1 (продовження)

№ кварт	Розміри кварталу	Площа, км <sup>2</sup>	Щільність населення, чол./км <sup>2</sup>	Кількість мешканців у кварталі, чол.	Питомий стік, л/с·км <sup>2</sup>	Середня витрата, л/с	Прим
1	2	3	4	5	6	7	8
25	0,29x0,55	0,099	23000	2277	53,24	5,26	II район
26	0,28x0,51	0,093	23000	2277	53,24	5,25	
27	0,25x0,47	0,081	23000	2277	53,24	5,23	
28	0,25x0,45	0,079	23000	2277	53,24	5,26	
29	0,31x0,44	0,115	23000	2645	53,24	6,13	

30	0,36x0,41	0,115	23000	2645	53,24	6,13	
31	0,28x0,39	0,091	23000	2093	53,24	4,82	
32	0,30x0,53	0,091	23000	2093	53,24	4,82	
33	0,27x0,55	0,096	23000	2208	53,24	5,11	
34	0,25x0,54	0,096	23000	2208	53,24	5,11	
35	0,23x0,52	0,096	23000	2208	53,24	5,11	
36	0,28x0,48	0,096	23000	2208	53,24	5,11	
37	0,28x0,50	0,120	23000	2760	53,24	6,32	
38	0,27x0,54	0,120	23000	2760	53,24	6,32	
39	0,31x0,54	0,095	23000	2185	53,24	5,08	
40	0,31x0,54	0,095	23000	2185	53,24	5,08	
41	0,26x0,54	0,095	23000	2185	53,24	5,08	
42	0,24x0,54	0,080	23000	1840	53,24	4,25	
43	0,31x0,54	0,100	23000	2300	53,24	5,31	
44	0,34x0,59	0,100	23000	2300	53,24	5,31	
45	0,28x0,58	0,120	23000	2760	53,24	6,32	
46	0,28x0,60	0,090	23000	2070	53,24	4,63	
47	0,24x0,59	0,090	23000	2070	53,24	4,63	
48	0,24x0,59	0,090	23000	2070	53,24	4,63	
		2,387		54900		126,4	

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 нерівномірності		Витрата			
					м <sup>3</sup> /добу	м <sup>3</sup> /год	л/с	K <sub>gen max</sub>	K <sub>gen min</sub>	Максимальна		Мінімальна	
										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	16000	35400	300	15762,2	439,2	122,1						
II	2,387	23000	54900	200	15929,6	455,4	126,4						
	4,418		90300		31691,8	894,6	248,5	1,56	0,61	1395,6	387,67	545,7	151,5

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

$$Q_{cp,доб} = 31691,8 \text{ м}^3 / \text{добу}$$

Визначаємо величину притоку стічних вод від населення за годинами доби і результати розрахунку зводимо в табл. 1,3.

### Приток стічних вод від населення по годинам доби

Таблиця 1.3

Години доби	Відсоток розподілу	Кількість стічних вод від населення, м <sup>3</sup> /год
1	2	3
0-1	1,55	491,22
1-2	1,55	491,22
2-3	1,55	491,22
3-4	1,55	491,22
4-5	1,55	491,22
5-6	4,35	1378,59
6-7	5,95	1885,66
7-8	5,8	1838,12
8-9	6,7	2123,35
9-10	6,7	2123,35
10-11	6,7	2123,35
11-12	4,8	1521,20
12-13	3,95	1251,82
13-14	5,55	1758,89
14-15	6,05	1917,35
15-16	6,05	1917,35
16-17	5,6	1774,74
17-18	5,6	1774,74
18-19	4,3	1374,35
19-20	4,35	1390,33
20-21	4,35	1390,33
21-22	2,35	751,10
22-23	1,55	491,22
23-24	1,55	491,22
Всього	100	31691,8

Тоді, максимальна витрата господарсько-побутових стічних вод від населення за добу становить:

$$Q_{\max \text{ доб}} = Q_{\text{сер.доб.}} \cdot K_{\text{доб}} = 31691,8 \cdot 1,1 = 34860,9 \text{ м}^3 / \text{добу},$$

де  $K_{\text{доб}}$  – коефіцієнт добової нерівномірності,  $K_{\text{доб}} = 1,1 \dots 1,3$ .

Після розрахунку витрати стічних вод від населення міста визначають їх витрату від промислових підприємств. Основні дані для характеристики цих підприємств, приведені в табл.1.4.

## Дані про промислові підприємства

Таблиця 1.4

№ пор	Підприємство	Кількість змін	Кількість продукції, що виробляється			Питоме водовідведення на одиницю продукції, м <sup>3</sup>	Кількість працюючих		Відсоток працюючих в цехах з підвищеним тепловіділенням	Відсоток тих, хто користується душем	Концентрація забруднень, які скидаються вміську мережу стічних вод, мг/л	
			Одиниця виробу	За добу	За максимальну зміну		Всього	В максимальну зміну			Завислі речовини	Біохімічне споживання
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Маслозавод	3	Т	160	60	4,0	300	120	50	60	400	250
2	Ливарний завод	3	Т	400	150	2,6	600	220	30	50	400	200
3	Цегляний завод	3	Т	1400	600	0,6	100	400	30	60	500	200

При розрахунку сумарної витрати стічних вод від виробничих підприємств необхідно враховувати, що вони складаються з двох частин, які як правило, відрізняються між собою за якістю і режимом надходження в міську водовідвідну мережу.

Перша основна частина представляє собою виробничі стічні води, об'єм яких залежить від виду і кількості продукції, що випускає дане виробництво, а також від питомої норми води, яка витрачається на виробництво одиниці цієї продукції і може розраховуватись за залежністю

$$Q = K \cdot m \cdot n \cdot q,$$

де  $Q$  – добова витрата промислових стічних вод, яка відводиться від даного виробництва;

$K$  – кількість видів продукції, що виробляються на даному виробництві;

$m$  – кількість робочих змін на добу;

$n$  – кількість одиниць даної продукції, що випускається даним виробництвом за одну робочу зміну;

$q$  – норма води, яка відводиться в каналізацію при виробництві одиниці цього виду продукції.

Друга частина стічних вод від виробництва складає господарсько-побутові і душові стічні води, які створюються в результаті життєдіяльності робочих, що працюють на підприємствах. Сюди також входять стічні води від користування персоналом душовими установками.

В холодних цехах норма водоспоживання на одного працюючого становить 25 л за зміну. Для гарячих цехів норма водоспоживання приймається 45 л на особу в зміну. Споживання цих вод здійснюється і враховується рівномірно на протязі робочої зміни. Душові води для використання персоналом враховуються в наступну годину після закінчення робочої зміни. Норма водопостачання і водовідведення для одного душа становить 500 л за годину. При цьому розрахунковий час користування душем приймається на протязі 45 хвилин. Таким чином витрата на одну душову установку буде 375 л за годину. Кількість робочих поточної зміни кожного підприємства залежить від специфіки виробництва і визначається за відповідними нормами. Дані по водовідведенню з промислових підприємств по годинах на протязі доби приведені в табл. 1.5.

## Визначення водовідведення від промислових підприємств

Таблиця .1.5

Порядковий номер	Підприємство	Категорія	Зміна	Кількість робітників по змінах у цехах		Години роботи	Кількість продукції, що випускається	Питома витрата стічних вод на одиницю продукції	Питома витрата стічних вод на одиницю продукції, м <sup>3</sup>	Виробничі стічні води				Господарчо-фекальні води				Душові води					Розрахункова витрата води, л/с		
										За зміну, м <sup>3</sup>	Коеф. нерівномірності	Максимальне водовідведення		Питома водовідведення, л/с	За зміну, м <sup>3</sup>	Максимальне водовідведення		Кількість робітників на одну душову сітку	Витрата душової сітки	Кількість душових сіток	Витрата за зміну, м <sup>3</sup>	Секундна витрата, л/с			
												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	15	16	17	18	19	20	21	22	23		
1	Маслозавод		1	120	г	8-16	60	т	4	240	1	30	8,3	45	2,7	0,844	0,23	10	375	8	3	1,11	9,83		
					х									60										25	0,15
					60									8,3										0,15	
2	Ливарний завод		2	90	г	16-24	50	т	4	200	1	25	6,9	45	2,03	0,634	0,17	10	375	6	2,25	0,83	8,06		
					х									45										25	0,12
					45									6,9										0,12	
3	Цегляний завод		3	90	г	24-8	50	т	4	200	1	25	6,9	45	2,03	0,634	0,17	10	375	6	2,25	0,83	8,06		
					х									45										25	0,12
					45									6,9										0,12	
2	Ливарний завод		1	220	г	8-16	150	т	2,6	390	1	48,8	13,6	45	2,97	0,925	0,26	10	375	12	4,5	1,67	15,87		
					х									154										25	0,4
					154									13,6										0,4	
3	Цегляний завод		2	190	г	16-24	125	т	2,6	325	1	40,6	11,3	45	2,75	0,8	0,22	10	375	10	3,75	1,39	13,74		
					х									133										25	0,35
					133									11,3										0,35	
3	Цегляний завод		3	190	г	24-8	125	т	2,6	325	1	40,6	11,3	45	2,57	0,8	0,22	10	375	10	3,75	1,39	13,74		
					х									133										25	0,35
					133									11,3										0,35	
3	Цегляний завод		1	400	г	8-16	600	т	0,6	360	1	45	12,5	45	13,52	1,69	0,47	10	375	24	9	3,33	16,73		
					х									280										25	0,73
					280									12,5										0,73	
3	Цегляний завод		2	300	г	16-24	400	т	0,6	240	1	30	8,33	45	10,08	1,26	0,35	10	375	18	6,8	2,52	11,75		
					х									210										25	0,55
					210									8,33										0,55	
3	Цегляний завод		3	300	г	24-8	400	т	0,6	240	1	30	8,33	45	10,08	1,26	0,35	10	375	18	6,8	2,52	11,75		
					х									210										25	0,55
					210									8,33										0,55	

За даними табл. 1.4 і 1.5 складаємо зведену таблицю водовідведення від промислових підприємств населеному пункту. Результати зводимо в табл. 1.6.

**Визначення притоку промислових стічних вод від промислових підприємств за годинами доби**

*Таблиця 1.6*

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

100                      640                      1040                      840                      2520

За приведеними даними складаємо сумарну таблицю водовідведення від міста (табл. 1.7)

## Звідні дані по водовідведенню міста

Таблиця 1.7

Години доби	Господарсько-побутові ст. води		Промислові ст. Води від пром. підприємств по годинам доби, м <sup>3</sup> /год			Загальна витрата, м <sup>3</sup> /год
	%	м <sup>3</sup> /год	виробничі	госп.-побутові	душові	
1	2	3	4	5	6	7
0-1	1,55	491,22	94,5	7,864	17,064	610,65
1-2	1,55	491,22	94,5	6,0		591,72
2-3	1,55	491,22	94,5	6,0		591,72
3-4	1,55	491,22	94,5	6,0		591,72
4-5	1,55	491,22	94,5	7,0		592,72
5-6	4,35	1378,59	94,5	6,0		1479,09
6-7	5,95	1885,66	94,5	6,0		1986,16
7-8	5,8	1838,12	126	6,0		1964,12
8-9	6,7	2123,35	113,6	12,36	21,990	2271,36
9-10	6,7	2123,35	113,6	8,0		2244,95
10-11	6,7	2123,35	113,6	8,0		2244,95
11-12	4,8	1521,20	113,6	8,0		1643,42
12-13	3,95	1251,82	113,6	11,0		1376,42
13-14	5,55	1758,89	113,6	8,0		1880,49
14-15	6,05	1917,35	113,6	8,0		2038,95
15-16	6,05	1917,35	149,8	8,0		2075,15
16-17	5,6	1774,74	94,5	7,0	17,064	1876,24
17-18	5,6	1774,74	94,5	6,0		1875,24
18-19	4,3	1374,35	94,5	6,0		1474,85
19-20	4,35	1390,33	94,5	6,0		1490,83
20-21	4,35	1390,33	94,5	6,864		1491,69
21-22	2,35	751,10	94,5	6,0		851,60
22-23	1,55	491,22	94,5	6,0		591,72
23-24	1,55	491,22	126	6,0		623,22
Всього:	100	31961,8	2520	173,09	56,12	34711,0

### 1.2. Визначення розрахункової витрати стічних вод

Паралельно з визначенням об'ємів водовідведення від населеного пункту і промислових підприємств було здійснено проектування траси трубопроводів міської мережі господарсько-побутового водовідведення. Трасування

здійснювалось по пониженій грані кварталів. Мережа проектувалась з безнапірних трубопроводів, у яких рух стічної рідини здійснюється самоплином. Було визначено напрямок головного і бічних колекторів. Всі колектори розбивались на розрахункові ділянки. Ділянка приймалась таким чином, щоб в її межах витрата води не змінювалась. Окрім цього, на всій її довжині залишався постійним діаметр трубопроводу і повздовжній похил його прокладки. Як правило довжина розрахункової ділянки приймається рівною довжиною кварталу або відстані від одного бічного приєднання до наступного.

При визначенні розрахункової витрати на ділянці вважається, що вся шляхова витрата надходить на початку цієї ділянки. Причому шляховою витратою будемо вважати витрату, яка надходить з прилеглого до даної ділянки кварталу. Для кожної розрахункової ділянки враховувався загальний коефіцієнт нерівномірності, який визначався за діючими ДБН у відповідності з величиною середньої витрати від розглядуваних кварталів.

Дані по визначенню розрахункових витрат на розрахункових ділянках головного і бічних колекторів зведені в табл. 1.8.

### Визначення розрахункової витрати стічних вод на головному і бічних колекторах

Таблиця 1.8

Розрахункова ділянка	№ кварталів		Середня втрата від житлових кварталів				Загальні коефіцієнти		Розрахункова витрата, л/с						
	власних	притоків	приток	транзит	власна	сумарна	$K_{gen,max}$	$K_{gen,min}$	від житлових кварталів		зосереджена			загальна	
									max	min	власні	приток	сумарна	max	min
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60,24		60,24	60,24	60,24
2-3	-	1	5,08	-	-	5,08	2,5	0,38	12,7	1,93			60,24	72,93	62,17
3-4	-	2	5,08	5,08	-	10,16	2,1	0,45	21,34	4,57			60,24	81,57	64,81
4-5	-	3	5,08	10,16	-	15,24	2	0,47	30,48	7,163			60,24	90,71	67,38
7-8	-	5	6,11	-	-	6,11	2,45	0,4	14,97	2,44				14,97	2,43

8-9	-	6	6,11	6,11	-	12,22	1,99	0,47	24,32	5,74				24,32	5,73
9-10	-	7	4,32	12,22	-	16,64	2	0,47	33,28	7,82				33,28	7,81
10-5	-	8	4,32	16,64	-	20,96	1,9	0,5	39,82	19,91				39,82	19,92
5-6	-	4	5,08	20,96 +15,2	-	36,2	1,75	0,53	63,35	19,19			60,23	123,58	142,78
6-39	-	-	-	36,2	-	36,2	1,75	0,53	63,35	19,19	57,13		60,23	180,71	133,56
11-12	-	9	5,21	-	-	5,21	2,5	0,38	13,03	1,98				13,03	1,97
12-13	-	10	5,21	5,21	-	10,42	2,1	0,45	21,88	4,69				21,88	4,68
13-14	-	11	5,83	10,42	-	16,25	2	0,47	39,81	6,5				32,5	6,51
14-15	-	12	4,03	16,25	-	20,28	1,9	0,5	38,53	10,14				38,5	10,13
15-16	-	13	4,03	20,28	-	24,31	1,85	0,52	44,97	12,64				44,97	12,63
16-17	-	14	6,92	24,31	-	31,22	1,8	0,55	56,19	17,17				56,19	17,16
17-39	-	15	5,31	31,22	-	36,53	1,8	0,55	65,75	20,09				65,75	20,08
39-40	16	-	-	36,2+ 36,53	5,31	78,03	1,65	0,57	128,7	44,48			60,23 57,13	246,11	161,83
18-19	-	17	4,08	-	-	4,08	2,5	0,38	10,2	1,55				10,2	1,56
19-20	-	18	4,08	4,08	-	8,16	2,15	0,42	17,54	3,43				17,54	3,44
20-21	-	19	5,13	8,16	-	13,29	2	0,47	26,58	6,25				26,58	6,26
21-22	-	20	5,13	13,29	-	18,42	1,92	0,49	35,37	9,03				35,37	9,07
22-23	-	21	5,13	18,42	-	23,55	1,87	0,51	44,04	12,01				44,04	12,02
23-24	-	22	5,13	23,55	-	28,68	1,8	0,53	51,62	15,2				51,62	15,21
24-25	-	23	5,15	28,68	-	33,83	1,8	0,53	60,89	17,93				60,89	17,92
25-40	-	24	5,15	33,83	-	38,98	1,75	0,54	68,22	21,05				70,32	21,04
26-27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35,39		35,39	35,39	35,38
27-28	-	25, 32	5,27 4,83	-	-	10,1	2,1	0,45	21,21	4,55			35,39	56,6	39,93
28-29	-	26, 33	5,27 5,12	10,1	-	10,49	2,1	0,45	22,03	4,72			35,39	57,42	40,12
29-30	-	27, 34	5,27 5,12	10,49	-	20,88	1,9	0,5	39,67	10,44			35,39	75,06	45,84
30-31	-	28, 35	5,27 5,12	20,88	-	31,27	1,8	0,53	56,29	16,57			35,39	91,68	51,97

Таблиця 1.6 (продовження)

Розрахункова ділянка	№ кварталів		Середня втрата від житлових кварталів				Загальні коефіцієнти		Розрахункова витрата, л/с						
	власних	притоків	приток	транзит	власна	сумарна	K <sub>gen,max</sub>	K <sub>gen,min</sub>	від житлових кварталів		зосереджена			загальна	
									max	min	власні	притоку	сумарна	max	min
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
31-32	-	29, 36	6,12 5,12	31,27	-	42,51	1,75	0,54	74,39	22,96	-	-	35,39	109,78	58,36
32-33	-	30, 37	6,12 6,33	42,51	-	54,96	1,68	0,56	92,33	30,78	-	-	35,39	127,72	66,18
33-41	-	31, 38	4,83 6,33	54,96	-	66,08	1,65	0,57	109,0 3	37,67	-	-	35,39	202,96	73,07

34-35	-	39, 44	5,07 5,31	-	-	10,38	2,1	0,45	21,79	4,671	-	-	-	41,07	4,67
35-36	-	40, 45	5,07 6,41	10,38	-	21,86	1,9	0,5	41,53	10,93	-	-	-	70,45	10,94
36-37	-	41, 46	5,07 4,63	21,86	-	31,56	1,8	0,53	56,81	16,73	-	-	-	96,19	16,74
37-38	-	42, 47	4,25 4,63	31,56	-	40,44	1,75	0,54	70,77	21,84	-	-	-	118,77	21,85
38-42	-	43, 48	5,31 4,63	40,44	-	50,38	1,7	0,55	85,65	27,71	-	-	-	143,34	27,72
41-42	-	-	-	116,46	-	116,46	1,59	0,6	185,17	69,88	-	-	35,39	607,13	105,72
42-кнс	-	-	-		-	223,47	1,58	0,57	353,1	127,38	-	-	152,75	750,47	280,14

### 1.3. Гідравлічний розрахунок водовідвідної мережі

Гідравлічний розрахунок каналізаційної мережі полягає у визначенні на основі відомих витрат на кожній з розрахункових ділянок діаметрів трубопроводів, швидкості руху рідини в них, наповнення і геометричного похилу прокладки цих труб. Гідравлічний розрахунок трубопроводів можна виконувати за гідравлічними формулами, але краще всього користуватись спеціальними таблицями для розрахунку каналізаційних трубопроводів [9].

При розрахунках, у відповідності з діючими будівельними нормами [1], необхідно виконувати ряд обов'язкових вимог, а саме: діаметр міської мережі не може бути менше 200 мм; швидкість руху стічних вод повинна бути не менше 0,7 м/с; наповнення трубопроводів належить приймати в межах 0,3 - 0,8; мінімальний геометричний похил прокладки трубопроводів слід приймати  $i_{\min} = 1/D$ ; де діаметр трубопроводу в мм. З'єднання трубопроводів в каналізаційних колодязях краще робити шелига в шелигу. Швидкості руху вниз за рухом від колодязя до колодязя повинні збільшуватись за величиною. Результати розрахунку приведені в табл. 1.8. За результатами розрахунку будуються повздовжні профілі каналізаційних колекторів.

## Результати гідравлічного розрахунку мережі

Таблиця 1.8

№ діл.	Розр. ви-трата, л/с	Довжи-на, м	Діам., мм	Похил, і	Шви-дкість V, л/с	Наповнення		Падіння, Н	Позначки, м						Глибина заклад., м			Матері ал труби
						h/d	h, м		Поверхні землі		Поверхні рідини		Лотка		На початк у	У кінці	Серед ня	
									На початку	У кінці	На початку	У кінці	На початку	У кінці				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1-2	60,24	364	300	0,0045	1,2	0,75	0,22	1,63	189,50	188,50	188,81	187,19	188,60	186,97	0,90	1,53	1,22	Кераміка
2-3	80,09	326	350	0,004	1,24	0,8	0,28	1,30	188,50	187,30	187,18	185,90	186,92	185,62	1,58	1,68	1,64	Кераміка
3-4	94,87	320	350	0,004	1,24	0,8	0,28	1,28	187,30	185,80	185,90	184,62	185,62	184,34	1,68	1,46	1,58	Кераміка
4-5	108,54	360	350	0,004	1,33	0,8	0,28	1,44	185,80	184,20	184,62	183,21	184,34	182,93	1,46	1,27	1,38	Кераміка
7-8	24,49	350	200	0,0045	0,87	0,75	0,15	1,47	188,90	187,50	188,25	186,78	188,10	186,63	0,80	0,87	0,85	Кераміка
8-9	37,78	300	250	0,003	0,98	0,8	0,20	0,90	187,50	186,60	186,78	185,88	186,58	185,68	0,92	0,92	0,93	Кераміка
9-10	52,95	310	300	0,003	1,06	0,85	0,25	0,93	186,60	185,80	185,88	184,95	185,63	184,70	0,97	1,10	1,04	Кераміка
10-5	65,69	608	300	0,003	1,07	0,85	0,25	1,72	185,80	184,50	184,95	183,23	184,70	182,98	1,10	1,52	1,32	Кераміка
5-6	176,39	362	400	0,0035	1,41	0,8	0,32	1,11	184,50	183,40	183,20	182,09	182,88	181,77	1,62	1,63	1,63	Кераміка
6-39	233,53	1540	450	0,003	1,48	0,75	0,34	4,62	183,40	181,00	182,06	177,44	181,72	177,10	1,68	3,90	2,78	Кераміка
11-12	24,15	280	200	0,005	1,01	0,6	0,12	1,40	193,20	192,40	191,64	190,24	191,52	190,12	1,68	2,28	1,99	Кераміка
12-13	39,38	350	250	0,004	1,08	0,7	0,17	1,40	192,40	191,80	190,24	188,84	190,07	188,67	2,33	3,13	2,74	Кераміка
13-14	57,16	300	300	0,004	1,12	0,7	0,21	1,20	191,80	191,00	188,83	187,63	188,62	187,42	3,18	3,58	3,39	Кераміка
14-15	67,38	300	350	0,005	1,16	0,75	0,26	1,50	191,00	190,00	187,63	186,13	187,37	185,87	3,63	4,13	3,89	Кераміка
15-16	78,34	400	350	0,006	1,21	0,75	0,26	2,40	190,00	188,00	186,13	183,73	185,87	183,47	4,13	4,53	4,34	Кераміка
16-17	93,88	320	350	0,007	1,32	0,7	0,25	2,24	188,00	185,00	183,72	181,48	183,47	181,23	4,53	3,77	4,16	Кераміка
17-39	106,39	345	350	0,007	1,36	0,7	0,25	2,42	185,00	194,20	181,48	179,06	181,23	178,81	3,77	2,19	2,99	Кераміка
18-19	13,46	320	200	0,006	1,03	0,8	0,16	1,92	194,20	193,00	193,36	191,44	193,20	191,28	1,00	1,72	1,37	Кераміка
19-20	22,07	300	200	0,006	1,11	0,8	0,16	1,80	193,00	192,00	191,44	189,64	191,28	189,48	1,72	2,52	2,13	Кераміка
20-21	30,29	300	250	0,006	1,16	0,75	0,19	1,80	192,00	190,80	189,62	187,82	189,43	187,63	2,57	3,17	2,63	Кераміка
21-22	38,89	360	250	0,006	1,21	0,75	0,19	2,16	190,80	189,40	187,82	185,66	187,63	185,47	3,17	3,93	3,56	Кераміка
22-23	47,43	320	300	0,006	1,26	0,75	0,23	1,92	189,40	188,00	185,65	183,73	185,42	183,50	3,98	4,50	4,25	Кераміка
23-24	54,86	320	300	0,008	1,31	0,7	0,23	2,56	188,00	185,70	183,27	181,17	183,50	180,94	4,50	4,76	4,64	Кераміка
24-25	63,95	340	300	0,008	1,39	0,7	0,23	2,72	185,70	182,10	181,17	178,45	180,94	178,22	4,76	3,88	4,33	Кераміка

25-40	70,33	220	350	0,008	1,43	0,65	0,23	1,76	182,10	193,60	178,40	176,64	178,17	176,41	3,93	2,59	3,27	Кераміка
26-27	35,38	320	250	0,006	0,92	0,75	0,19	1,92	193,60	192,00	192,72	190,80	192,53	190,61	1,07	1,39	1,24	Кераміка
27-28	71,06	310	350	0,006	1,1	0,75	0,26	0,86	192,00	191,20	190,77	188,91	190,51	188,65	1,47	2,55	2,09	Кераміка
28-29	103,69	280	350	0,006	1,11	0,75	0,26	1,68	191,20	190,20	188,91	187,23	188,65	186,97	2,55	3,23	2,88	Кераміка
29-30	122,67	280	350	0,007	1,13	0,65	0,23	1,96	190,20	188,90	187,20	185,24	186,97	185,01	3,23	3,89	3,57	Кераміка
30-31	140,32	380	400	0,007	1,17	0,65	0,26	2,66	188,90	187,00	185,22	182,56	184,96	182,30	3,94	4,70	4,33	Кераміка
31-32	162,56	325	450	0,006	1,22	0,7	0,31	1,95	187,00	185,00	182,56	180,61	182,25	180,30	4,75	4,70	4,74	Кераміка

Таблиця 1.7 (продовження)

№ діл.	Розр. ви-трата., л/с	Довжина, м	Діам., мм	Похил, і	Швидкість V, л/с	Наповнення		Падіння, Н	Позначки, м						Глибина заклад., м			Матеріал труби
						h/d	h, м		Поверхні землі		Поверхні рідини		Лотка		На початку	У кінці	Середня	
									На початку	У кінці	На початку	У кінці	На початку	У кінці				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
32-33	183,22	320	450	0,008	1,26	0,7	0,32	1,29	185,00	182,80	180,61	178,06	180,30	177,74	4,70	5,06	4,89	Кераміка
33-41	202,97	240	500	0,01	1,28	0,65	0,33	1,61	182,80	193,00	178,02	175,62	177,69	175,29	5,11	2,47	3,88	Залізобет
34-35	41,04	310	300	0,007	1,03	0,75	0,23	1,82	193,00	191,80	192,03	189,86	191,80	189,63	1,20	2,17	1,69	Кераміка
35-36	70,46	320	350	0,008	1,23	0,7	0,25	1,71	191,80	190,60	189,83	187,27	189,58	187,02	2,22	3,58	2,91	Кераміка
36-37	96,18	300	350	0,008	1,32	0,7	0,25	0,86	190,60	189,20	187,27	184,87	187,02	184,62	3,58	4,58	4,09	Кераміка
37-38	118,78	300	350	0,008	1,37	0,7	0,25	0,8	189,20	187,60	184,87	182,47	184,62	182,22	4,58	5,38	4,99	Кераміка
38-42	143,35	980	400	0,009	1,42	0,75	0,30	2,63	187,60	181,00	182,47	173,65	182,17	173,35	5,43	3,85	4,58	Кераміка
39-40	335,86	1040	600	0,003	1,59	0,75	0,45	0,71	181,00	179,00	177,40	174,40	176,95	173,95	4,05	5,05	4,06	Залізобет
40-41	404,17	495	800	0,003	1,75	0,75	0,60	0,44	179,00	178,60	174,35	172,87	173,75	172,27	5,25	6,33	5,78	Залізобет
41-42	607,14	1160	1000	0,003	1,77	0,8	0,70	1,34	178,60	177,20	172,87	169,29	172,07	168,59	6,53	8,61	7,64	Залізобет
42-кнс	750,48	260	1000	0,003	1,77	0,8	0,70	0,53	177,20	176,80	169,29	168,51	168,59	167,81	8,61	8,99	8,81	Залізобет

Розділ 2  
**Каналізаційна насосна станція**

## **2.1. Загальні положення**

Для перекачування стічних вод від населеного пункту на міські очисні споруди використовується головна каналізаційна насосна станція. Як правило, вона будується в нижній частині території, з якої здійснюється збір стічних вод. Оскільки магістральний колектор, по якому до насосної станції підводяться стічні води, знаходиться на певній глибині, в проекті прийнята напівзаглиблена каналізаційна насосна станція.

Для запобігання попадання стічних вод в насосну станцію у випадку аварії на електромережі і відключення насосів, перед насосною станцією проектується спеціальний аварійний колодезь, в якому передбачено встановлення засувки для відкриття спеціального трубопроводу для випуску стічних вод при виникненні аварійної ситуації. Місце аварійного випуску стічних вод необхідно обов'язково узгоджувати з саунітарно-епідеміологічною службою.

Конструктивно каналізаційна насосна станція складається з круглої в плані підземної частини і прямокутної наземної частини. В підземній частині розташований приймальний резервуар, грабельне відділення і машинний зал, в якому встановлені каналізаційні насоси з електродвигунами та необхідною арматурою. У надземній частині розташовані щити керування двигунами, прилади автоматики і інше необхідне обладнання. Тут же розміщені технічні приміщення різного призначення.

## **2.2. Сумарний графік надходження стічних вод до насосної станції з населеного пункту**

Для можливості розрахунку і підбору необхідного насосного обладнання для перекачування суміші господарсько-побутових і виробничих стічних вод від міста до очисних споруд необхідно знати режим їх надходження на каналізаційну насосну станцію на протязі доби. Звичайно його описання

здійснюють у вигляді таблиці або спеціального графіка. Для їх побудови використаємо отримані вище дані табл. 1.7.

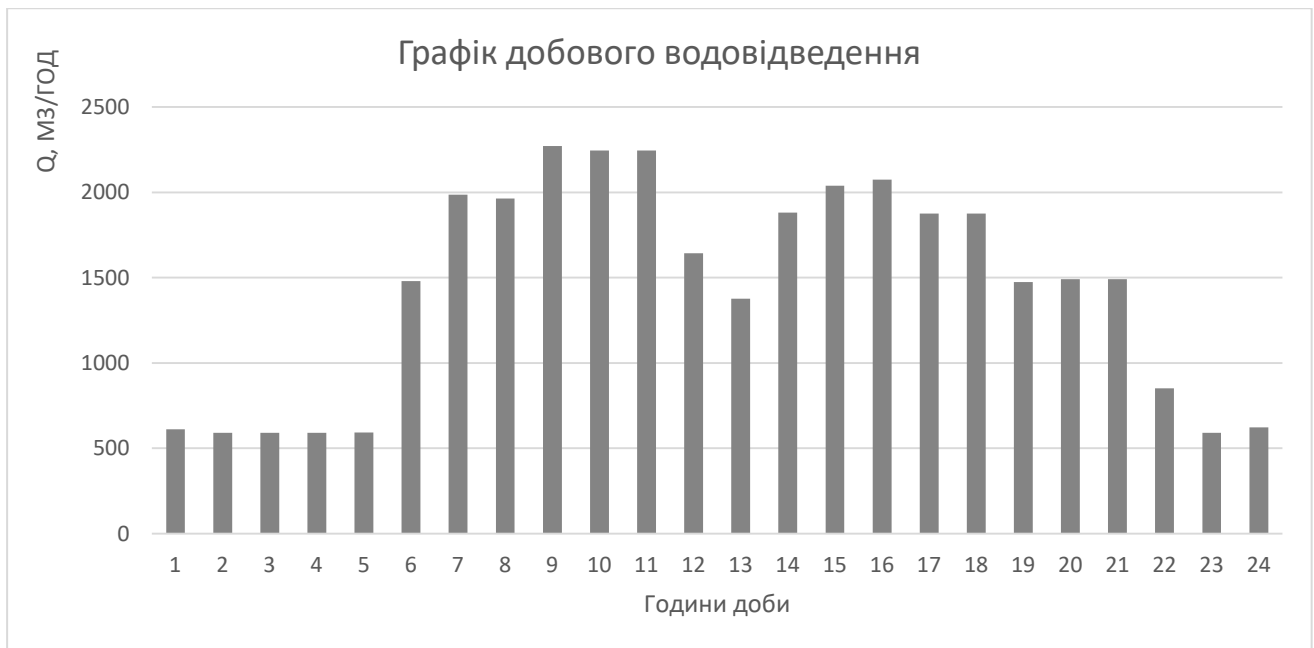
Визначення притоку стічних вод від міста по годинам доби

Таблиця 2.1

Години доби	Загальна витрата, м <sup>3</sup> /год
1	7
0-1	610,66
1-2	591,73
2-3	591,73
3-4	591,73
4-5	592,73
5-6	1479,08
6-7	1986,17
7-8	1964,13
8-9	2271,36
9-10	2244,97
10-11	2244,97
11-12	1643,43
12-13	1376,43
13-14	1880,48
14-15	2038,96
15-16	2075,16
16-17	1876,25
17-18	1875,25
18-19	1474,86
19-20	1490,84
20-21	1491,68
21-22	851,61
22-23	591,73
23-24	623,23

Всього: 34711,0

На підставі таблиці 2.1 будемо графік припливу стічних вод на насосну станцію по годинах доби.



Як бачимо максимальна витрата припадає між 8 і 9 годиною доби –  $2271,36 \text{ м}^3/\text{год} = 630,92 \text{ л/с}$  вона і буде розрахунковою.

### 2.3. Визначення робочих характеристик насосу

Робочі характеристики насосів каналізаційної насосної станції визначаються для режиму максимальної годинної витрати стічних вод, а саме  $Q_{\text{max.год}} = 690,92 \text{ л/с}$ .

Оскільки для подачі стічних вод від насосної станції до майданчика очисних споруд запроектовано два напірних водоводи, то витрата на один водовід складе

$$Q_{\text{н.в.}} = \frac{Q_{\text{max.год}}}{n} = \frac{630,92}{2} = 315,46 \text{ л/с}.$$

В якості водоводів для даного випадку приймаємо залізобетонні напірні труби  $D = 500 \text{ мм}$ . При цьому питомі втрати напору і швидкість руху води, відповідно, будуть  $1000i = 2,56$ ;  $V = 1,47 \text{ м/с}$ .

В середині каналізаційної насосної станції напірні і всмоктувальні трубопроводи приймаються сталеві.

Необхідний напір КНС визначиться із співвідношення:

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

де  $h_{\text{ВИЛ}} = 0,5$  м;

$h_{\text{ВДВ}} = 1,5$  м;

$h_{\text{НС}} = 2$  м;

$h_{\text{НВ}} = 1,1 \cdot 1000i \cdot L = 1,1 \cdot 2,56 \cdot 2,0 = 5,63$  м;

$H_{\text{СТ}} = 178,100 - 166,810 = 11,29$  м;

$H_{\text{НС}} = 11,29 + 2,17 + 1,5 + 5,63 + 0,5 = 21,09$  м.

Категорія надійності станції - I, виходячи з того, що кількість мешканців більше 50000 осіб.

Приймаємо насоси СД 165/25 потужністю - 150 кВт,  $Q = 165$  л/с,  $H = 25$  м,  $n = 1000$  об/хв.; КПД = 0,6 в кількості 3-х робочих та два резервних.

Втрати напору трубопроводами і фасонними частинами каналізаційної насосної станції приведені в табл. 2.2.

#### 2.4. Втрати напору в каналізаційній насосній станції

№ позиції	Найменування місцевих опорів	D, мм	Q, л/с	$\zeta$	v, м/с	$v^2/2g$	$v^2/2g$
1	Плавний вхід в трубу	500	315,46	0,2	1,41	0,101	0,0205
2	Коліно	500	315,46	0,5	1,41	0,101	0,0506
3	Перехід звуж.	500	315,46	0,1	2,9	0,429	0,0427
4	Засувка	500	315,46	0,2	2,9	0,429	0,0855
5	Коліно	500	315,46	0,5	2,9	0,429	0,2144
6	Коліно	500	315,46	0,5	2,9	0,429	0,2146
7	Зворот. клапан	500	315,46	1,7	2,9	0,429	0,7289
8	Засувка	500	315,46	0,2	2,9	0,429	0,0858
9	Трійник	500	315,46	1,5	2,9	0,429	0,6431
10,11,	Засувка	500	315,46	0,6	1,63	0,135	0,0814

Таб  
лиця  
2.2

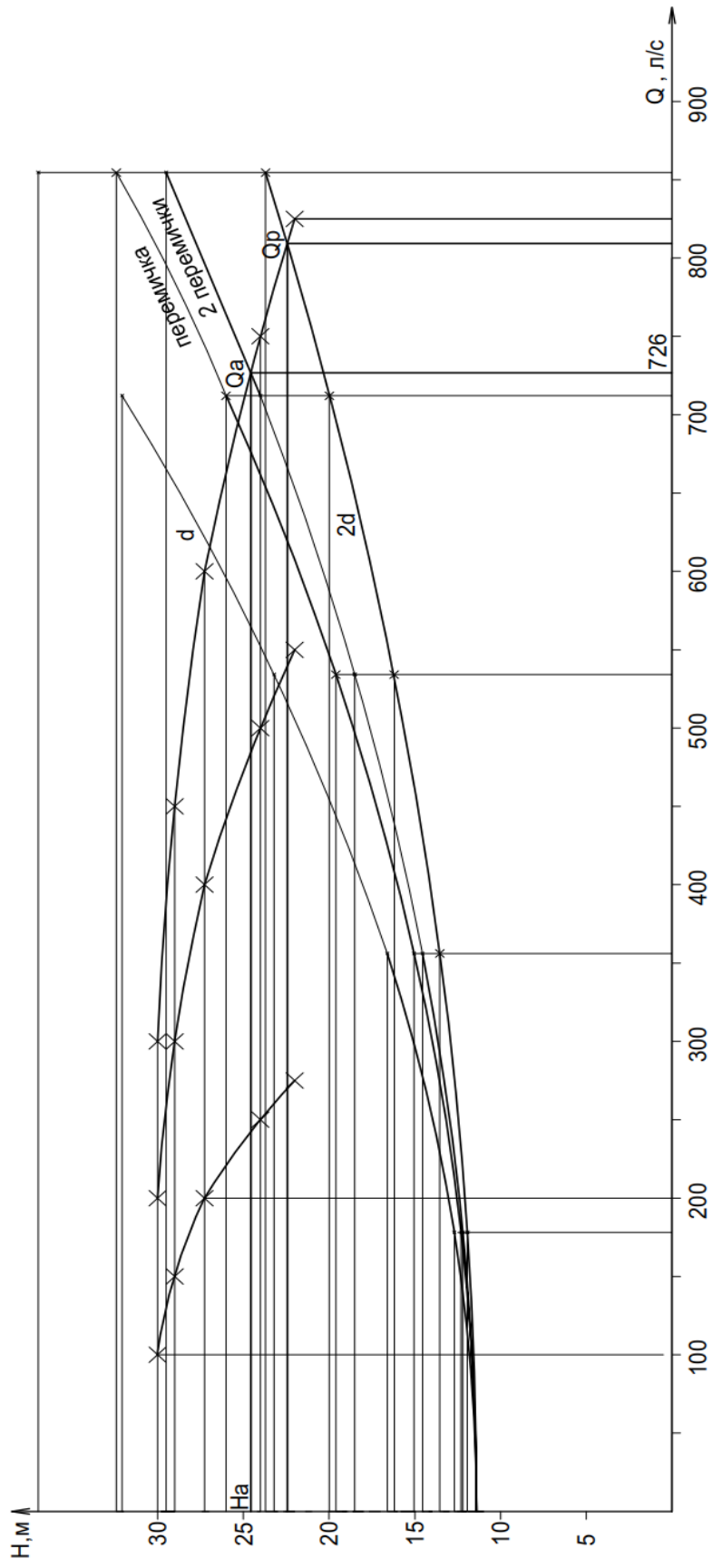
12							
----	--	--	--	--	--	--	--

Враховуючи, що довжина напірних трубопроводів складає 2 км і діаметр 500 мм, будуємо графік сумісної роботи насосів і водоводів.

### 2.5. Розрахунок для побудови графіка сумісної роботи насосів і водоводів

Таблиця 2.3

№	Параметри	Відношення Q/Q <sub>нс</sub>					
		0	0,25	0,5	0,75	1	1,2
		Q, л/с					
		0	178,1	356,1	534,2	712,2	854,7
		Q, м <sup>3</sup> /год					
0	641	1282	1923	2564	3077		
Режим 2 водоводи							
1	H <sub>ст</sub>	11,4	11,4	11,4	11,4	11,4	11,4
2	h <sub>вв</sub>	0	0,03	0,13	0,28	0,5	0,72
3	h <sub>нс</sub>	0	0,16	0,63	1,41	2,5	3,6
4	h <sub>вдм</sub>	0	0,09	0,38	0,84	1,5	2,16
5	h <sub>нв</sub>	0	0,25	1,01	2,27	4,04	5,82
6	H <sub>н</sub> =(1)+(2)+(3)+(4)+(5)	11,4	11,93	13,54	16,2	19,94	23,7
Режим 1 водоводу							
7	h <sub>вдм</sub>	0	0,38	1,5	3,38	6	8,64
8	h <sub>нв</sub>	0	1,01	4,04	9,09	16,16	23,27
9	H <sub>н</sub> =(1)+(2)+(3)+(7)+(8)	11,4	12,69	16,57	23,02	32,06	41,15
Два водоводи, 1 перемичка. Аварія							
10	h <sub>вдм</sub>	0	0,23	0,94	2,11	3,75	5,4
11	h <sub>нв</sub>	0	0,63	2,53	5,68	10,1	14,54
12	H <sub>н</sub> =(1)+(2)+(3)+(10)+(11)	11,4	12,31	15,05	19,61	26	32,42
Два водоводи, 2 перемички. Аварія							
13	h <sub>вдм</sub>	0	0,19	0,75	1,69	3	4,32
14	h <sub>нв</sub>	0	0,51	2,02	4,55	8,08	11,64
15	H <sub>н</sub> =(1)+(2)+(3)+(13)+(14)	11,4	12,19	14,55	18,48	23,98	29,52



**Графік сумісної роботи 3 насосів СД 800/32а і водоводів**

## 2.6. Визначення розмірів машинної зали

При проектуванні розмірів насосної станції в цілому і її підземної частини зокрема треба намагатись прийняти мінімальні розміри за умови забезпечення її надійної роботи і комфортного перебування обслуговуючого персоналу.

Як вже вказувалось, підземну частину каналізаційних НС будують переважно круглої форми в плані. Приймаємо радіус будівлі підземної частини - 6 м.

Висотний рівень встановлення насосів відносно рівня підлоги приймається таким чином, щоб вони постійно знаходились під заливом. Тобто щоб корпус насосів був на 0,3 м нижче рівня відмітки води в приймальному резервуарі, при якому вмикається перший насос.

Фундамент під насосний агрегат приймаємо розмірами 800 x 370 висотою 500 мм.

## 2.7. Визначення мінімальної висоти підземної частини

Мінімальна висота підземної частини насосної станції визначається із співвідношення:

$$\begin{aligned} N_{\min} &= h_{\text{ф}} + 0,5 + h_{\text{обл}} + h_{\text{стр}} + h_2 + h_3 + 0,1 + h_{\text{пер}} = \\ &= 0,5 + 0,5 + 1,96 + 1,0 + 0,5 + 1,71 + 0,1 + 0,4 = 6,67 \text{ м,} \end{aligned}$$

де  $h_{\text{ф}}$  - висота фундаменту,

$h_{\text{обл}}$  – висота встановленого обладнання

$h_{\text{стр}}$  – висота стропова вантажу,

$h_2+h_3$  –параметри крану -  $N+h_1$

$h_{\text{пер}}$  – товщина перекриття

Реальне заглиблення насосної станції, з урахуванням глибини залягання підвідного колектора – 8 м, становить

$$N_{\text{загл}} = N_{\text{підв.кол}} + N_{\text{мах}} + N_{\text{пр.р.}} = 8,0 \text{ м} + 1,6 \text{ м} + 3 \text{ м} = 12,6 \text{ м.}$$

Порівнюючи більше із значень  $H_{\min}$  і  $H_{\text{загл}}$  приймаємо висоту наземної частини 5 м.

## 2.8. Підйомно-транспортне обладнання

Для перевезення насосного і іншого необхідного обладнання використовується автомобіль КрАЗ - 257, вантажопідйомність якого 12 т. Розміри автомобіля: довжина 9660 мм, ширина 2650 мм, висота 2620 мм. Розміри платформи для перевезення: довжина 5770 мм, ширина 2480мм, висота (завантаження) 1520 мм.

Для монтажу і демонтажу робочого обладнання застосовується кран підвісний з електроприводом, основні технічні параметри якого вказані в табл. 2.3.

### Технічні характеристики підвісних кранів з електроприводом

Таблиця 2.3

Довжина крану	Вантажопідйомність, т	Проліт	Розміри					Потужність електродвигуна, кВт	№ двугавра підкранового шляху	Вага крану
			$H+h_1$	$l_1$	$l_2$	C	B			
5,4	3,2	6	1705	750	1200	1500	1865	4,5	36	1500
5,4	2	6	1360	710	1200	1500	1850	2,8	30	1135

## 2.9. Підбір решіток

Досвід експлуатації каналізаційних колекторів великого діаметра показує, що в них стічними водами часто можуть транспортуватися різні габаритні предмети. При попаданні їх в насос це може викликати аварійну ситуацію і вихід насосів з ладу. Для недопущення такої ситуації в

каналізаційних насосних станціях перед насосними агрегатами встановлюють спеціальні решітки. При малих насосних станціях ці решітки ці решітки приймаються з ручним управлінням. На великих каналізаційних насосних станціях встановляються механічні решітки-дробарки. В яких затримане на решітках габаритне сміття подрібнюється і знову повертається в лоток зі стічною рідиною. В нашому випадку для встановлення приймаємо решітку-дробарку РД-300 в кількості 2-х робочих та 1 резервної. Технічні дані цієї решітки дробарки наведені в табл. 2.4.

### Технічні параметри решітки-дробарки РД-300

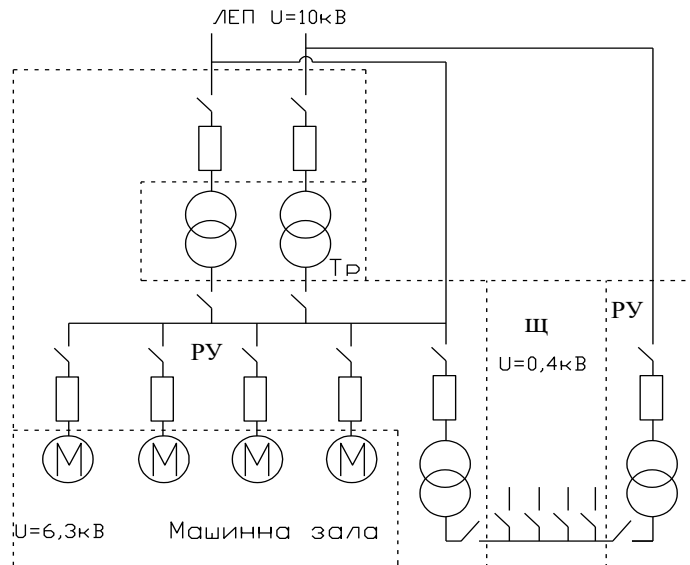
*Таблиця 2.4*

Мак витрата стічної рідини, л/с	Сумарна прохідного отвору щілин в арабані, м <sup>2</sup>	Швидкість руху стіч рідини в щілинах решіток дробарок, м/с	Розміри				Потужність електродвигуна, кВт	Загальна вага, кг
			Найбільша висота, Н	Найбільша ширина, В	Найбільший діаметр барабана D	Ширина щілин		
236	0,455	0,99	2170	1250	635	10	1,5	1800

### **2.10. Електрична частина насосної станції**

В проєкті передбачається автоматичне керування встановленими насосними агрегатами типу СД “Grundfos”. Для цього застосовуються спеціальні шафи керування типу LC-Ex 4. Вони містять у собі контролер-пускач електродвигуна, контактори і світодіоди індикації робочого режиму. Дані пристрої не створюють небезпеки, потрапляючи в потенційно вибухонебезпечну зону, навіть якщо виникає найбільш серйозна з можливих несправностей.

## Електрична схема насосної станції



### 2.11. Підбір допоміжного обладнання

#### Дренажні насоси

При експлуатації каналізаційної насосної станції, при виникненні аварійних ситуацій або за рахунок дренажу, в її заглиблену частину можуть попадати і накопичуватися значні об'єми води. Для можливості її відкачування запроектовано використання дренажних насосів, які встановлюються в нижній частині приміщень. Окрім цього передбачається улаштування спеціальних дренажних приямків.

Витрата дренажних насосів розраховується за формулою:

$$Q_o = (1,5...2) \sum q_1$$

де  $q_1$  - сумарні витрати з сальників, по 0,05..0,1 л/с крізь кожний сальник

$$q_1 = 4 \cdot 0,1 = 0,4 \text{ л/с}$$

$$Q_d = 2 \cdot 0,4 = 0,8 \text{ л/с.}$$

Приймаємо 2 насоси фірми „GRUNDFOS” AP 150-1 з подачею 0,75 - 2,2 л/с, напором 9 – 15 м.

Габарити насоса в плані: 947 x 320. Потужність 3,7 кВт, маса-130 кг.

### **Підбір водолічильника**

В якості водолічильника приймаємо трубу Вентурі, яка рекомендована для каналізаційних насосних станцій:  $D = 400$  мм,  $V = 1,63$  м/с.

Втрати напору у такому водолічильнику розраховуються за формулою

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

Приймаємо  $m = 0,2$   $h = \frac{1.63^2}{2 \cdot 9.81} \left( \frac{1}{0.2^2} - 1 \right) = 3.25$

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

### **Підбір вентилятора**

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

$$Q_{\text{вент}} = 5(W_{\text{н.ч.реш}} + W_{\text{н.ч.реш}}) = 5 \cdot (148 + 292) = 2200 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Приймаємо вентилятори ЦАГИ в кількості 3 шт.  $Q = 3000$  м<sup>3</sup>/год;  
 $n = 1400$  об/хв.

В інших приміщеннях передбачаємо однократний обмін об'єм повітря.

РОЗДІЛ 3

**Очисні споруди водовідведення**

### 3.1. Попередні розрахунки

#### Загальні відомості

Стічні води водовідвідною насосною станцією подаються на міські очисні споруди, які розташовані на відстані 2 км від міста. В проекті прийнята повна біологічна очистка стічних вод. Міські очисні споруди складаються з споруд механічної очистки, які включають решітки, пісковловлювачі, первинні відстійники. Споруд біологічної очистки (аеротенки, вторинні відстійники), споруд знезараження очищених стічних вод (хлораторна, змішувач, контактні резервуари). Споруд обробки осаду (мулозгущувачі, метантенки, газгольдери). Для зневоднення осаду можуть застосовуватись фільтр-преси або мулові майданчики.

Як відомо, на очисні споруди поступає суміш стічних вод міста, тобто суміш господарсько-побутових і виробничих вод. Тому для надійного проектування очисних споруд треба аргументовано визначити концентрації забруднень в цих водах.

#### Визначення розрахункових концентрацій забруднень суміщі стічних вод

Спочатку визначаємо осереднену норму водовідведення по двох районах міста, як середньозважену величину за залежністю

$$q = \frac{n_1 \cdot N_1 + n_2 \cdot N_2}{N_1 + N_2} = \frac{300 \cdot 35400 + 200 \cdot 54900}{90300} = 239,3 \text{ л/ос},$$

де  $n_1$  і  $n_2$  – норма водовідведення, відповідно, в першому і другому районах;

$N_1$  і  $N_2$  – кількість населення в кожному з районів.

Здійснюємо розрахунок по двох основних видах забруднень: по завислих речовинах і біохімічній спроможності (БСК<sub>20</sub>).

Спочатку визначаємо концентрацію завислих речовин в господарсько-побутових водах міста:

$$C = \frac{a \cdot 1000}{q} = \frac{65 \cdot 1000}{239,3} = 271,7 \text{ мг/л},$$

де  $a$  – кількість завислих речовин, що вносяться однією людиною в стічні води за добу,  $a = 65 \text{ г/добу}$ .

Далі, концентрація по завислим речовинам суміші побутових і промислових стічних вод складе:

$$C_{\text{сум}} = \frac{C_{x.б} \cdot Q_{x.б} + \sum(C_{np} \cdot Q_{np})}{Q_{x.б} + \sum Q_{np}} =$$

$$= \frac{239,3 \cdot 31691,8 + 600 \cdot 640 + 1040 \cdot 1500 + 840 \cdot 1000}{31691,8 + 2520} = 302,5 \text{ мг/л}$$

де  $C_{x.б}$ ,  $C_{np}$  – концентрація побутових і промислових стічних вод,  $\text{мг/л}$ ;

$Q_{x.б}$ ,  $Q_{np}$  – середня витрата відповідно побутових і промислових стічних вод,  $\text{м}^3/\text{добу}$ .

Знаходимо концентрацію забруднень по БСК<sub>20</sub> побутових стічних вод:

$$L = \frac{a \cdot 1000}{q} = \frac{75 \cdot 1000}{239,3} = 313,5 \text{ мг/л},$$

де  $a$  – БСК<sub>20</sub> неосвітленої води,  $a = 75 \text{ г/добу} \cdot \text{чол}$ .

Концентрація органічних забруднень по БСК<sub>20</sub> в суміші господарсько-побутових і виробничих стічних вод міста:

$$L_{\text{сум}} = \frac{L_{x.б} \cdot Q_{x.б} + \sum(L_{np} \cdot Q_{np})}{Q_{x.б} + \sum Q_{np}} =$$

$$= \frac{313,5 \cdot 31691,8 + 640 \cdot 400 + 1040 \cdot 2500 + 840 \cdot 600}{31691,8 + 2520} = 388,1 \text{ мг/л}$$

де  $L_{x.б}$ ,  $L_{np}$  – відповідно розрахована концентрація забруднень по БСК<sub>20</sub> побутових і прийнята по завданню концентрація забруднень промислових стічних вод,  $\text{мг/л}$ .

## Визначення допустимих параметрів очищених стічних вод

Спочатку розраховуємо допустимий вміст завислих речовин в очищених стічних водах:

$$C_{зав.р} = P \cdot \left( \frac{\gamma \cdot Q}{q} + 1 \right) + b = 0,75 \cdot \left( \frac{0,7 \cdot 12}{0,4} + 1 \right) + 10 = 26,5 \text{ мг/л},$$

де  $P$  – допустиме збільшення вмісту завислих речовин у водоймі після спуску очищених стічних вод,  $P = 0,75 \text{ мг/л}$ ;

$\gamma$  – коефіцієнт змішування,  $\gamma = 0,7$ ;

$Q$  – витрата ріки в межень,  $Q = 12 \text{ м}^3/\text{с}$ ;

$q$  – середня витрата стічних вод,  $q = 0,4 \text{ м}^3/\text{с}$ ;

$b$  – наявність завислих речовин у водоймі до спуску стічних вод (10).

Необхідна ступінь очистки стічних вод по завислим речовинам:

$$E_{зав.р} = \frac{(C_{сум} - C_{зав.дон})}{C_{сум}} \cdot 100 = \frac{(302,5 - 15)}{302,5} \cdot 100 \approx 95,1\%.$$

Гранично допустима концентрація забруднень по БСК<sub>20</sub> очищеної стічної води, яка може бути допущена, мг/л:

$$L_{ст} = \frac{2,5 \cdot a \cdot Q}{q} \cdot (O_p - 0,4 \cdot L_p - 4) - 10,$$

де  $O_p$  – кількість розчиненого кисню у воді водойми, мг/л;

$L_p$  – БСК<sub>20</sub> води водойми, мг/л.

$$L_{ст}^{літо} = \frac{2,5 \cdot 0,7 \cdot 12}{0,4} \cdot (7,1 - 0,4 \cdot 7 - 4) - 10 = 11,2 \text{ мг/л} \leq 15 \text{ мг/л}$$

$$L_{ст}^{зима} = \frac{2,5 \cdot 0,7 \cdot 12}{0,4} \cdot (7,3 - 0,4 \cdot 7 - 4) - 10 = 13,6 \text{ мг/л} \leq 15 \text{ мг/л}$$

Згідно з вимогами санітарних норм приймаємо  $L_{ст} \leq 15 \text{ мг/л}$ .

Відповідно, необхідна ступінь очистки стічних вод по БСК складе:

$$E_{зав.р} = \frac{(L_{сум} - L_{ст})}{L_{сум}} \cdot 100 = \frac{(388,1 - 11,2)}{388,1} \cdot 100 \approx 97,1\%$$

### 3.2. Розрахунок очисних споруд водовідведення

Всі очисні споруди системи водовідведення територіально розміщуються на одному технологічному майданчику, який розташований на відстані 2 км від міста. Всі нормативні вимоги по санітарних розривах витримані. На майданчику відсутній вихід ґрунтових вод. Майданчик огорожений і відповідно охороняється. Зпроектовані всі необхідні зручні під'їзди технічного автотранспорту.

В даному проекті передбачена повна біологічна очистка стічних вод. Дані очисні споруди складаються з споруд механічної очистки (включають решітки-дробарки, пісковловлювачі, первинні відстійники), споруд біологічної очистки (аеротенки, вторинні відстійники), споруд знезараження води (хлораторна, змішувачі, контактні резервуари), споруди обробки осаду (мулозгущувач, метантенки, газгольдери, фільтр-преси, мулові майданчики).

#### 3.2.1. Споруди механічної очистки стічних вод

Споруди механічної очистки стічних вод використовуються для очистки стічних вод від забруднень відносно великого розміру і від забруднень неорганічного характеру. Першими за рухом стічних вод встановлюються ґрати.

#### Ґрати

Ґрати представляють собою металеві решітки, які встановлені в лоток з потоком стічної води. В залежності від витрати стічних вод і об'єму затриманих забруднень можуть застосовуватися ручні решітки і решітки-дробарки. В нашому випадку застосовані решітки-дробарки. В даних

спорудах очищення решіток здійснюється механічним способом з наступним подрібненням затриманих забруднень і скидом їх в канал підводу стічних вод.

При розрахунку даних споруд спочатку визначаємо втрати напору, які виникають при протіканні води через прозори в стержнях решіток ґрат:

$$h_p = \varepsilon \cdot \frac{V^2}{2g} = 1,3 \cdot \frac{1^2}{2 \cdot 9,81} = 0,065 \text{ м},$$

де  $\varepsilon$  – коефіцієнт місцевого опору ґрат, що залежить від форми стержнів і розраховується за емпіричною формулою:

$$\varepsilon = \beta \cdot \left(\frac{S}{b}\right)^{4/3} = 2,42 \cdot \left(\frac{10}{16}\right)^{4/3} = 1,3$$

$\beta$  – коефіцієнт для прямокутних стержнів з закругленим кінцем для зменшення опору,  $\beta = 2,42$ ;

$S$  – товщина стержня,  $S = 10 \text{ мм}$ ;

$b$  – ширина прозору між стержнями ґрат,  $b = 16 \text{ мм}$ ;

$V$  – швидкість перетікання стічної рідини між стержнями ґрат,  $V = 1 \text{ м/с}$  (ДБН).

Визначаємо об'єм відходів, які можуть бути затримані на ґратах на протязі року:

$$W = \frac{n \cdot N}{1000} = \frac{8 \cdot 90300}{1000} \approx 723 \text{ м}^3 / \text{рік},$$

де  $n$  – кількість відходів, що знімають з ґрат,  $n = 8 \text{ л/рік на 1 людину}$  (ДБН);

$N$  – кількість населення.

За добу об'єм відходів складе:

$$W = 723 / 365 \approx 2,0 \text{ м}^3 / \text{добу}$$

Приймаємо вертикальні ґрати марки РМУ – 3.

## Пісковловлювачі

Після решіток-дробарок стічні води поступають на пісковловлювачі, які представляють собою резервуари, в яких за рахунок різкого зменшення швидкості руху стічних вод відбувається осідання мінеральних частинок забруднень відносно великого розміру.

В проекті приймаємо горизонтальні аеровані пісковловлювачі.

Довжина пісковловлювача:

$$L_S = K \cdot \frac{1000 H_p}{U_0} \cdot V = 1,3 \cdot \frac{1000 \cdot 0,5}{24,2} \cdot 0,3 = 8,04 \text{ м}$$

Добовий об'єм піску, який може бути затриманий в пісковловлювачі:

$$W_{\text{доб}} = \frac{n \cdot N}{1000} = \frac{0,02 \cdot 90300}{1000} = 1,82 \text{ м}^3 / \text{доб},$$

Так як пісок видаляють 3 рази за зміну, одноразове його видалення буде

$$W_{\text{кон}} = W_{\text{доб}} / 3 = 1,82 / 3 = 0,61 \text{ м}^3.$$

Загальний об'єм пісковловлювача

$$W_n = 0,61 \cdot 15 = 9,15 \text{ м}^3.$$

Ширина  $B = \frac{9,15}{24 \cdot 1} = 0,38 \text{ м}$  приймаємо 1 м.

Час проходження води через пісковловлювач:

$$t = 8 / 0,3 = 26 \text{ сек}.$$

Розраховуємо площу піскових майданчиків для висушування піску:

$$F_{n.m} = L \cdot B = 8 \cdot 1 = 8 \text{ м}^2,$$

приймаємо  $L = 8 \text{ м}$ , ширина  $B = 1 \text{ м}$ .

### **Розрахунок первинних відстійників**

Як і у пісковловлювачах в первинних відстійниках за рахунок зменшення швидкості руху відбувається осідання мінеральних частинок забруднень відносно малого розміру. Разом з тим відбувається і зменшення концентрації органічних забруднень у стічних водах (до 40%).

Оскільки добова витрата стічних вод більше 20000 м<sup>3</sup>/добу, в якості первинних відстійників приймаємо відстійники радіального типу.

Визначаємо ефект освітлення первинних радіальних відстійників:

$$E = \frac{C_{\text{сум}} - C_{\text{дон}}}{C_{\text{сум}}} \cdot 100 = \frac{302,5 - 150}{302,5} \cdot 100 = 50,4\%$$

де  $C_{\text{сум}}$  – концентрація завислих речовин суміші стічних вод, що надходять у первинний відстійник;

$C_{\text{дон}}$  – допустима концентрація завислих речовин у стічних водах, що надходять у споруди біологічної очистки,  $C_{\text{дон}} \leq 150 \text{ мг/л}$ .

До застосування приймаємо радіальний відстійник діаметром  $D = 30 \text{ м}$ , Т.П. 902-2-383.83.

Визначаємо гідравлічну крупність часток зависі за формулою:

$$U_0 = \frac{1000 \cdot K_{\text{set}} \cdot H_{\text{set}}}{t \cdot \left( \frac{K_{\text{set}} \cdot H_{\text{set}}}{h_1} \right)^{n_2}} = \frac{1000 \cdot 0,45 \cdot 3}{2700 \cdot \left( \frac{0,45 \cdot 3}{0,5} \right)^{0,2}} = 0,4 \text{ мм/с},$$

де  $K_{\text{set}}$  – коефіцієнт використання об'єму проточної частини відстійника,

$$K_{\text{set}} = 0,45;$$

$$H_{\text{set}} \text{ – глибина проточної частини, } H_{\text{set}} = (1,5 \dots 5) = 3 \text{ м};$$

$n_2$  – показник степені, який залежить від агрегації зависі під час осідання,  $n_2 = 0,2$ ;

$$t \text{ – час відстоювання, } t = 2700 \text{ с};$$

$$h_1 \text{ – висота стовпа рідини, } h_1 = 500 \text{ мм.}$$

Визначаємо потужність одного радіального первинного відстійника:

$$q = 2,8 \cdot K \cdot (D^2 - d_{\text{ен}}^2) \cdot U_0 = 2,8 \cdot 0,45 \cdot (30^2 - 2^2) \cdot 0,4 = 452,0 \text{ м}^3/\text{год},$$

де  $d_{\text{ен}}$  – діаметр випускного пристрою,  $d_{\text{ен}} = 2 \text{ м}$ .

Кількість відстійників:

$$n = \frac{Q}{q} = \frac{1425}{452} = 3,15.$$

Для встановлення приймаємо чотири первинних радіальних відстійника діаметром 30 м.

### 3.2.2. Розрахунок споруд біологічної очистки

Як відомо, забруднення в господарсько-побутових стічних водах діляться на мінеральні і органічні. Для видалення останніх і служать очисні споруди аеротенки.

#### Аеротенки

Аеротенками називають очисні споруди, в яких здійснюється біологічна очистка стічних вод. Тобто, за рахунок життєдіяльності мікроорганізмів, відбувається очистка від органічних забруднень. Комплекс мікроорганізмів, які приймають участь в процесі очистки, називають активним мулом.

Аеротенки, як правило, представляють собою прямокутні резервуари розділені на окремі коридори. Стічна вода, рухаючись по цих коридорах, під дією мікроорганізмів очищається. Одночасно зі стічною водою в аеротенки подається кисень, який використовується мікроорганізмами для дихання. Сукупність мікроорганізмів, які приймають участь в очистці води від органічних забруднень називається активним мулом.

У відповідності з діючими будівельними нормами норматив по БПК<sub>20</sub> на одну особу неосвітленої та освітленої стічної води складають відповідно 75 та 40 г/ос. добу звідки:

$$K = 40/75 = 0,533,$$

тоді  $L_{en} = L_{cум} * K = 388,1 \times 0,533 = 206,8 > 150 \text{ г/м}^3$ .

Визначаємо ступінь рециркуляції активного мулу. При першому наближенні приймаємо муловий індекс  $I_1 = 100 \text{ см}^3/\text{г}$ :

$$R_i = \frac{a_i}{\frac{1000}{I_i} - a_i} = \frac{3}{\frac{1000}{100} - 3} = 0,43,$$

де  $a_i$  – доза активного мулу в аеротенку-витиснювачі;  $a_i = 2 \dots 3$  мг/л (табл. 32, [4]).

Розраховуємо значення БСК<sub>20</sub> з врахуванням розбавлення рециркуляційною витратою активного мулу:

$$L_{mix} = \frac{L_{en} + L_{ex} \cdot R_i}{1 + R_i} = \frac{206,8 + 15 \cdot 0,43}{1 + 0,43} = 151,1 \text{ мг/л}$$

де  $L_{ex}$  – БСК<sub>повн</sub> очищеної стічної води,  $L_{ex} = 15$  мг/л.

Визначаємо тривалість обробки води в аеротенку:

$$t_{at} = \frac{2,5}{\sqrt{a_i}} \cdot \lg \frac{L_{mix}}{L_{ex}} = \frac{2,5}{\sqrt{3}} \cdot \lg \frac{151,1}{15} = 1,46 \text{ год}$$

Таким чином, приймаємо  $t_{at} = 2$  год (ДБН, п. 6.143)

Розраховуємо дозу мулу в регенераторі:

$$a_r = a_i \cdot \left( \frac{1}{2 \cdot R_i} + 1 \right) = 3 \cdot \left( \frac{1}{2 \cdot 0,43} + 1 \right) = 6,49 \text{ г/л}$$

Питома швидкість окислення:

$$\begin{aligned} \rho &= \rho_{\max} \cdot \frac{L_{ex} \cdot C_0}{L_{ex} \cdot C_0 + K_1 \cdot C_0 + K_0 \cdot L_{ex}} \cdot \frac{1}{1 + \varphi \cdot a_r} = \\ &= 85 \cdot \frac{15 \cdot 2}{15 \cdot 2 + 33 \cdot 2 + 0,625 \cdot 15} \cdot \frac{1}{1 + 0,07 \cdot 6,49} = 15,72 \text{ мг/г} \cdot \text{год} \end{aligned}$$

де  $\rho_{\max}$  – максимальна швидкість окислення, яка приймається за даними науково-дослідних організацій, для міських стічних вод  $\rho_{\max} = 85$  мг/г·год;

$C_0$  – концентрація розчиненого кисню (в першому наближенні  $C_0 = 2$  мг/л);

$K_1$  – константа, яка характеризує властивості органічних забруднюючих речовин,  $K_1 = 33$  мг БСК<sub>повн</sub>/л;

$K_0$  – константа, яка характеризує вплив кисню,  $K_0 = 0,625$  мгО<sub>2</sub>/л;

$\varphi$  – коефіцієнт інгібування продуктами розпаду активного мулу,  $\varphi = 0,07$  г/л.

Час окислення органічних забруднюючих речовин:

$$t_0 = \frac{L_{cm} - L_{ex}}{R_i \cdot a_r \cdot (1 - S) \cdot \rho} = \frac{206,8 - 15}{0,32 \cdot 6,49 \cdot (1 - 0,3) \cdot 15,72} = 6,94 \text{ год},$$

де  $S$  – зольність мулу,  $S = 0,3$  (ДБН, табл. 40).

Час регенерації мулу:

$$t_r = t_0 - t_{at} = 6,94 - 2 = 4,94 \text{ год}.$$

Час перебування в системі аеротенк-регенератор:

$$t = (1 + R_i) \cdot t_{at} + R_i \cdot t_r = (1 + 0,43) \cdot 2 + 0,43 \cdot 4,94 = 3,86 \text{ год}$$

Об'єм аеротенку:

$$W_{at} = t_{at} \cdot (1 + R_i) \cdot q_w = 2 \cdot (1 + 0,43) \cdot 1425,5 = 4077 \text{ м}^3$$

де  $q_w$  – розрахункова витрата стічних вод,  $q_w = 1425,5 \text{ м}^3/\text{год}$ .

Об'єм регенератору:

$$W_r = t_r \cdot R_i \cdot q_w = 4,94 \cdot 0,43 \cdot 1425,5 = 3028 \text{ м}^3$$

Для уточнення мулового індексу визначаємо середню дозу мулу в системі аеротенк-регенератор:

$$a_{i \text{ mix}} = \frac{(1 + R_i) \cdot t_{at} \cdot a + R_i \cdot t_r \cdot a_r}{t} = \frac{(1 + 0,43) \cdot 2 \cdot 3 + 0,43 \cdot 4,94 \cdot 6,49}{3,86} = 5,54 \text{ г/л}$$

Визначаємо навантаження на мул:

$$q_i = \frac{24 \cdot (L_{cm} - L_{ex})}{a_{i \text{ mix}} \cdot (1 - S) \cdot t} = \frac{24 \cdot (206,8 - 15)}{5,54 \cdot (1 - 0,3) \cdot 2} = 562,4 \text{ мг БПК/г} \cdot \text{добу}.$$

Для мулу міських стічних вод приймаємо муловий індекс  $I_1 = 78 \text{ см}^3/\text{г}$ .

Площа аеротенку при робочій глибині  $H_{at} = 4,4 \text{ м}$  (ДБН п. 6.150):

$$F = \frac{W_{at} + W_r}{H_{at}} = \frac{4077 + 3028}{3,4} = 2090 \text{ м}^2.$$

Довжина одного коридору:

$$L = \frac{F}{B \cdot n \cdot m} = \frac{2090}{6 \cdot 3 \cdot 3} = 38,7 \text{ м},$$

де  $B$  – ширина коридору аеротенку;

$n$  – кількість коридорів;

m – кількість секцій.

Приймаємо аеротенк  $L = 40$  м (ТП 902 – 2 – 179).

Визначаємо кількість секцій:

$$m = F_{\text{заг}} / F_{\text{од}} = 2090 / (40 \cdot 18) = 2,9.$$

До встановлення приймаємо 3 секції.

Визначаємо витрату повітря:

$$q_{\text{air}} = \frac{q_0 \cdot (L_{\text{en}} - L_{\text{ex}})}{K_1 \cdot K_2 \cdot K_T \cdot K_3 \cdot (C_a - C_0)} = \frac{1,1 \cdot (206,8 - 15)}{2 \cdot 2,62 \cdot 0,92 \cdot 0,85 \cdot (10,98 - 2)} = 3,94 \text{ м}^3 / \text{м}^3$$

де  $q_0$  – питома витрата кисню повітря, мг на 1 мг знятого БПК<sub>повн</sub>,  
приймається при очистці до БПК<sub>повн</sub> 15 – 20 мг/л — 1,1;

$K_1$  – коефіцієнт, який враховує тип аератора і приймається за ДБН табл. 42;

$K_2$  – коефіцієнт, який залежить від глибини занурення аераторів  $h_a$  і  
приймається по [ 1, табл. 43]

$K_T$  – коефіцієнт, який враховує температуру стічної води, яку знаходять за  
формулою:  $K_T = 1 + 0,02 \cdot (T_w - 20) = 1 + 0,02 \cdot (16 - 20) = 0,92$ ;

$T_w$  – середньомісячна температура води за літній період, 0С;

$K_3$  – коефіцієнт якості води, який приймається для міських стічних вод  
0,85;

$C_a$  – розчинність кисню повітря в воді:

$$C_a = \left(1 + \frac{h_a}{20,6}\right) \cdot C_T = \left(1 + \frac{3,2}{20,6}\right) \cdot 9,95 = 10,98 \text{ мг/л}$$

$C_T$  – розчинність кисню в воді в залежності від температури і  
атмосферного тиску,  $C_T = 9,95$ ;

$h_a$  – глибина занурення аератора, м;

$C_0$  – середня концентрація кисню в аеротенку,  $C_0 = 2$  мг/л.

## Вторинні відстійники

Вторинні відстійники також відносяться до споруд біологічної  
очистки. Вони представляють з себе ємнісні резервуари в яких за рахунок

різкого зменшення швидкості руху води відбувається осідання тієї частини активного мулу, яка вийшла з роботи і потребує видалення з очисних споруд. Частіше всього вторинні відстійники проектується горизонтальними з радіальним рухом води.

Частина осівшого мулу знову подається в голову аеротенка і приймає участь в подальшій очистці води, а частина видалється з вторинного відстійника для подальшої обробки і утилізації.

У відповідності з діючими будівельними нормами [1] гідравлічне навантаження на вторинні відстійники після аеротенків визначається за формулою:

$$q_{ssa} = \frac{4,5 \cdot K_{ss} \cdot H_{set}^{0,8}}{(0,1 \cdot I_i \cdot a_i)^{0,5-0,01a_i}} = \frac{4,5 \cdot 0,4 \cdot 3,0^{0,8}}{(0,1 \cdot 78 \cdot 3)^{0,5-0,01 \cdot 10}} = 0,69 \frac{m^3}{m^2 \cdot год},$$

де  $K_{ss}$  – коефіцієнт використання об'єму зони відстоювання, для радіальних відстійників,  $K_{ss} = 0,4$  (ДБН п. 6.160);

$H_{set}$  – глибина зони відстоювання,  $H_{set} = 3$  м;

$I$  – муловий індекс,  $I = 78$  см<sup>3</sup>/г;

$a_t$  – слід приймати не менше 10 мг/л (ДБН п. 6.161);

$a_i$  – 3 мг/л.

Площа дзеркала відстійників буде:

$$F_{ss} = \frac{q_w}{q_{ssa}} = \frac{1425}{0,68} = 2196 \text{ м}^2.$$

Приймаємо радіальні вторинні відстійники діаметром 30 м з площею дзеркала:

$$f_{ss} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{\pi \cdot 30^2}{4} = 706,5 \text{ м}^2$$

Визначаємо кількість відстійників:

$$n = \frac{2196}{706,5} = 3,11 \approx 4 \text{ шт.}$$

Остаточно приймаємо чотири радіальних вторинних відстійника діаметром 30 м.

### 3.2.5. Знезараження стічних вод

За способом знезараження приймаємо хлорування стічної води. До складу споруд для хлорування стічної води входять: хлораторна, змішувач і контактні резервуари.

#### Розрахунок хлораторної. Підбір змішувачів

Визначаємо необхідну кількість активного хлору, яка витрачається за середню годину водовідведення:

$$P_{\text{ср}} = \frac{a \cdot q_w}{1000} = \frac{3 \cdot 1425}{1000} = 4,28 \text{ кг/год},$$

де  $a$  – доза хлору,  $a = 3 \text{ г/м}^3$  (ДБН п. 6.223);

$q_w$  – середньогодинна витрата стічних вод,  $q_w = 1425 \text{ м}^3/\text{год}$ .

Визначаємо витрату хлору при водовідведенні в максимальну годину:

$$P_{\text{max}} = \frac{a \cdot q_{w \text{ max}}}{1000} = \frac{3 \cdot 2271,36}{1000} = 6,8 \text{ кг/год},$$

$q_{w \text{ max}}$  – максимальна витрата стічних вод,  $q_{w \text{ max}} = 2271,36 \text{ м}^3/\text{год}$ .

До встановлення приймаємо один робочий хлоратор ХВ – 200 пропускною здатністю 2,5 – 10 кг/год і один резервний.

#### Контактні резервуари

Контактні резервуари призначені для забезпечення 0,5 години перебування води після хлорування. За цей час хлор повинен вийти з води і при її скиді у річку не завдати шкоди живності в річці.

В якості контактних резервуарів також приймаємо радіальні відстійники без скребоків, кількістю не менше двох. Час контакту стічних вод з хлором повинен забезпечуватися не менше 30 хв.

Тоді об'єм контактних резервуарів буде:

$$W_{кр} = q_k \cdot T_k = 1425 \cdot 0,5 = 712,5 \text{ м}^3,$$

де  $T_k$  – час контакту стічних вод з хлором,  $T_k = 0,5 \text{ год}$ .

При цьому площа дзеркала води відстійника складе:

$$F_{кр} = \frac{W_{кр}}{n \cdot H} = \frac{712,5}{2 \cdot 3} = 118,8 \text{ м}^2,$$

де  $n$  – кількість контактних резервуарів,  $n = 2 \text{ шт}$ ;

$H$  – глибина проточної частини відстійника,  $H = 3 \text{ м}$ .

Діаметр контактного резервуару буде:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{кр}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 118,8}{3,14}} = 9,7 \text{ м}.$$

Приймаємо два контактні резервуари діаметром 10 м, при  $H = 3 \text{ м}$ .

Для додаткового перемішування потоку визначаємо кількість стиснутого повітря для можливості барботажу в контактних резервуарах:

$$Q_{air} = I_a^k \cdot F_{кр} \cdot n = 0,5 \cdot 118,8 \cdot 2 = 118,8 \text{ м}^3 / \text{год},$$

де  $I_a^k$  – інтенсивність барботажу стиснутим повітрям,  $I_a^k = 0,5 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \cdot \text{год}$  згідно ДБН п. 6.229.

Тоді загальна кількість осаду складе:

$$W_{ос} = \frac{q \cdot Q_w}{1000} = \frac{0,5 \cdot 34711}{1000} = 17,4 \text{ м}^3 / \text{добу}.$$

Питома кількість осаду, що випадає в контактний резервуар ( $q = 0,5 \text{ л/м}^3$ ) після біологічної очистки в аеротенках.

### 3.2.6. Визначення параметрів осаду

#### Загальні відомості

В процесі очистки стічних вод на окремих очисних спорудах (первинні і вторинні відстійники) збирається осад різного об'єму з різними

фізичними характеристиками. Досвід експлуатації існуючих очисних споруд показав, що питання видалення і утилізації утвореного осаду представляє складну задачу. Так, наприклад, вартість споруд по обробці осаду складає до 40% від вартості всіх очисних споруд. Якщо раніше утворившийся в процесі очистки осад, широко застосовувався як добриво, то зараз, зв'язку з суттєвою зміною складу цього осаду (погіршення) застосування осаду як добрива ускладнюється.

### Сирий осад первинних відстійників

Сирий осад, який утворюється при роботі первинних відстійників в основному представляє органічні забруднення, які були в складі стічних вод, що подаються на очистку.

Методика розрахунку загальної кількості сирого осаду, який видаляється з первинних приведена в діючих ДБН [1]:

- спочатку визначаємо масу видаленого осаду по сухій речовині:

$$M_{mud} = \frac{Q_w \cdot (C_{cm} - C_{ex})}{10^6} = \frac{34711 \cdot (302,5 - 150)}{10^6} = 5,3 \text{ м/добу}$$

- об'єм цієї маси осаду при щільності осаду  $\gamma_{mud} = 1,05 \text{ м/м}^3$ , і його вологості осаду  $P_{mud} = 95\%$  згідно ДБН буде:

$$W_{mud} = \frac{Q_w \cdot (C_{cm} - C_{ex})}{(100 - P_{mud}) \cdot \gamma_{mud} \cdot 10^4} = \frac{34711 \cdot (302,5 - 150)}{(100 - 95) \cdot 1,05 \cdot 10^4} = 100,6 \text{ м}^3/\text{добу}$$

де -  $P_q = 5\%$ ,  $S_{mud} = 27\%$  - гігроскопічна вологість і зольність осаду.

Загальна витрату беззольної речовини пи цьому буде:

$$M_{mud}^S = \frac{M_{mud} \cdot (100 - P_q) \cdot (100 - S_{mud})}{10^4} = \frac{5,3 \cdot (100 - 5) \cdot (100 - 27)}{10^4} = 3,6 \text{ м/добу}$$

### Надлишковий активний мул аеротенків

Надлишковий активний мул аеротенків представляє собою комплекс мікроорганізмів, які приймали участь в утилізації органіки в аеротенку. Виконали свою роль і були осаджені у вторинних відстійниках.

Визначаємо кількість мулу по сухій речовині:

$$M_{mud\ AM} = \frac{P_i \cdot Q_w}{10^6} = \frac{236,3 \cdot 34711}{10^6} = 8,2 \text{ м/добу},$$

де  $P_i$  – приріст мулу аеротенку, який надходить на обробку,

$$P_i = 0,8 \cdot C_{don} + K_q \cdot L_{cm} = 0,8 \cdot 150 + 0,3 \cdot 388,1 = 236,3 \text{ мг/л},$$

де  $C_{don}$  – концентрація завислих речовин, які поступають в аеротенк на обробку після первинних відстійників,  $C_{don} = 150 \text{ мг/л}$ ;

$K_q$  – коефіцієнт приросту активного мулу,  $K_q = 0,3$ .

Визначаємо загальний об'єм цього мулу:

$$W_{mud} = \frac{M_{mudAu} \cdot 100}{(100 - P_{mud}) \cdot \gamma_{mud}} = \frac{8,2 \cdot 100}{(100 - 99,3) \cdot 1,02} = 1148 \text{ м}^3/\text{добу},$$

де  $P_{mud}$  – вологість активного мулу,  $P_{mud} = 99,3 \%$ ;

$\gamma_{mud}$  – густина активного мулу,  $\gamma_{mud} = 1,02 \text{ т/м}^3$ .

Враховуючи, що 50 % надлишкового мулу іде в преаератор, отримаємо:

$$M'_{mud} = \frac{8,2}{2} = 4,1 \text{ м/добу}$$

$$W'_{mud} = \frac{1148}{2} = 574 \text{ м}^3/\text{добу}$$

При цьому об'єм ущільненого активного мулу буде:

$$W_u = \frac{M'_{mud} \cdot 100}{100 - P_{en}} = \frac{4,1 \cdot 100}{100 - 97,3} = 151,9 \text{ м}^3/\text{добу},$$

де  $P_{en}$  – вологість мулу після ущільнювачів,  $P_{en} = 97,3 \%$ .

Приймаємо гігроскопічну вологість  $P'_q = 6 \%$  і зольність мулу  $S_{mud} = 25 \%$ .

Визначаємо кількість беззольної речовини:

$$M^S_{muda} = \frac{M'_{mud} \cdot (100 - P'_q) \cdot (100 - S_{mud})}{10^4} = \frac{4,1 \cdot (100 - 6) \cdot (100 - 25)}{10^4} = 2,9 \text{ м/добу}$$

### Суміш сирого осаду і надлишкового активного мулу

Визначаємо масу суміші по сухій речовині:

$$M_{tot} = M_{mud} + M'_{mud} = 5,3 + 4,1 = 9,4 \text{ м} / \text{добу}.$$

При цьому об'єм цієї суміші складе:

$$W_{tot} = W_{mud} + W'_{mud} = 100,6 + 574 = 674,6 \text{ м}^3 / \text{добу}.$$

Маса беззольної речовини суміші:

$$M_{tot}^S = M_{mud}^S + M_{muda}^S = 3,6 + 2,9 = 6,5 \text{ м} / \text{добу}.$$

Вологість суміші:

$$P_{mix} = 100 \cdot \left( 1 - \frac{M_{tot}}{W_{tot}} \right) = 100 \cdot \left( 1 - \frac{9,4}{674,6} \right) = 98,6\%.$$

Зольність суміші:

$$\begin{aligned} S_{tot} &= 100 \cdot \left( 1 - \frac{M_{tot}^S}{M_{mud} \cdot \frac{(100 - P_q)}{100} + M'_{mud} \cdot \frac{(100 - P_q)}{100}} \right) = \\ &= 100 \cdot \left( 1 - \frac{6,5}{5,3 \cdot \frac{(100 - 5)}{100} + 4,1 \cdot \frac{(100 - 5)}{100}} \right) = 25,6\% \end{aligned}$$

### 3.2.7. Розрахунок споруд обробки осаду

#### Мулоущільнювачі

В даних спорудах відбувається процес зменшення об'єму активного мулу за рахунок видалення з нього значної частини води.

Визначаємо максимальну годинну витрату активного мулу:

$$Q_{mud} = \frac{P_i \cdot Q_w}{24 \cdot C_{mud} \cdot 10^3} = \frac{236,3 \cdot 34711}{24 \cdot 4 \cdot 10^3} = 85,4 \text{ м}^3/\text{год},$$

де  $C_{mud}$  – концентрація активного мулу,  $C_{mud} = 4 \text{ г/л}$  (ДБН табл. 58).

Площа перетину центральних труб мулоущільнювачів:

$$f_p' = \frac{Q_{mud}}{3600 \cdot V_p'} = \frac{85,4}{3600 \cdot 0,1} = 0,24 \text{ м}^2$$

де  $V_p'$  – швидкість руху води в центральній трубі,  $V_p' = 0,1 \text{ м/с}$ .

Тоді робоча площа поперечного перетину радіальних мулоущільнювачів складе:

$$F_S' = \frac{Q_{mud}}{q_0} = \frac{85,4}{0,5} = 170,8 \text{ м}^2$$

де  $q_0$  – розрахункове навантаження на дзеркало води радіальних мулоущільнювачів при концентрації активного мулу  $2...3 \text{ мг/л}$ ;  $q_0 = 0,5 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{год}$ .

Загальна площа:

$$F' = F_S' + f_p' = 170,8 + 0,24 = 171,04 \text{ м}^2.$$

Визначаємо діаметр одного мулоущільнювача:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot F'}{\pi \cdot n}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 171,23}{3,14 \cdot 2}} = 10,4 = 15 \text{ м}$$

До встановлення приймаємо два мулоущільнювача діаметром  $15 \text{ м}$ .

При цьому витрата ущільненого мулу буде:

$$Q_{mud n} = \frac{100 - P_{mud}}{100 - P_{en}} \cdot Q_{mud} = \frac{100 - 99,3}{100 - 97,3} \cdot 85,4 = 22,14 \text{ м}^3/\text{год}.$$

### Розрахунок метантенків

У даних спорудах відбувається процес збродження (перегнивання) утвореного на очисних спорудах осаду. Цей процес може відбуватись з підводом тепла (термофільний) і без нього (мезофільний процес).

У відповідності з діючими нормами добова доза завантаження осаду в метантенк при його вологості 95,8 % в умовах термофільного режиму зброжування  $D_{mt} = 17,8$  %. Враховуючи наявність в стічних водах ПАР, величину добової дози завантаження осаду в метантенк уточнюємо за формулою:

$$D_{mt} = \frac{10 \cdot D_{lim}}{C_{dt} \cdot (100 - P_{md})}$$

де  $C_{dt}$  – вміст ПАР в осаді, мг/л:

$$C_{dt} = \frac{C_{dt_0} \cdot M_{mud} + C_{dt_a} \cdot M'_{mud}}{M_{mud} + M'_{mud}}$$

де  $C_{dt_0}$  – кількість сухої речовини ПАР з первинних відстійників,  $C_{dt_0} = 13$  мг/л (ДБН табл. 60);

$C_{dt_a}$  – кількість сухої речовини ПАР НАМ,  $C_{dt_a} = 7$  мг/л;

$D_{lim}$  – гранично допустиме завантаження робочого об'єму метантенка за добу, приймаємо  $D_{lim} = 65$  г/м<sup>3</sup>.

$$C_{dt} = \frac{13 \cdot 5,3 + 7 \cdot 4,1}{5,3 + 4,1} = 10,4 \text{ мг/л},$$

$$D_{mt} = \frac{10 \cdot 65}{10,4(100 - 95,8)} = 14,9\%.$$

Приймаємо в метантенку дозу завантаження  $D_{mt} = 14,9\%$ .

Визначаємо об'єм метантенку:

$$V_{mt} = \frac{W_{tot} \cdot 100}{D_{mt}} = \frac{674,6 \cdot 100}{14,9} = 4528 \text{ м}^3.$$

Приймаємо два метантенки діаметром 18 м, корисним об'ємом одного резервуара 6000 м<sup>3</sup>, висотою верхнього конуса 3,15 м, циліндричної частини 18 м, нижнього конуса 3,5 м.

Фактична доза завантаження складе:

$$D_{mt f} = \frac{V_{mt} \cdot D_{mt}}{V_{mt S} \cdot n} = \frac{4528 \cdot 14,9}{6000 \cdot 2} = 5,62\%.$$

Максимально можливе зброжування сухої речовини буде:

$$R_{\text{lim}} = \frac{R_{\text{lim}_0} \cdot M_{\text{mud}}^S + R_{\text{lim}_a} \cdot M_{\text{mud}_a}^S}{M_{\text{tot}}^S} = \frac{53 \cdot 3,6 + 44 \cdot 2,9}{6,5} = 49\%$$

де  $R_{\text{lim}_0}$  – тах можливе зброджування беззольної речовини осаду первинних відстійників,  $R_{\text{lim}_0} = 53\%$ ;

$R_{\text{lim}_a}$  – тах можливе зброджування беззольної речовини НАМ,  $R_{\text{lim}_a} = 44\%$ .

Визначаємо відсоток беззольної речовини в завантажувальній суміші в залежності від дози завантаження:

$$R_r = R_{\text{lim}} - K_r \cdot D_{\text{mt}} = 49 - 0,254 \cdot 14,9 = 45,2\%$$

де  $K_r$  – коефіцієнт, що залежить від вологості суміші,  $K_r = 0,254$ .

Об'єм суміші після зброджування становить:

$$W_{38} = W_{\text{tot}} = 674,6 \text{ м}^3/\text{добу}.$$

Вага суміші по сухій речовині після зброджування буде:

$$M_{38} = M_{\text{tot}} \cdot \left( 1 - \frac{R_r \cdot \left( 1 - \frac{S_{\text{tot}}}{100} \right)}{100} \right) = 9,4 \cdot \left( 1 - \frac{\left( 1 - \frac{25,6}{100} \right)}{100} \right) = 9,3 \text{ т/добу}$$

Вологість суміші, що зброджується становить:

$$P_{38} = 100 \cdot \left( 1 - \frac{M_{38}}{W_{38}} \right) = 100 \cdot \left( 1 - \frac{9,3}{674,6} \right) = 98,5\%$$

### Розрахунок газгольдера

В даних спорудах відбувається процес очистки тих газів, які утворились при збродженні мулу в аеротенках. Після очищення цей газ подається в місцеву котельню для утворення тепла, яке потім використовується на самих очисних спорудах.

Розраховуємо добову кількість газу, що виділяється при зброджуванні зібраної суміші:

$$Q_G = \frac{R_r \cdot M_{tot}^S \cdot 1000}{100 \cdot \rho} = \frac{45,2 \cdot 6,5 \cdot 1000}{100 \cdot 1} = 2938 \text{ м}^3/\text{добу},$$

де  $\rho$  – густина газу,  $\rho = 1 \text{ кг/м}^3$ .

Визначаємо необхідну ємність газгольдера:

$$W_G = \frac{Q_G \cdot \tau}{24} = \frac{2938 \cdot 4}{24} = 490 \text{ м}^3,$$

де  $\tau$  – 4 час виходу газу,  $\tau = 24 \text{ год}$ .

Приймаємо два газгольдера об'ємом  $W = 1000 \text{ м}^3$  кожен по ТП 707 – 2 – 5. Внутрішній діаметр резервуару – 14500 мм, коло кола – 13700 мм. Висота газгольдера – 15400 мм, резервуара – 7390 мм, колокола – 7610 мм, витрата металу – 53 т.

### Розрахунок вакуум-фільтрів

Пристрої призначені для зневоднення утвореного на очисних спорудах осаду. Звичайно розміщуються вакуум-фільтри в приміщеннях виробничого цеху.

Визначаємо необхідну площу робочої поверхні вакуум-фільтрів за формулою:

$$F_{в.ф.} = \frac{M_{мс CO} + M_{мс ЗНАМ}}{b \cdot t_{в.ф.} \cdot n_{в.ф.}},$$

де  $b$  – навантаження за сухою речовиною на поверхню вакуум-фільтра, приймаємо за [3, табл. 62], дорівнює  $17 \dots 22 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{год}$ ;

$t_{в.ф.} = 6 \text{ год/змін}$  – тривалість роботи вакуум-фільтру на протязі 8-годинної зміни;

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

$$F_{в.ф.} = \frac{5300 + 4100}{20 \cdot 6 \cdot 2} = 39 \text{ м}^2.$$

Підбираємо 4 вакуум-фільтри з такими конструктивними розмірами ( $F_{в.ф. заг} = 80 м^2$ ).

### Конструктивні розміри вакуум-фільтрів

Таблиця 3.1

Показник	
Площа робочої поверхні вакуум-фільтру, м <sup>2</sup>	20
Діаметр барабану, мм	2612
Довжина барабану, мм	2702
Частота обертів барабану, об/хв.	0,13-2
Об'єм рідини в кориті, л	4200
Потужність приводу електродвигуна, кВт	3
Габаритні розміри, мм	4750×3230×3830
Маса, кг	
фільтру з приводами	14432
найбільш важкого вмонтованого вузла	10300

### Розрахунок резервних мулових майданчиків

Як показано раніше основними спорудами для зневоднення отриманого мулу будуть служити фільтр-преси. Разом з тим в даному проекті в якості резервних споруд, які можуть використовуватися на період аварії або ремонту фільтр-пресів проектується резервні мулові майданчики.

Визначаємо корисну площу цих мулових майданчиків:

$$F_{кор} = \frac{W_{зв} \cdot 365}{K_1 \cdot K_2} \cdot 0,1 = \frac{674,6 \cdot 365}{0,7 \cdot 0,8} \cdot 0,1 = 43970 \text{ м}^2,$$

де  $K_1$  – кліматичний коефіцієнт,  $K_1 = 0,7$ ;

$K_2$  – навантаження на мулові майданчики,  $K_2 = 0,8$ .

Тоді загальна будівельна площа мулових майданчиків складе:

$$F_{заг} = 1,2 \cdot F_{кор} = 1,2 \cdot 43970 = 52764 \text{ м}^2.$$

Приймаємо стандартну площу однієї карти  $3600 \text{ м}^2$  ( $60 \times 60 \text{ м}$ ).

При цьому загальна кількість карт буде:

$$n = \frac{52764}{3600} = 14,7 = 16 \text{ шт.}$$

Приймаємо для улаштування 4 каскади по 4 карти в кожному.

## РОЗДІЛ 4

# Санітарно-технічне обладнання будинку

#### 4.1. Загальна характеристика об'єкта

Проектуємий об'єкт представляє собою житловий 12 поверховий будинок обладнаний централізованими системами холодного і гарячого водопостачання а також господарсько-побутової каналізації. Висота поверху прийнята 3,3 м, загальна висота будинку становить

$$3,3 \cdot 12 = 39,6 \text{ м.}$$

В будівлі на поверсі розташовано 4 квартири, всього в будинку улаштовано 48 квартир. В кожній квартирі встановлено 5 санітарних приладів, а саме: умивальник, ванна, унітаз, біде і мийка на кухні. Загальна кількість санітарних приладів до яких подається холодна вода

$$5 \cdot 4 \cdot 12 = 240 \text{ шт.}$$

Загальна кількість приладів до яких подається гаряча вода

$$4 \cdot 4 \cdot 12 = 192 \text{ шт.}$$

Кількість жителів у будинку (споживачів) становить 250 осіб. Кожна особа, у відповідності до [1, табл. А1] споживає за добу холодної води – 150 л, гарячої – 100 л. За добу усі мешканці будинку споживають води: холодної  $0,150 \cdot 250 = 37,5 \text{ м}^3$ , гарячої –  $0,100 \cdot 250 = 25 \text{ м}^3$ , всього  $62,5 \text{ м}^3$ .

*Середньогодинні витрати води одним мешканцем ( $q_m$ )* становлять: холодної –  $150/24 = 6,25$  л, гарячої –  $100/24 = 4,17$  л, всього –  $250/24 = 10,42$  л.

*Середньогодинні витрати води будинком (всіма мешканцями):* холодної –  $6,25 \times 250/1000 = 1,56 \text{ м}^3$ , гарячої –  $4,17 \times 250/1000 = 1,04 \text{ м}^3$ , всього  $10,42 \times 250/1000 = 2,61 \text{ м}^3$ .

*Коефіцієнти максимальної добової нерівномірності у відповідності до [1, табл. А4] складають при:*  $N = 240$ ,  $q_m = 6,25$  л – 1,52 (холодна вода);  $N = 192$ ,  $q_m = 4,17$  л – 1,52 (гаряча вода);  $N = 216$ ,  $q_m = 10,42$  л – 1,36 (всього).

*Максимальні добові витрати води будинком (мешканцями):* холодної –  $37,5 \times 1,52 = 57,0 \text{ м}^3$ , гарячої –  $25 \times 1,52 = 38,0 \text{ м}^3$ , всього –  $62,5 \times 1,36 = 85,0 \text{ м}^3$ .

*Максимальна секундна витрата води в будинку (мешканцями) за [1, табл. А5]:* холодної – 1,92 л/с, гарячої – 2,15 л/с, всього – 3,28 л/с.

Оскільки даний житловий будинок має 12 поверхів, то він обладнується системою внутрішнього пожежогасіння. Пожежогасіння передбачено в 1 струмину з витратою 2,5 л/с [5, табл. 1 п. 6.1]. Всього в будинку встановлено 13 пожежних кранів (один на горищі).

Постачання холодної води для будинку здійснюється від міської водопровідної мережі. В проекті передбачено два вводи холодного водопроводу. Гаряча вода для будинку приготується в теплопункті який розташований в підвалі. Випуск господарсько-побутових стічних вод передбачається в зовнішню водовідвідну мережу. Відвід дощових вод з кровлі будинку здійснюється на відмостку у будинку.

Для поливу прилеглої до будинку території в цокольній частині будинку передбачається улаштування двох поливних кранів.

Магістральні трубопроводи систем водопостачання і водовідведення прокладаються в підвалі відкрито під стелею підвалу вздовж капітальних стін. На поверхах труби монтують над підлогою. Труби холодного і гарячого водопроводу, які прокладені в підвал і ізолюють. Стояки підводки на поверхах фарбують.

В кожній квартирі для врахування витраченої води передбачено встановлення індивідуальних лічильників для води. Окрім цього встановлюється головний лічильник для вводи. Що споживається в цілому в будинку. Він встановлюється в підвалі на ввіді водопроводу в освітленому і опалювальному приміщенні.

## **4.2. Внутрішня система В1**

Проектування мережі внутрішнього холодного водопроводу починають з трасування мережі трубопроводів в підвалі і на поверхах. Після вирішення планів конструюють аксонометричну схему холодного водопроводу. Визначаємо диктувальний прилад якості останнього приймаємо ванну, розташовану на верхньому поверсі. Далі розбиваємо магістраль на розрахункові ділянки. Під розрахунковою ділянкою розуміють ділянку мережі постійного діаметру по якій проходить постійна витрата води. Позначаємо всі розрахункові точки цифрами. Аксонометрична схема холодного водопроводу приведена листі. Для кожної ділянки визначаємо кількість приладів до яких подається вода по даній ділянці. За кількістю приладів за ДБН [1] визначаємо розрахункову витрату. Далі виконуємо безпосередній гідравлічний розрахунок за таблицями Шевелева [10]. За відомою витратою підбираємо необхідний діаметр труби. Діаметр труби визначаємо за умови збереження в ньому швидкості руху води в межах 1,2 – 1,5 м/с. За таблицями Шевелева визначаємо дійсну швидкість руху води і параметр  $1000i$ , тобто втрати напору в міліметрах на один погонний метр труби. Тобто для кожної ділянки магістралі виконуємо ряд однакових стандартних операцій і результати заносимо в табл. 1.

Знаючи величину питомих втрат напору на гідравлічне тертя і довжину ділянки за залежністю

$$1000i \cdot L = h_1$$

розраховуємо втрати напору на гідравлічне тертя за довжиною. Тут  $L$  – довжина розрахункової ділянки, м.

Втрати напору в місцевих опорах враховуємо введенням додаткового коефіцієнта  $k_1 = 0,3$ . Сумарні втрати напору на розрахунковій ділянці розраховуємо за формулою

$$H_1 = 1000i \cdot L \cdot (1 + k_1).$$

Здійснивши вказані дії для кожної ділянки знаходимо суму втрат напору на магістралі (сума всіх даних по останній колонці табл. 1).

Результати гідравлічного розрахунку мережі холодного водопроводу

Таблиця 1

№ ділянки	N,шт	q	d	V	1000i	L	h <sub>l</sub> , мм	(1+K <sub>l</sub> )	H <sub>l</sub> , м
1-2	1	0,2	15	1,18	360,5	1,1	396,6	1,3	0,53
2-3	2	0,24	15	1,4	485,5	1,7	825,4		1,08
3-4	4	0,28	15	1,65	690,3	0,6	414,2		0,55
4-5	5	0,30	15	1,77	807	0,1	80,7		0,11
5-6	5	0,30	25	0,56	43,4	3,3	143,2		0,18
6-7	10	0,38	25	0,71	67,2	3,3	221,8		0,28
7-8	15	0,44	25	0,81	87,6	3,3	289,1		0,37
8-9	20	0,50	25	0,93	110,9	3,3	366,0		0,49
9-10	25	0,55	25	1,03	132,5	3,3	437,3		0,58
10-11	30	0,60	25	1,12	155,8	3,3	514,1		0,66
11-12	35	0,65	25	1,21	180,7	3,3	596,3		0,77
12-13	40	0,69	25	1,29	198,7	3,3	655,7		0,84
13-14	45	0,74	25	1,38	231,2	3,3	763,0		0,98
14-15	50	0,78	25	1,45	258,6	3,3	853,4		1,12
15-16	55	0,82	25	1,54	280,6	3,3	926,0		1,21
16-17	60	0,86	40	0,68	35	14,4	504,0		0,67
17-18	180	1,61	50	0,76	31,5	3,5	110,3		0,15
18-19	240	1,92	50	0,91	42,8	1,2	51,4		0,08
								Σ =	10,57

Проводимо додатковий розрахунок втрат напору на ділянках 16-17, 17-18, 18-19, по яким проходить пожежна витрата до спринклерних головок сміттєвих камер.

При пропуску пожежної витрати

№ ділянки	N,шт	q	d	V	1000i	L	h <sub>l</sub>	(1+K <sub>l</sub> )	H <sub>l</sub>
16-17	60	2,66	40	2,1	316,2	14,4	4553	1,3	5,94
17-18	180	3,41	50	1,6	128,1	3,5	448	1,3	0,57
18-19	240	3,72	50	1,75	152,3	1,2	183	1,3	0,25
								Σ =	6,76

Загальні втрати напору: для цього випадку будуть:

$$10,57 - 0,67 - 0,15 - 0,08 + 5,94 + 0,57 + 0,25 = 16,43 \text{ м}$$

#### Підбираємо квартирний лічильник для води

Втрати напору в квартирному лічильнику води на пропуск максимальної витрати на ділянці 5-6 з витратою  $q = 0,3$  л/с.

Підбираємо лічильник з умовним діаметром  $D = 15$  мм, для якого

$$S = 14,5 \text{ м}/(\text{л}/\text{с})^2$$

$$h_{\text{ліч}} = 14,5 \cdot 0,3^2 = 1,305 < 5 \text{ м.}$$

#### Підбираємо домашній лічильник для води

Окрім лічильників встановлених в кожній квартирі, обов'язково передбачається улаштування загального лічильника, який враховує витрату води в цілому для всього будинку. Розрахункова витрата води на ввіді  $q = 1,92$  л/с.

Підбираємо лічильник калібром 32 мм (ВК – 32).

Визначаємо втрати напору в лічильнику за формулою

$$H_{\text{ліч}} = S \cdot q^2 = 1,3 \cdot 1,92^2 = 4,79 \text{ м} < 5 \text{ м,}$$

де  $S$  - гідравлічний опір лічильника  $\text{м}/(\text{л}/\text{с})^2$ ;

$q$  – витрата води на ввіді в будинок, л/с.

Перевіряємо даний лічильник на пропуск пожежної витрати до спринклерної головки

$$h_{\text{ліч}} = 1,3 \cdot 3,72^2 = 18 > 10 \text{ м.}$$

Збільшуємо калібр до 40.

$$h_{\text{ліч}} = 0,5 \cdot 3,72^2 = 6,92 < 10 \text{ м.}$$

Перевіряємо його на пропуск господарство-питної витрати

$$h_{\text{ліч}} = 0,5 \cdot 1,923^2 = 1,85 < 5 \text{ м.}$$

Отже, остаточно приймаємо для встановлення на ввіді в будинок крильчатий лічильник ВК – 40. Він зможе пропустити пожежну та господарсько-питну витрату води без перевищення граничних втрат напору.

### 4.3. Внутрішня мережа В2

Гідравлічний розрахунок внутрішньої водопровідної мережі пропуск максимальної господарсько-питної і пожежної витрати виконано на пропуск цієї витрати до пожежного найбільш високо розташованого крану на горищі. При цьому система пропускає максимальну витрату на господарсько-питні потреби. Розрахунковий напрямок – від пожежного крану на горищі до теплопункту.

Як слідує з плану типового поверху на поверсі встановлюється один пожежний кран. Кран встановлюється в спеціальній ніші на висоті 1,35 м від підлоги. Мінімальний напір у пожежного крану приймається 10 м. При цьому висота компактної частини струмини повинна бути не менше 6 м. Довжину пожежного шлангу приймаємо 15 м [5, п 6.8], діаметр пожежного крану  $d = 50$  мм.

Мінімальна витрата води на один струмінь становить для sprisku 16 мм – 2,6 л/с. Результати гідравлічного розрахунку пожежної магістрал приведені в табл.2.

Таблиця 2

Номер розрахункової ділянки	Витрата $q^{fire}$ , л/с	Діаметр труб, d, мм	Швидкість, 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 ПІ, м.вдо.ст.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1-2	2,6	50	1,22	74,9	47,87	3,585	1,1	3,96

Розраховуємо необхідний напір в системі при пожежі:

$$H_{\text{пож}} = 3,96 + 9,6 + (12 \cdot 3,3 + 2,5 + 2,4 - 1,3) = 56,76 < 90 \text{ м.}$$

Необхідний тиск менше 0,9 МПа – можна залишити результати без змін.

#### 4.4. Внутрішня мережа Т3-Т4

Як вже відмічалось у проектуваному будинку передбачена централізована система гарячого водопостачання з розміщенням установки по приготуванню гарячої води в індивідуальному тепловому пункті (ІТП) у підвалі будинку. У ванних кімнатах передбачено встановлення рушниковисушувачів [5, п 5.6], які приєднуються до водорозбірних стояків. Водорозбірні стояки при цьому об'єднуються в секційний вузол.

Приймаємо систему з верхньою розводкою. Матеріал труб – сталь.

Загальна кількість розрахункових приладів в житловому будинку:

$$N^h = 12 \cdot 4 \cdot 4 = 192.$$

Як і для холодного водопроводу, для розрахунку мережі трубопроводів гарячого водопроводу, спочатку здійснюємо розводку трубопроводів на типовому поверсі, підвалі, технічному поверсі. Потім намалюємо аксонометричну схему гарячого водопроводу. Виділяємо магістральний напрямок. Під ним розуміємо напрямок від насосу в тепловому пункті до найбільш віддаленого змішувача ванни на дванадцятому поверсі. Розбиваємо магістраль на розрахункові ділянки. Розрахунок ведемо на два розрахункових режими: режим максимального водоспоживання і режим циркуляції. Спочатку розглянемо режим максимального водоспоживання на питні потреби. За аналогією з холодним водопроводом результати розрахунку зводимо в табл. 3.

#### Результати гідравлічного розрахунку мережі водопроводу Т3, Т4

Таблиця 3

№ ділянки	N, шт	q, л/с	d, мм	V, м/с	1000i	L, м	h <sub>l</sub> , мм	(1+K <sub>l</sub> )	H <sub>l,tot</sub>
1-2	1	0,22	16	1,94	310,34	1,1	341,4	1,3	0,44
2-3	2	0,26	16	2,3	417,4	1,9	793,1	1,3	1,03
3-4	3	0,29	16	2,58	507,04	0,7	354,9	1,3	0,46
4-5	4	0,32	32	0,597	16,02	0,4	6,4	1,5	0,01
5-6	4	0,32	32	0,597	16,02	3,3	52,9	1,5	0,08
6-7	8	0,40	32	0,76	24,26	3,3	80,1	1,5	0,14
7-8	12	0,48	32	0,9	32,33	3,3	106,7	1,5	0,18
8-9	16	0,54	32	1,02	40,21	3,3	132,7	1,5	0,20
9-10	20	0,58	32	1,13	48,1	3,3	158,7	1,5	0,24
10-11	24	0,66	32	1,23	56,11	3,3	185,2	1,5	0,28
11-12	28	0,71	32	1,33	64,19	3,3	211,8	1,5	0,32
12-13	32	0,76	32	1,43	72,22	3,3	238,3	1,5	0,36
13-14	36	0,81	32	1,52	80,3	3,3	265,0	1,5	0,42
14-15	40	0,85	32	1,61	88,55	3,3	292,2	1,5	0,46
15-16	44	0,89	32	1,69	96,77	3,3	319,3	1,5	0,48
16-17	48	0,94	32	1,78	105,11	17	178,9	1,5	0,27
17-18	144	1,79	40	2,15	111,66	1,4	156,3	1,2	0,19
18-19	192	2,15	50	1,64	53,8	28,6	153,7	1,2	0,18
								Σ =	5,74

### Розрахунок на пропуск циркуляційної витрати

Циркуляція води в системі гарячого водопостачання призначена для забезпечення надійної роботи в цілому і зручності використання санітарно-технічного обладнання. Для визначення циркуляційної витрати води у відповідності до [1, п. 5.3, ф.6] величину теплового потоку в годину максимального водоспоживання, за скоригованою формулою:

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

де  $q_{hr}^h$  – витрата гарячої води в годину масимального водоспоживання;

$5^0$  - температура холодної води згідно [5, дод. 1].

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

розташовані в житлових квартирах з середньою годинною витратою води одним мешканцем – 4,17 л/год. Вона дорівнює – 2,95 м<sup>3</sup>/год.

Тоді розрахунковий тепловий потік на потреби гарячого водоспоживання становить:

$$1,15 \times 2,95 \times (55 - 5) = 169,6 \text{ кВт},$$

без теплових втрат. І при 5% теплових втрат від величини теплового потоку отримаємо значення 10,56 кВт.

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

$$q_{\text{cir}} = 10,56 / (0,819 \times 4,19 \times 5) = 0,614 \text{ л/с}.$$

Розрахуємо циркуляційні витрати по окремим водорозбірним стоякам пропорційно площі поверхні труб метрової довжини при умові, що діаметр стояка не міняється по всій висоті. Один стояк – 50 мм (подавальний), 4 стояки – 32 мм.

Знаходимо втрати напору на головному розрахунковому напрямку для циркуляційної витрати. Результати розрахунку приведені в табл. 4.

Таблиця 4

Діл.	Циркуляційна витрата на ділянці, л/с	Умовний	v, м/с	1000i,	L, м	1000i* L, м	1+K <sub>L</sub>	H <sub>L</sub> , м
		d, мм		мм/м				
5-6	0,285	32	0,54	13,33	3,3	43,989	1,5	0,067
6-7	0,285	32	0,54	13,33	3,3	43,989	1,5	0,067
7-8	0,285	32	0,54	13,33	3,3	43,989	1,5	0,067
8-9	0,285	32	0,54	13,33	3,3	43,989	1,5	0,067
9-10	0,285	32	0,54	13,33	3,3	43,989	1,5	0,067
10-11	0,285	32	0,54	13,33	3,3	43,989	1,5	0,067
11-12	0,285	32	0,54	13,33	3,3	43,989	1,5	0,067
12-13	0,285	32	0,54	13,33	3,3	43,989	1,5	0,067
13-14	0,285	32	0,54	13,33	3,3	43,989	1,5	0,067
14-15	0,285	32	0,54	13,33	3,3	43,989	1,5	0,067
15-16	0,285	32	0,54	13,33	3,3	43,989	1,5	0,067
16-17	0,285	32	0,54	13,33	17	226,61	1,5	0,341
17-18	0,285	40	0,34	4,65	1,4	6,51	1,2	0,009

18-19	0,285	50	0,22	1,63	28,6	46,618	1,2	0,057
Всього по розрахунковому напрямку частини Т3								1,131
5-20	0,285	20	1,42	128,03	15	1920,45	1,2	2,305
20-21	0,455	32	1,6	88,9	2,6	231,14	1,2	0,278
21-22	0,614	32	2,15	146,12	2,7	394,524	1,2	0,474
Всього по розрахунковому напрямку частини Т4								4,186
Всього по розрахунковому кільцю								5,315
Всього по розрахунковому кільцю, втрати в МПа								0,054

Згідно [5, п. 8.8], умова виконується - втрати напору складають 0,053 МПа і знаходяться в межах 0,03 - 0,06 МПа. Розрахунок завершено.

#### Втрати напору в квартирному лічильнику

Втрати напору в квартирному лічильнику води на пропуск максимальної витрати на ділянці 56 при лічильнику калібром 15 мм:

$$h_{\text{піч}} = S q^2 = 14,5 * 0,32^2 = 1,48 \text{ м} < 5 \text{ м.}$$

Приймаємо лічильник з калібром 15 мм з [5, табл. 4].

#### Підбираємо головний лічильник гарячої води

Приймаємо крильчатий лічильник ВК – 40.

$$h = 0,5 * 2,15^2 = 2,31 < 5 \text{ м.}$$

Умова ДБН виконується.

Встановлюємо крильчатий лічильник води типу ВК - 40.

### **4.5. Внутрішня система К1**

Каналізаційні стояки встановлюємо в приміщеннях санвузлів квартир. Унітази підключаємо до каналізаційного стояка чавунними трубами діаметром 100 мм, решту приладів діаметром 50 мм. Діаметри стояків – 100 мм.

Перевіримо призначений діаметр стояка.

Знаходимо розрахункову витрату по стояку згідно з [5, п. 3.5].

$$q^s = q^{\text{tot}} + q_o^s$$

$q^{\text{tot}}$  – максимальна сумарна секундна витрата води по стояку.

$$q_o^{\text{tot}} = 0,3 \text{ л/с згідно [1, п. 3.2].}$$

$$q_o^s = 1,6 \text{ л/с згідно [1, дод.2].}$$

$$q^s = 5 \cdot 0,3 \cdot 1,077 + 1,6 = 3,22 \text{ л/с.}$$

Згідно [5, табл.8] стояк діаметром 100 мм зможе пропустити визначену витрату стічних вод.

На каналізаційних стояках встановлюємо ревізії на першому, третьому, шостому, дев'ятому і дванадцятому; на поворотах – прочистки. Труби прокладаємо з ухилом 0,02 до випуску з будинку. Виводимо каналізаційні стояки на 0,3 м вище покрівлі будинку для забезпечення вентиляції. При прокладанні трубопроводів у підвалі на всіх поворотах труб встановлюються прочистки. Труби прийняти поліетиленові безнапірні.

Магістральні трубопроводи каналізації прокладаються під стелею підвалу вздовж капітальних стін.

#### **4.6. Внутрішня система К2**

Для відводу з покрівлі будинку дощових та талих вод передбачена система внутрішньої дощової каналізації К2. Покрівля нашого будинку побудована для прийому вод в центральній частині покрівлі, встановлюємо дві водоприймальні воронки в прямокутній єндові. На горищі під єндовою встановлюється прочистка і далі двома трубами відводить воду в стояки К2, які розташовані на сходиноківій клітинці. На першому поверсі на висоті 1 м встановлюємо ревізію. Випуск води здійснюється в систему квартальної дощової каналізації. Проводимо розрахунок згідно з [5, ф. 34-36].

У відповідності з діючими нормами витрата дощових вод з плоскої кровлі визначається за залежністю

$$Q = F \cdot q_{20} / 10000, \text{ л/с,}$$

де  $F$  - загальна площа водозбору на кровлі з врахуванням 30% площі вертикальних стін в нашому випадку буде:

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

$$F = 396 + 0,3 \cdot 40 = 408 \text{ м}^2;$$

$q_{20} = 100 \text{ л/(с} \cdot \text{га)}$  – інтенсивність двадцятихвилинного дощу, л /с з гектара площі для певної місцевості, за період одноразового перевищення розрахункової інтенсивності, рівній одному року;

$F_1$  – дійсна площа покрівлі в плані,  $\text{м}^2$ ;

$F_2$  – площа вертикального бортика, який огороджує поверхню покрівлі по периметру,  $\text{м}^2$ .

$$Q = 408 \cdot 100 / 10000 = 4,08 \text{ л/с.}$$

## РОЗДІЛ 5

# **Технологія будівельного виробництва**

## **5.1. Вибір будівельного майданчику очисних споруд**

При проектуванні очисних споруд водовідведення населеного пункту важливе значення має правильний вибір будівельного майданчика для їх розміщення. При цьому треба враховувати декілька основних факторів. А саме: майданчик повинен розташовуватися від населеного пункту на відстані не меншій ніж встановлені санітарні розриви. Обов'язково треба враховувати розу вітрів у районі будівництва. Особливу увагу треба звернути на наявність в районі будівництва під'їзних доріг для можливості доставки технологічного обладнання, розхідних матеріалів і обслуговуючого персоналу.

Окрім того, вибір майданчика треба робити з врахуванням проведення мінімальних об'ємів земляних робіт. З умови як переміщення землі на самому майданчику, так і вивозу і транспортуванню його за межі території будівництва.

Важливим питанням при виборі території майданчика очисних споруд є питання наявності в районі будівництва місцевих мереж водопостачання та водовідведення а також електричних мереж необхідної потужності.

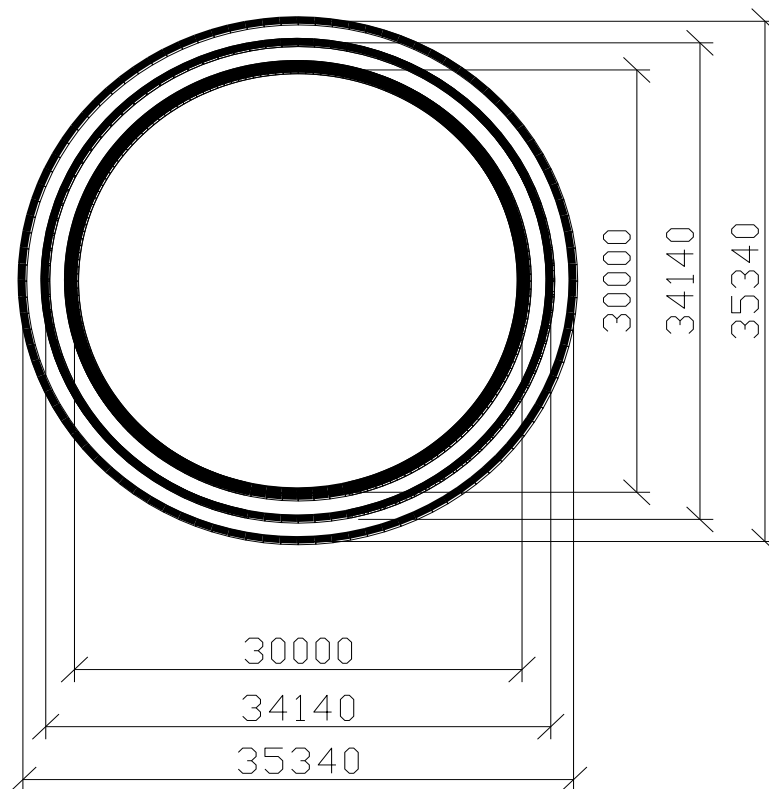
Також обов'язково треба враховувати можливість погіршення екологічної обстановки в районі проектування очисних споруд, в тому числі якості води підземних і поверхневих джерел і передбачити заходи по недопущенню цього. Будівельний майданчик повинен бути огорожений і мати необхідну охорону. Проект очисних споруд водовідведення і територія призначена для його будівництва повинна бути узгоджена з відповідними місцевими службами.

### **Визначення розмірів котловану**

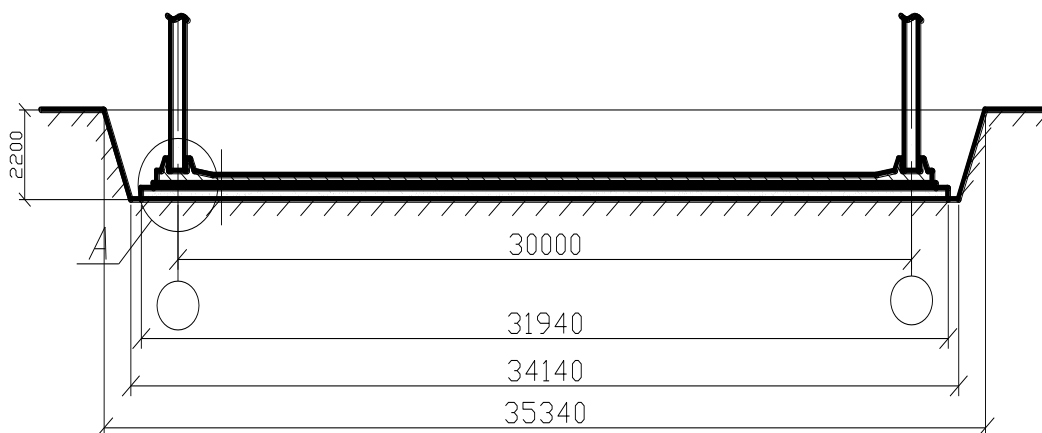
Очисні споруди системи водопостачання і водовідведення в основному

представляють собою споруди великого об'єму і великої площі.

Проектується і будуються ці споруди заглибленого і напівзаглибленого типу із збірного або монолітного залізобетону. Як приклад, розглянемо варіант будівництва ємнісної очисної споруди горизонтального відстійника радіального типу. Споруда влаштовується заглибленою. Розміри котловану в



плані визначаються, окрім розмірів споруди, також схемою монтажу (в



загальному випадку – схемами виконання технологічних процесів). Схема його улаштування приведена на рис. 1.

Рис. 1. Схема для визначення мінімальних розмірів котлован.

Мінімальні розміри котловану для споруди можна розраховувати за залежністю:

$$A_{\text{к min}}^{\text{Д}} = B_{\text{к min}}^{\text{Д}} = A_{\text{сп}} + 2 \cdot e_p,$$

де  $A_{\text{к min}}^{\text{Д}}$  – довжина котловану по дну;

$B_{\text{к min}}^{\text{Д}}$  – ширина котловану по дну;

$A_{\text{сп}}$  – довжина споруди (вона ж ширина);

$e_p$  – відстань між спорудою і основою укосу;  $e_p = 0.6$  м [СНиП III-

8-76]

$$A_{\text{к min}}^{\text{Д}} = B_{\text{к min}}^{\text{Д}} = 31.94 + 2 \cdot 0.6 = 33.14 \text{ [м]}.$$

Розміри споруди  $A_{\text{сп}}$  і  $B_{\text{сп}}$  визначаються між зовнішніми, що найбільше виступають, поверхнями елементів споруди. Такими поверхнями в спорудах водопостачання та водовідведення є зовнішні (умовні грані щебеневої підготовки приведені на рис. 2).

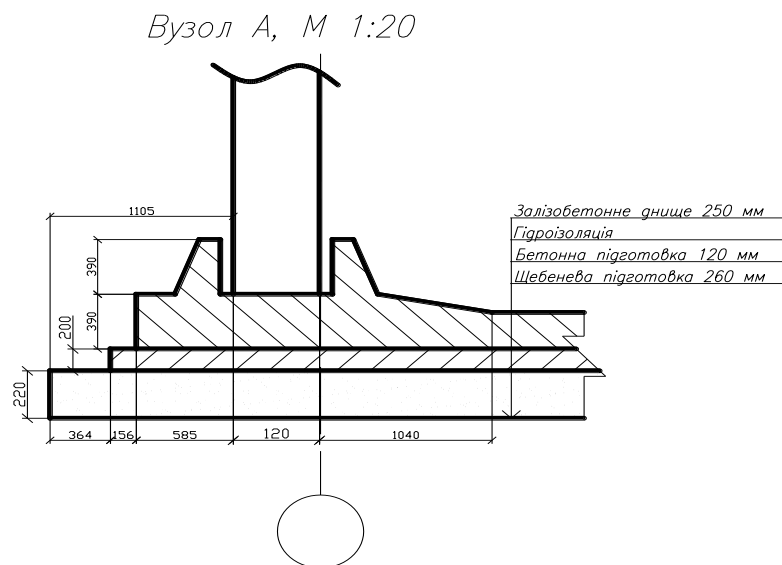


Рис. 2. Схема улаштування фундаменту споруди

Довжина  $A_{cn}$  і ширина  $B_{cn}$  споруди будуть рівними, оскільки споруда круглої форми, і складають (рис.1):

$$A_{cn} = B_{cn} = A_{cn}^{HM} + 2 \cdot (e_{cm} + e_{cd}),$$

де  $A_{cn}^{HM}$  – номінальна довжина (ширина) споруди між крайніми модульними розливочними осями;

$e_{cm}$  – відстань між модульною розливочною віссю зовнішньої стіни та її зовнішньою поверхнею;

$e_{cd}$  – відстань між зовнішньою поверхнею зовнішньої стіни та гранню щелепної підготовки.

$$A_{cn}^{HM} = B_{cn}^{HM} = 30 \text{ [м]},$$

$$A_{cn} = B_{cn} = 30 + 2 \cdot (0.45 + 0.4 + 0.12) = 31.94 \text{ [м]}.$$

## 5.2. Визначення об'єму земляних робіт

### Визначення розмірів котловану

Розміри споруди визначають мінімально необхідні розміри котловану в плані. Схеми виконання монтажних робіт впливають на необхідність збільшення розмірів котловану для створення умов для їх реалізації.

Відстань між спорудою і основою укосу = 0,3м (СниП III-8-76).

Глибина котловану 2,9м. Для супісків коефіцієнт закладання укосів  $m = 0,65$ . Тоді величина закладання укосів:

$$A = m \cdot H = 0.65 \cdot 2.9 = 1.92 \text{ м.}$$

Ширину виїзної траншеї приймаємо рівною 4,5 м, як для одностороннього руху. Коефіцієнт закладання вихідної траншеї приймаємо  $m = 10$ .

## Визначення загального об'єму ґрунту при розробці котловану

Загальний об'єм виїмки визначається як сума об'ємів котловану, виїзної траншеї.

$$V_{\text{заг}} = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5,$$

де  $V_1$  - об'єм центральної частини котловану;

$V_2$  - об'єм кутової піраміди;

$V_3, V_5$  - об'єм торцевого призматоїда;

$V_4$  - об'єм виїзної траншеї.

$$V_1 = 56,4 \cdot 406 \cdot 2,9 = 17402,76 \text{ м}^3$$

$$V_2 = 4(\text{м}^2\text{Н}^3)/3 = 4 \cdot (0,65^2 \cdot 2,9^3)/3 = 8,12 \text{ м}^3$$

$$V_3 = 2(\text{мН}^2\text{В})/3 = 237,15 \text{ м}^3$$

$$V_4 = 2\text{Н}/6(3\text{b} + 2\text{мН} \cdot (\text{м} - \text{м})/\text{м}) \cdot (\text{м} - \text{м}) = \\ = 2 \cdot 2,9 / (3 \cdot 4,5 + 2 \cdot 0,65 \cdot 2,9 \cdot (10 - 0,65) / 10) \cdot (10 - 0,65) = 506,26 \text{ м}^3$$

$$V_5 = 2(\text{мН}^2\text{В}/2) = 2(0,65 \cdot 2,9^2 \cdot 106,4/2) = 447,3 \text{ м}^3$$

Тоді загальний об'єм складає:

$$V_{\text{заг}} = 17402,78 + 8,13 + 237,16 + 506,27 + 447,4 = 18601,72 \text{ м}^3.$$

Об'єм зворотної засипки складається з: об'єма пазух, виїзних траншей, обсіпки споруди вище поверхні ґрунту.

$$V_{\text{обс}} + b_{\text{заг}} = V_{\text{заг}} - 8V_{\text{спор}} = 18601 - 8 \cdot 737,6 = 12700,76 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{спор}} = 2,9 \cdot 3,14 \cdot 9^2 = 737,5 \text{ м}^3$$

Об'єм засипки споруди:

$$V_{\text{обс}} = V_{\text{ус.кон}} - V_{\text{спор}},$$

де  $V_{\text{ус.кон}}$  – об'єм усіченого конуса;

$$V_{\text{ус.кон}} = 1/3\text{П} \cdot 3,14(10^2 + 10 \cdot 11,3 + 11,3) = 463,53 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{скор.надп}} = 1,3 \cdot 3,14 \cdot 9^2 = 330,65 \text{ м}^3.$$

Об'єм обсіпки одного радіального відстійника:

$$V_{\text{обс1}} = 463,52 - 330,64 = 132,37 \text{ м}^3$$

Об'єм обсіпки вісьмох радіальних відстійників:

$$V_{\text{обс8}} = 8 * 132,38 = 1063,05 \text{ м}^3.$$

Таким чином об'єм ґрунту, що повинен залишитися на бровці котловану:

$$V_{\text{заг}} = V_{\text{паз}} + b_{\text{мп}} + V_{\text{обс8}} = 12700,94 + 1063,04 = 13763,96 \text{ м}^3.$$

В зв'язку з тим, що при зворотній засипці ґрунт ущільнюється до його нормальної щільності, що практично не можливо, деяка кількість ґрунту залишається. Визначимо цей об'єм:

$$V_{\text{зал}} = V_{\text{вал}}(1 - 1/K_{\text{ор}}) = 13763,98(1 - 1/1,04) = 529,36 \text{ м}^3$$

Об'єм ґрунту який необхідно вивезти:

$$V_{\text{мп}} = V_{\text{заг}} - V_{\text{зал}} = 18601,74 - 13234,36 = 5367,12 \text{ м}^3$$

Баланс ґрунту при розробці котловану:

$$V_{\text{зал}} = V_{\text{заг}} + V_{\text{мп}} = 13234,63 + 5367,11 = 18601,75 \text{ м}^3.$$

Результати розрахунків заносимо в таблицю:

Виймка	Об'єм, м <sup>3</sup>	Призначення резерву	Об'єм, м <sup>3</sup>
Котловани	18095,47	Засипка пазух	13193,74
Виймка Траншея	506,26	Влаштування Обсипки	40,89
Всього	18601,75	Всього	13234,6

### **Вибір схеми розробки ґрунту в котловані та вибір землерийної машини**

Для більш ефективної організації робіт по влаштуванню котловану розробляють спочатку центральну частину на транспорт. Частину, що залишилася розробляють на вишет.

Ширину траншеї поверху для розробки на транспорт визначаємо:

$$B_{\text{мп}} = V_{\text{мп}} * B_{\text{к}} / V_{\text{заг}} = 5367,11 * 59,3 / 18601,74 = 17,11 \text{ м},$$

Тоді:

$$V_{\text{в}} = (59,3 - 17,12) = 21,08 \text{ м}.$$

Розрахункові параметри екскаватора для вибору найбільш підходящої машини визначають для ділянок котловану, який підлягає розробці на вимет, а потім перевіряють для виконання процесу при розробці на транспорт.

При розробці котловану на вимет розраховують необхідний радіус вивантаження ґрунту і глибину котловану.

$$R_{\text{вр}} = 8.2 + 0.5 + 0.65 + 2.9 + 10.54 = 20.68 \text{ м.}$$

### **Вибір екскаватора:**

#### **Технічна характеристика:**

В залежності від типу ґрунту і глибини котловану підбираємо одноківшовий екскаватор з зворотною лопатою типу ЭО-6525, з такими характеристиками:

- тип ходового пристрою – пневмоколісний
- місткість ковша –  $0,65 \text{ м}^3$
- маса – 20,9 т
- радіус копання на рівні стоянки:
  - найбільший  $R_1 = 9.2 \text{ м}$
  - найменший  $R = 5.0 \text{ м}$
- найбільша висота:
  - підйому ковшу  $H_1 = 3.1 \text{ м}$
  - вивантаження  $R_2 = 8.0 \text{ м}$
- радіус вивантаження  $R_2 = 8.0 \text{ м}$
- глибина котловану нижче рівня копання  $H_2 = 3 \text{ м}$ .

#### **Розробка котловану екскаватором з зворотною лопатою**

- Забій нормальної ширини.
- Лобова проходка з вивантаженням ґрунту у автотранспорт на два боки.

Максимальна ширина полоси:

$$B_{\max} = 2 \cdot \sqrt{R_0^2 - l_n^2} = 2 \cdot \sqrt{7.11^2 - 1.75^2} = 13.78 \text{ [м]},$$

де  $l_n = 1.75$  – крок стоянок ескаватору;

$R_0$  – радіус копання:

$$R_0 = 0.9 \cdot R_{\max} = 0.9 \cdot 7.9 = 7.11 \text{ [м]}$$

Ширина забою:

$$B = (1.5 \div 1.9) \cdot R_0 = 1.7 \cdot 7.11 = 12.1 \text{ [м]}$$

Відстань від вісі проходки ескаватора до вісі руху машини.

$$l_m = b_1 - m \cdot h - 1 - \frac{b_{mp}}{2} = 6,89 - 1,1 \cdot 1 - 1,2 = 3,39 \text{ м}$$

Транспортний засіб для перевезення шару землі ЗИЛ ММЗ-552.

### 5.3. Розрахунок графіку руху транспорту при розробці котловану

1. Необхідність в транспортних засобах дає змогу забезпечити неперервність роботи ескаватора (марки ЭО – 6525).
2. В момент від'їзду навантаженої транспортної одиниці, повинна бути готова нова для розвантаження транспортної одиниці.
3. Необхідність в транспортному засобі визначається з урахуванням їх використання, виходячи з того, що вони також використовуються неперервно.
4. Неперервність використання транспортного засобу досягається розробкою схеми їх роботи.
5. Число транспортних засобів визначається, так:  
Для необхідності розрахунків приймаємо транспортний засіб ЗИЛ – ММЗ – 555.

$$N = \frac{t_n + t_{np} + t_p + t_{mp} + t_{mp} + t_{mp}}{t_n + t_{mp}} = \frac{2.06 + 10.4 + 1 + 0.3 + 0.6 + 1.3}{2.98 + 0.3} = 7,$$

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

$t_{пр}$  – час пробігу транспортного засобу від місця завантаження до місця

розвантаження і повернення;

$t_p$  – час розвантаження транспортного засобу, хв;

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

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

$t_{тп}$  – протяжність технологічних розрахунків в роботі транспортного засобу, хв;

6. Визначення часу завантаження ґрунту в транспортний засіб,  $t_n$ :

$$t_n = \frac{M \cdot t_{ц}}{60 \cdot K_T} = \frac{3.04 \cdot 24.5}{60 \cdot 0.6} = 2.05 \text{ хв,}$$

де  $M$  – кількість ковшів екскаватора, яка забезпечує наповнення кузова транспортного засобу;

$t_{ц}$  – протяжність циклу екскаватора), сек;

$K_T$  – коефіцієнт транспорту:

$$M = \frac{P}{\rho \cdot K_1} = \frac{4.5}{1.65 \cdot 0.896} = 3.05 ,$$

де  $P$  – ванжопідйомність транспортного засобу, т;

$\rho$  – середня щільність ґрунту в нормальному стані, т/м<sup>3</sup>;

$K_1$  – коефіцієнт наповнення ковша щільним ґрунтом:

$$K_1 = \frac{K_n}{K_p} = \frac{1.02}{1.14} = 0.8956 ,$$

де  $K_n$  – коефіцієнт наповнення ковша екскаватора розпушеним ґрунтом (0,95...1,02);

$K_p$  – коефіцієнт розпушення ґрунту, (1,12...1,17).

7.Визначення часу пробігу транспортного засобу,  $t_{пр}$ :

$$t_{пр} = \frac{2 \cdot L \cdot 60}{V_{ср}} = \frac{2 \cdot 2.6 \cdot 60}{30} = 10.2$$

де  $L$  – відстань від місця завантаження до місця розвантаження;

$V_{cp}$  – швидкість руху транспортного засобу, км/год.

#### 5.4. Вибір монтажного крану

Загальна маса:

$$Q_m = Q_k + \sum q_{np},$$

де  $Q_k$  – маса конструкції;

$q_{np}$  – маса пристосувань, які піднімає конструкція;

$$\sum q_{np} = 1.5 \cdot q_{m.np.} = 1.5 \cdot 0.02 = 0.031 \text{ т},$$

де  $q_{m.np.}$  – вага, що знаходиться за [1];

Монтажна висота підйому гаку крану для стінових панелей колони:

$$H_m = h_{mz} + 0.5 + h_k + h_{m.np.} = 0.6 + 0.5 + 3.6 + 2.2 = 6.92 \text{ м},$$

де  $h_k$  – висота колони;

$h_{m.np.}$  – висота строповки;

$h_{mz}$  – висота встановлення конструкції;

Підбираємо транспорт для перевезення стінових панелей:

Максимальні розміри виробів, що перевозяться:

$$l = 6 \text{ м}, b = 3 \text{ м}.$$

#### Конструктивна схема – високорамний тягач ЗИЛ-130В1

- Вантажопідйомність – 9 т;
- Довжина вантажного майданчика 6.1 м;
- Навантажувальна висота  $h = 1.36$  м;
- Габаритні розміри  $l = 6.32$  м;
  - Ширина  $b = 2.5$  м;
  - Ширина з вантажем  $b = 32.5$  м;

- Висота  $H = 2.75$  м;
- База  $4.68$  м;
- Коля  $1.79$  м;
- Кількість коліс  $4 + 1$ .

### Розрахунки об'ємів до таблиці технологічних розрахунків

- Зріз рослинного шару.

$$V_{p.ш.} = W_k \cdot h_{p.ш.} = 346.2 \cdot 0.5 = 138,46 \text{ м}^3,$$

де  $V_{p.ш.}$  - об'єм рослинного шару,  $\text{м}^3$ ;

$W_k$  - площа котловану,  $\text{м}^2$ ;

$$W_k = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3.14 \cdot 30^2}{4} = 346.3 \text{ м}^2,$$

де  $h_{p.ш.}$  - висота рослинного шару, приймаємо  $(0.4 \dots 0.5)$  м:

- Розробка ґрунту в котловані на виміт.

$$V_{вим} = V_{сп.пз} - V_{заг.} = 1246.3 - 1172.24 = 12.1 \text{ м}^3;$$

де  $V_{вим}$  - об'єм ґрунту на виміт,  $\text{м}^3$ ;

$V_{сп.пз}$  - об'єм споруди,  $\text{м}^3$ ;

$V_{заг.}$  - загальний об'єм,  $\text{м}^3$ ;

$$V_{заг.} = \frac{F_k^{\partial} + F_k^{\epsilon}}{2} \cdot h_k + V_{в.тр} = \frac{440.9 + 453.3}{2} \cdot 2.2 + 188.6 = 1172.24 \text{ м}^3;$$

де  $F_k^{\partial}$  - площа котловану по дну,  $\text{м}^2$ ;

$F_k^{\epsilon}$  - площа котловану на виліт,  $\text{м}^2$ ;

$V_{в.тр}$  - об'єм в'їздної траншеї,  $\text{м}^3$ ;

$$V_{в.тр} = \frac{h_p^2}{6} \cdot \left( 3 \cdot b + 2 \cdot m \cdot h_p \cdot \frac{m' - m}{m'} \right) \cdot (m' - m) = \frac{2.2^2}{6} \cdot \left( 3 \cdot 4.5 + 2 \cdot 0.67 \cdot \frac{15 - 0.67}{15} \right) \cdot (15 - 0.67) = 188.6$$

де  $m' = 10 \div 15$  - коефіцієнт закладання в'їздної траншеї;

$h_k$  - висота котловану,  $2.2$  м.

- Розробка ґрунту в котловані на транспорт.

$$V_{тр} = V_{вим} + V_{вим} \left( 1 - \frac{1}{k_{ор}} \right) = 12.4 + 12.4 \cdot \left( 1 - \frac{1}{1.17} \right) = 14.24 \text{ м}^3,$$

де  $V_{вим}$  - об'єм ґрунту на виміт,  $\text{м}^3$ ;

$V_{тр}$  - об'єм транспорту,  $\text{м}^3$ ;

$k_{ор}$  - коефіцієнт розпушування залишкового ґрунту  $k_{ор} = 1.17$  :

- Транспортування ґрунту від місця розбивки до відвалу.

$$V_{зм} = \frac{8}{T_{ца}} \times V_{роз} = \frac{8}{29.82} \times 413.3 = 107.3 \text{ м}^3,$$

де  $T_{ца}$  - час руху транспорту;

$V_{роз}$  - об'єм котловану;

$V_{роз}$  - об'єм робіт виконаних за одну зміну;

- Розробка добору ґрунту вручну.

$$V_{\Delta h} = F_{\kappa}^{\partial} \cdot \Delta h_{зм} = 346.2 \cdot 0.1 = 34.621 \text{ м}^3;$$

$$F_{\kappa}^{\partial} = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3.14 \cdot 30^2}{4} = 346.3 \text{ м}^2,$$

де  $F_{\kappa}^{\partial}$  - площа котловану,  $\text{м}^2$ ;

$\Delta h_{зм}$  - висота шару добору, 0.1.

- Влаштування щебеневої підготовки.

$$V_{щ.н} = A_{щ.н} \times B_{щ.н} \cdot h_{щ.н} = 346.3 \cdot 0.28 = 96.92 \text{ м}^3;$$

де  $A_{щ.н} \times B_{щ.н}$  - площа котловану,  $\text{м}^2$ ;

$h_{щ.н}$  - висота щебеневої підготовки за вихідними даними.

- Монтаж стінових панелей.

$$V_{с.н} = 1.5 \cdot 0.12 \cdot 3.6 = 0.646 \text{ м}^3,$$

де  $V_{с.н}$  - об'єм 1-ї стінової панелі

## 5.5. Монтаж радіального відстійника

Спочатку монтуються стінові сегменти панелей, а після закінчення їх монтажу – лотки.

#### Характеристика конструкцій

№	Найменування конструкції	Маса, т	Геометричні розміри			Кількість Споруд, шт
			a	b	h	
1	Стінові панелі	1,3	1,7	1,7	3,4	32
2	Лотки ЛУ2-23	0,48	2,15	0,8	0,8	24

#### Монтажні пристосування

№	Найменування конструкції	Характеристики монтажн. пристос.		
		Найменування	Вага, т	Висота, м
1	Стінові панелі	Універсальні стропи	0,02	5,4
2	Лотки ЛУ2-23	ГОСТ19144-73	0,02	5,4

#### Будівельно-монтажні характеристики

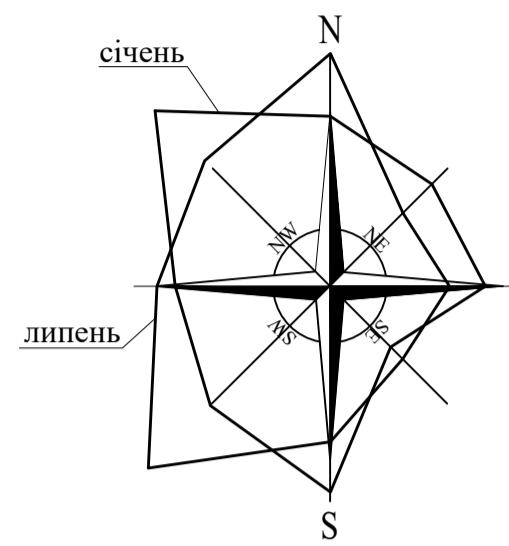
№	Найменування конструкції	Будівельно-монтажні характеристики		
		Q, т	L, м	H, м
1	Стінові панелі	1,32	4,5	10,4
2	Лотки ЛУ2-23	0,50	5,5	10,8

## Використана література

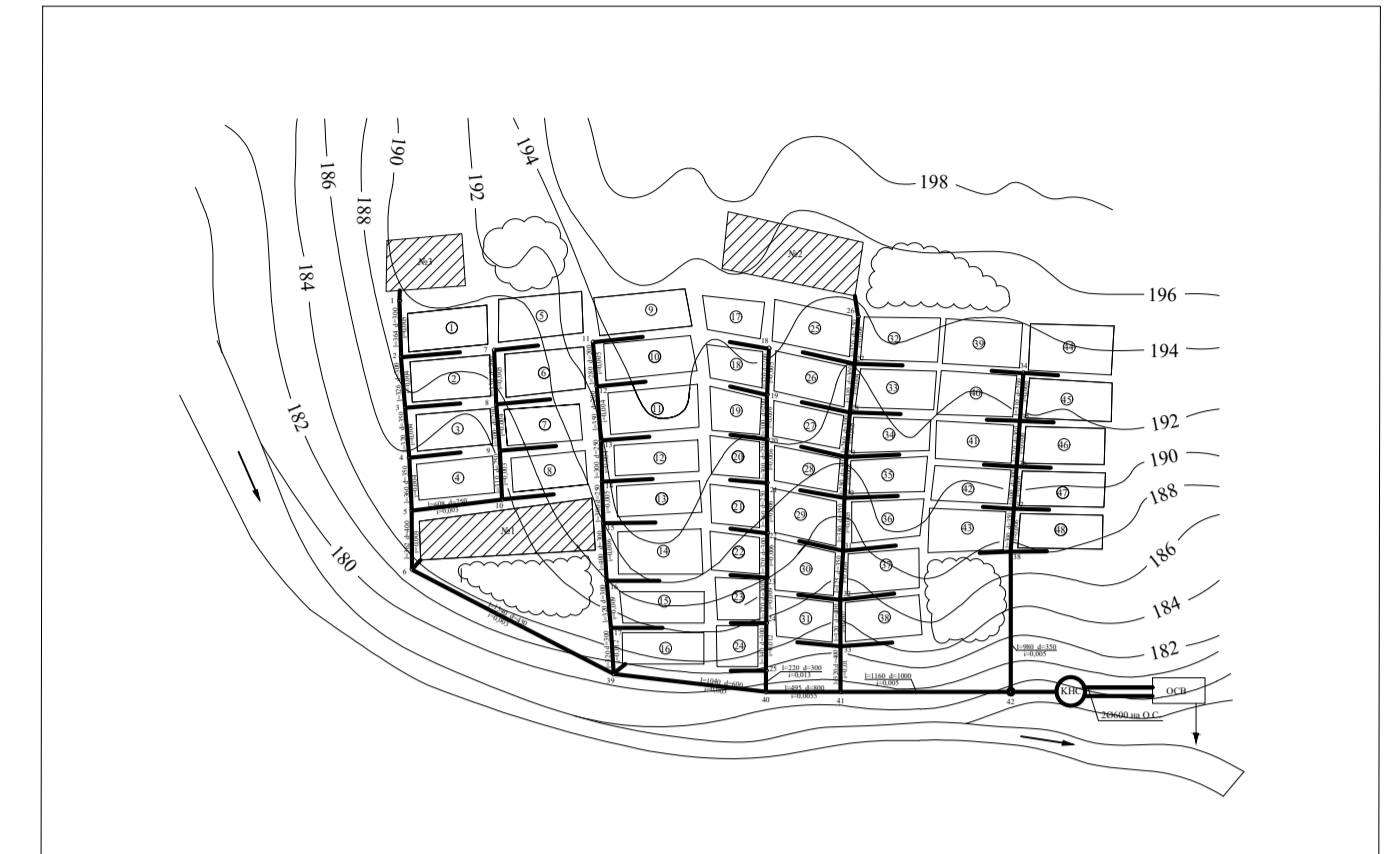
1. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. ДБН В.2.5-75:2013. Мінрегіон України, Київ-2013.
2. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. ДБН В.2.5-74:2013. Мінрегіон України, Київ-2013. – 172 с.
3. Внутрішній водопровод та каналізація. ДБН В.2.5-64:2012. Мінрегіон України, Київ-2012.
4. Канализация населенных мест и промышленных предприятий. Справочник проектировщика.
5. Залуцкий Е.В., Петрухно А.И.. Насосные станции. Курсовое проектирование.
6. Василенко О.А. Водоотведение. Курсовое проектирование.
7. Ласков Ю.М., Воронов Ю.В., Калицун В.И. Примеры расчетов канализационных сооружений.
8. Турк В.И., Минаев А.В., Карелин В.Я.. Насосы и насосные станции.
9. Константинов Ю.М., Василенко О.А., Сапухин А.А., Батченко Б.Ф. Гидравлический расчет сетей водоотведения. Таблицы.
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. Методические указания к выполнению графической части курсового проекта «Очистка сточных вод» для студентов специальности 2908 «Водоснабжение и канализация» всех форм обучения.

13.СНиП III-4-80\*. Часть 3. Правила производства и приемки работ.  
Глава 4. Техника безопасности в строительстве.

# Роза вітрів



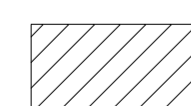

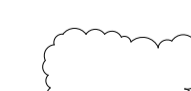
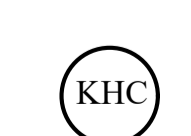
# Ситуаційний план М 1:50000



# ГЕНПЛАН МІСТА З МЕРЕЖАМИ ВОДОВІДВЕДЕННЯ М 1:10000



## Умовні позначення

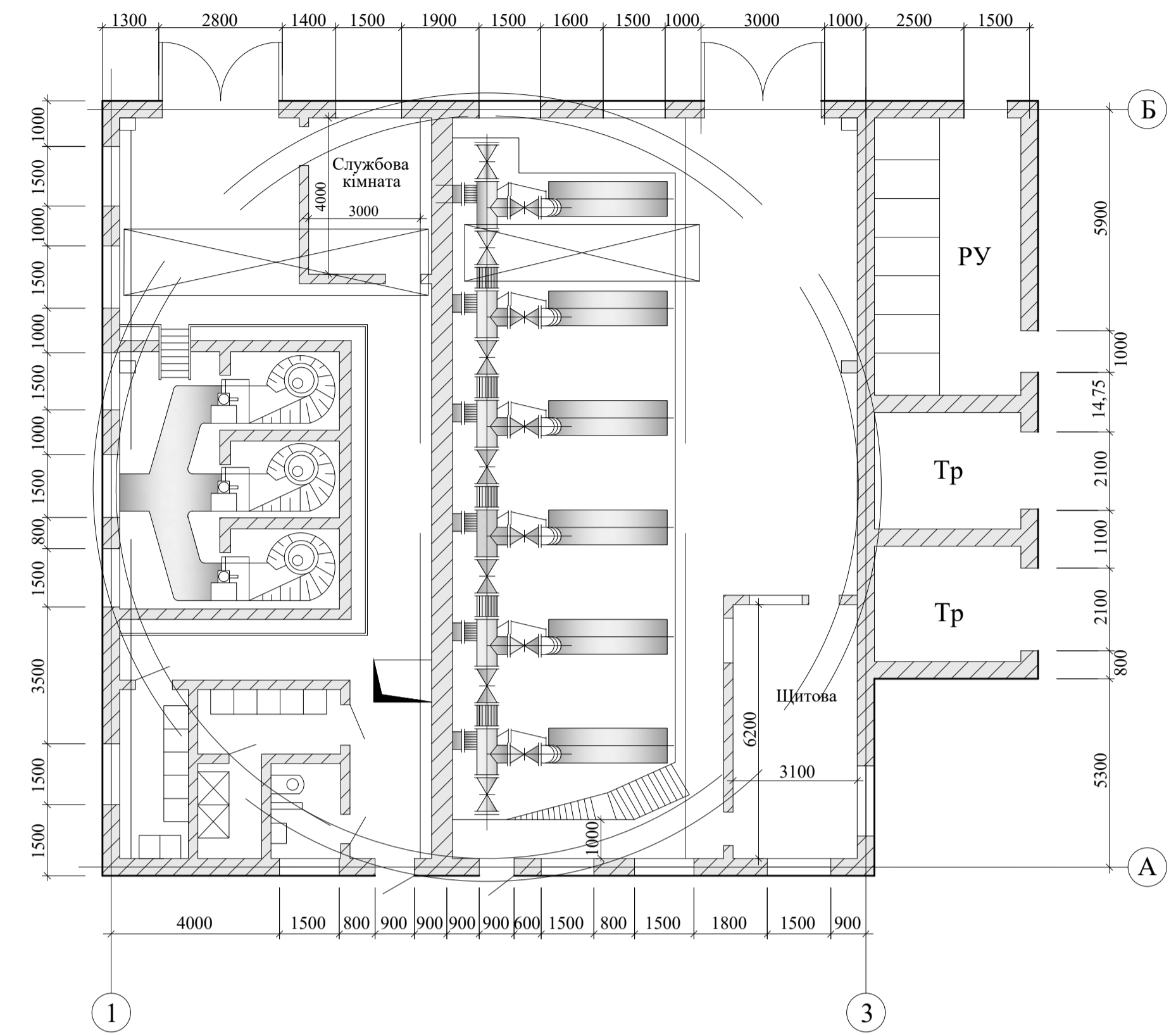
-  - промислові підприємства
-  - житлові квартали
-  - зелені насадження
- K1 — - трубопровід побутової каналізації
-  - каналізаційна насосна станція

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА					
Кафедра водопостачання та водовідведення					
Змін	Кіл.	Арк.	Лист	Листів	Дата
Розробив	Мотренко К.І.				
Керівник	Хоружий В.П.				
Зав.кафед.	Хоружий В.П.				
Водовідведення і очистка стічних вод міста з розробкою санітарно-технічного обладнання будинку				Стадія	Лист
				БР	1
					5
Генплан міста з мережами водовідведення М 1:10 000. Ситуаційний план М 1:50 000				КНУБА-2022 ФІСЕ, гр. ВВ-41	

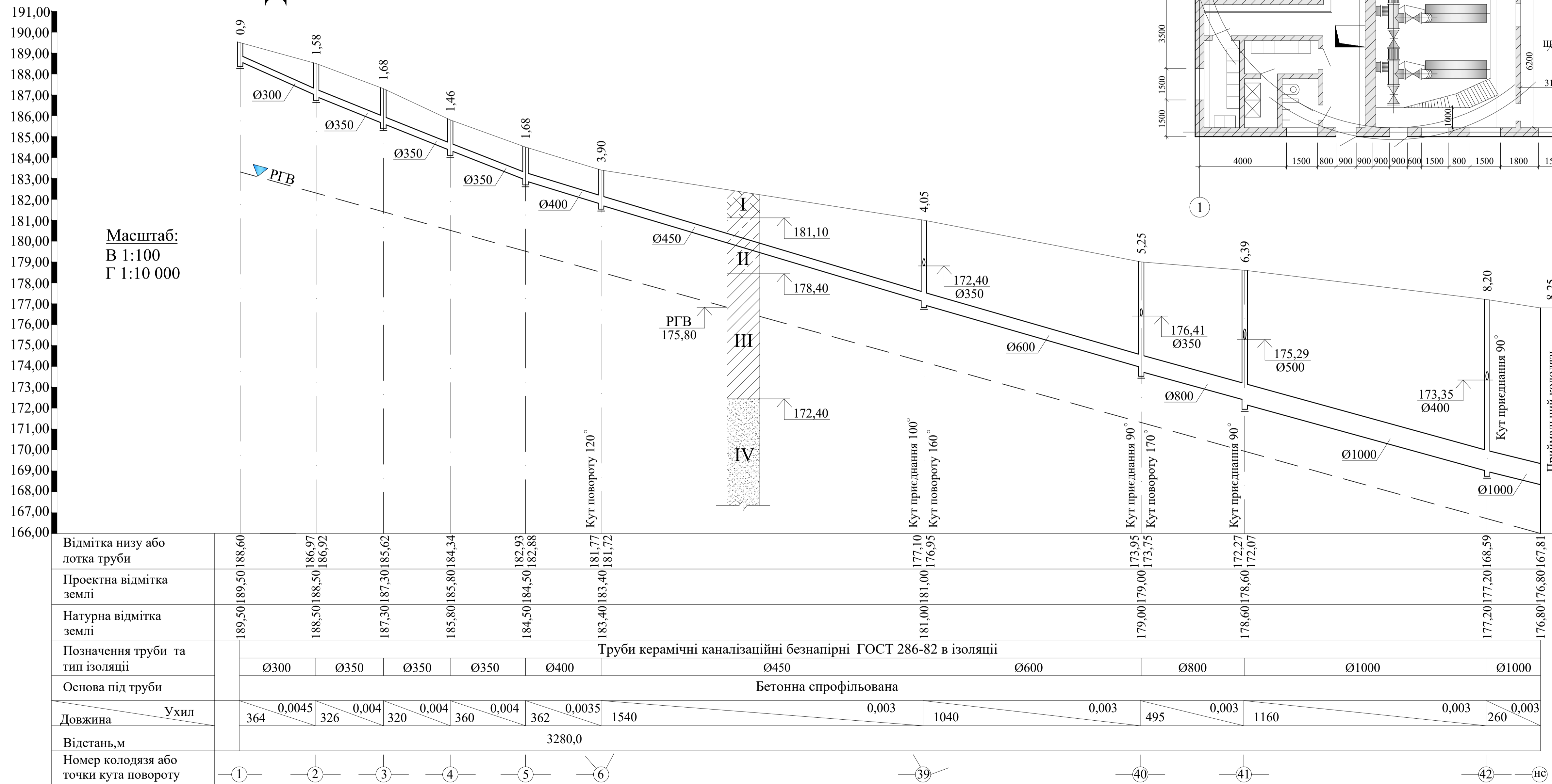
### Характеристика ґрунтів

- I - верхній рослинний шар (H=1,1 м)
- II - суглинок середній (H=2,7 м)
- III - глина (H=6,0 м)
- IV - пісок рівнозернистий (H=15,0 м)

### ПЛАН КАНАЛІЗАЦІЙНОЇ НАСОСНОЇ СТАНЦІЇ НА ВІДМ. 0.000 М 1:100



### ПОВЗДОВЖНІЙ ПРОФІЛЬ ГОЛОВНОГО КОЛЕКТОРА МІСТА

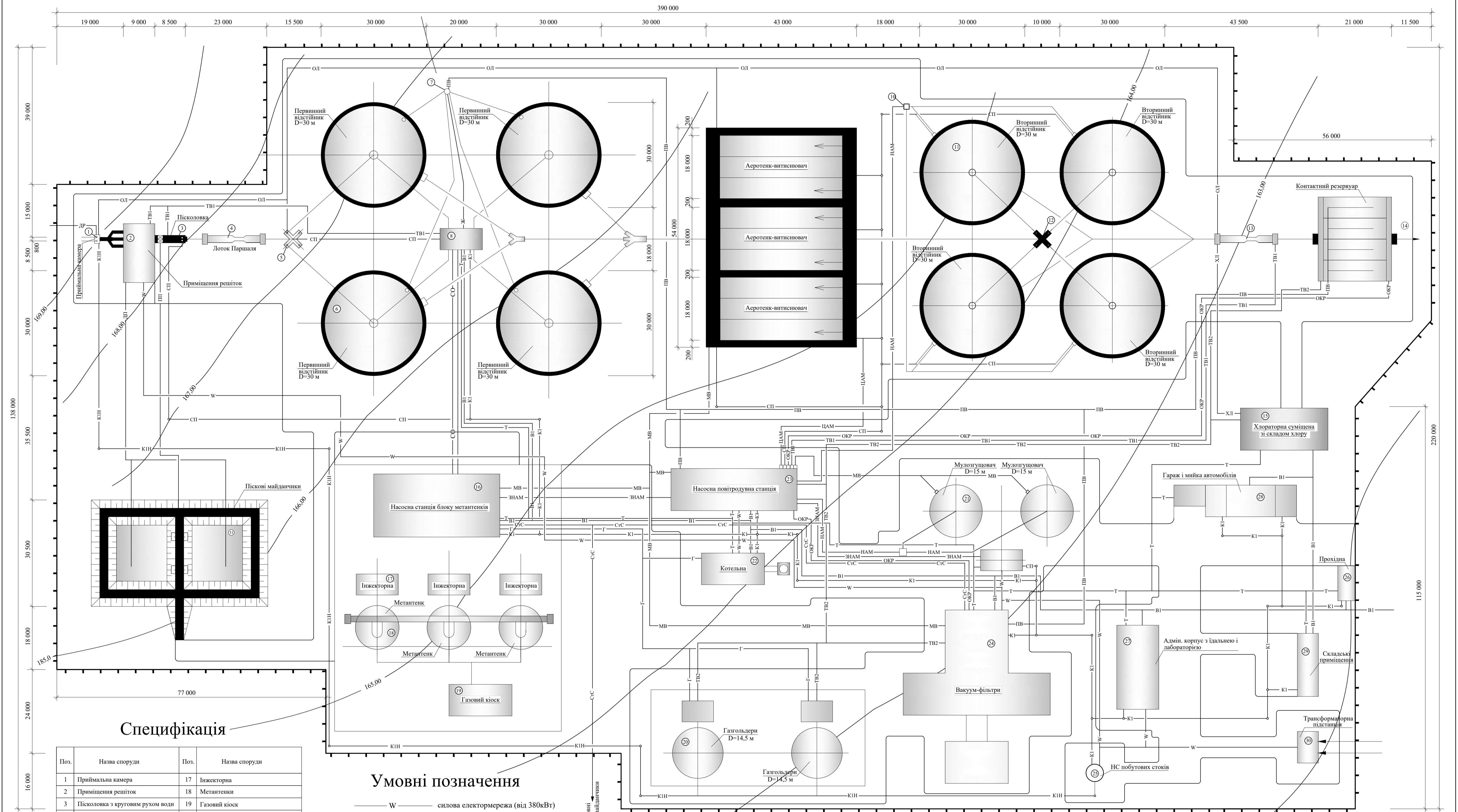


Масштаб:  
В 1:100  
Г 1:10 000

Відмітка низу або лотка труби	188,60	186,97	186,92	185,62	184,34	182,93	182,88	181,77	177,10	176,95	173,95	173,75	172,27	172,07	168,59	167,81
Проектна відмітка землі	189,50	188,50	187,30	185,80	184,50	184,50	183,40	181,00	181,00	179,00	178,60	178,60	177,20	177,20	176,80	176,80
Натурна відмітка землі	189,50	188,50	187,30	185,80	184,50	184,50	183,40	181,00	181,00	179,00	178,60	178,60	177,20	177,20	176,80	176,80
Позначення труби та тип ізоляції	Труби керамічні каналізаційні безнапірні ГОСТ 286-82 в ізоляції															
Основа під труби	Бетонна спрофільована															
Довжина	364	326	320	360	362	1540	1040	495	1160	260						
Ухил	0,0045	0,004	0,004	0,004	0,004	0,0035	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
Відстань, м	3280,0															
Номер колодязя або точки кута повороту	1	2	3	4	5	6	39	40	41	42	нс					

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА					
Кафедра водопостачання та водовідведення					
Змін	Кіл.	Арк.	Лист	Листів	Дата
Розробив	Мотренко К.І.	Водовідведення і очистка стічних вод міста з розробкою санітарно-технічного обладнання будинку			Стадія
Керівник	Хоружий В.П.	Повздовжній профіль головного колектора міста. План каналізаційної насосної станції на відм. 0.000 М 1:100			Лист
Зав.кафед.	Хоружий В.П.				Листів
					БР
					2
					5
					КНУБА-2022
					ФІСЕ, гр. ВВ-41

# ГЕНПЛАН КАНАЛІЗАЦІЙНИХ ОЧИСНИХ СПОРУД М 1:500



## Специфікація

Поз.	Назва споруди	Поз.	Назва споруди
1	Приймальна камера	17	Інжекторна
2	Приміщення решіток	18	Метантенки
3	Пісколовка з круговим рухом води	19	Газовий кіоск
4	Лоток Паршалля	20	Газгольдері
5	Розподільча камера	21	Мулозгущувачі
6	Відстійник первинний радіальний D=30м	22	Котельня
7	Жирообріжник	23	Насосна повітрорудна станція
8	Насосна станція первинних відстійників	24	Вакуум-фільтри
9	Аеротенк 3-х секційний, 3-х коридорний	25	Насосна станція побутових стоків
10	Аерійтна камера	26	Прохідна
11	Вторинний відстійник D=30м	27	Адмін. корпус з їдальнею і лабораторією
12	Розподільча камера вторинних відстійників	28	Гараж і мийка автомобілів
13	Лоток Паршалля	29	Складські приміщення
14	Контактний резервуар Vк=6,0м, Hк=2,8м, Lк=18м	30	Трансформаторна підстанція
15	Хлораторна суміщена зі складом хлору	31	Піскові майданчики
16	Насосна станція блоку метантенків		

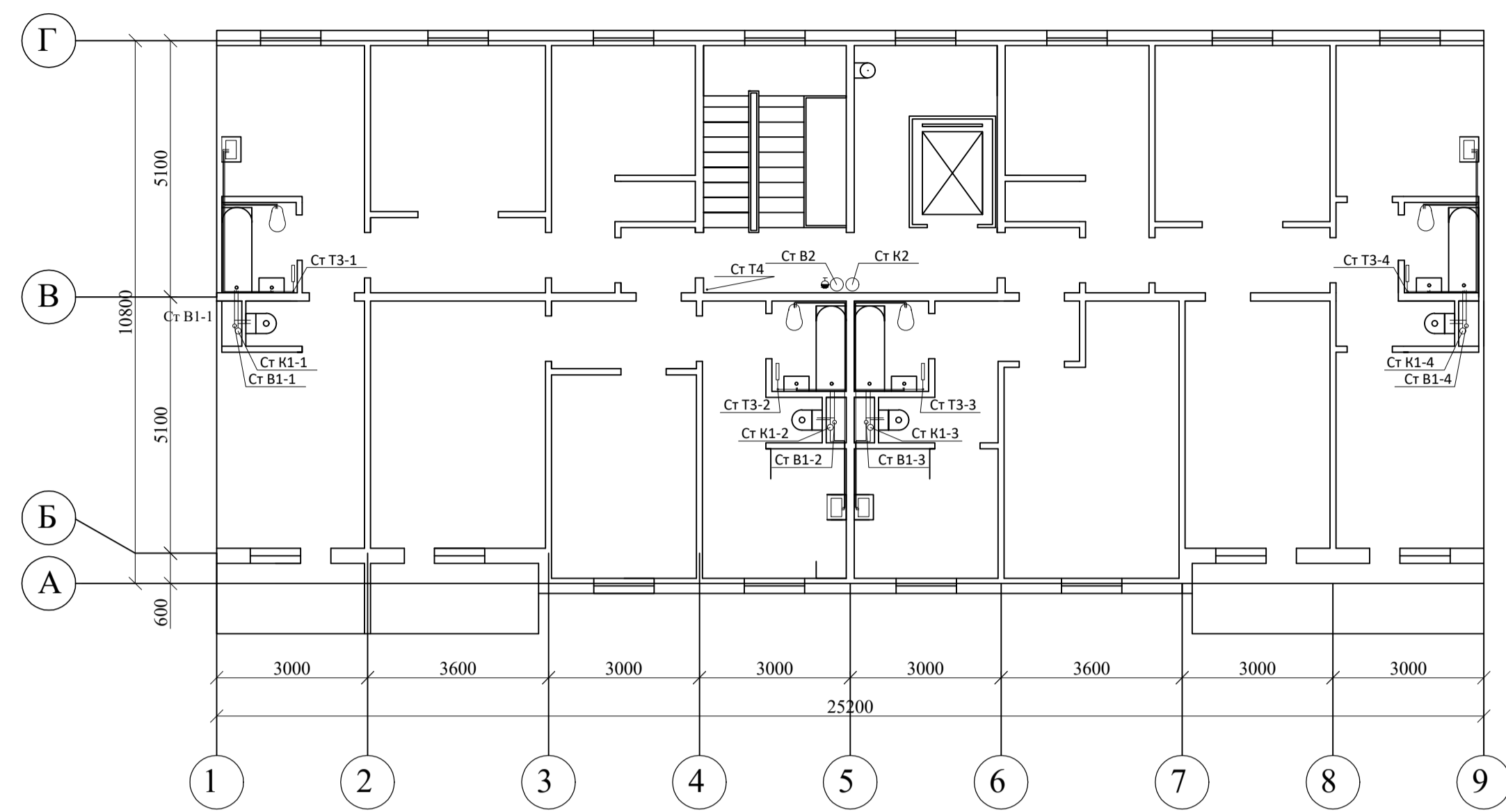
## Умовні позначення

- W — силова електрмережа (від 380кВт)
- ЗНАМ — згущений активний мул
- НАМ — надлишковий активний мул
- СО — сирий осад
- МВ — мулова вода
- СТС — стабілізована суміш
- ЦАМ — циркуляційний активний мул
- ОБ — обвідна магістраль
- ХЛ — хлорна вода
- Т — тепломережа
- ДР — дренаж резервних мулових майданчиків
- ДП — дренаж піскових майданчиків
- ОКР — осад контактних резервуарів
- Ж — сливаючі домішки первинних відстійників
- Г — газопровід
- ПВ — повітропрвід
- К1 — побутова каналізація
- К1Н — побутова каналізація напірна
- СП — спорожнення
- ПП — пульпопрвід
- ДР — дренаж резервних мулових майданчиків
- ДП — дренаж піскових майданчиків
- ОКР — осад контактних резервуарів
- Ж — сливаючі домішки первинних відстійників

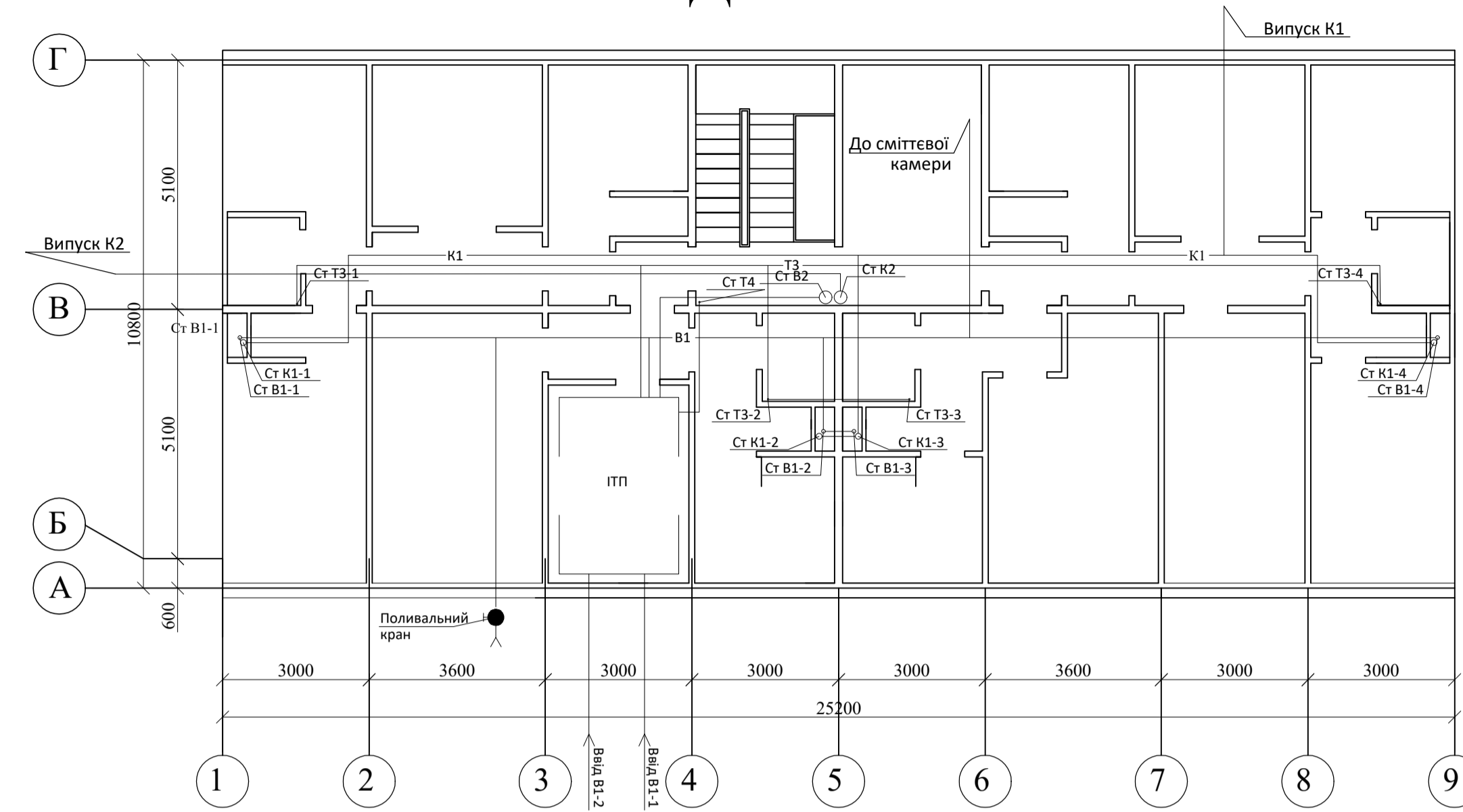
## БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

Зміст	Кіл.	Арк.	Лист	Підпис	Дата
Кафедра водопостачання та водовідведення					
Водовідведення і очистка стічних вод міста з розробкою санітарно-технічного обладнання будинку					
Розробив	Мотренко К.І.		Сталія	Лист	Листів
Керівник	Хоружий В.П.		БР	3	5
Зав.кафед.	Хоружий В.П.		Генплан каналізаційних очисних М 1:500 Специфікація. Умовні позначення		
			КНУБА-2022 ФІСЕ, гр. ВВ-41		

ПЛАН ТИПОВОГО ПОВЕРХУ М 1:100

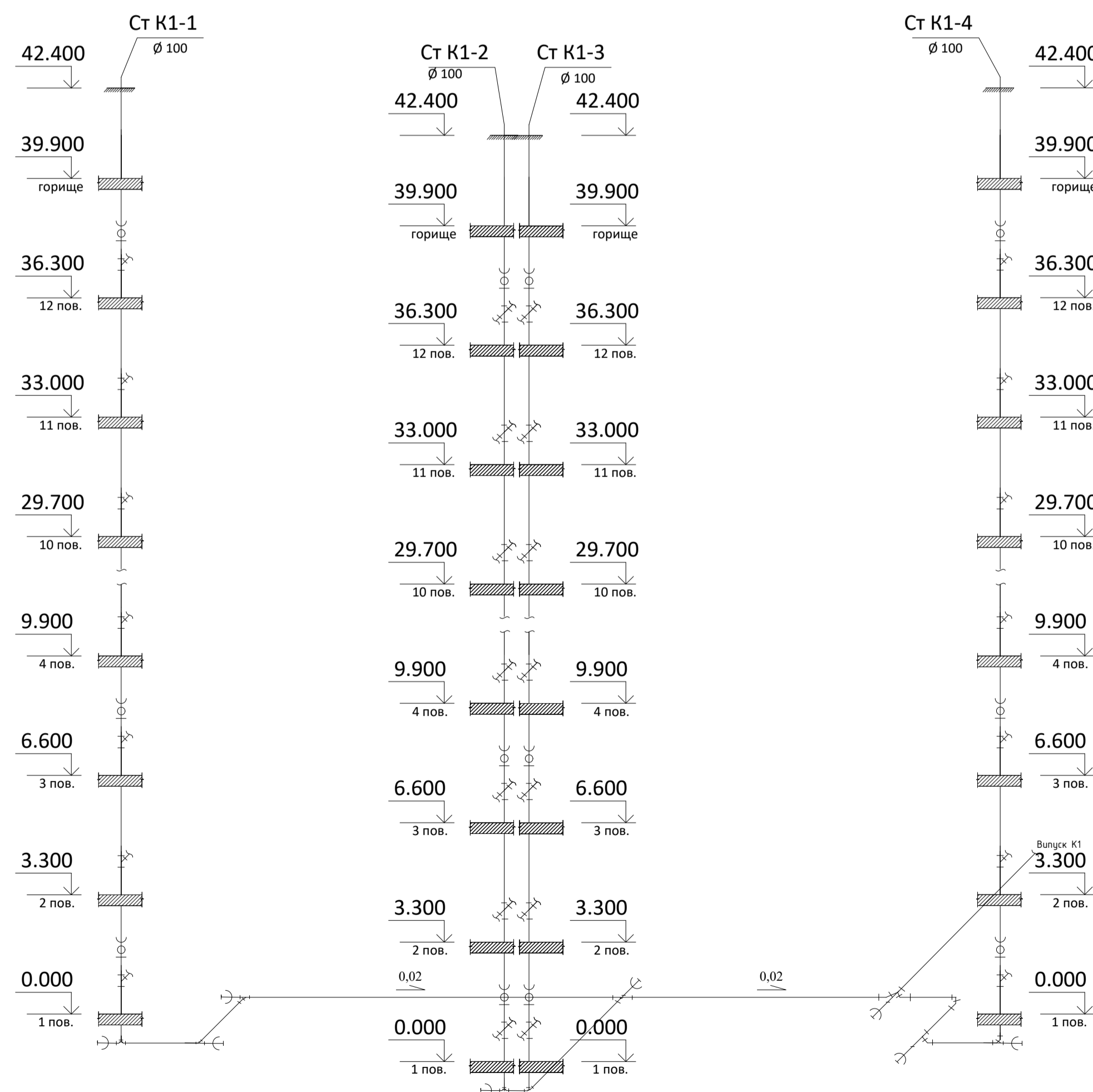


ПЛАН ПІДВАЛУ М 1:100

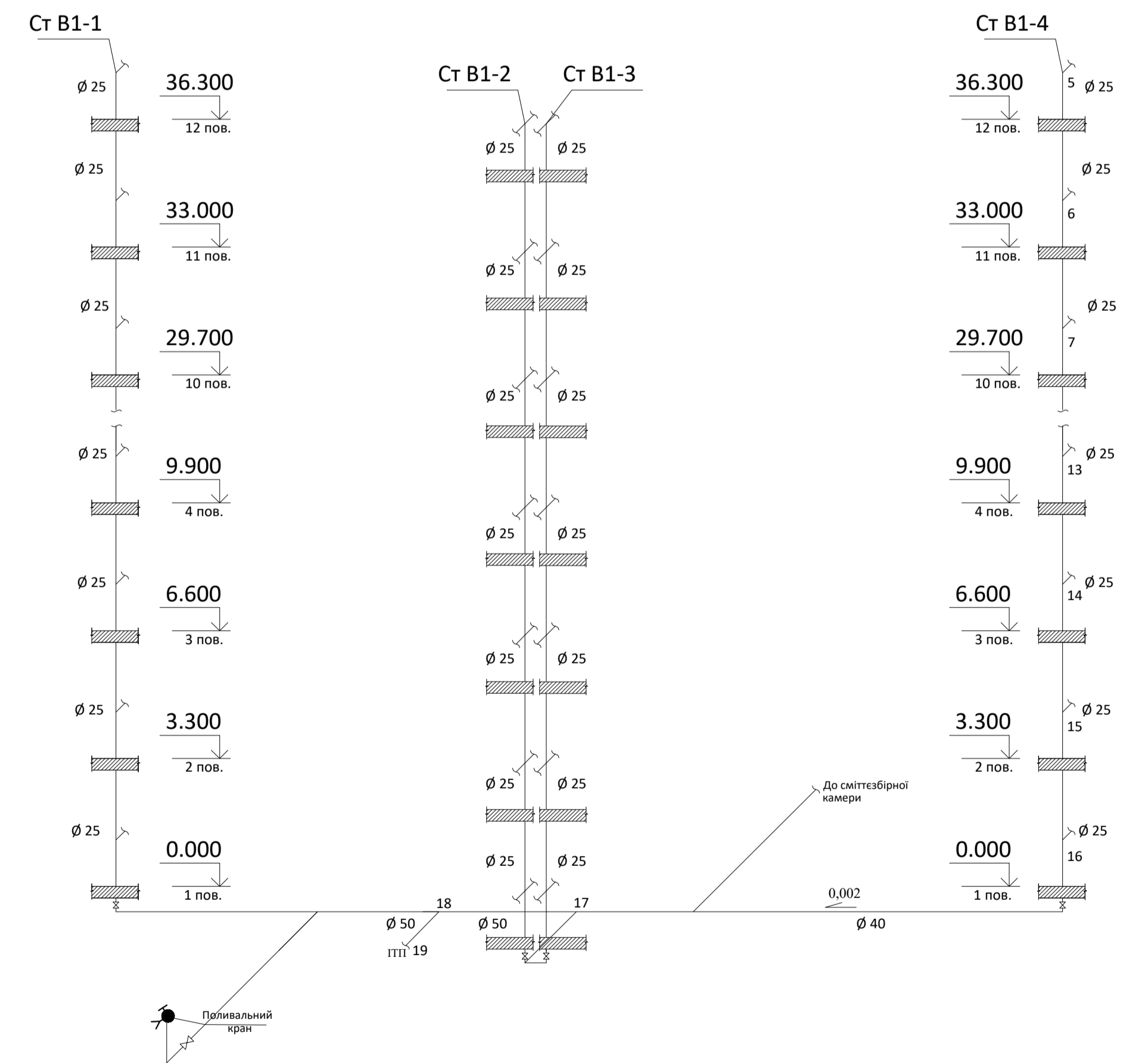
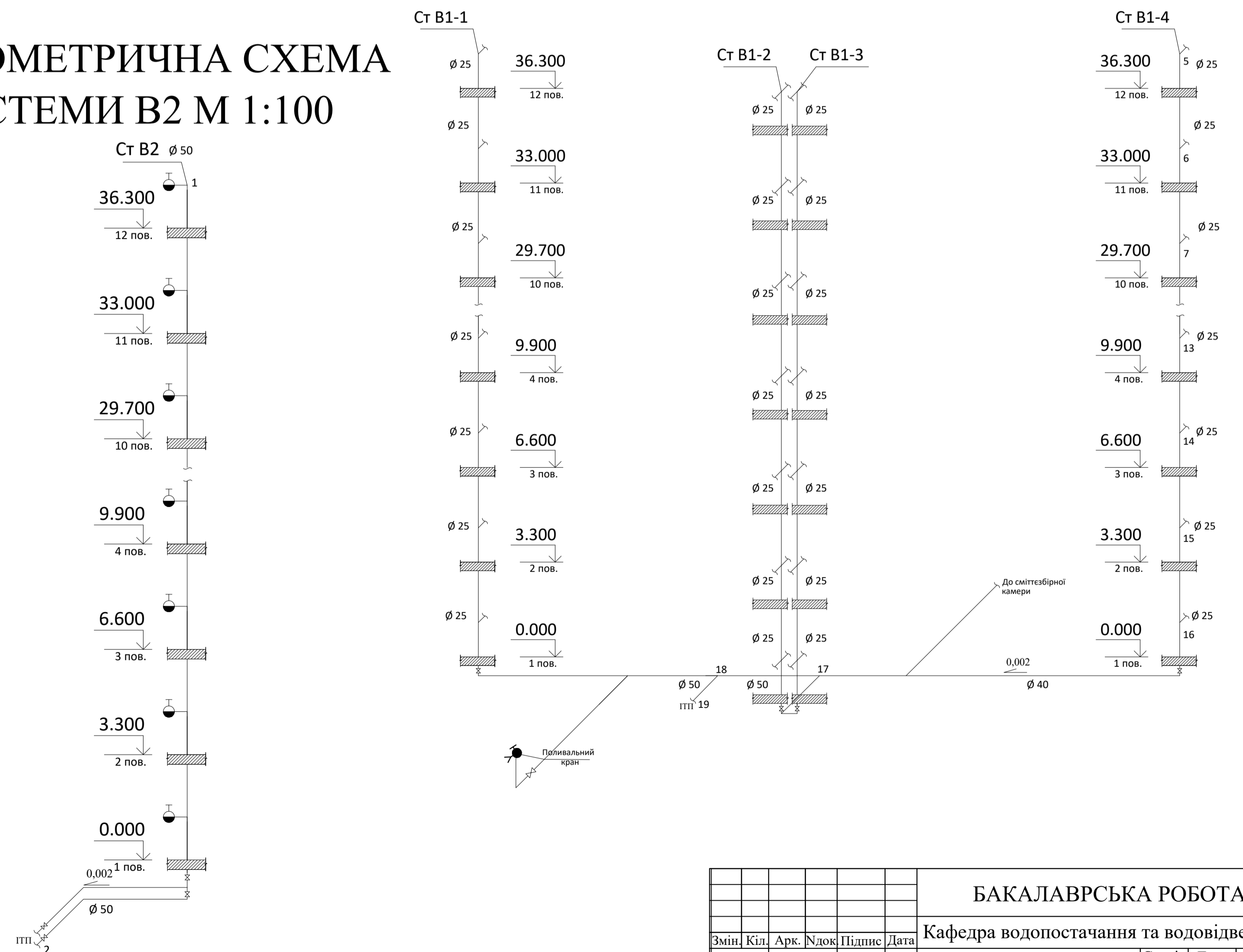


АКСОНОМЕТРИЧНА СХЕМА СИСТЕМИ В1 М 1:100

АКСОНОМЕТРИЧНА СХЕМА СИСТЕМИ К1 М 1:100



АКСОНОМЕТРИЧНА СХЕМА СИСТЕМИ В2 М 1:100



БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА					
Зміст	Кіл.	Арк.	Ілок.	Підпис	Дата
Кафедра водопостачання та водовідведення					
Водовідведення і очистка стічних вод міста з розробкою санітарно-технічного обладнання будинку					
Розробив	Мотренко К.І.				
Керівник	Хоружий В.П.				
Зав.кафед.	Хоружий В.П.				
План типового поверху М 1:100. План підвалу М 1:100. Аксонометричні схеми систем В1, В2, К1 М 1:100					
Стадія	Лист	Листів			
БР	4	5			
КНУБА-2022 ФІСЕ, гр. ВВ-41					

