

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет інженерних систем та екології

Кафедра водопостачання та водовідведення

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЗДОБУВАЧА СТУПЕНЯ ВИЩОЇ ОСВІТИ МАГІСТР**

на тему:

«Водовідведення та очистка стічних вод населеного пункту Харківської області з розробкою локальних очисних споруд м'ясокомбінату».

Ломако Артем Олександрович

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет інженерних систем та екології
Кафедра водопостачання та водовідведення

«ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

„___” _____ 20__ року

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЗДОБУВАЧА СТУПЕНЯ ВИЩОЇ ОСВІТИ МАГІСТР**

«Водовідведення та очистка стічних вод населеного пункту Харківської області з розробкою локальних очисних споруд м'ясокомбінату».

Я як здобувач вищої освіти КНУБА розумію і підтримую політику закладу з академічної доброчесності. Я не надавав(-ла) і не одержував(-ла) незгодовану допомогу під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Здобувач: Ломако Артем Олександрович
192 Будівництво та цивільна інженерія

Водопостачання та водовідведення

Група: ВВМ-23

Керівник: Хоружий В.П.

Доктор технічних наук, професор

Рецензент _____

Ідентичність підтверджую

Київ 20__ р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: інженерних систем та екології

Випускова кафедра: водопостачання та водовідведення

Ступінь вищої освіти: магістр

Спеціальність: 192 - Будівництво і цивільна інженерія

Освітня програма: «Водопостачання та водовідведення»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ 202_ року
« ____ » _____

**ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
ЗДОБУВАЧА СТУПЕНЯ ВИЩОЇ ОСВІТИ МАГІСТРА**

Ломако Артем Олександрович

(Прізвище, ім'я та по батькові здобувача)

1. Тема роботи: Водовідведення та очистка стічних вод населеного пункту Харківської області з розробкою локальних очисних споруд м'ясокомбінату.

затверджена наказом ректора КНУБА № ____ від «__» _____ 202_ року

2. Керівник роботи: Хоружий Віктор Петрович, д. т. н., професор.

3. Строк подання здобувачем роботи до захисту _____

4. Зміст пояснювальної записки за розділами :

Р.1. Водовідведення населеного пункту

Р.2. Очисні споруди водовідведення

Р.3. Каналізаційна насосна станція

Р.4. Локальна очистка стічних вод м'ясокомбінату

Р.5. Технологічна схема прокладки траси водовідведення

- P.6. Охорона праці та техніки безпеки
P.7. Охорона навколишнього середовища.

5. Графічний матеріал за розділами

- P.1. Генеральний план водовідвідної мережі міста;
P.2. Трасування дощової мережі;
P.3. Профіль головного колектора побутової та дощової мережі;
P.4. План каналізаційної насосної станції;
P.5. Генеральний план очисних споруд;
P.6. Висотна схема очисних споруд;
P.7. Технологічна схема локальної очистки забруднених стічних вод м'ясокомбінату;
P.8. Технологічна карта прокладки траси водовідведення

6. Консультанти розділів кваліфікаційної випускної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірив	
		дата	підпис
Розділ 1.			
Розділ 2.			
Розділ 3.			
Розділ 4.			
Розділ 5			
Розділ 6			
Розділ 7			

7. Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1.	
Розділ 2.	
Розділ 3.	
Розділ 4.	
Розділ 5	
Розділ 6	
Розділ 7	
Остаточне оформлення роботи	
Направлення роботи для перевірки на плагіат	
Попередній захист роботи на випусковій кафедрі	
Направлення роботи на рецензування	

8. Дата видачі завдання _____

Керівник _____

Здобувач _____

РЕЗЮМЕ (SUMMARY)		Ломако Артем Олександрович Lomako Artem Oleksandrovich	
ЗВО	Київський національний університет будівництва і архітектури		
Тема (українською та англійською)	Водовідведення та очистка стічних вод населеного пункту Харківської області з розробкою локальних очисних споруд м'ясокомбінату. Wastewater disposal and treatment for a settlement in Kharkiv region with the design of local treatment facilities for a meat processing plant		
Освітній ступінь	Магістр за освітньо-професійною програмою		
Факультет	Інженерних систем та екології		
Випускова кафедра	Водопостачання та водовідведення		
Спеціальність	192 Будівництво та цивільна інженерія		
Освітня програма	Водопостачання та водовідведення		
Керівник	Хоружий Віктор Петрович		
Обсяг роботи:	пояснювальна записка, стор.	розділів	креслень формату А1
	158	8	7
Розділ 1	Виконано проект трасування повного роздільного водовідведення, включаючи побутову та дощову мережі. Розроблено гідравлічні розрахунки для колекторів та схеми підключення до основної магістралі.		
Розділ 2	Розроблено схему сучасних очисних споруд для очищення побутових та промислових стоків, визначено основні етапи очищення та технологічного обладнання. Проведено аналіз ефективності запропонованих методів.		
Розділ 3	Виконано проектування каналізаційної насосної станції (КНС), що включає підбір обладнання, розрахунок продуктивності, визначення висотних позначок та схеми роботи.		
Розділ 4	Розроблено технологічну схему локальної очистки стічних вод від м'ясокомбінату, що включає в себе механічну, фізико-хімічну та біологічну очистку. Запропоновано рішення щодо зменшення екологічного навантаження.		
Розділ 5	Виконано проектування траси прокладання водовідвідних трубопроводів, враховано гідрогеологічні умови, мінімальні відстані від інших комунікацій та будівель.		
Розділ 6	Розроблено заходи з охорони праці та техніки безпеки під час експлуатації системи водовідведення, монтажу трубопроводів та роботи на очисних спорудах.		
Розділ 7	Проаналізовано вплив проектованої системи водовідведення на довкілля, запропоновано заходи щодо мінімізації негативних наслідків, включаючи утилізацію опадів та контроль якості скидів.		
Висновки по роботі:	<ol style="list-style-type: none"> Ефективність системи водовідведення та очищення стічних вод Розроблена повна роздільна система водовідведення забезпечує збирання та очищення побутових і промислових стоків відповідно до сучасних екологічних стандартів. Запропоновані технологічні рішення, зокрема проектування локальних очисних споруд для м'ясокомбінату, дозволяють ефективно видаляти органічні забруднювачі, знижувати шкідливий вплив на довкілля та підвищувати раціональність використання водних ресурсів. 		
Висновки по	<ol style="list-style-type: none"> Оптимізація проектних рішень Виконані гідравлічні розрахунки, трасування мережі, проектування 		

роботі:	<p>КНС та очисних споруд враховують специфічні гідрогеологічні умови, рельєф території та нормативні вимоги. Застосування сучасного обладнання, матеріалів та методів очищення сприяє підвищенню надійності, екологічної безпеки та довговічності системи водовідведення.</p> <p>3. Виконані технологічні розрахунки та розроблена технологічна карта на будівництво споруди очисної станції – аеротенка, яка три монтажні дільниці Пораховано об'єми будівельних робіт та будівельних матеріалів, визначені необхідні машини і механізми . Тривалість робіт розрахована по дільницям та показана на графіку виконання робіт.</p> <p>4. Охорона природного середовища, ефективне використання природних ресурсів і забезпечення екологічної безпеки .Найбільш інтенсивними джерелами забруднення поверхневих вод є великі підприємства, які займаються виробництвом целюлози та паперу, хімічні підприємства, нафтопереробні заводи, харчові та текстильні підприємства, а також гірничорудні і металургійні комбінати. Значний внесок у забруднення водних ресурсів робить також сільськогосподарське виробництво.</p>
Ключові слова: Keywords:	<p>Водовідведення, сантехнічна арматура, стічна вода, очисні споруди, аеротенк, екологічна безпека</p> <p>Canalization, plumbing fixture, raw sewage, treatment plants, aeration tank ecological security</p> <p>Low head dam, ogee spillway, water intake, water supply system</p>

Здобувач: _____ / Ломако А.О. /

Керівник: _____ / Хоружий В.П. /

“ ” _____ 20 ____

Зміст

Вступ.....	1
<i>ВОДОВІДВЕДЕННЯ НАСЕЛЕНОГО ПУНКТУ</i>	3
1. Водовідведення населеного пункту	4
1.1. Визначення розрахункового населення і розрахункових витрат.....	6
1.2. Мережі водовідведення	6
1.2.1. Гідравлічний розрахунок побутової мережі водовідведення.....	6
1.2.2. Гідравлічний розрахунок дощової мережі водовідведення.....	11
1.2.3. Проектування і розрахунок дощової мережі.....	11
<i>ОЧИСНІ СПОРУДИ ВОДОВІДВЕДЕННЯ</i>	14
2. Розробка схеми очисних споруд.....	15
2.1 Загальні відомості	15
2.2 Визначення концентрацій забруднень стічних вод	17
2.3 Визначення приведенного числа жителів.....	18
2.4 Визначення необхідного ступеня очищення стічних вод.....	19
2.5 Вибір методу і складу споруджень очищення стічних вод і обробки осадів.....	20
2.6 Склад очисних споруд.	21
2.7 Спорудження для обробки осадів.....	22
2.8 Розрахунок споруд механічного очищення стічних вод.....	24
2.9 Знезараження стічних вод	55
2.10 Випуски стічних вод у водойму	61
2.11 Споруди для обробки осадів стічних вод	61
2.12 Ущільнення осадів	66
2.13 Метантенки	68
2.14 Газгольдери.....	74
2.15 Механічне зневоднення забродженого осаду	74
2.16 Зневоднення осадів в природних умовах	76
<i>КАНАЛІЗАЦІЙНА НАСОСНА СТАНЦІЯ</i>	78
3.1 Насосна станція	79
3.2 Умови та сфера застосування	79
3.3 Визначення кількості і потужності насосів.....	80
3.4 Визначення необхідного напору насоса.	81
3.5 Підбір насосів по каталогу.	83
3.6 Компонування машинного залу. Проектування і розрахунок всмоктувальних і напірних сполучних ліній станції.....	85
3.7 Визначення відміток осі насоса і глибини машинної зали	86
3.8 Побудова графіка сумісної роботи насосів і водоводів	88
3.9 Визначення ємності приймального резервуара	90
3.10 Підбір допоміжного обладнання і складання специфікації обладнання і арматури.....	91
<i>ЛОКАЛЬНА ОЧИСТКА СТІЧНИЙ ВОД М'ЯСОКОМБІНАТУ</i>	93
4.1 Вихідні дані для проектування	94
4.2 Літературний огляд.....	94

4.2.1	Характеристика технології виробництва з точки зору водокористування водних ресурсів .	94
4.2.2	Характеристика стічних вод (ПСВ)	95
4.2.3	Обґрунтування системи водовідведення підприємства	96
4.2.4	Аналіз можливих методів очищення та обґрунтування технології очищення на рівні локальних очисних споруд	96
4.2.5	Очистка нежирних стічних вод	97
4.3	Охорона навколишнього середовища	98
4.4	Технологічні розрахунки очисних споруд	99
4.6	Розрахунок жирових стоків	100
4.6.1	Решітки	100
4.6.3	Жировловлювач	100
4.6.4	Флотатори	101
4.6.5	Розрахунок осадів	102
4.6.6	Передбачувана ефективність роботи очисних споруд для жиромістких стоків	103
4.7	Розрахунок нежирних стоків	103
4.7.1	Решітки	103
4.7.3	Відстійники	104
4.7.4	Освітлювачі	104
	<i>ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ПРОКЛАДКИ ТРАСИ ВОДОВІДВЕДЕННЯ</i>	105
5.1.	Початкові умови	106
5.2	Визначення розмірів траншеї	109
5.3	Вибір транспортного засобу для перевезення труб і визначення кількості одночасно перевезених труб	110
5.4	Вибір строповочного обладнання	113
5.5	Вибір крану та схеми розвантаження, складування і монтажу	113
5.6	Технологія монтажу колодязів із збірних залізобетонних елементів	122
5.6.1	Визначення будівельно монтажних елементів колодязя	123
5.7	Вибір крану для монтажу колодязів	126
5.8	Гідравлічне випробування напірного трубопроводу	126
5.9	Розрахунок нормативів виконання робіт	129
5.10	Техніка безпеки при виконанні робіт	131
	<i>ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ</i>	133
6.1	Аналіз потенційно небезпечних та шкідливих виробничих факторів	135
6.2	Заходи профілактики виявлених шкідливих і небезпечних факторів	143
	<i>ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА</i>	145
7.1	Поняття «охорона навколишнього середовища»	146
7.2	Джерела і види забруднення водних ресурсів	146
	Список літератури	154

Вступ

У цій роботі детально аналізується система повного роздільного водовідведення для міста, розташованого на південному сході України, зокрема в Донецькій області. Проект було структуровано відповідно до кожного завдання, визначеного у технічному завданні.

Дипломний проект охоплює розробку системи водовідведення та очищення стічних вод як для житлових районів, так і для промислових підприємств міста. Для дослідження було обрано місто Харків з площею 1397,29 га. Середньорічна температура повітря в цьому регіоні становить 6,6°C, а глибина промерзання ґрунтів – 1,0 м. Гідрогеологічні умови характеризуються наявністю пластичного суглинку, супіску, гравійного піску та скельного ґрунту. Рівень ґрунтових вод коливається від 0,70 до 12,00 м.

Населення міста проживає в трьох районах з різною щільністю: у першому районі – 230 осіб/га, у другому – 200 осіб/га, у третьому – 180 осіб/га. Рівень благоустрою житлових будівель варіюється: у першому районі всі будівлі обладнані внутрішнім водопроводом, каналізацією та системою централізованого теплопостачання; у другому – частково обладнані внутрішнім водопроводом, каналізацією та місцевим нагрівом води; у третьому районі – обладнані системою централізованого теплопостачання.

Норми водовідведення становлять 285 л/особу на добу у першому районі, 230 л/особу на добу у другому районі та 160 л/особу на добу у третьому районі. Загальна чисельність населення міста складає 240839 осіб, а сумарний обсяг господарсько-побутових стічних вод – 57010,5 м³/добу. На прилеглий території розташовані такі підприємства, як хлібозавод, дріжджовий завод, міський молочний завод, рибоконсервний завод, пивоварний завод, шкіряний завод, м'ясокомбінат та інші промислові об'єкти.

Сумарний обсяг стічних вод від промислових підприємств становить 17696,65 м³/добу, а загальний обсяг стічних вод міста – 74780,14 м³/добу. У населеному пункті планується впровадження повної роздільної системи водовідведення з двома окремими мережами.

ВОДОВІДВЕДЕННЯ НАСЕЛЕНОГО ПУНКТУ

Консультант: / Хоружий В.П. /

1. Водовідведення населеного пункту

Розташування мереж на генеральному плані, а також мінімальні відстані в плані та при перетинах від зовнішньої поверхні труб до споруд і інженерних комунікацій визначені відповідно до ДБН Б.2.2-12:2019. Кут між приєднувальною та відвідною трубами повинен бути не менше 90°. Повороти на колекторах запроектовані в колодязях, причому радіус кривої повороту лотка має бути не менше діаметра труби, а для колекторів з діаметром 1200 мм і більше – не менше двох діаметрів.

Для з'єднання трубопроводів різних діаметрів використовуються муфти або втулки, при цьому враховується рівень води для забезпечення надійності з'єднань. Каналізаційні трубопроводи можуть бути виготовлені з чавуну, залізобетону, бетону або кераміки, залежно від умов експлуатації та впливу агресивних факторів.

При встановленні труб необхідно перевіряти несучу здатність ґрунтів і допустимі навантаження. Оглядові колодязі на каналізаційних мережах розташовуються в місцях приєднань, змін напрямку, ухилів, діаметрів трубопроводів, а також на прямих ділянках з врахуванням діаметра труб: для труб діаметром 150 мм – через 35 м, 200 мм – через 45 м, 500-600 мм – через 70-90 м, 1000-1400 мм – через 150 м, 1500-2000 мм – через 200 м і більше.

На початку колодязя встановлюється заглушка відповідно до типу труб і дощових стоків. В робочій частині колодязя передбачені стаціонарні скоби і навісні пристрої для безпечного спуску в оглядовий колодязь. Дощоприймачі (згідно з ДСТУ Б В.2.5-26:2005) встановлюються на закритих переходах зі сторони тротуарів, перед входами на територію, але не допускається їх встановлення на місцях стоку поверхневих вод.

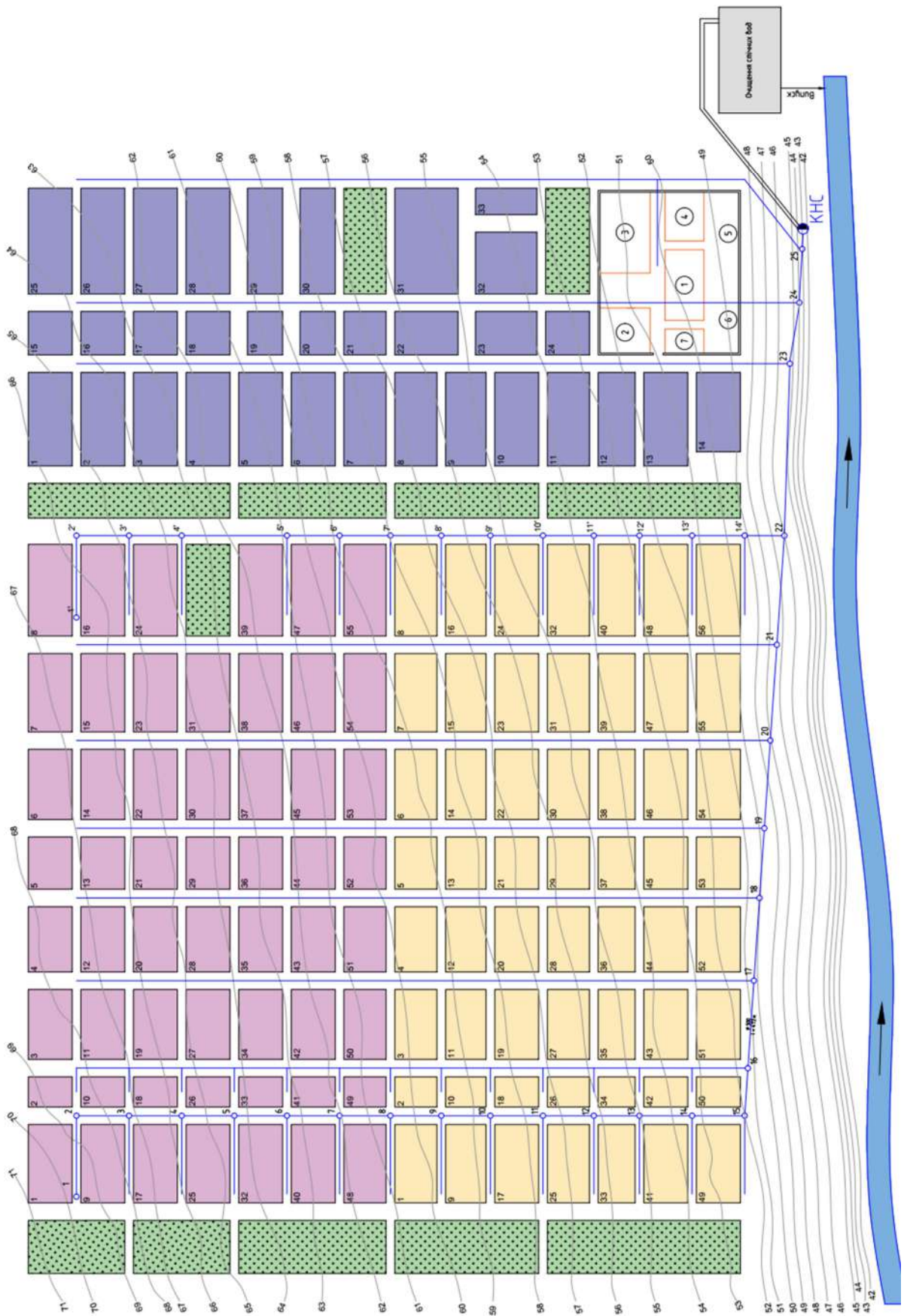


Рис. 1.Трасування побутової мережі повної роздільної системи водовідведення

1.1. Визначення розрахункового населення і розрахункових витрат

1.2. Мережі водовідведення

1.2.1. Гідравлічний розрахунок побутової мережі водовідведення

Визначення витрат побутових стічних вод для розрахункових ділянок прилеглих колекторів

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

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

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

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

q_b – бокова, яка надходить від приєднаних бокових ліній.

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

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

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

Розрахунки по визначенню витрат побутових стічних вод на ділянках мережі ведуть в табличній формі (таблиця 5).

Загальні коефіцієнти нерівномірності припливу стічних вод у населених пунктах

Табл.5

№ п/п	Середні секундні витрати				К	Максимальна витрата	Зосереджена витрата	Розрахункова витрата
	Прилегла	Бокова	Транзитна	Сумарна				
1-2	7,08			7,08	2,33	16,529		16,529
2-3			7,08	7,08	2,33	16,529		16,529
3-4		7,08	7,08	14,17	2,02	28,572		28,572
4-5		7,08	14,17	21,25	1,89	40,202		40,202
5-6		7,08	21,25	28,34	1,84	52,265		52,265
6-7		7,08	28,34	35,42	1,80	63,658		63,658
7-8		7,08	35,42	42,51	1,75	74,382		74,382
8-9		6,80	42,51	49,31	1,70	84,048		84,048
9-10		4,89	49,31	54,19	1,69	91,674		91,674
10-11		4,68	54,19	58,88	1,68	99,046		99,046
11-12		5,09	58,88	63,97	1,67	106,959		106,959
12-13		4,89	63,97	68,86	1,66	114,458		114,458
13-14		4,28	68,86	73,13	1,65	120,942		120,942
14-15		5,09	73,13	78,22	1,64	128,565		128,565
15-16		5,09	78,22	83,31	1,63	136,084		136,084
16-17		31,47	83,31	114,79	1,60	183,238		183,238
17-18		74,06	114,79	188,85	1,58	297,960		297,960
18-19		68,50	188,85	257,35	1,56	401,636		401,636
19-20		55,54	257,35	312,89	1,55	483,976		483,976
20-21		74,06	312,89	386,95	1,53	591,362		591,362
21-22		83,31	386,95	470,27	1,51	708,894		708,894
22-23		88,09	470,27	558,35	1,50	835,576		835,576
23-24		49,45	558,35	607,80	1,49	907,773		907,773
24-25		17,98	607,80	625,79	1,49	933,956	81,17	1015,126
25-КНС		34,06	625,79	659,84	1,49	983,437	118,40	1101,837

Прилеглий колектор 1'-22								
1'-2'	8,19			8,19	2,25	18,379		18,379
2'-3'			8,19	8,19	2,25	18,379		18,379
3'-4'		8,19	8,19	16,37	1,97	32,295		32,295
4'-5'		8,19	16,37	24,56	1,87	45,915		45,915
5'-6'		8,19	24,56	32,74	1,82	59,433		59,433
6'-7'		8,19	32,74	40,93	1,76	72,057		72,057
7'-8'		7,86	40,93	48,79	1,71	83,336		83,336
8'-9'		5,65	48,79	54,44	1,69	92,060		92,060
9'-10'		5,41	54,44	59,85	1,68	100,566		100,566
10'-11'		5,88	59,85	65,73	1,67	109,678		109,678
11'-12'		5,65	65,73	71,38	1,66	118,295		118,295
12'-13'		4,94	71,38	76,32	1,65	125,730		125,730
13'-14'		5,88	76,32	82,21	1,64	134,454		134,454
14'-22		5,88	82,21	88,09	1,62	143,040		143,040

,

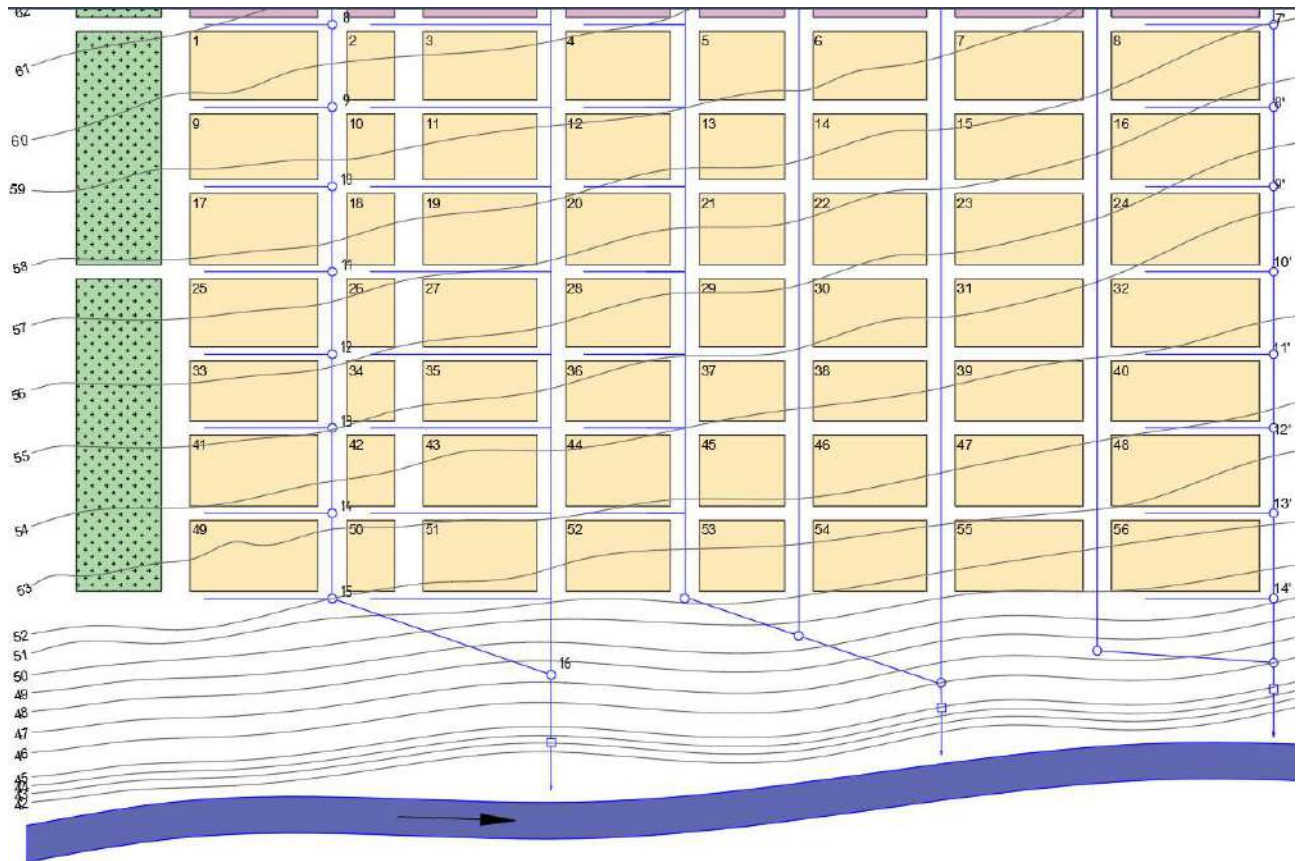
Гідравлічний розрахунок окремих прилеглих колекторів госп-побутової водопровідної мережі

Табл.6

№№ ділянок	Довжина L, м	Розрахункова витрата $Q_{д\text{ілянок}}$, л/с	Діаметр d, мм	Ухил		Наповнення h/d	Висота h, м	Швидкість V, м/с	Падіння $i_{тр}$, ‰	Відмітки, м								Глибина закладання лотка труби в м	
				Землі i_z	Труби $i_{тр}$					Поверхні землі		Поверхні води		Лотка труби		Шелиги труби			
										На початку	В кінці	На початку	В кінці	На початку	В кінці	На початку	В кінці	На початку	В кінці
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Головний колектор побутової мережі 1 -RHC																			
1-2	300	16,53	200	0,0037	0,007	0,582	0,12	0,876	2,10	69,8	68,7	68,22	66,12	68,10	66,00	68,30	66,20	1,70	2,70
2-3	270	16,53	200	0,0056	0,007	0,582	0,12	0,876	1,89	68,7	67,2	66,12	64,23	66,00	64,11	66,20	64,31	2,70	3,09
3-4	270	28,57	250	0,0052	0,006	0,594	0,15	0,938	1,62	67,2	65,8	64,23	62,61	64,08	62,46	64,33	62,71	3,09	3,34
4-5	270	40,20	300	0,0052	0,0045	0,574	0,17	0,954	1,22	65,8	64,4	62,61	61,39	62,43	61,22	62,73	61,52	3,34	3,18
5-6	270	52,26	300	0,0041	0,005	0,685	0,21	1,014	1,35	64,4	63,3	61,39	60,04	61,19	59,84	61,49	60,14	3,18	3,46
6-7	270	63,66	350	0,0044	0,0035	0,668	0,23	0,934	0,95	63,3	62,1	60,04	59,10	59,81	58,86	60,16	59,21	3,46	3,24
7-8	260	74,38	350	0,0058	0,0045	0,683	0,24	1,063	1,17	62,1	60,6	59,10	57,93	58,86	57,69	59,21	58,04	3,24	2,91
8-9	260	84,05	350	0,0042	0,0055	0,694	0,24	1,178	1,43	60,6	59,5	57,93	56,50	57,68	56,25	58,03	56,60	2,91	3,25
9-10	250	91,67	400	0,0028	0,004	0,672	0,27	1,019	0,88	59,5	58,8	56,50	55,62	56,23	55,35	56,63	55,75	3,25	3,45
10-11	270	99,05	400	0,0048	0,004	0,678	0,27	1,091	1,08	58,8	57,5	55,62	54,54	55,35	54,27	55,75	54,67	3,45	3,23
11-12	260	106,96	400	0,0050	0,0045	0,687	0,27	1,165	1,17	57,5	56,2	54,54	53,37	54,27	53,10	54,67	53,50	3,23	3,10
12-13	230	114,46	400	0,0052	0,005	0,695	0,28	1,228	1,15	56,2	55,0	53,37	52,22	53,09	51,94	53,49	52,34	3,10	3,06
13-14	270	120,94	450	0,0063	0,0025	0,744	0,33	0,957	0,68	55,0	53,3	52,22	51,55	51,89	51,21	52,34	51,66	3,06	2,09
14-15	270	128,56	450	0,0044	0,003	0,726	0,33	1,040	0,81	53,3	52,1	51,55	50,74	51,22	50,41	51,67	50,86	2,09	1,70

15-16	240	136,08	450	0,0030	0,005	0,627	0,28	1,296	1,20	52,1	51,4	50,74	49,54	50,45	49,25	50,90	49,70	1,70	2,15
16-17	472	183,24	500	0,0025	0,0035	0,724	0,36	1,205	1,65	51,4	50,2	49,54	47,88	49,17	47,52	49,67	48,02	2,15	2,68
17-18	441	297,96	600	0,0005	0,0035	0,724	0,43	1,360	1,54	50,2	50,0	47,88	46,34	47,45	45,91	48,05	46,51	2,68	4,09
18-19	371	401,64	700	0,0011	0,0030	0,704	0,49	1,491	1,11	50,0	49,6	46,34	45,23	45,85	44,74	46,55	45,44	4,09	4,86
19-20	472	483,98	800	0,0034	0,0025	0,665	0,53	1,366	1,18	49,6	48,0	45,23	44,05	44,70	43,52	45,50	44,32	4,86	4,48
20-21	520	591,36	800	0,0015	0,0030	0,722	0,58	1,519	1,56	48,0	47,2	44,05	42,49	43,47	41,91	44,27	42,71	4,48	5,29
21-22	591	708,89	900	0,0020	0,0025	0,698	0,63	1,499	1,48	47,2	46,0	42,49	41,01	41,86	40,38	42,76	41,28	5,29	5,62
22-23	950	835,58	1000	0,0009	0,0019	0,711	0,71	1,395	1,81	46,0	45,1	41,01	39,21	40,30	38,49	41,30	39,49	5,62	6,61
23-24	324	907,77	1000	0,0034	0,0020	0,745	0,75	1,448	0,65	45,1	44,0	39,21	38,56	38,46	37,81	39,46	38,81	6,61	6,19
24-25	275	1015,13	1000	0,0036	0,0020	0,818	0,82	1,456	0,55	44,0	43,0	38,56	38,01	37,74	37,19	38,74	38,19	6,19	5,81
25- KHC	70	1101,84	1000	0,0057	0,0025	0,793	0,79	1,629	0,18	43,0	42,6	38,01	37,83	37,21	37,04	38,21	38,04	5,81	5,56
Прилегающий коллектор 16-7																			
1'-2'	300	18,38	200	0,0033	0,007	0,597	0,12	0,938	2,10	66,40	65,4	64,82	62,72	64,70	62,60	64,90	62,80	1,70	2,80
2'-3'	270	18,38	200	0,0022	0,005	0,597	0,12	0,938	1,35	65,40	64,80	62,72	61,37	62,60	61,25	62,80	61,45	2,80	3,55
3'-4'	270	32,30	250	0,0041	0,0060	0,612	0,15	1,027	1,62	64,80	63,70	61,37	59,75	61,22	59,60	61,47	59,85	3,55	4,10
4'-5'	570	45,91	300	0,0049	0,004	0,677	0,20	0,901	2,28	63,70	60,90	59,75	57,47	59,55	57,27	59,85	57,57	4,10	3,63
5'-6'	270	59,43	350	0,0078	0,0035	0,636	0,22	0,922	0,95	60,90	58,80	57,47	56,52	57,25	56,30	57,60	56,65	3,63	2,50
6'-7'	260	72,06	350	0,0031	0,0055	0,622	0,22	1,143	1,43	58,80	58,00	56,52	55,09	56,31	54,88	56,66	55,23	2,50	3,12
7'-8'	260	83,34	350	0,0050	0,007	0,633	0,22	1,300	1,82	58,00	56,70	55,09	53,27	54,87	53,05	55,22	53,40	3,12	3,65
8'-9'	250	92,06	400	0,0052	0,0035	0,675	0,27	1,020	0,88	56,70	55,40	53,27	52,40	53,00	52,13	53,40	52,53	3,65	3,27
9'-10'	270	100,57	400	0,0030	0,004	0,686	0,27	1,094	1,08	55,40	54,60	52,40	51,32	52,13	51,05	52,53	51,45	3,27	3,56
10'-11'	260	109,68	400	0,0035	0,0045	0,699	0,28	1,170	1,17	54,60	53,70	51,32	50,15	51,04	49,87	51,44	50,27	3,56	3,83
11'-12'	230	118,29	400	0,0048	0,006	0,665	0,27	1,329	1,38	53,70	52,60	50,15	48,77	49,88	48,50	50,28	48,90	3,83	4,10
12'-13'	270	125,73	400	0,0052	0,006	0,696	0,28	1,347	1,62	52,60	51,20	48,77	47,15	48,49	46,87	48,89	47,27	4,10	4,33
13'-14'	270	134,45	400	0,0078	0,006	0,691	0,28	1,454	1,62	51,20	49,10	47,15	45,53	46,87	45,25	47,27	45,65	4,33	3,85
14'-22	196	143,04	400	0,0158	0,008	0,743	0,30	1,129	1,57	49,10	46,00	45,53	43,96	45,23	43,66	45,63	44,06	3,85	2,34

1.2.2. Гідралічний розрахунок дощової мережі водовідведення



1.2.3. Проектування і розрахунок дощової мережі

Водостоки прокладаються з урахуванням рельєфу місцевості, обираючи найкоротший шлях до місця скидання дощових вод у водойму та, по можливості, з мінімальною кількістю вигинів.

Таблиця 7 Визначення Z_{mid}

№	Вид поверхні	Доля від загальної площі міста	z	Окреме значення
1.	Дах будівель та споруд, асфальтобетонні покриття доріг	0,34	0,28	0,0952
2.	Брущаті мостові	0,04	0,22	0,00896
3.	Булижні мостові	0,06	0,15	0,0087
4.	Покриття із щебеня	0,13	0,13	0,01625
5.	Гравійні садово - паркові доріжки	0,06	0,09	0,0054
6.	Ґрунтові поверхні (сплановані)	0,17	0,06	0,01088
7.	Газони	0,2	0,04	0,0076
Встановлення коефіцієнта:		1		$\Sigma = Z_{mid} = 0,15$

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

Визначаємо А, для цього з ДБН виписуємо параметри:

$$\gamma=1,54. ; q_{20}=104. ; m_r=83. ; P=1,6. ; n=0,66.$$

$$A= 104 \times 20^{0,66} \times (1 + \lg(1,6) / \lg(83))^{1,54} = 877,64.$$

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

$$\eta=0,84. ; \beta=0,65.$$

Розраховуємо головний колектор:

№ ділянок	Довжина L, м	Площа стоку F, Га	V _п , м/с	t(p)	t (r)	m	Z mid	β	η	q (cal)	Ухил		d, мм	Наповнення h/d	Висота h, м	Швидкість V, м/с	Падіння i _{гр} , м	Відмітки, м						Глибина закладання лотка труби в м	
											Землі i _з	Труби i _{тр}						Поверхні землі		Лотка труби		Шелиги труби		На початку	В кінці
																		На початку	В кінці	На початку	В кінці	На початку	В кінці		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
1-2	460	11,50	1,3	6,02	17,02	1,20	0,143	0,65	1	613,18	0,0024	0,0025	800	1	0,8	1,292	1,15	69,8	68,7	68,20	67,05	69,00	67,85	1,6	1,65
2-3	270	23,92	1,87	2,45	13,45	1,11				1385,30	0,0056	0,0040	1000		1	1,863	1,08	68,7	67,2	66,85	65,77	67,85	66,77	1,65	1,43
3-4	270	35,67	2,38	1,93	12,93	1,09				2094,70	0,0052	0,0055	1100		1,1	2,377	1,485	67,2	65,8	65,67	64,19	66,77	65,29	1,43	1,61
4-5	270	47,82	2,72	1,69	12,69	1,08				2826,96	0,0052	0,0060	1200		1,2	2,711	1,62	65,8	64,4	64,09	62,47	65,29	63,67	1,61	1,94
5-6	270	59,97	2,46	1,87	12,87	1,09				3527,93	0,0041	0,0045	1400		1,4	2,46	1,215	64,4	63,3	62,27	61,05	63,67	62,45	1,94	2,25
6-7	270	72,12	2,59	1,77	12,77	1,09				4253,68	0,0044	0,0045	1500		1,5	2,583	1,215	63,3	62,1	60,95	59,74	62,45	61,24	2,25	2,37
7-8	260	83,82	3,04	1,45	12,45	1,08				4987,91	0,0058	0,0060	1500		1,5	3,04	1,56	62,1	60,6	59,74	58,18	61,24	59,68	2,37	2,43
8-9	260	95,52	2,53	1,75	12,75	1,09				5637,83	0,0042	0,0035	1750		1,75	2,522	0,91	60,6	59,5	57,93	57,02	59,68	58,77	2,43	2,49
9-10	250	106,77	2,83	1,50	12,50	1,08				6345,12	0,0028	0,0045	1750		1,75	2,827	1,125	59,5	58,8	57,02	55,89	58,77	57,64	2,49	2,91
10-11	270	118,92	3,17	1,45	12,45	1,08				7077,94	0,0048	0,0055	1750		1,75	3,165	1,485	58,8	57,5	56,40	54,92	58,15	56,67	2,4	2,59
11-12	260	130,62	3,48	1,27	12,27	1,07				7813,81	0,0050	0,0070	1750		1,75	3,471	1,82	57,5	56,2	54,92	53,10	56,67	54,85	2,59	3,11
12-13	230	140,97	2,88	1,36	12,36	1,07				8411,91	0,0052	0,0035	2000		2	2,874	0,805	56,2	55,0	52,85	52,04	54,85	54,04	3,11	2,96
13-14	270	153,12	3,12	1,47	12,47	1,08				9107,58	0,0063	0,0045	2000		2	3,116	1,215	55,0	53,3	52,04	50,83	54,04	52,83	2,96	2,47
14-15	270	165,27	3,39	1,35	12,35	1,07				9863,01	0,0044	0,0050	2000		2	3,381	1,35	53,3	52,1	50,83	49,48	52,83	51,48	2,47	2,64
15-16	620	392,81	4,8	2,20	13,20	1,10				22904,87	0,0079	0,0070	2500		2,5	4,8	4,34	52,11	47,20	48,98	44,64	51,48	47,14	2,64	2,57

ОЧИСНІ СПОРУДИ ВОДОВІДВЕДЕННЯ

Консультант: / Хоружий В.П. /

2. Розробка схеми очисних споруд

2.1 Загальні відомості

Стічні води, перекачані водовідвідною насосною станцією, спрямовуються на міські очисні споруди, розташовані на відстані 2 км від міста. Проект передбачає повну біологічну очистку стічних вод. Міські очисні споруди включають об'єкти механічної очистки (решітки, пісковловлювачі, первинні відстійники), споруди біологічної очистки (аеротенки, вторинні відстійники), а також споруди для знезараження очищених стічних вод (хлораторна, змішувач, контактні резервуари). Споруди для обробки осаду включають мулозгущувачі, метантенки та газгольдери. Для зневоднення осаду можуть використовуватися фільтр-преси або мулові майданчики.

Відомо, що на очисні споруди надходить суміш міських стічних вод, тобто поєднання господарсько-побутових і виробничих вод. Тому для надійного проектування очисних споруд необхідно точно визначити концентрації забруднень у цих водах.

Конкретні значення вихідних даних:

добова кількість побутових стічних від районів міста (Q_I, Q_{II} ; тис. м³/доб);

питоме водовідведення по районах міста (q_{W1}, q_{W2} , л/ос. доб);

добова кількість промислових стічних вод підприємств ($Q_1; Q_2; Q_3$, м³/доб);

концентрація завислих речовин в промислових стічних водах ($C_1; C_2; C_3$, г/м³);

концентрація БСК_{пов} в промислових стічних водах ($L_1; L_2; L_3$, г/ м³).

Джерела утворення стічних вод	Добова витрата, м ³ /добу	Годинні витрати, м ³ /год		Секундні витрати, м ³ /год	
		Сер.	Макс.	Сер.	Макс.
Населення	57010,50	2375,4374	3705,9675	659,8437	1029,4354
Промисловість	17769,65	740,4021	1116,4100	205,6672	310,1139
Разом	74780,15	3115,84	4822,38	865,51	1339,55

Витрата	
QI (1 район)	28,26
QII (2 район)	19,98
QIII (3 район)	8,77
q01	285
q02	230
q03	160
Q1 Хлібзавод	351,00
Q2 Дріжджовий завод	618,00
Q3 Молокозавод	165,00
Q4 Рибоконсервний завод	3623,40
Q5 Пивоварня	240,00
Q6 Шкіряний завод	1782,25
Q7 М'ясокомбінат	990,00
Q8 Інші пром. підприємства	10000,00

По завислим речовинам	
C1	228,07
C2	282,61
C3	406,25

C1	400
C2	400
C3	300
C4	500
C5	500
C6	500
C7	500
C8	300

		по БСК _{повн}		
6445,47124	L1	263,16	7437,0822	
5646,771	L2	326,09	6515,505	
3562,28613	L3	468,75	4110,33015	
15654,52837			18062,91735	
140,4	L1	350	122,85	
247,2	L2	500	309	
49,5	L3	500	82,5	
1811,7	L4	500	1811,7	
120	L5	500	120	
891,125	L6	500	891,125	
495	L7	500	495	
3000	L8	350	3500	
6754,925			7332,175	

2.2 Визначення концентрацій забруднень стічних вод

Концентрація забруднень господарсько-побутових стічних вод від населення:

- **по завислих речовинах:**

$$C_{P1}^W = \frac{a}{q_{01}} * 1000 = \frac{65}{285} * 1000 = 228,07 \text{ мг/дм}^3;$$

$$C_{P2}^W = \frac{a}{q_{02}} * 1000 = \frac{65}{230} * 1000 = 282,61 \text{ мг/дм}^3;$$

$$C_{P2}^W = \frac{a}{q_{02}} * 1000 = \frac{65}{160} * 1000 = 406,25 \text{ мг/дм}^3;$$

- **по БСК_{повн}:**

$$L_{P1}^W = \frac{a_1}{q_{01}} * 1000 = \frac{75}{285} * 1000 = 263,13 \text{ мг/дм}^3;$$

$$L_{P2}^W = \frac{a_1}{q_{02}} * 1000 = \frac{75}{230} * 1000 = 326,09 \text{ мг/дм}^3.$$

$$L_{P2}^W = \frac{a_1}{q_{02}} * 1000 = \frac{75}{160} * 1000 = 468,75 \text{ мг/дм}^3.$$

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

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

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

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

- **по завислих речовинах:**

$$C_{\text{заг}} = \frac{Q_I C_I + Q_2 C_2 + Q_{N_1} C_{N_1} + Q_{N_2} C_{N_2} + Q_{N_3} C_{N_3}}{Q_I + Q_2 + Q_{N_1} + Q_{N_2} + Q_{N_3}} = 299,67 \text{ мг/дм}^3.$$

- **по БСК_{повн}:**

$$L_{\text{заг}} = \frac{Q_I L_I + Q_2 L_2 + Q_{N_1} L_{N_1} + Q_{N_2} L_{N_2} + Q_{N_3} L_{N_3}}{Q_I + Q_2 + Q_{N_1} + Q_{N_2} + Q_{N_3}} = 339,60 \text{ мг/дм}^3.$$

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

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

- по завислих речовинах, мг/дм³:

$$C_{en} = C_{заг} * K_c = 299,67 * 1,09 = 326,64 \text{ мг/дм}^3.$$

- По БСК_{повн}, мг/дм³:

$$L_{en} = L_{заг} * K_L = 339,6 * 1,01 = 342,99 \text{ мг/дм}^3.$$

Освітлення стічних вод:

$$L_{осв} = L_{en} * \frac{40}{75} = 342,99 * \frac{40}{75} = 182,93 \text{ мг/дм}^3.$$

2.3 Визначення приведенного числа жителів

Приведене число жителів по завислих речовинах:

$$N_H^C = N + N_{ЕКВ}^C$$

де N - число жителів міста;

$N_{ЕКВ}^C$ - еквівалентне число жителів по завислих речовинах:

$$N_{ЕКВ}^C = \frac{\sum(Q_{di}^P \cdot C_{di}^P)}{a} = \frac{6754,925}{65} = 103921,923 \text{ ос.}$$

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

Приведена кількість жителів за завислими речовинами:

$$N_{priv}^{3B} = N + N_{ekv} = N_1 + N_2 + N_{ekvN\textcircled{1}} + N_{ekvN\textcircled{2}} + N_{ekvN\textcircled{3}};$$

$$N_{priv}^{3B} = 103921,923 + 240838,898 = 344760,821 \text{ ос.}$$

$$N_{priv}^{3B} \approx 344761 \text{ ос.}$$

2.4 Визначення необхідного ступеня очищення стічних вод

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

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

$$\mathcal{E} = \frac{C_{en} - C_{ex}}{C_{en}} * 100 = \frac{326,64 - 15}{326,64} * 100 = 95,407\%$$

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

- Необхідний ступінь очищення стічних вод по завислих речовинах на первинних відстійниках при $C_{ex} = 150$ мг/дм³:

$$\frac{326,64 - 150}{326,64} * 100\% = 54,078\%$$

- Необхідний ступінь очищення за БСК_{повн}:

$$\mathcal{E}_{\text{БСК}} = \frac{L_{en} - L_{ex}}{L_{en}} * 100 = \frac{342,99 - 15}{342,99} * 100 = 95,62\%$$

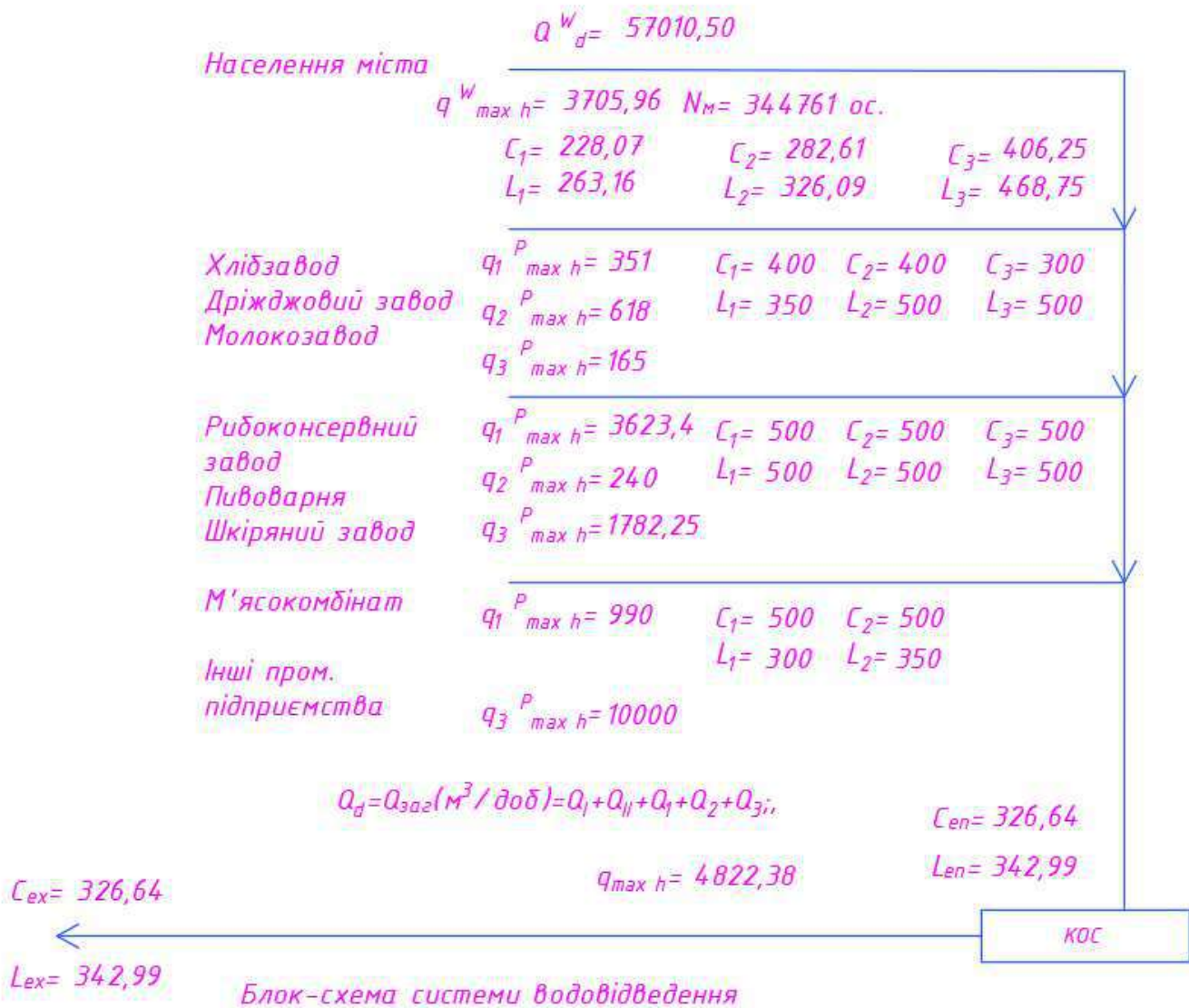
де L_{ex} - концентрація органічних забруднень по БПК_{повн} у стічній воді, припустимої до скидання у водойму, 15 мг/дм³

$$\mathcal{E}_{\text{БСКосв}} = \frac{L_{осв} - L_{ex}}{L_{осв}} * 100 = \frac{182,93 - 15}{182,93} * 100 = 91,8\%$$

2.5 Вибір методу і складу споруджень очищення стічних вод і обробки осадів.

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

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



У відповідності із дозволеним рівнем концентрації забруднень в очищених стічних водах (C_{ex} ; L_{ex}) визначається перелік блоків очисного комплексу та споруд в

кожному блоці. Наприклад, для комплексу повної біологічної очистки без доочищення стічних вод такий перелік може бути наступним:

- а) блок механічної очистки;
 - грати; пісковловлювачі; первинні відстійники (можливо з переаератором);
- б) блок біологічної очистки;
 - аеротенки чи біофільтри; вторинні відстійники;
- в) блок знезаражування;
 - хлораторна; змішувач; контактний резервуар;
- г) блок обробки осаду і надлишкового активного мулу (або біологічної плівки);
 - мулозгущувачі; метантенки; газгольдери; вакуум-фільтри, або інші споруди механічного зневоднення; резервні мулові майданчики.

2.6 Склад очисних споруд.

Склад споруджень варто вибирати залежно від характеристики и кількості стічних вод, що надходять на очищення, необхідної ступені їхньогоочищення, методу обробки осаду й місцевих умов (п. 6.10).

Біологічному очищенню завжди передує механічне очищення стічних вод. Здійснюють механічне очищення стічних вод у решітках, піскоуловлювачах і первинних відстійниках.

Біологічне очищення стічних вод може бути здійснене :

- у штучно створених умовах (аеротенки, біофільтри);
- в умовах, близьких до природних (поля зрошення або фільтрації, біологічні ставки)

Поля зрошення й фільтрації зараз застосовують досить рідко при невеликих кількостях стічних вод тому, що від сільськогосподарською виробництва відриваються значні площі. Для будівництва таких полів необхідна наявність гарно фільтруючих ґрунтів, глибоке залягання ґрунтових вод, мінімальна кількість днів з негативними температурами повітря.

Доцільніше здійснювати біологічне очищення стічних вод в аеротенках або біофільтрах, що знайшли широке застосування у вітчизниши каналізаційній практиці. ДБН не регламентує продуктивність споруджень повного біологічного очищення.

Після споруджень біологічного очищення передбачають установку вторинних відстійників. У цих спорудженнях біологічна плівка (після біофільтрів) або активний мул (після аеротенків) відокремлюється від очищеної стічної рідини. Частина активного мулу (циркулюючий активний мул) повертається в аеротенк, а надлишковий активний мул або біологічна плівка піддаються обробці й знезаражуванню.

Очищені стічні води перед скиданням у водойму у всіх випадках підлягають знезаражуванню. Згідно п. 6.222 ДБН, знезаражування стічних вод варто робити хлором, гіпохлоритом натрію, одержуваним на місці в електролізерах, або прямим електролізом стічних вод. Тому до складу очисних споруджень входять хлораторна, змішувач і контактні резервуари.

2.7 Спорудження для обробки осадів

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

- великі покидьки, затримувані на решітках;
- пісок (і йому подібні важкі мінеральні домішки), що осідає в піскоуловлювачах;
- сирий осад, затримуваний у первинних відстійниках;
- надлишковий активний мул або біологічна плівка, затримувані у вторинних відстійниках після аеротенків і біофільтрів;
- осад, що утворюється у контактних резервуарах.

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

Вибір методів стабілізації (аеробна або анаеробна), зневоднювання

й знезаражування осадів повинен визначатися місцевими умовами (кліматичними, гідрогеологічними, містобудівними, агротехнічними й ін.), його фізико-хімічними й теплофізичними характеристиками, здатністю до водовіддачі (п. 6.339).

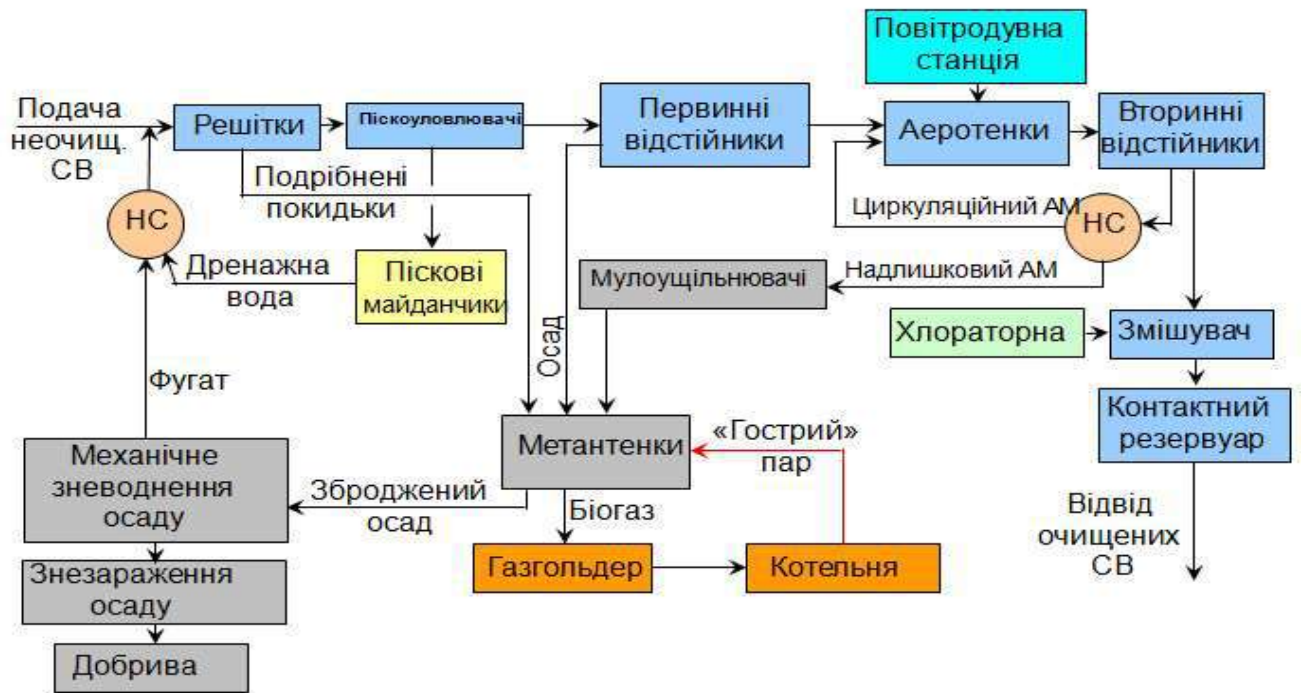
«Класичним» методом обробки осадів вважається анаеробне зброджування їх у метантенках.

Зневоднювання осадів в основному здійснюється двома шляхами:

- на мулових майданчиках;
- на апаратах механічного зневоднювання (вакуум-фільтри, центрифуги, фільтр-преси).

Надлишковий активний мул перед подачею в метантенки піддається ущільненню в мулозгущувач. Сирий осад з первинних відстійників і надлишковий активний мул подають безпосередньо в метантенк. Особливе місце в схемах очищення стічних вод займають такі спорудження, як двоярусні відстійники й освітлювачі-перегнивачі. У цих спорудженнях відбуваються одночасно наступні процеси: повітління стічної рідини, зброджування й ущільнення осаду, що випадає. При цьому на станціях очищення стічних вод немає необхідності влаштовувати метантенки. У результаті зброджування осадів у метантенках утворюється газ. Для акумулювання газу варто проектувати газгольдери.

Технологічна схема очищення СВ з використанням аеротенків



2.8 Розрахунок споруд механічного очищення стічних вод

Механічне очищення міських стічних вод - це попередня ступінь перед біологічним очищенням.

2.8.1 Приймальна камера

Найбільш часто стічні води надходять на очисні спорудження по напірним водоводам. Приймальна камера призначається для прийому стічних вод, що надходять на очисні споруди, гасіння швидкості потоку рідини й сполучення трубопроводів з відкритим лотком. Камери передбачають із урахуванням надходження стічних вод по одному або двох трубопроводах і розташовують, звичайно, у насипі висотою до 5 м (рис. 5.1). Розміри прийомної камери визначають залежно від величини витрати стічних вод (табл. П. 5).

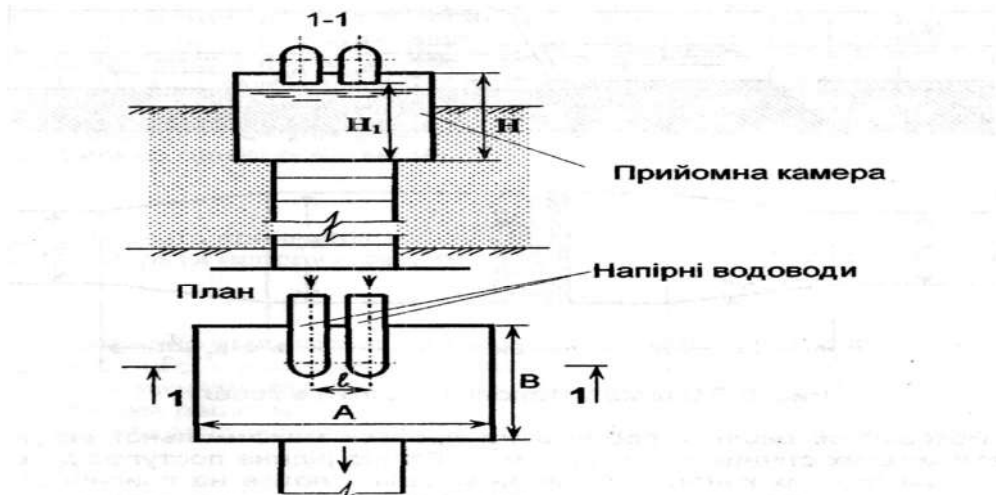


Рис. 5.1 Приймна камера очисних споруджень на опорах зі збірних залізобетонних кілець

Таблиця П.5
Розміри приймних камер каналізаційних очисних споруджень (при напірному надходженні стічних вод)

Витрата стічних вод, м ³ /годину	Розміри в мм				
	A	B	H	H ₁	I
100 – 160	1500	1000	1300	1000	600
250	1500	1000	1300	1000	600
400 – 630	1500	1000	1300	1000	600
1000– 1250	2000	2300	2000	1600	1000
1600– 2000	2000	2300	2000	1600	1000

Обираємо 3 камери . Розмірами : 2000x2300x2000 (q=4822,39/3=1607,459 м3/год)

2.8.2 Решітки і решітки-дробарки

Решітки

Для затримки великих плаваючих покидьків на очисних спорудженнях установлюють решітки зі стрижнями прямокутної форми із прозорами не більше 16 мм (п. 6.16 [8]).

Решітки оснащуються механізованими граблинами для зняття покидьків. При кількості покидьків менш 0,1 м³/добу допускається установка решіток з ручним очищенням.

Резервні решітки встановлюють залежно від розрахункового числа робочих агрегатів. При числі робочих решіток до трьох включно - дві резервні.

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

$$q_c = 1,4 \cdot q_{\max s} = 1,4 \cdot 1339,55 = 1875,369 \text{ м}^3/\text{с},$$

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

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

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

Так, при ширині лотка 1600 мм наповнення буде 0,834, а швидкість 1,01 м/с.

2.8.3 Розрахунок решіток

Розрахунок решіток складається з визначення розмірів решітки і камери решіток, втрат напору в решітці і кількості затримуваних забруднень.

1. Число прозорів у решітці:

$$n = \frac{q_{\max s}}{b \cdot h_k \cdot v_p} \cdot K_3,$$

де: b - ширина прозорів між стрижнями решітки, м; $b = 0,016$ м;

$$n = \frac{1339,55}{0,016 \cdot 0,834 \cdot 1,01 \cdot 1000} \cdot 1,05 = 110,95 = 111$$

h_k - глибина води в каналі перед решіткою, м (глибина води перед решіткою звичайно приймається рівною глибині в каналі, що підводить СВ);

V - швидкість руху води в прозорах решітки: $v = 0,8 - 1,0 \text{ м/с}$;

$q_{\text{max s}}$ - максимальна секундна витрата, $\text{м}^3/\text{с}$;

K_3 - коефіцієнт, що враховує стиснення потоку решітками і затриманими забрудненнями (приймають рівним 1,05).

2. Загальна ширина решітки, м:

$$B_p = S \cdot (n - 1) + b \cdot n,$$

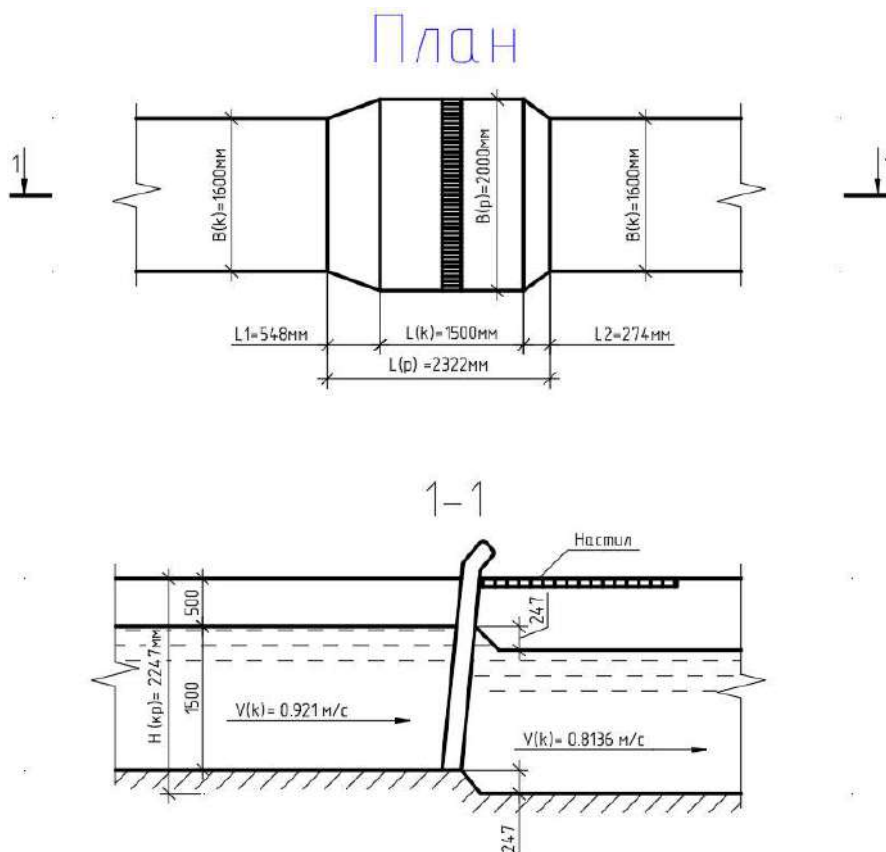
де: S - товщина стрижнів решітки, м: $S = 0,008 \text{ м}$.

$$B_p = 0,008 \cdot (111 - 1) + 0,016 \cdot 111 = 2,656 \text{ м}.$$

3. Ширина однієї решітки, м:

$$B'_p = \frac{B_p}{n_p} = \frac{2,656}{2} = 1,328 \text{ м}.$$

де: n_p - кількість прийнятих робочих решіток - 2, або .3



4. Вибір типу решітки.

Приймаються механізовані решітки з прозорами 16 мм.

Максимальні витрати, що надходять на решітки:

$$q_{max} = \frac{\sum q_{max}}{3600} = \frac{4822,38}{3600} = 1,339 \text{ м}^3/\text{с};$$

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

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

$$q_{(2)} = \frac{q_{max}}{2} = \frac{1,339}{2} = 0,669 \text{ м}^3/\text{с}.$$

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

За даними табл.1 приймається до попереднього проектування тип ґрат і їх робоча кількість.

H_{max} - орієнтована максимальна висота шару води в каналі ґрат прийнята з урахуванням резерву глибини каналу – (h_k)

$$h_k = H_{max}$$

В табл. 1 наведено рекомендовані типорозміри ґрат МГ та РМУ за [3] для діапазонів q' ($\text{м}^3/\text{с}$)

Таблиця 2.4

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

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

2) H_{\max} - орієнтована максимальна висота шару води в каналі ґрат прийнята з урахуванням резерву глибини каналу до його абсолютного заповнення.

За даними q' та табл.1 приймається до попереднього проектування тип ґрат і їх робоча кількість.

За [3] визначається для прийнятого типу ґрат:

- будівельна глибина каналу H_k (м);
- кількість прозорів $n_{пр}$ (шириною $b_{пр} = 16$ мм);
- товщина стержнів $S_{ст}$ (мм).

ОСНОВНІ ПОКАЗНИКИ МЕХАНІЗОВАНИХ РЕШТОК

Мирки	Номинальні розміри каналу $B \times H$, мм		Ширина каналу на місці установки решітки A , мм	Число прозорів	Товщина стержнів мм
	B	H			
МГ-5Т	2000	3000	2290	84	8
МГ-6Т	2000	2000	2290	84	8
МГ-7Т	800	1400	950	31	8
МГ-8Т	1400	2000	1570	55	8
МГ-9Т	1000	1200	1140	39	8
МГ-10Т	1000	2000	1200	39	8
МГ-11Т	1000	1600	1200	39	8
МГ-12Т	1600	2000	1790	64	8
РМУ-1	600	800	685	21	6
РМУ-2	1000	1000	1550	39	6
РМУ-3	1000	2000	1550	39	6
РМУ-4	1500	2000	2035	60	6
РМУ-5	2000	2000	2535	84	6
РМУ-6	2000	2500	2535	84	6
РМУ-7	2500	3000	3035	107	6

Приймаємо ґрати МГ-11Т:

- будівельна глибина каналу H_k (м): 1,1;
- кількість прозорів $n_{пр}$ (шириною $b_{пр} = 16$ мм): 39;
- товщина стержнів $S_{ст}$ (мм): 8.

Загальна ширина прорізів:

$$b_{заг} = \frac{b_{пр} * n_{пр}}{1000} = \frac{16 * 39}{1000} = 0,624 \text{ м};$$

Загальна корисна площа прозорів:

$$F_{\text{зар}} = H_{\text{max}} * b_{\text{зар}} = 1,1 * 0,624 = 0,6864 \text{ м}^2;$$

Швидкість руху в прозорах:

$$V_{\text{пр}} = \frac{q'}{F_{\text{зар}}} = \frac{0,669}{0,6864} = 0,975 \text{ м/с};$$

Розраховуємо втрати напору на ґратах:

$$h_{\text{гр}} = \xi * \frac{V_{\text{пр}}^2}{2g} * P = 0,11$$

де ξ – коефіцієнт місцевого опору для круглих стержнів:

$$\xi = \beta * \left(\frac{s}{b}\right)^{\frac{4}{3}} * \sin \alpha = 2,42 * \left(\frac{8}{16}\right)^{\frac{4}{3}} * \sin 60^\circ = 0,83;$$

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

P – коефіцієнт, що враховує забрудненість поверхні ґрат під час експлуатації:
3.

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

$$h_{\text{зар}} = 3 * h_{\text{гр}} = 2 * 0,1 = 0,355 \text{ м}$$

5. Довжина розширення перед решіткою, м:

$$l_1 = \frac{B'_p - B_K}{2 * \text{tg} \varphi} = 1,37 * (B'_p - B_K),$$

де: $\varphi = 20^\circ$ - кут розширення каналу в плані;

B_K – ширина каналу, що підводить, перед решіткою, м.

$$l_1 = 1,37 * (2 - 1,6) = 0,548.$$

6. Загальна довжина камери решітки, м:

$$l_p = l_1 + l_K + l_2,$$

де l_2 – довжина звуження камери після решітки, м: $l_2 = 0,5 * l_1 = 0,5 * 0,548 = 0,274$;

l_K – довжина камери решітки і площадки за нею, м: $l_K \geq 1,5$ м.

$$l_p = 0,226 + 0,113 + 1,5 = 2,322 \text{ м.}$$

7. Загальна будівельна висота камери решітки, м:

$$H_{KP} = h_K + h_{WP} + h_B$$

де: h_B – перевищення борта камери решітки над рівнем води, $h_B = 0,5$ м;

$$h_K = H_{max} \quad h_{WP} = h_{заг}$$

$$H_{KP} = 1,1 + 0,355 + 0,5 = 1,955 \text{ м.}$$

8. Добова кількість покидьків, затримуваних на решітках:

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

За рік:

$$W_{відх}^{рік} = \frac{8 * N_{priv}^{зв}}{1000} = \frac{8 * 344760,82}{1000} = 2758,08;$$

За добу:

$$W_{відх}^{доб} = \frac{W_{відх}^{рік}}{365} = \frac{2758,08}{365} = 7,556.$$

При щільності відходів $\rho = 0,750$ т/м³ їх добова кількість, вологість 80% становить (т/доб):

$$G_{П} = \rho_{П} * W_{відх}^{рік} = 0,750 * 2758,08 = 2068,56.$$

Решітки та дробарки влаштовуються в окремій будівлі, яка визначається типовим проектом для розрахункової витрати.

2.8.4 Піскоуловлювачі

Піскоуловлювачі необхідно передбачати для виділення зі стічних вод важких мінеральних домішок при продуктивності очисних споруджень понад 100 м³/доб. Число піскоуловлювачів або відділень піскоуловлювачів слід приймати не менш двох, причому всі піскоуловлювачі й відділення повинні бути робочими.

Тип піскоуловлювачів (горизонтальний, тангенційний, аерований) необхідно вибирати з урахуванням продуктивності очисних споруджень, схеми очищення стічних вод й обробки їхніх осадів, характеристики зважених речовин, компоновочних рішень (п. 6.26 [1]).

Досвід проектування дозволяє рекомендувати типи піскоуловлювачів залежно від продуктивності станцій:

- тангенційні піскоуловлювачі до 50 тис. м³/доб;
- горизонтальні - понад 10 тис. м³/доб;
- аеровані - понад 20 тис. м³/доб.

Тип пісковловлювача приймається згідно з рекомендаціями [3]:

- для $Q_{\text{заг}} \leq 64000$ м³/доб раціональною є конструкція з горизонтальним обертанням води навколо вертикальної осі,
- для більших витрат - аеровані горизонтальні пісковловлювачі з поздовжнім рухом рідини.

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

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

(А) - шириною $b=3$ м; глибиною $h=2,1$ м; довжиною $L= 12$ м;

(Б) - шириною $b=4,5$ м; глибиною $h= 2,8$ м; довжиною $L= 18$ м.

Враховуючи, що згідно з [2] табл. 28 дозволений діапазон швидкості води

при максимальній витраті складає **0,08...0,12** м/с.

Для затримання піску приймається аерований пісковловлювач.

Гідравлічна крупність $U_0=18,7$ мм/с

Приймається згідно табл 19:

Таблиця 19 - Значення K_s

Діаметр часток піску, що затримуються, мм	Гідравлічна крупність піску u_0 , мм/с	Значення K_s в залежності від типу піскоуловлювачів та відношення ширини B до глибини H аерованих піскоуловлювачів			
		горизонтальні	аеровані		
			$B:H=1$	$B:H=1,25$	$B:H=1,5$
0,15	13,2	-	2,62	2,50	2,39
0,20	18,7	1,70	2,43	2,25	2,08
0,25	24,2	1,30	-	-	-

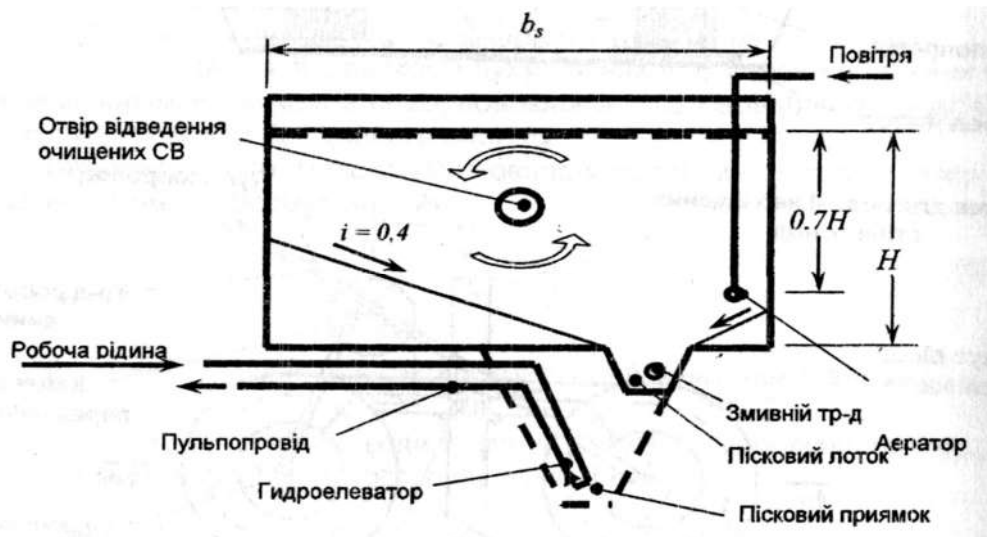
Витрата, тис. м ³ /добу	Число відділень n	Основні розміри відділення, м			Номер типового проекту
		ширина	довжина	H глибина	
70 - 140	3	3	12 + 3	2,1	902-2-372.83
140 - 200	4				902-2-373.83
200 - 400	3	4,5	18 + 3	2,8	902-2-374.83
240 - 280	4				902-2-375.83

Типовий проект 902-2-372.83

Розрахункові витрати:

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

Аеровані піскоуловлювачі являють собою горизонтальні резервуари, у яких уздовж однієї зі стінок, по всій довжині, на відстані 4560 мм від дна встановлюють аератори з дірчастих труб. У поперечному перетині днище має ухил $i=0,2+0,4$ до піскового пристінного лотка.



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

$$L_s = \frac{1000 * K_s * H_s * v_s}{u_0},$$

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

K_s - коефіцієнт, що залежить від гідравлічної крупності й типу піскоуловлювачів (табл. 27 [8]);

v_s - швидкість руху стічних вод, м/с (табл. 28 [8]);

u_0 - гідравлічна крупність піску, мм/с (табл. 28 [8]).

$$L_s = \frac{1000 * 2,08 * 1,05 * 0,08}{18,7} = 9,34 \text{ м.}$$

Приймаємо $L_s = 12$ м.

Число відділень – $n = 3$

Площа дзеркала піскоуловлювачів:

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

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

u_0 - гідравлічна крупність затримуваних часток, мм/с.

$$F_s = \frac{1339,55}{18,7} = 71,63 \text{ м}^2.$$

Загальна ширина піскоуловлювачів при максимальному припливі стічних вод:

$$B_s = \frac{F_s}{L_s} = \frac{71,63}{12} = 5,96 \text{ м.}$$

Розрахункова ширина одного відділення піскоуловлювача, м:

$$b_s = \frac{B_s}{n_s} = \frac{5,96}{3} = 1,989.$$

Приймаємо згідно таблиці $b_s = 3$ м.

Тривалість протікання при максимальному припливі, с:

$$t_{\text{ПР}} = \frac{L_s * B_s * H_s}{q_{\text{max.s}}} = \frac{12 * 5,48 * 1,05}{1339,55} = 56,15 \text{ с.}$$

Оскільки $t_{\text{ПР}} = 56,15 > 30$ с, то параметри піскоуловлювачів підібрані вірно.

Згідно з рекомендаціями [3] табл. 11.4 остаточно приймаємо до проектування 2 або 3 відділення типорозміру (А) або від 2 до 4 відділень типорозміру (Б). Після вибору фактичної кількості відділень (n') визначаємо фактичну швидкість руху води, яка повинна знаходитись в межах 0,08...0,12 м/с:

$$v_{\text{факт}} = \frac{Q_{\text{max}}}{n' * b * h * 3600} = \frac{4822,38}{3 * 3 * 2,1 * 3600} = 0,07 \text{ м/с.}$$

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

$$q_{\text{air}} = F_s * I,$$

де F_s – розрахункова площа дзеркала води;

I – інтенсивність аерації = 3+5 м³/(м²год).

$$q_{\text{air}} = 71,63 * 8 = 573,06 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Видалення піску з пісколовок здійснюється гідро-елеваторами на піскові майданчики або в піскові бункери.

Таблиця 20 - Кількість та вологість піску, затриманого в піскоуловлювачах

Тип піскоуловлювача	Гідрравлічна крупність піску n_{ϕ} , мм/с	Швидкість руху стічних вод, м/с, при припливі		Глибина H , м	Кількість затриманого піску, л/ (жит.добу)	Вологість піску, %	Вміст піску в осаді, %
		мінімальному	максимальному				
Горизонтальний	18,7-24,2	0,15	0,30	0,5-2,0	0,02	60	55-60
Аерований	13,2-18,7	-	0,08-0,12	0,7-3,5	0,03	40	90-95
Тангенціальний	18,7-24,2	-	-	-	0,02	60	70-75

2.8.5 Піскові майданчики

Для підсушування піску, що надходить із піскоуловлювачів, необхідно передбачати майданчики з обмежувачими валиками висотою 1+2 м. Для підсушування затриманого в піскоуловлювачі піску належить запроєктувати піскові майданчики - 2, або 4-прямокутні карти розмірами $B \times L$, де B - ширина карти; L - довжина карти за такими типорозмірами (табл.2):

B , м	10	15	15	20
L , м	20	20	25	25
Площа карти:	1	2	3	4
	200	300	375	500

Об'єм піску, затриманого піскоуловлювачами:

$$W_s = \frac{0,03 * N_{priv}}{1000} = \frac{0,03 * 344760,82}{1000} = 10,342 \text{ м}^3/\text{доб.}$$

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

$$F_s = \frac{W_s * 365}{3} = \frac{10,342 * 365}{3} = 1258,38 \text{ м}^2.$$

Площа 1 карти при 4 картах: $\frac{F_s}{4} = \frac{1258,38}{4} = 314,59 \text{ м}^2.$

Приймаємо 4 карти розмірами:

B , м	15
L , м	25

2.8.6 Первинні відстійники

Для видалення грубодисперсних домішок зі стічних вод застосовують відстоювання. По напрямку руху основного потоку води у відстійниках розрізняють:

- горизонтальні і вертикальні відстійники;
- різновидом горизонтальних відстійників є радіальні відстійники.

Тип відстійника необхідно вибирати з обліком прийнятої технологічної схеми очищення стічних вод й обробки їхнього осаду, продуктивності споруд, черговості будівництва, числа експлуатованих одиниць, конфігурації та рельєфу площадки, геологічних умов, рівня ґрунтових вод і т.д.

Залежно від продуктивності рекомендується приймати первинні відстійники:

- вертикальні - до 20 тис. м³/доб;
- горизонтальні - понад 15 тис. м³/доб;
- радіальні - понад 20 тис м³/доб;
- освітлювачі-перегнивачі - до 30 тис. м³/доб;
- двох'ярусні - до 10 тис. м³/доб.

Число відстійників варто приймати: первинних - **не менш двох**, вторинних - **не менш трьох** за умови, що всі відстійники є робочими. При мінімальному числі їхній розрахунковий об'єм необхідно збільшувати в 1,2+1,3 рази.

Розрахунок первинних відстійників

Розрахунок первинних відстійників слід робити по кінетиці випадання завислих речовин з урахуванням необхідного ефекту посвітління.

Необхідний ефект посвітління:

$$\mathcal{E} = \frac{C_{en} - C_{cdp}}{C_{en}} * 100, \%$$

де C_{en} - концентрація суміші стічних вод по зважених речовинах, що надходять у первинні відстійники, мг/дм³;

C_{cdr} - концентрація завислих речовин у проясненій воді, що надходить в аеротенки мг/дм³. Концентрація завислих речовин у прояснених стічних водах, що подаються в аеротенки або на біологічні фільтри на повне очищення, не повинна перевищувати 100-150 мг/дм³. У іншому випадку необхідно передбачати спорудження для інтенсифікації роботи первинних відстійників.

$$\Xi = \frac{326,64 - 150}{326,64} * 100 = 54,07\%$$

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

$$C_{en1} = 0,93 * C_{заг} = 0,93 * 299,67 = 278,69$$

$$\Xi_{осв} = \frac{C_{en1} - 150}{C_{en1}} * 100\% = \frac{278,69 - 150}{2278,68} * 100 = 46,17\%$$

Оскільки $\Xi_{осв} = 46,17\% < 50\%$, то не обов'язковою умовою є передаєрація.

Розрахункове значення гідравлічної крупності U_0 необхідно визначати за формулою:

$$U_0 = \frac{1000H_{set} * K_{set}}{t_{set} \left(\frac{K_{set} * H_{set}}{h_1} \right)^{n_2}}$$

де H_{set} - глибина проточної частини відстійника (табл. 3), м;

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

- для горизонтальних відстійників - 0,5;

- для радіальних - **0,45**;

- для вертикальних - 0,35;

Основні параметри первинних радіальних відстійників

Таблиця 3

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

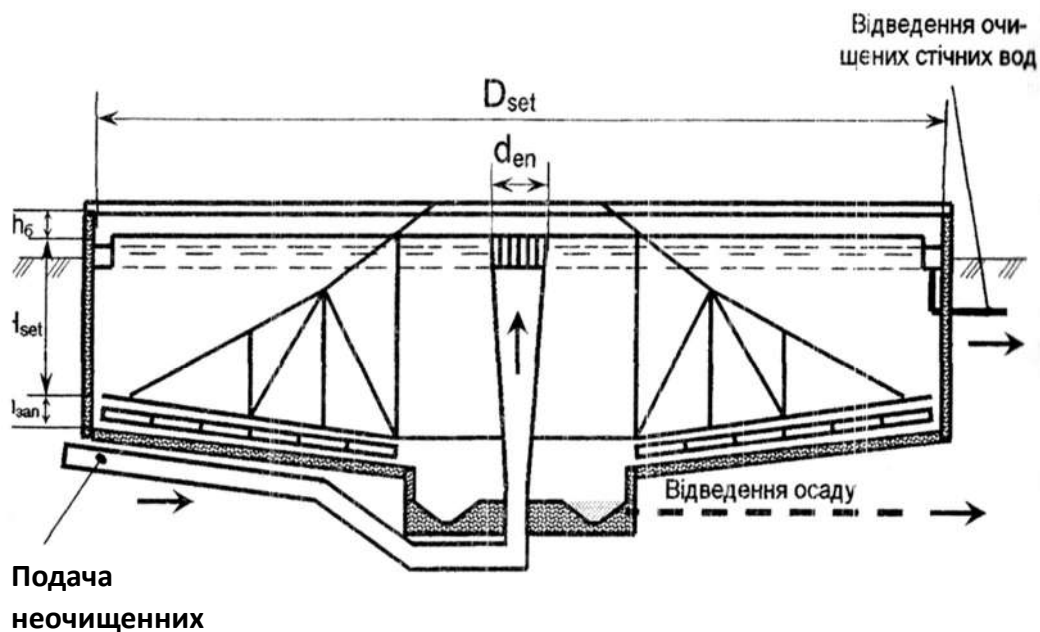


Рис. 5.9 Схема радіального відстійника

t_{set} - тривалість відстоювання, с, що відповідає заданому ефекту очищення й отримана в лабораторному циліндрі в шарі $h_l = 0,5$ м (табл.4):

Ефект освітлення, $\Xi_{осв}$	Значення t_{sep} с, в шарі $h_l = 500$ мм при концентрації завислих речовин, мг/дм ³			
	100	200	300	400
%	100	200	300	400
20	600	300	-	-
30	900	540	320	260,0
40	1320	650	450	390,0
50	1900	900	640	450,0
60	-	3600	2600	1830,0

n_2 - показник ступеня, що залежить від агломерації суспензії в процесі осадження; для міських стічних вод – 0,25;

$$U_0 = \frac{1000 * 3,1 * 0,45}{960 \left(\frac{0,45 * 3,1}{0,5} \right)^{0,25}} = 0,1124.$$

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

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

де K_{set} - коефіцієнт використання об'єму проточної частини відстійника;

D_{set} - діаметр відстійника, м (таб. 3);

d_{en} - діаметр впускного пристрою, м (таб. 3);

u_0 - значення гідравлічної крупності;

v_{tb} - турбулентна складова, мм/с, приймається по таблиці, залежно від швидкості потоку у відстійнику V_w , мм/с.

v_{ω} , мм/с	5	10	15
v_{tb} , мм/с	0	0,05	0,1

Відстійники	Коефіцієнт використання об'єму K_{set}	Робоча глибина відстійної частини H_{set} , м	Ширина B_{set} , м	Швидкість робочого потоку $V_{ш}$, мм/с	Уклон днища до мулового приямка
Горизонтальний	0,5	1,5 - 4,0	$2H_{set} - 5H_{set}$	5 - 10	0,005 - 0,050
Радіальний	0,45	1,5 - 5,0	-	5 - 10	0,005 - 0,050

$$q_{set} = 2,8 * 0,45(30^2 - 1,8^2)(1,124 - 0,025) = 1242,17 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Після встановлення продуктивності одного відстійника встановлюють необхідну кількість відстійників:

$$n = \frac{q_{max.h}}{q_{set}} = \frac{1242,17}{4822,38} = 3,88. \text{ шт}$$

Приймаємо $n = 4$. (+ 1 резервний)

Перевіряємо фактичну швидкість:

$$V_{\phi} = \frac{q_{max.h}}{3,6\pi * R_{set} * H_{set} * n},$$

де R_{set} – радіус відстійника, $R_{set} = \frac{D_{set}}{2} = \frac{30}{2} = 15$;

$$V_{\phi} = \frac{4822,38}{3,6\pi * 15 * 3,6 * 4} = 2,29 \text{ мм/с}$$

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

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

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

P_{mud} – вологість осаду, %, $P_{mud} = 95\%$;

γ_{mud} – щільність осаду, г/см³, $\gamma_{mud} = 1,06$;

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

$$Q_{mud} = \frac{74780,15(278,69 - 150)}{(100 - 95)1,06 * 10^4} = 181,58 \text{ м}^3/\text{добу.}$$

Кількість осаду по сухій речовині:

$$M_{mud} = \frac{Q(C_{en1} - 150)}{10^6} = \frac{74780,15(278,69 - 150)}{10^6} = 19,719 \text{ т/доб.}$$

Діаметри мулових труб для видалення осаду з первинних і вторинних відстійників варто приймати з розрахунку, але не менше 200 мм.

Висоту борта відстійника над поверхнею стічної води слід приймати $h_b = 0,3$ м.

Переливну крайку водозливу лотків можна передбачити гладкою або зубчастою (з трикутними вирізами). Навантаження на 1 п.м. водозливу не повинне перевищувати 10 л/с.

Висота нейтрального шару 0,3 м.

Розрахунок споруджень біологічного очищення стічних вод у штучно створених умовах.

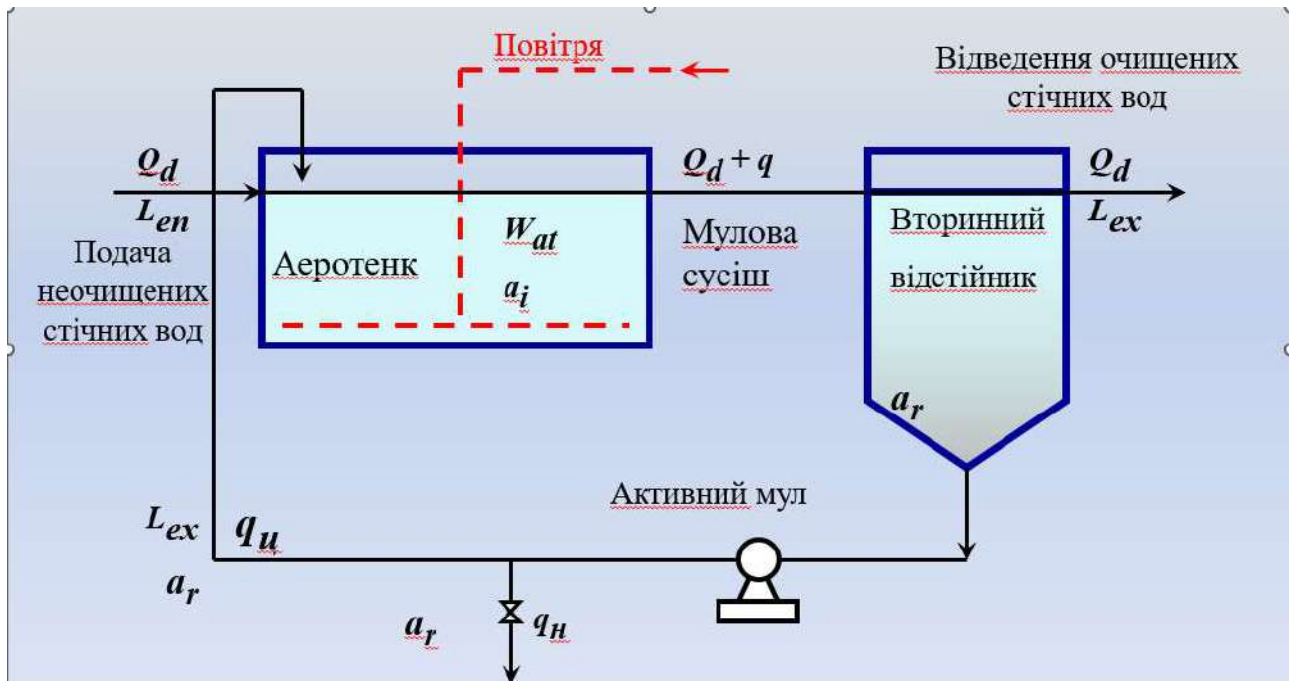
2.8.7 Аеротенки

Аеротенки застосовують для повного і неповного біологічного очищення стічних вод. Аеротенки являють собою резервуари, у яких стічна вода, яка очищається, і активний мул насичуються повітрям і перемішуються.

Концентрація завислих речовин у стічних водах, що надходять в аеротенк після споруджень механічного очищення, не повинна перевищувати 100-150 мг/дм³, а допустима БСК_{повн} залежить від типу аеротенка.

При очищенні суміші виробничих і побутових СВ повинні дотримуватися вимоги по активній реакції середовища (6,5-8,5), температурі (6-30°C), сольовій сполуці (10 г/дм³), наявності шкідливих речовин і т.д.

Регенерацію активного мулу необхідно передбачати при БСК_{повн} стічних вод, що надходять в аеротенки, понад 150 мг/л, а також при наявності у воді шкідливих виробничих домішок.



Аеротенки-витиснювачі з регенераторами

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

$$R_i = \frac{a_i}{\frac{1000}{J_i} - a_i},$$

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

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

Величина R , повинна бути не менш 0,3 для відстійників з мулососами, 0,4 – з муловими скребками, 0,6 - при самопливному видаленні мулу.

Приймаємо $J_i = 80$:

$$R_i = \frac{3,35}{\frac{1000}{80} - 3,35} = 0,366;$$

Тривалість перебування стічних вод у самому аеротенку:

$$t_{at} = \frac{2,5}{\sqrt{a_i}} \lg \frac{L'_{en}}{L_{ex}},$$

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

L_{ex} - БСК_{повн} очищеної стічної води, мг/дм³, приймають із розрахунку необхідного ступеня очищення (при повному біологічному очищенні приймають $L_{ex} = 15-20$ мг/дм³).

$$t_{at} = \frac{2,5}{\sqrt{3,35}} \lg \frac{182,93}{15} = 1,48 \text{ год.}$$

Приймаємо $t_{at} = 2$ год.

Доза мулу в регенераторі:

$$a_r = a_i \left(\frac{1}{R_i} + 1 \right) = 3,35 \left(\frac{1}{0,366} + 1 \right) = 12,5 \text{ г/дм}^3.$$

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

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

де ρ_{max} - максимальна швидкість окислювання, мг/(ггод). Для міських стічних вод $\rho_{max} = 85$ мг/(ггод);

C_0 - концентрація розчиненого кисню, мг/дм³: $C_0 = 2$ мг/дм³;

K_L - константа, що характеризує властивості органічних забруднюючих речовин:

$K_L = 33$ мг БСК_{повн}/дм³;

K_0 - константа, що характеризує вплив кисню: $K_0 = 0,625$ мг/дм³;

φ - коефіцієнт інгібування продуктами розпаду активного мулу, $\text{дм}^3/\text{г}$: $\varphi = 0,07 \text{ дм}^3/\text{г}$.

$$\rho = 85 \frac{15 * 2}{15 * 2 + 33 * 2 + 0,625 * 15} * \frac{1}{1 + 0,07 * 12,5} = 12,9 \text{ мг/г} * \text{год.}$$

Тривалість окислювання органічних забруднюючих речовин:

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

де s – зольність мулу. Приймаємо $s = 0,3$.

$$L_{en} = L_{осв}$$

$$t_0 = \frac{182,93 - 15}{0,366 * 12,5 * (1 - 0,3) * 12,9} = 4,06 \text{ год.}$$

Тривалість регенерації:

$$t_r = t_0 - t_{at} = 4,06 - 2 = 2,06 \text{ год.}$$

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

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

$$t = (1 + R_i) * t_{at} + R_i t_r = (1 + 0,366) * 2 + 0,366 * 2,06 = 3,487 \text{ год.}$$

Середня доза мулу в системі:

$$a_{im} = \frac{(1 + R_i) * t_{at} a_i + R_i t_r a_r}{t} = \frac{(1 + 0,366) * 2 * 3,35 + 0,366 * 2,06 * 12,5}{3,487} = 4,158.$$

Навантаження на мул:

$$q_i = \frac{24(L_{en} - L_{ex})}{a_{im}(1 - s)t} = \frac{24(182,93 - 15)}{4,158(1 - 0,3)3,487} = 397,02.$$

Сточные воды	Иловый индекс J_i , см ³ /г, при нагрузке на ил q_i , мг/(г · сут.)					
	100	200	300	400	500	600
Городские Производственные:	130	100	70	80	95	130
а) нефтеперерабатывающих заводов	-	120	70	80	120	160
б) заводов синтетического каучука	-	100	40	70	100	130
в) комбинатов искусственного волокна	-	300	200	250	280	400
г) целлюлозно-бумажных комбинатов	-	220	150	170	200	220
д) химкомбинатов азотной промышленности	-	90	60	75	90	120

Примечание. Для окситенков величина J_i должна быть снижена в 1,3-1,5 раза.

Об'єм аеротенка:

$$W_{at} = t_{at} * (1 + R_i)Q = 2 * (1 + 0,366) * 4822,38 = 13175,89 \text{ м}^3.$$

Міскість регенератора:

$$W_r = t_r R_i Q = 2,06 * 0,366 * 4822,38 = 3639,84 \text{ м}^3.$$

Загальна місткість аеротенку:

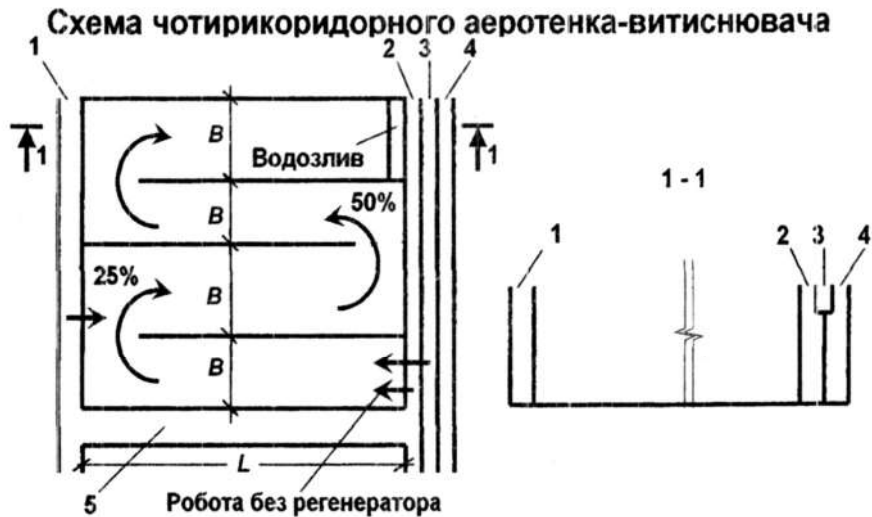
$$W = W_{at} + W_r = 16815,74 \text{ м}^3.$$

Відсоток регенерації:

$$\frac{W_r}{W} * 100\% = \frac{3639,84}{16815,73} * 100\% = 21,54\%$$

Кількість коридорів аеротенка приймається відповідно до відсотка регенерації.

Оскільки $\frac{W_r}{W} < 29$, то приймаємо 4-коридорний аеротенк.



1 - верхній розподільний канал прояснених в I відстійниках СВ; 2 - нижній канал прояснених СВ; 3 - канал активного мулу; 4 - канал очищених СВ; 5 - пропускний канал.

Площа аеротенка:

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

де H_{at} – робоча глибина аеротенка, м. Приймаємо $H_{at} = 5$ м.

$$F = \frac{16815,73}{4,4} = 3821,76 \text{ м}^2.$$

Розміри типових аеротенків-витиснювачів

Число коридорів	Розміри коридору, м			Число рядів фільтросів від першого коридору до четвертого
	ширина	робоча глибина	довжина	
2	4,5	3,2: 4,4	36-60	2+1
	6	4: 4,5	48-72	2+2
	9	4: 4,5	78-108	3+2
3	4,5	3,2: 4,4	36-60	2+2+1
	6	4: 4,5	48-72	3+2+1
	9	4: 4,5	78-108	3+3+2
4	4,5	3,2: 4,4	36-66	3+2+1+1
	6	4,4: 5	54-84	3+2+2+1
	9	4,4: 5	84-114	3+3+2+2

Приймаємо ширину коридору аеротенка $B = 6$ м.

Довжина одного коридору аеротенка:

$$L = \frac{F}{B * m * n'}$$

де B – ширина коридору аеротенка, м;

Співвідношення $B:H$ приймається від 1:1 до 2:1;

n - число коридорів, шт.;

m – число секцій, шт. ($m > 2$ шт.)

$$L = \frac{3821,76}{6 * 4 * 3} = 53,08 \text{ м.}$$

Приймаємо $L = 54$ м .

Фактичний об'єм однієї секції:

$$W_{\phi} = B * L * H_{at} * n = 6 * 54 * 4,4 * 4 = 5702,4 \text{ м}^3.$$

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

$$t_{\phi} = \frac{W_{\phi} m}{q_w^a} = \frac{5702,4 * 3}{4822,38} = 3,54 \text{ год.}$$

Визначення витрати повітря

Питому витрату повітря, $\text{м}^3/\text{м}^3$, при очищенні стічних вод у аеротенку визначають за формулою:

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

де q_0 - питома витрата кисню повітря в $\text{мг}/\text{мг}$ знятої БСК_{повн}, приймають при очищенні до БСК_{повн} 15-20 $\text{мг}/\text{дм}^3$, $q_0 = 1,1 \text{ мг}/\text{мг}$;

K_1 - коефіцієнт враховуючий тип аератора; для дрібно- бульбашкових аераторів приймають по таблиці залежно від відношення площ аерованої зони і аеротенка f_{ar}/f_{at} . При застосуванні фільтросних пластин, як дрібнобульбашкових аераторів, величина $f_{ar}/f_{at} = 0,2$ і $K_1 = 1,68$;

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

$$h_a = H_{at} - 0,2 = 4,4 - 0,2 = 4,2;$$

$h_a, \text{ м}$	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	3	4	5	6
K_2	0,4	0,46	0,6	0,8	0,9	1	2,08	2,52	2,92	3,3
$J_{a, \text{min}}, \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{ч})$	48	42	38	32	28	24	4	3,5	3	2,5

Інтерполяцією отримуємо $K_2 = 2,6$;

K_T - коефіцієнт, що враховує температуру стічних вод, визначають за формулою:

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

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

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

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

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

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

h_a - глибина занурення аератора, м;

C_T - розчинність кисню повітря у воді, мг/л, залежно від середньомісячної температури стічних вод за літній період (T_w) і атмосферного тиску (табл. П. 17);

Таблиця П.17

Залежність розчинності кисню повітря у воді,
 C_T , мг/л, від температури, T_w , при тиску 760 мм рт. ст.

$T_w, ^\circ\text{C}$	C_T , мг/л	$T_w, ^\circ\text{C}$	C_T , мг/л	$T_w, ^\circ\text{C}$	C_T , мг/л
1	14,23	11	11,08	21	8,89
2	13,84	12	10,83	22	8,83
3	13,48	13	10,6	23	8,68
4	13,13	14	10,37	24	8,53
5	12,8	15	10,15	25	8,38
6	12,48	16	9,95	26	8,22
7	12,17	17	9,74	27	8,07
8	11,87	18	9,64	28	7,92
9	11,59	19	9,35	29	7,77
10	11,33	20	9,17	30	7,63

$$C_a = \left(1 + \frac{4,2}{20,6}\right) 9,17 = 11,03;$$

C_0 - середня концентрація кисню у аеротенку, мг/л: $C_0 = 2$ мг/дм³;

$$q_{air} = \frac{1,1(182,93 - 15)}{1,68 * 2,6 * 1 * 0,85(11,03 - 2)} = 5,503 \text{ м}^3/\text{м}^3.$$

Інтенсивність аерації;

$$J_a = \frac{q_{air} * H_{at}}{t_a},$$

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

t_a – період аерації, год;

$$J_a = \frac{5,503 * 4,4}{2} = 12,1 \text{ м}^3/\text{м}^2 * \text{год}.$$

Годинна витрата повітря складає:

$$Q_{air} = q_{air} * q_w^a = 5,503 * 4822,38 = 26541,74 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Добова витрата повітря для аерації стічних вод в аеротенках буде:

$$Q_{пов} = Q_{заг} * q_{air} = 74780,15 * 5,503 = 411580,21 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Визначення кількості аераторів.

Фільтросні пластини. При застосуванні як аераторів фільтросних пластин, необхідна кількість пластин може бути визначена, виходячи з питомої витрати повітря 80-100 л/хв на стандартну пористу пластину розміром 30×30 см.

Загальне число пластин:

$$n = \frac{Q_{air} * 1000}{100 * 60} = \frac{26541,74 * 1000}{100 * 60} = 4423,6 = 4424 \text{ шт.}$$

Підбір повітродувок.

Розрахунок повітродувок складається в підборі діаметрів, визначенні втрати напору в них і підборі повітродувок.

Повітроводи розраховують виходячи з найбільш економічно вигідної швидкості руху повітря: у розподільних і загальному повітроводах $V=10-20$ м/с; у повітропідводящих стояках $V=4-10$ м/с

Розрахунок повітродувного господарства див. [3].

Необхідний загальний напір при розподілі повітря фільтросами буде:

$$H = h_{тр} + h_m + h_{\phi} + h_a,$$

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

h_m - втрати напору на місцеві опори - 0,3-0,35 м;

h_{ϕ} - втрати напору у фільтросних пластинах - 0,5-0,8 м;

h_a - глибина занурення аератора (від поверхні води до фільтросів), м.

$$H = 0,3 + 0,33 + 0,65 + 4,3 = 5,58 \text{ м;}$$

Тиск, що розвиває повітродувка:

$$p = 0,1 + 0,01 * h_a = 0,1 + 0,01 * 4,3 = 0,143 \text{ МПа.}$$

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

Розрахункова витрата повітря:

$$Q'_{air} = 1,1 * Q_{air} = 1,1 * 26541,74 = 29195,91 \text{ м}^3/\text{год.}$$

За табл П.18 підбираємо повітродувки, не менш 2-х.

Таблиця П.18

Технічні характеристики турбоповітродувок

Марка	Об'єм засмоктуваного повітря, м ³ /год	Тиск нагнітання		Частота обертання, об/хв	Потужність електро-двигуна, кВт
		ата	мПа		
ТВ-42-1,4	3600	1,4	0,14	2940	55
ТВ-50-1,6	3600	1,6	0,16	2960	100
ТВ-80-1,4	6000	1,42	0,142	2960	100
ТВ-80-1,6	6000	1,63	0,163	2970	160
ТВ-80-1,8	6000	1,77	0,177	2965	200
ТВ-175-1,6	10000	1,63	0,163	2970	320
ТВ-300-1,6	18000	1,6	0,16	2970	400

Приймаємо типовий проект повітродувної станції з маркою повітродувок - (3 робочі, 1 резервна) **ТВ-175-1,6**.

2.8.8 Вторинні відстійники

Вторинні відстійники призначені для розділення мулової суміші та ущільнення затриманого мулу, або для затримання біологічної плівки, що надходить зі стічною водою з біофільтрів.

Для мулорозділення застосовують горизонтальні, вертикальні і радіальні вторинні відстійники.

Для невеликих очисних станцій - вертикальні відстійники; для середніх і більших - горизонтальні й радіальні. Всі типи вторинних відстійників, що влаштовують після аеротенків і біофільтрів, рекомендується розраховувати по гідравлічному навантаженню.

Гідравлічне навантаження для відстійників після аеротенків визначають за формулою:

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

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

H_{set} – глибина проточної частини відстійників, м (табл);

Таблиця П.20

Основні параметри вторинних радіальних відстійників (табл. 11.2 [1])

Діаметр відстійника D_{ssa} , м	Гідравлічна глибина відстійника H , м	Глибина проточної частини відстійника H_{set} , м	Висота мулової зони, м	Діаметр трубопроводу, мм		Об'єм зони, м ³		Типовий проект
				підвідного	відвідного	мулової	відстійної	
18	3,7	3,1	0,6	800	500	160	788	902-2-87/76
24	3,7	3,1	0,6	1200	700	280	1400	902-2-89/75
30	3,7	3,1	0,6	1400	900	440	2190	902-2-89/75
40	4,35	3,65	0,7	2000	1200	915	4580	902-2-90/75
50	5,3	4,6	0,7	2500	2000	1380	9020	902-2-90/75

J_i - муловий індекс, см³/г, приймаємо з розрахунку аеротенків по остаточному навантаженню на мул q_i , $J_i = 80$;

a_i - концентрація активного мулу в аеротенку, г/дм³, приймаємо з розрахунку аеротенків $a_i = 3,35$;

a_t - концентрація мулу в проясненій воді, ($a_t = 10 - 15$ мг/дм³);

H_{set} - глибина проточної частини відстійника, м, приймається для діаметра відстійника – 3,1 м.

$$q_{ssa} = \frac{4,5 * 0,4 * 2,47^{0,8}}{(0,1 * 80 * 3,35)^{0,5-0,01*14}} = 1,362.$$

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

$$F_{ssa} = \frac{q_h^{max}}{q_{ssa}} = \frac{4822,38}{1,362} = 3540,2 \text{ м}^2.$$

Площа дзеркала води для одного відстійника:

$$f_{ssa} = \frac{F_{ssa}}{n},$$

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

$$f_{ssa} = \frac{3540,2}{5} = 708,04 \text{ м}^2.$$

Для радіальних і вертикальних відстійників діаметр дорівнює:

$$D_{ssa} = \sqrt{\frac{4 * f_{ssa}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 * 708,04}{\pi}} = 30,03 \text{ м}.$$

Приймаємо діаметр 30 м. Типовий проект 902-2-89/75

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

Об'єм мулової камери

Для II відстійників після аеротенків об'єм мулової камери передбачають рівним об'єму осаду, що випав, за період не більше 2 год, а для відстійників після біофільтрів не більше 2 діб [8].

Гідростатичний тиск при видаленні осадів з відстійників приймають не менш, кПа (м вод.ст.):

- первинних 15 (1,5),
- вторинних - 12 (1,2) після біофільтрів і 9 (0,9) - після аеротенків.

2.9 Знезараження стічних вод

Хлорне господарство очисних споруджень повинне забезпечувати можливість збільшення розрахункової дози хлору в 1,5 рази без зміни місткості складів для реагентів.

Потрібну кількість активного хлору визначаємо по формулі (кг/год):

$$q_{cl} = \frac{a * q_{max.h}}{1000} * 1,5,$$

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

$$q_{cl} = \frac{3 * 4822,38}{1000} * 1,5 = 21,7 \text{ кг/год.}$$

По q_{cl} підбирають хлоратори (табл. П. 22). При числі робочих хлораторів < 2 передбачається 1 резервний, а при числі робочих хлораторів більше двох - 2 резервних.

Таблиця П.22

Характеристика хлораторів (табл. 13.2 [1])

Марка хлоратора	Показники		
	Продуктивність, кг/год	Витрата води, м ³ /год	Напір перед ежектором, м
ЛОНИИ-СТО	0,2-20,5	0,14-14,3	30-40
ЛК-10М	0,04-0,85	3-5	17,5-50
ЛК-10С	0,85-5,5	3-5	17,5-50
ЛК-10Б	2,5-25	17-30	10-55
ЛК-10П	20-120	40-60	30-60
ЛК-11	0,5-5	3-5	17,5-50
ЛК-12	2,5-50	30-35	18-60

Приймаємо 1 робочий і 2 резервних хлоратори марки ЛК-12.

Типову хлораторну зі складом хлору можна підібрати по табл. П.23.

Таблиця П.23

Основні дані типових хлораторних, що працюють на газоподібному хлорі (хлоратори ЛОНИИ-СТО) (табл. 13.3 [1])

Типовий проект	Продуктивність, кг/год	Подача хлоратора, кг/год	Кількість хлораторів	Місткість складу хлору, т	Розміри хлораторної, А×В, м
901-3-64	1	0,2-1,3	2	-	9×6
901-7-4,84	2	0,4-2,5	2	1,1	12×6
901-7-5,84	5	1,3-8,0	2	3,6	12×12
901-7-6,84	12,5	12,8	2	8,0	18×12
901-3-121	25	12,8	3	12,0	30×12
901-7-15,85	50	-	4	36,0	36×12

Приймаємо типовий проект 901-3-121.

Визначають кількість ємностей для зберігання хлору.

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

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

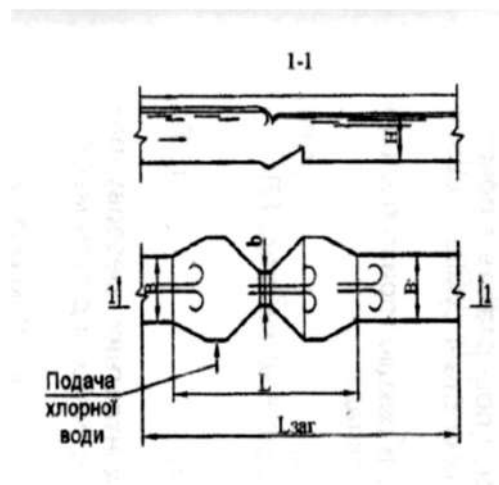
$$n = \frac{q_{Cl} * 24 * 30}{W * \gamma_{Cl}},$$

де γ_{Cl} – об’ємна вага хлору $\gamma_{Cl} = 1400 \text{ кг/м}^3$.

$$n = \frac{21,7 * 24 * 30}{0,8 * 1400} = 13,95 \approx 14 \text{ шт.}$$

Змішувачі. Для змішання стічної води з хлором можуть бути застосовані змішувачі будь-якого типу, установлювані перед контактними резервуарами.

При добовій витраті стічних вод до $1400 \text{ м}^3/\text{доб}$ застосовують йоржеві змішувачі, для більших витрат - змішувачі типу «лоток Паршалья».



**Основні характеристики змішувача типу
«лоток Паршалья» (ТП 902-2-98)**

Пропускна здатність, тис. м ³ /доб	Ширина, мм		Довжина, м		Втрати напору, м
	горловини, <i>b</i>	підводного лотка, <i>B</i>	Загальна змішувача, <i>L</i> _{заг}	Лотка, <i>L</i>	
1,4 -- 4,2	230	300	7,17	5,85	0,1
4,2 -- 7	230	450	9,47	5,85	0,14
7 -- 32	500	600	13,63	6,1	0,2
32 -- 80	1000	900	13,97	6,6	0,26
80 -- 160	1000	1200	14,97	6,6	0,34
160 -- 280	1500	1500	15,3	7,1	0,35

$$Q_{\text{доб}} = 74780,15 \text{ м}^3/\text{доб};$$

Приймаємо:

$$b = 1000 \text{ мм}$$

$$B = 900 \text{ мм}$$

$$L_{\text{заг}} = 13,97 \text{ м}$$

$$L = 6,6 \text{ м}$$

Втрати напору 0,26 м.

Контактні резервуари.

Контактні резервуари проектують як первинні відстійники без скребків (вертикальні й горизонтальні).

Вертикальні відстійники використовують на середніх і малих очисних станціях.

Приймаємо горизонтальні контактні резервуари (табл. П.25):

Таблиця П.25
Основні розміри типових контактних резервуарів (табл.13.6[1])

Типовий проект	Продуктивність		Кіл-сть секцій	Ширина секції, м	Довжина секції, м	Робоча глибина, м
	тис. м ³ /доб	тис. м ³ /год				
902-3-71.87	2,7		2	3	6	2,9
	4,2		2	3	9	2,9
	7		2	3	15	2,9
902-3-12	10		2	6	9	3,1
	17		2	6	15	3,1
	25		2	6	18	3,1
902-3-21	35		3	6	18	3,2
	50		3	6	24	3,2
	70		3	6	30	3,2
902-3-22	50		4	6	18	3,2
	70		4	6	24	3,2
	100		4	6	33	3,2
902-2-333		2,1-4,2	3	9	24-48	3,3
902-2-334		5,6-11,2	4	9	24-48	3,3
902-2-335		12,0-16,8	6	9	36-48	3,3

Приймаємо резервуари 902-3-22 (50) 2 шт.

Ємність контактних резервуарів:

$$W_k = q_{max.h} * T_k,$$

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

$$W_k = 4822,38 * 0,5 = 2411,18 \text{ м}^3.$$

Площа дзеркала води відстійника:

$$F_k = \frac{W_k}{n * H},$$

де n – кількість контактних резервуарів,

H - глибина проточної частини відстійника, (робоча глибина) м. (П.25);

$$F_k = \frac{2411,18}{2 * 3,2} = 376,75 \text{ м}^2.$$

Для горизонтальних відстійників, довжина секції:

$$L_k = \frac{F_k}{B_k} = \frac{376,75}{24} = 15,7 \text{ м.}$$

Приймаємо горизонтальні контактні резервуари (табл. П.25): 902-3-22

кількість секцій n – 4 шт

ширина однієї секції $B_k = 6$ м

робоча глибина $h = 3,2$ м

довжина секції $L = 18$ м;

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

$$Q_{air} = I_a^k * F_k * n,$$

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

$$Q_{air} = I_a^k * F_k * n = 0,5 * 376,74 * 2 = 376,74 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Кількість осаду складе:

$$W_{oc} = \frac{q_0 * Q_d}{1000},$$

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

$$W_{oc} = \frac{0,5 * 74780,15}{1000} = 34,4 \text{ м}^3/\text{доб}.$$

Муловий прямик розраховують на дводобовий об'єм осаду.

2.10 Випуски стічних вод у водойму

Для спуска очищених стічних вод у водойму застосовують два типи випусків: берегові й руслові. Берегові випуски підрозділяються на затоплені й незатоплені.

Для затоплених берегових випусків улаштовуються берегові колодязі з виходом стічних вод під рівень у водоймі.

Незатоплені берегові випуски відповідно до положень гідравліки розглядаються як сполука потоків під різними кутами злиття. Застосовуються берегові випуски тільки для спуска стоків з концентраціями забруднень, що не впливають на санітарний стан водойм.

Руслові випуски розташовуються на певній відстані від берега. Ці випуски підрозділяються на зосереджені, розсіюючі і ежекторні. Вибір конструкції руслового випуску залежить від санітарних вимог до розведення стічних вод у водоймі, від гідравлічної структури потоку, морфології русла й від геодезичної оцінки рівнів води в береговому колодязі й річці.

Діаметр трубопроводу випуску розраховується по таблицях [10] на максимальну витрату стічних вод, з урахуванням коефіцієнта 1,4, згідно п.6.14 [8]. Найменша швидкість випуску у частині, що підводить, повинна бути не менш 0,7 м/с.

Загальні втрати на випуску складаються із втрат по довжині (h_l) і втрат на місцеві опори. Втрати на місцеві опори приймаються 0,5 м.

2.11 Споруди для обробки осадів стічних вод

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

Великі покидьки, які затримані на решітках (розрахунок решіток):

За рік:

$$W_{\text{відк}}^{\text{рік}} = \frac{8 * N_{\text{priv}}^{\text{ЗВ}}}{1000} = \frac{8 * 344760,8211}{1000} = 2758,08;$$

За добу:

$$W_{\text{відк}}^{\text{доб}} = \frac{W_{\text{відк}}^{\text{рік}}}{365} = \frac{2758,08}{365} = 7,556.$$

Пісок (і йому подібні важкі мінеральні домішки), що осідає в піскоуловлювачах:

$$W_s = \frac{0,03 * N_{\text{priv}}^{\text{ЗВ}}}{1000} = \frac{0,03 * 344760,8211}{1000} = 10,34 \text{ м}^3/\text{доб.}$$

Сирий осад, затримуваний у первинних відстійниках:

$$W_{\text{mud}} = Q_{\text{mud}} = \frac{Q(C_{\text{en1}} - 150)}{(100 - P_{\text{mud}})\gamma_{\text{mud}} * 10^4} = \frac{74780,15(278,69 - 150)}{(100 - 95)1,06 * 10^4} = 181,58.$$

Кількість сирого осаду по сухій речовині, т/доб. Буде (первинні відстійники):

$$M_{\text{mud}} = 19,72 \text{ т/доб.}$$

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

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

$$M_{\text{mud}}^s = \frac{M_{\text{mud}} * (100 - P_g) * (100 - S_{\text{mud}})}{10^4},$$

4. - надлишковий активний мул або біологічна плівка, затримувані у вторинних відстійниках.

$$M_{\text{mud}}^s = \frac{19,72 * (100 - 5) * (100 - 26)}{10^4} = 13,86.$$

Кількість сирого осаду по сухій речовині:

$$M_{\text{mud a}} = \frac{P_i * Q_d}{10^6},$$

де Q_d - добова витрата стічних вод, м³/добу;

P_i - приріст активного мулу:

$$P_i = 0,8C_{cdp} + K_g L'_{en},$$

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

L'_{en} - БСКповн, що надходить в аеротенк стічної води (з урахуванням зниження БСК при первинному відстоюванні) $L_{осв} = 218,45$;

K_g - коефіцієнт приросту: 0,3;

$$P_i = 0,8 * 150 + 0,3 * 182,93 = 174,87 \text{ г/м}^3.$$

$$M_{mud a} = \frac{174,87 * 74780,15}{10^6} = 13,077.$$

Об'єм мулу:

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

де $P_{mud a}$ – вологість надлишкового активного мулу приймається рівною = 99,5%;

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

$$W_{mud a} = \frac{13,077 * 100}{(100 - 99,5) * 1,03} = 2539,31.$$

Об'єм ущільненого надлишкового активного мулу визначається за формулою:

$$W_u = \frac{M_{mud a} * 100}{100 - P_{ex}},$$

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

$$W_u = \frac{13,077 * 100}{100 - 97,3} = 484,35.$$

Кількість надлишкового активного мулу по абсолютно сухій беззольній речовині буде:

$$M_{mud a}^S = \frac{M_{mud a} * (100 - P_g) * (100 - S_{mud a})}{10^4},$$

де гігроскопічна вологість $P_g = 5-6\%$, і зольності $S_{mid} = 25-27\%$;

$$M_{mud a}^S = \frac{13,077 * (100 - 5,5) * (100 - 26)}{10^4} = 9,145.$$

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

$$M_{tot} = M_{mud} + M_{mud a} = 19,719 + 13,077 = 32,796;$$

а по абсолютно сухій беззольній речовині:

$$M_{tot}^S = M_{mud}^S + M_{mud a}^S = 9,145 + 13,862 = 23,007.$$

Об'єм осаду:

$$W_{tot} = W_{mud} + W_u = 181,58 + 484,35 = 665,93.$$

Середня вологість суміші:

$$P_{mix} = 100 * \left(1 - \frac{M_{tot}}{W_{tot}}\right) = 100 * \left(1 - \frac{32,796}{665,93}\right) = 95,07.$$

Зольність суміші:

$$S_{tot} = \left(1 - \frac{M_{tot}^S}{\frac{M_{mud}(100 - P_g)}{100} + \frac{M_{mud a}(100 - P'_g)}{100}}\right) * 100;$$

$$S_{tot} = \left(1 - \frac{23,007}{\frac{19,719(100 - 5)}{100} + \frac{13,077(100 - 5)}{100}}\right) * 100 = 26,15\%.$$

Об'єм осаду, що утворюється у контактних резервуарах:

$$W_{oc} = \frac{q_0 * Q_d}{1000} = \frac{0,3 * 74780,15}{1000} = 22,434 \text{ м}^3/\text{доб.}$$

Всі осади повинні бути піддані спеціальній обробці. Ціль обробки полягає в необхідності знезаражування і використання їх у народному господарстві як добриво. Вибір методів стабілізації (аеробна або анаеробна), зневоднювання і знезаражування осадів повинно визначатися місцевими умовами (кліматичними, гідрогеологічними, містобудівними, агротехнічними й ін.), його фізико-хімічними й теплофізичними характеристиками, здатністю до водовіддачі.

«Класичним» методом обробки осадів вважається анаеробне зброджування їх у метантенках.

Зневоднювання осадів в основному здійснюється двома шляхами:

- на мулових майданчиках;
- на апаратах механічного зневоднювання (вакуум-фільтри, центрифуги, фільтр-преси).

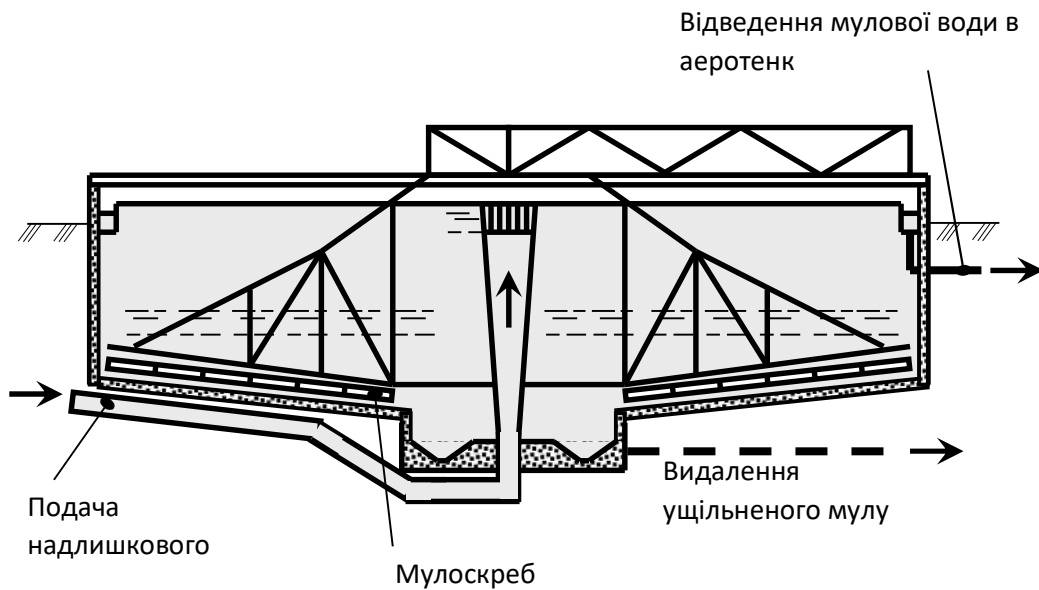
Надлишковий активний мул перед подачею в метантенки піддається ущільненню в мулозгущувачі.

Сирий осад з первинних відстійників і ущільнений надлишковий активний мул подають безпосередньо в метантенк.

У результаті зброджування осадів у метантенках утворюється газ. Для акумулювання газу потрібно проектувати газгольдери.

2.12 Ущільнення осадів

Приймаємо радіальні мулозгущувачі.



Розрахунок мулозгущувачів виконують на максимальну годинну подачу активного мулу:

$$Q_{\text{mul a}} = \frac{P_{\text{max}} * q_{\text{max h}}}{C * 10^3},$$

$q_{\text{max h}}$ - максимальногодинна витрата стічних вод,

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

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

$$P_{\text{max}} = K_M * (P_i - a_t),$$

де K_M - коефіцієнт місячної нерівномірності приросту мулу, - 1,15+1,3;

P_i - приріст активного мулу;

a_t - концентрація активного мулу, що виноситься з вторинних відстійників у
водойму – 10-15 мг/дм³ (вторинні відстійники);

$$P_{\text{max}} = 1,2 * (174,87 - 12,5) = 194,85;$$

$$Q_{\text{муд а}} = \frac{194,85 * 4822,38}{12,5 * 10^3} = 75,17.$$

Корисна площа поперечного перерізу радіального мулозгущувача:

$$F_{\text{пол}} = \frac{Q_{\text{муд а}}}{q_0},$$

де q_0 - розрахункове навантаження на площу дзеркала ущільнювача.

Приймається в залежності від концентрації активного мулу, що надходить на ущільнення :

- при $C = 2 \div 3$ г/л - $q_0 = 0,5$ м³/(м²·год);

- при $C = 5 \div 8$ г/л - $q_0 = 0,3$ м³/(м²·год).

$$F_{\text{пол}} = \frac{75,17}{0,3} = 250,57 \text{ м}^2$$

Діаметр одного мулоущільнювача визначаємо за формулою:

$$D = \sqrt{\frac{4 * F_{\text{пол}}}{\pi * n}} = \sqrt{\frac{4 * 250,57}{\pi * 2}} = 12,63$$

Приймаємо $n = 2$ радіальні мулоущільнювачі діаметрами – 14 м.

Висота робочої зони мулоущільнювача за формулою:

$$h = q_0 * T_{\text{упл}},$$

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

$$h = 0,3 * 10 = 3 \text{ м.}$$

Загальна висота мулоущільнювача:

$$H = h + h_{\text{зал}} + h_{\text{б}},$$

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

$h_{\text{Б}}$ - висота від рівня води до борта споруди, приймаємо 0,3 м;

$$H = 3 + 0,7 + 0,3 = 4 \text{ м.}$$

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

$$Q = Q_{\text{mud a}} * \frac{P_{\text{mud a}} - P_{\text{ex}}}{100 - P_{\text{ex}}},$$

де $P_{\text{mud a}}$, вологість мулу, що надходить (розрахунок об'єму мулу);

P_{ex} - ущільненого мулу, - 97,3%;

$$Q = 75,173 * \frac{99,5 - 97,3}{100 - 97,3} = 61,25.$$

Об'єм мулової частини мулоущільнювачів:

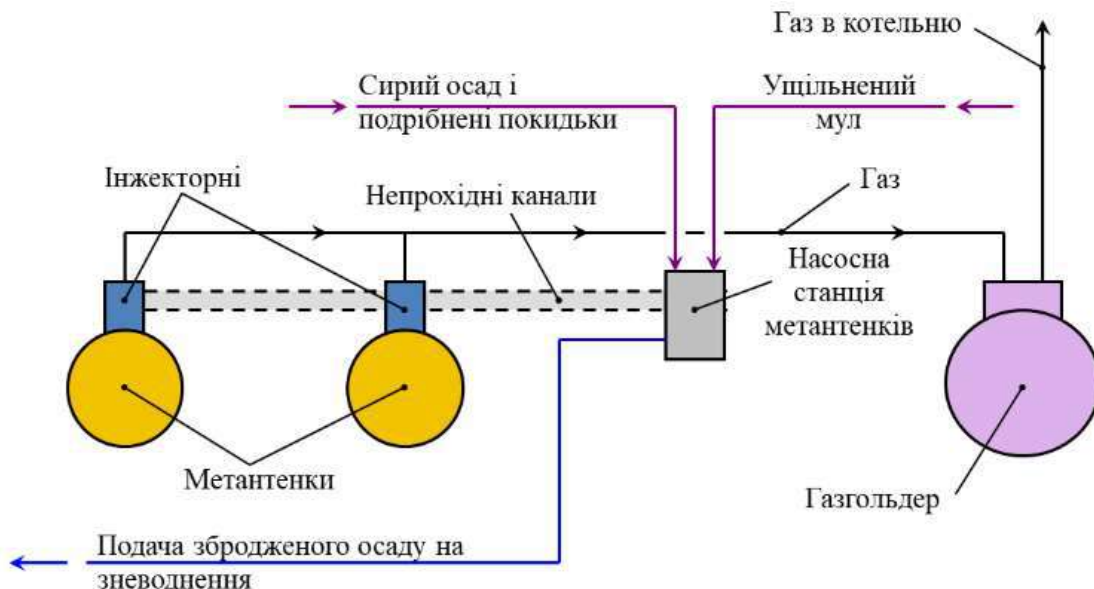
$$V = Q_{\text{mud a}} * \frac{100 - P_{\text{mud a}}}{100 - P_{\text{ex}}} * \frac{t_{\text{ИЛ}}}{n},$$

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

$$V = 75,173 * \frac{100 - 99,5}{100 - 97,3} * \frac{8}{2} = 55,68.$$

2.13 Метантенки

Метантенки застосовуються для анаеробного зброджування осадів міських стічних вод з метою стабілізації, ущільнення і отримання метаноутворюючого газу бродіння. При цьому враховується склад осадів, наявність речовин, що гальмують процесі зброджування і впливають на вихід газу.



Приймається термофільний режим зброжування, при якому повністю знищуються яйця гельмінтів, які знаходяться в осаді. Температура зброжування 53°С.

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

Режим зброжування	Значення коефіцієнта K_r , при вологості <u>завантажуваного</u> осаду, %				
	93	94	95	96	97
<u>Мезофільний</u>	1,05	0,89	0,72	0,56	0,40
Термофільний	0,455	0,385	0,31	0,24	0,17

Необхідна місткість метантенків буде:

$$W_{mt} = \frac{W_{tot} * 100}{D_{mt}},$$

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

$$W_{mt} = \frac{665,93 * 100}{19} = 3504,9.$$

Об'єм одного метантенка:

$$W'_{mt} = \frac{W_{mt}}{n},$$

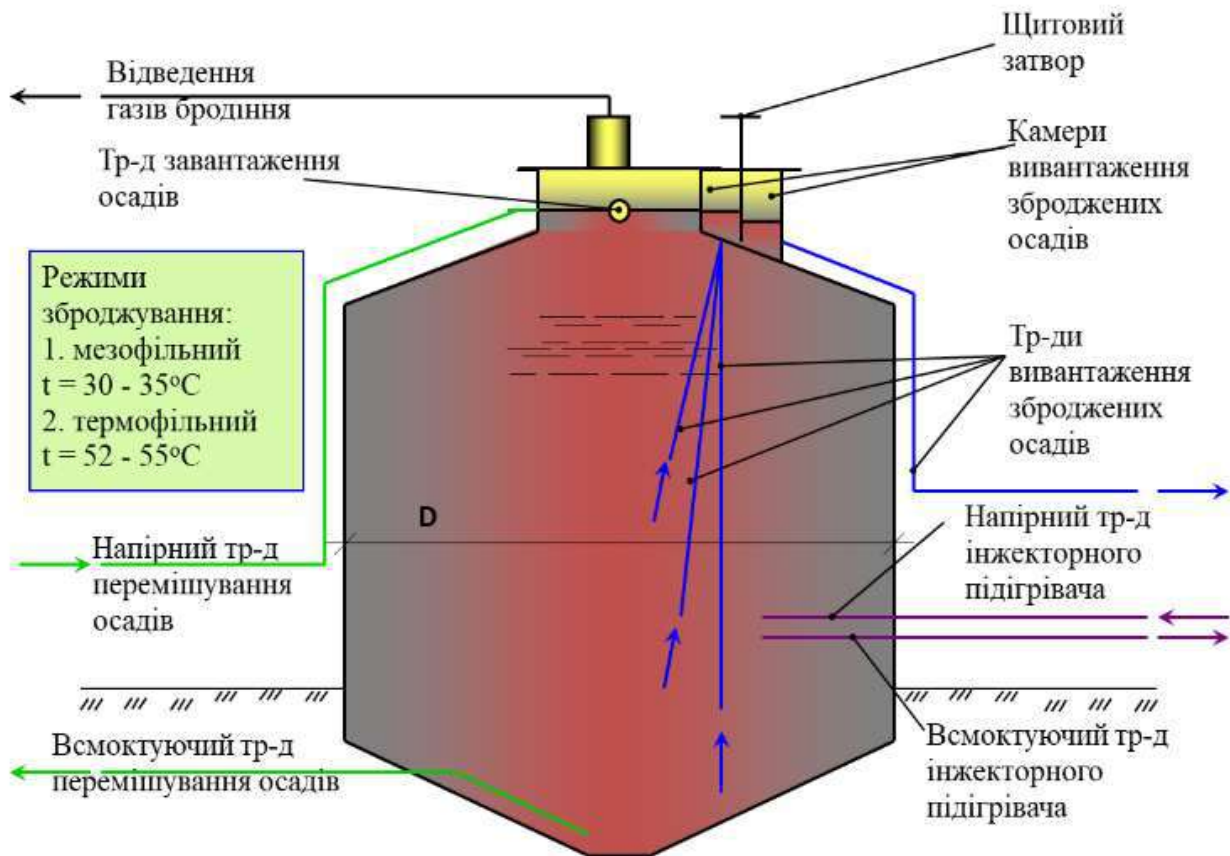
де n - кількість метантенків - має бути не менше двох (всі робочі);

$$W'_{mt} = \frac{3504,9}{1} = 3504,9.$$

Приймаємо найближчий типовий проект метантенків по табл. п.3

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

Приймаємо типовий проект ТП 902-5-17.86.



Фактична доза завантаження:

$$D_{mtf} = \frac{W_{mt} * D_{mt}}{W_{mtf} * n} = \frac{3504,9 * 19}{3504,9 * 1} = 9,5.$$

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

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

При відсутності даних про хімічний склад осаду величину R_{lim} допускається приймати:

для осадів з первинних відстійників – 53%

для надлишкового активного мулу – 44%

для суміші осаду з активним мулом - по середньоарифметичному співвідношенню компонентів, що змішуються по беззольній речовині:

$$R_{lim} = \frac{R_{lim\ mud} * M_{mud}^s + R_{lim\ mud\ a} * M_{mud\ a}^s}{M_{tot}^s};$$

$$R_{lim} = \frac{53 * 13,862 + 44 * 9,145}{23,07} = 49,42.$$

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

$$R_r = R_{lim} - K_r D_{mt},$$

де D_{mt} – фактична доза завантаження;

K_r - коефіцієнт, що залежить від вологості осаду, який приймаємо по таблиці:

Режим збродження	Значення коефіцієнта K_r , при вологості <u>завантажуваного</u> осаду, %				
	93	94	95	96	97
<u>Мезофільний</u>	1,05	0,89	0,72	0,56	0,40
Термофільний	0,455	0,385	0,31	0,24	0,17

$$R_r = 49,42 - 0,17 * 19 = 46,19.$$

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

$$Q_r = \frac{R_r * M_{tot}^s * 1000}{100 * \rho},$$

де ρ – густина газу = 1 кг/м³;

$$Q_r = \frac{46,19 * 23,07 * 1000}{100 * 1} = 10627,82.$$

Вага осаду по сухій речовині після збродження за формулою:

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

де S_{tot} – зольність суміші;

$$M_{SB} = 32,796 * \left(1 - \frac{46,19 * \left(1 - \frac{26,155}{100} \right)}{100} \right) = 21,609$$

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

$$W_{SB} = W_{tot} = 665,93.$$

Вологість збродженого осаду за формулою:

$$P_{SB} = 100 * \left(1 - \frac{M_{SB}}{W_{SB}} \right) = 100 * \left(1 - \frac{21,609}{665,93} \right) = 96,75.$$

2.14 Газгольдери

Ємність газгольдерів визначаємо за формулою:

$$W_{\text{ГГ}} = \frac{Q_r * \tau}{24},$$

де τ – час виходу газу; $\tau = 2 - 4$ год;

$$W_{\text{ГГ}} = \frac{10627,82 * 3,5}{24} = 1549,89.$$

Приймаємо типовий газгольдер по П.4

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

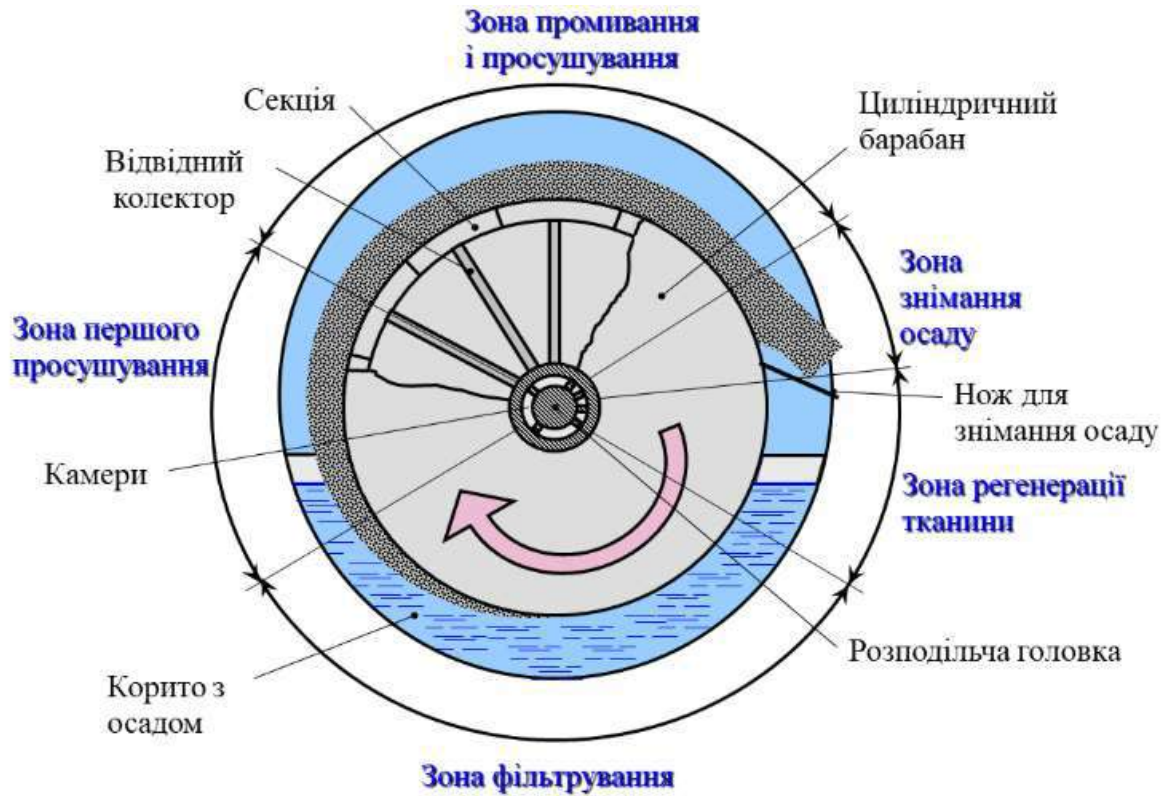
Приймаємо типовий проект ТП 707-2-5 (2Шт)

2.15 Механічне зневоднення забродженого осаду

Механічне зневоднення осадів застосовується при недостатній площі або в разі необхідності подальшої утилізації осадів. Для механічного зневоднення осаду можуть бути застосовані вакуум-фільтрування, центрифугування і фільтр-пресування.

Застосовуємо для зневоднення вакуум-фільтри.

Розрахунок барабанних вакуум-фільтрів



Необхідна площа фільтрації буде:

$$F_f = \frac{M_{tot}}{P_f * n * t'}$$

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

t – тривалість зміни: 8 год;

n - кількість змін роботи фільтра: 2 зміни;

P_f - продуктивність фільтра 17...22 кг/год·м², приймається: 20;

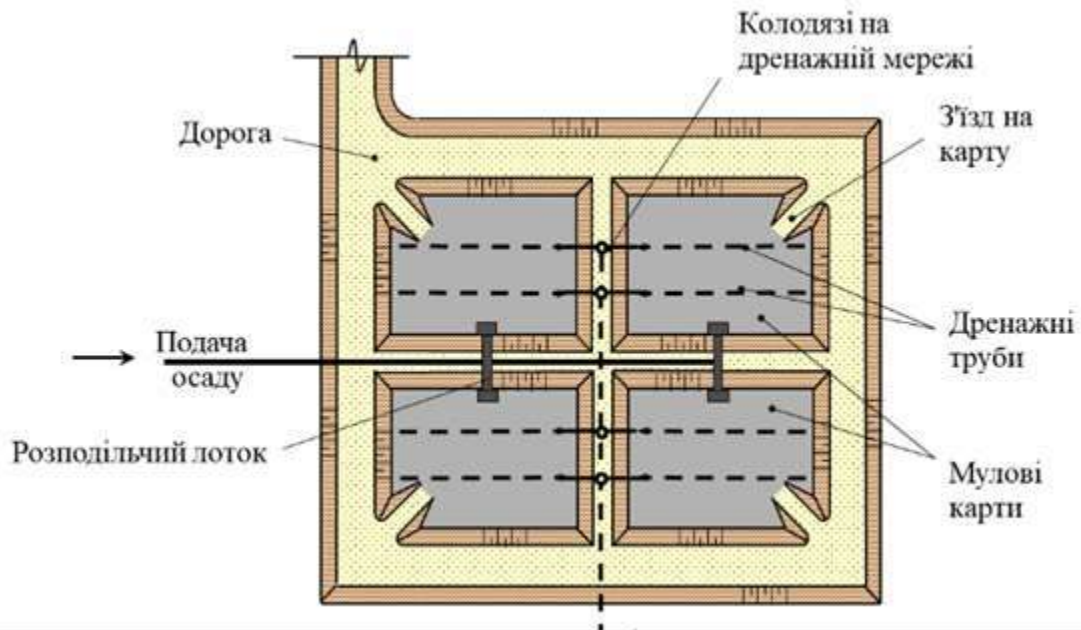
$$F_f = \frac{32,796}{20 * 2 * 8} = 0,102.$$

Технічна характеристика барабаних вакуум-фільтрів

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

Приймається 2 робочих вакуум-фільтри і 1 резервний БОУ-5-1,75 з поверхнею фільтрування 5 м² кожний.

2.16 Зневоднення осадів в природних умовах



На станції очистки стічних вод з механічним зневодненням осаду передбачаються аварійні мулові майданчики на 20% річної кількості осаду.

Об'єм суміші сирого осаду і надлишкового активного мулу з фактичною вологістю $P_{mix} - P_{SV}$ становить $W_{tot} = 665,93$.

Таким чином, на аварійні мулові майданчики може надходити :

$$W_{ав.мул.} = 0,2 * W_{tot} = 0,2 * 665,93 = 133,18.$$

Корисна площа мулових майданчиків м², буде визначатись за формулою:

$$F = \frac{W_{\text{ав.мул.}} * 365}{h * K},$$

де h - навантаження осаду на м^2 майданчика за рік – 1,5;

$K = 0,8 - 1$ - коефіцієнт, що враховує частину площі, що відводиться під зимове намерзання;

$$F = \frac{133,18 * 365}{1,5 * 0,9} = 36009,60 \text{ м}^2.$$

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

$$n = \frac{F}{600} = \frac{36009,60}{600} = 60,01 \approx 60 \text{ шт.}$$

КАНАЛІЗАЦІЙНА НАСОСНА СТАНЦІЯ

Консультант: / Хоружий В.П. /

3.1 Насосна станція

Каналізаційна насосна станція призначена для перекачування господарсько-побутових і близьких до них за складом виробничих невибухонебезпечних стічних вод, що мають нейтральну реакцію.

3.2 Умови та сфера застосування

У проекті прийняті такі умови будівництва

- розрахункова зимова температура зовнішнього повітря $-6,9^{\circ}\text{C}$;
- швидкісний напір вітру для II географічного району;
- вага снігового покриву для III географічного району.

Насосну станцію розроблено для застосування на всій території України, і для м. Харкова зокрема, за винятком районів із просіданням ґрунтів основ, районів із сейсмічністю вище 6 балів, районів, схильних до карстоутворення.

Розрахунок підземних споруд проведено для двох типів ґрунтів:

- сухих і вологих.

Максимальний рівень ґрунтових вод на 1,2 м нижче поверхні землі. Коефіцієнт безпеки ґрунту прийнято $K_r=1$. Горизонт ґрунтових вод у період будівництва на 3 м нижче планувальної позначки.

Ґрунтові та стічні води не агресивні по відношенню до бетону на звичайному портландцементі. Каналізаційна насосна станція розташована на території проммайданчика.

Підземна частина насосної станції кругла в плані діаметром 18,5 м, запроектована на глибину закладення підвідного колектора 5,56 м, відраховуючи від планувальної позначки землі – 42,6 м.

Надземна частина - прямокутна, розмірами в плані 12x18 м, висотою центральної частини до низу балок покриття 4,85 м. Надземна частина виконана із з/б конструкцій.

У надземній частині насосної станції знаходяться госодпрсько-побутові приміщення, операторська РУ-6 кВ, вентиляційна і трансформаторна камери.

3.3 . Визначення кількості і потужності насосів

При виборі типів насосів і визначенні кількості робочих агрегатів необхідно керуватися наступними рекомендаціями:

1) встановлювати необхідно якомога менше робочих насосів з урахуванням того, що установка невеликої кількості насосів призводить до збільшення резервної потужності, зниження маневреності і збільшення числа включених насосів за годину;

2) Насоси бажано встановлювати однакового типорозміру, як робочі, так і резервні;

3) насоси повинні працювати в зоні найвищого ККД при максимально тривалій подачі;

4) число включень насоса за годину не повинно перевищувати трьох;

5) Подача робочих насосів повинна бути достатньою для забезпечення перекачування максимального припливу стічних вод.

Розрахункова витрата насосної станції $Q_{\text{нас}}$, л/с, приймається рівною максимальному погодинному припливу стічних вод

До проектування прийнята головна насосна станція міської системи водовідведення, яка подає стічні води з головного колектора на очисні споруди. Добовий приплив стічних вод за проектний період становить 74780,15 м³/добу, погодинний графік припливу показаний на рисунку 1.

Розрахункова подача насосної станції прийнята по максимальній величині годинних витрат стічних вод:

$$Q_{\text{нас}} = Q_{\text{макс.год}} = 3115,84 \text{ м}^3/\text{год} .$$

$$\text{Враховуючи табл.2 з ДБН В.2.5-75:2013 } K_{\text{gen.max}} = 1.47 .$$

$$Q_{\text{макс.год}} * K_{\text{gen.max}} = 3115,84 * 1,47 = 4580,25 \text{ м}^3/\text{год} = 1272,3 \text{ л/с} = 1.272 \text{ м}^3/\text{с} ;$$

За кількістю жителів (344 761 осіб) та добовим стоком (74780,15 м³/доб) насосна станція відноситься до I категорії надійності дії, що має два напірні водоводи.

Виходячи з економічно допустимої швидкості $V = 1,5$ м/с, знаходимо діаметр напірних водоводів:

$$d_{\text{вод}} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\text{в}}}{\pi \cdot V_{\text{ек}}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\text{max}}/2}{\pi \cdot V_{\text{ек}}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,272/2}{3,14 \cdot 1,5}} = 0,7348$$

Приймаємо для напірних чавунні трубопроводи $d = 600$ мм, $V = 2,11$ м/с, $1000i = 9,26$.
 $A_{\text{т}} = 0.02289 \text{ с}^2/\text{м}^6$

Число працюючих насосів n , виходячи з проектного періоду і графіка припливу, приймається рівним 2. Насоси включаються паралельно, кожен насос подає

$$Q = Q_{\text{н}} \text{ с/н (2)}$$

$$Q = 1272,3/2 = 636,15 \text{ л/с.}$$

Число резервних насосів, встановлених на станції, приймається рівним

3.4 Визначення необхідного напору насоса.

Для визначення напору насосів креслять конструктивну схему підйому води, на якій вказані позначки, довжини, діаметри і розрахункові витрати витрати.

Діаметри всмоктуючого і напірного трубопроводів всередині насосної станції визначаються наявними швидкостями води. Всі трубопроводи всередині станції виконані зі сталевих труб. Напірні трубопроводи виготовляються з чавунних труб.

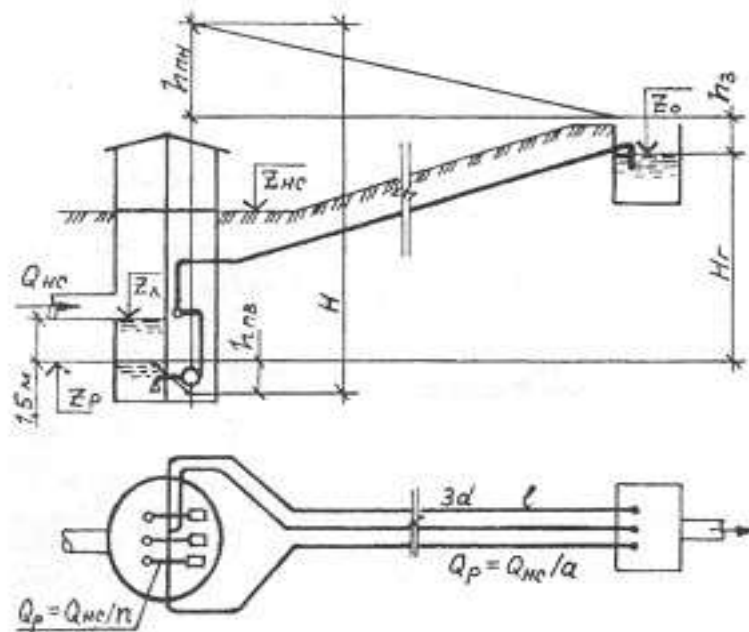


Рис.3.4 Конструктивна схема підйому води

Необхідний напір насоса визначається за формулою

$$H = H_{\Gamma} + h_{в.в} + h_{вод} + h_{в.н} + h_{зл},$$

де $H_{\Gamma} = Z_{ос} - Z_{рез}$ – геометрична висота підйому води, м; $h_{в.в}$ і $h_{в.н}$ – втрати напору у всмоктуючих і напірних трубопроводах, м; $h_{вод}$ – втрати напору у водоводах ; $h_{зл}$ – втрати напору на вилив в приймальну камеру, прийнято вважати рівними 0,5 м

$Z_{ос} = 48,6$ м; - планувальна відмітка землі очисної станції .

$Z_{лот} = 37,04$ м; - визначено в табл. 1.6 «Гідравлічний розрахунок»

$Z_{рез} = Z_{лот} - 1 = 37,04 - 1,5 = 36,04$ м.

$H_{\Gamma} = 48,6 - 36,04 = 12,56$ м.

Для визначення втрат напору у водоводах підставимо питомий опір водоводу:

$$S_{вод} = A_{\Gamma} \times l_{вод} = 0,02289 \times 750 = 17,169 \text{ с}^2/\text{м}^5;$$

Для підбору насосів попередньо приймаємо суму втрат напору у всмоктувальній та напірній сполучних лініях: $h_{в.в} + h_{в.н} = 2,5$ м / .

Втрати напора в водоводах визначені як :

$$h_{\text{вод}} = S_{\text{вод}} \times Q_{\text{в}}^2 = 17.1695 \times 0.636^2 = 6.945 \text{ м};$$

$$\text{або } h_{\text{вод}} = 1000i \times l_{\text{вод}} = 9,26 \times 0,75 = 6,945 \text{ м}.$$

Тоді повний напір :

$$H = H_{\Gamma} + h_{\text{в.в.}} + h_{\text{вод}} + h_{\text{в.н}} + h_{\text{зл}} = 12,56 + 6,945 + 2,5 + 0,5 = 22,505 .$$

Всі дані з витрат і напору зібрані в таблицю :

Режим роботи	Витрата Q, л/с	Витрата на один водовід м ³ /с	Q _в ² м ⁶ /с ²	S _{вод} с ² /м ⁵	h _{вод} = S _{вод} · Q _в ²	H _Г +h _{в.в.} + h _{в.н} , м	Повний напір H, м
1	2	3	4	5	6	7	8
Мінімальний	588,78	0,294	0,087	17,169	1,488	15,060	17,048
Середній	934,29	0,467	0,218		3,747		19,307
Максимальний	1272,3	0,636	0,405		6,945		22,505

Розрахунковий режим роботи насосної станції, для якого необхідно підібрати насосні агрегати, характеризується наступними параметрами:

$$\text{Розрахункова витрата дорівнює : } Q_{\text{розрах}} = 1272,3 \text{ л/с};$$

$$\text{Потрібний повний напір: } H_{\text{розрах}} = 22,505 \text{ м}$$

3.5 Підбір насосів по каталогу.

Попередній підбір насосів по необхідній подачі Q і напору H проводиться відповідно до зведених полів характеристик насосів. Визначившись з маркою насоса, уточнюють його параметри по продуктивності. При цьому акціонерним товариством приймається рішення про забезпечення водопостачання у разі аварії на напірному водопроводі.

Аналіз зведеного графіка полів Q-H насосів типу СДВ показав, що таким параметрам задовольняє насосний агрегат СДВ2700/26,5а (Мал. 3.1), з числом обертів

$n = 750$ об/хв. При подачі $Q_{\text{макс}} = 1272,3 / 2 = 636,15$ л/с і $H = 22,505$ м підбираємо насос марки СДВ 2700/26,5 а зі швидкістю $n = 750$ об/хв, діаметр робочого колеса 645 мм.

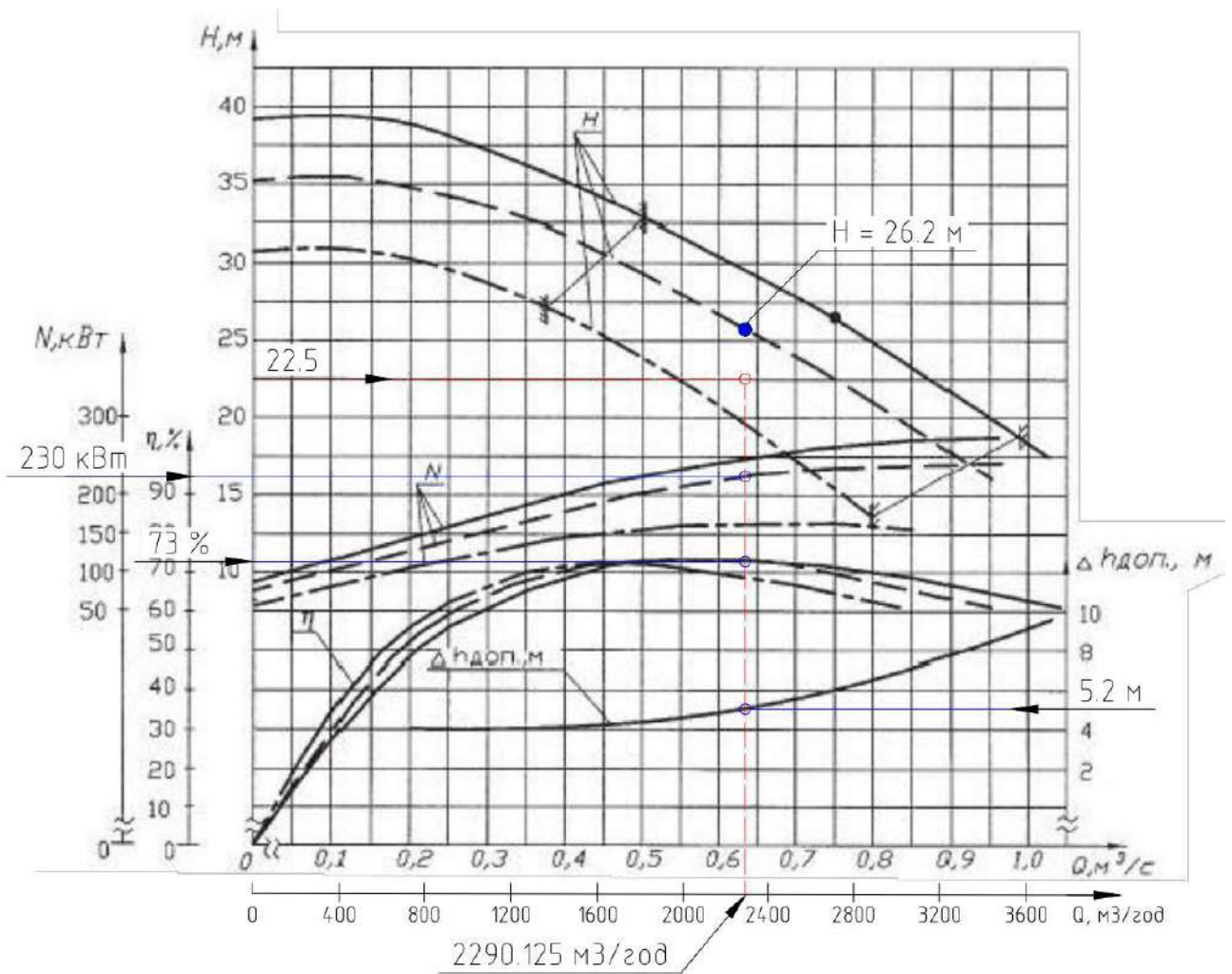


Рис. 3.5 Характеристика відцентрового насосу СДВ 2700/26,5.

З характеристики агрегату видно, що підібраний насос за максимального діаметру робочого колеса $D=645$ мм забезпечує подачу $2290,125 \text{ м}^3/\text{год} = 636,15$ л/с за напору 26,2 м. Для зменшення напору до 22,5 м проведено обрізку робочого колеса насоса, при цьому ККД дорівнює 73%.

Для станції I категорії передбачено встановлення двох резервних насосів за двох робочих. Таким чином, прийнято 4 встановлені насоси.

3.6 Компонування машинного залу. Проектування і розрахунок всмоктувальних і напірних сполучних ліній станції.

Після остаточного підбору насосів переходимо до комплектування машинного залу з одночасним трасуванням всмоктувальних і напірних трубопроводів зі встановленням на них необхідних фасонних частин, засувок, зворотних клапанів.

Виконано аксонометричну розрахункову схему.

Оскільки кожен насос має самостійну всмоктувальну і напірну лінії, то :

$$d_{в.в} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{вс}}{\pi \cdot V_{ек}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,63615}{\pi \cdot 1,5}} = 0,733 \text{ м} - \text{приймаємо } d_{в.в} = 700 \text{ мм};$$

$$d_{в.н} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{вс}}{\pi \cdot V_{ек}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,63615}{\pi \cdot 2,0}} = 0,636 \text{ м} - \text{приймаємо } d_{в.н} = 600 \text{ мм}, V = 2.26 \text{ м/с};$$

Для визначення втрат напора $h_{в.в}$ і $h_{в.н}$ підраховуємо втрати по довжині:













$$h_{в.в} = S_{вс} Q^2 = A_T \times l \times Q^2 .$$

$$h_{в.в} = 0,33 \cdot 0,636^2 = 0,13 \text{ м}$$

$$h_{в.н} = 4,96 \cdot 0,636^2 = 2,003 \text{ м}$$

Отримане значення суми ($h_{в.в} + h_{в.н}$) = 2,13 < 2,5 м взяті при підборі насосів вірні .

Табл. 3.6 Визначення на поздовжніх профілях всмоктуючих і нагнітальних ліній

Номер	Назва фасонного елемента	Умовне позначення	Кількість	Діаметр	Площа поперечного перерізу A_c	Швидкість потоку ξ	Втрати S
1. Всмоктуюча лінія							
1	Вхідна воронка		1	800	0,202	0,20	0,04
2	Засувка		1	800	0,202	0,20	0,04
3	Перехід звужуючий		1	700	0,344	0,10	0,0344
4	Коліно		1	700	0,344	0,60	0,206
5	Прямий учасок		1	800	0,0055	2,00	0,011
							0,3326
2. Напірна лінія							
6	Перехід розширюючий		1	600	0,637	0,25	0,16
7	Зворотний клапан		1	600	0,637	1,7	1,08
8	Засувка		5	600	0,637	0,20	0,64
9	Коліно		3	600	0,637	0,6	1,15
10	Трійник з поворотом		1	600	0,637	1,5	0,96
11	Трійник прямий		3	600	0,637	0,1	0,19
12	Прямий учасок		1	600	0,02262	20	0,45
							4,96

3.7 Визначення відміток осі насоса і глибини машинної зали

Знаходимо допустиму геометричну висоту всмоктування за формулою:

$$H_s^{\text{доп}} = 10 - 5.2 - 0.13 = 4.67 \text{ м}$$

$h_{\text{доп}} = 6,5$ визначаємо за графіком при роботі одного насоса на два водоводи;

$h_{в.в} = 0,13$ м визначаємо у п. 3.10;

$A_c = 0,344$ с²/м⁵ для сталевих труб діаметром 700 мм (всмоктувальна трубка насоса)

$$\frac{v^2}{2g} = 0,17 = A_c \cdot Q^2 = 0,344 \cdot (0,636)^2 = 0,14\text{м};$$

Мінімальний рівень води в прийомному резервуарі при включенні першого насоса дорівнює:

$$Z_{вкл} = Z_{макс} - 0,2(n - 1) = 37,04 - 0,2(2 - 1) = 36,84 \text{ м};$$

$Z_{макс} = Z_{лотка} = 37,04$ м – позначка лотка труби при вході в насосну станцію.

Для нормальної роботи насоса його корпус розміщено на 0,3 м нижче $Z_{вкл}$. Тоді вісь насоса дорівнює

$$Z_{н} = 36,84 - 0,3 - 0,735 = 35,805 \text{ м};$$

де 0,735 — висота від верху корпусу насоса до його осі.

Насос з позначенням діаметрів всмоктуючо та напірного патрубків показано на рисунку 3.2 .

Позначка мінімального рівня води в прийомному резервуарі визначена як:

$$Z_{мін} = Z_{макс} - h_p = 37,04 - 2 = 35,04 \text{ м};$$

Геометрична висота всмоктування дорівнює:

$$H_{всм} = Z_{н} - Z_{в} = 35,805 - 35,04 = 0,765 \text{ м}$$

Прийнята величина геометричної висоти всмоктування менше допустимої $H_s < H_s$ ($0,765 < 4,67$)

СДВ 2700/26.5

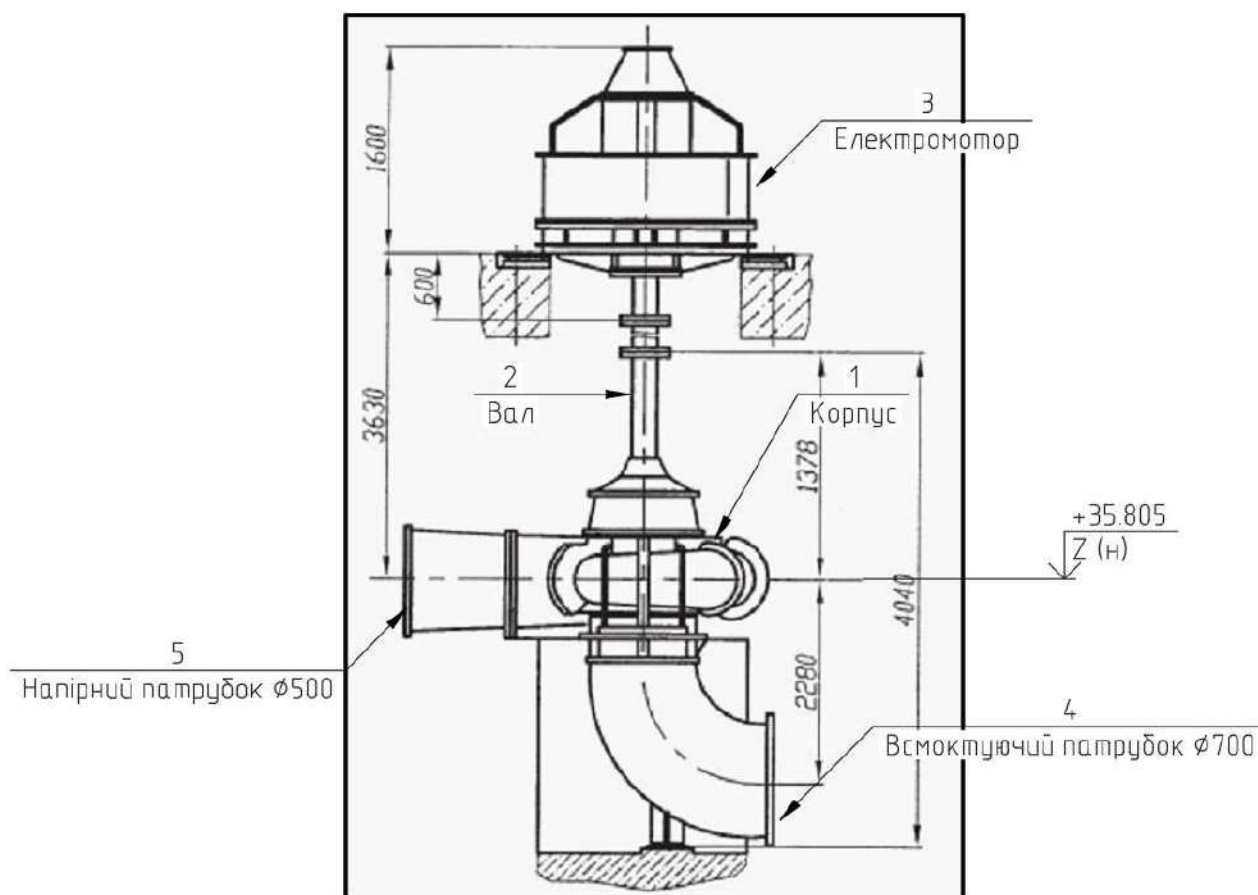


Рис. 3.7 Вертикальний насос СДВ 2700/26,5 для стічних вод

3.8 Побудова графіка сумісної роботи насосів і водоводів

Для побудови графіка наносимо всі робочі характеристики насоса $Q-H$, $Q-\eta$, $Q-H_{\text{вак}}^{\text{доп}}$ в масштабі (рисунок 3.3).

Будуємо характеристику паралельної роботи двох насосів, складанням витрат при однакових напорах.

Характеристика одного водоводу побудована за виразом:

$$H_{\text{повн}} = H_{\Gamma} + h_{\text{в.н.}} + h_{\text{в.в.}} + h_{\text{з}}, \text{ м.}$$

З урахуванням втрат напору на всмоктуючих та з'єднувальних напірних лініях, втрати напору $-h_{в.н}$ визначені:

$$h_{в.н} = S \cdot Q^2 \text{ де } S = S_{\text{вод}} + S_{\text{в}} + S_{\text{н}}$$

Питомий опір водоводу визначено як

$$S_{\text{вод}} = A_{\text{т}} \cdot l_{\text{вод}} = 0,02596 \cdot 750 = 19,47 \text{ с}^2/\text{м}^5$$

$S_{\text{в}}$ і $S_{\text{н}}$ визначені в таблиці:

$$S = 19,47 + 0,33 + 4,96 = 24,76 \text{ с}^2/\text{м}^5$$

Задаючись витратами Q_1, Q_2, Q_3 , визначаємо відповідно до втрат напору h_1, h_2, h_3 і т. д. і напори H_1, H_2, H_3 і т. д. будуємо характеристику водовода. Розрахунок водовода наведено в таблиці.

Табл. 3.8 Для побудови кривих водоводів

Точки	Витрата Q, л/с	Витрата на один водовід м3/с	Q2(в) м6/с2	S вод с2/м5	h вод	Hг	Повний напір H, м
1 водовід							
1	100	0,100	0,010	24,760	0,248	12,560	13,308
2	200	0,200	0,040		0,990		14,050
3	400	0,400	0,160		3,962		17,022
4	800	0,800	0,640		15,846		28,906
5	1000	1,000	1,000		24,760		37,820
2 водовода							
1	100	0,050	0,003	27,760	0,062	12,560	13,122
2	200	0,100	0,010		0,248		13,308
3	400	0,200	0,040		0,990		14,050
4	800	0,400	0,160		3,962		17,022
5	1200	0,600	0,360		8,914		21,974
6	1600	0,800	0,640		15,846		28,906
7	2000	1,000	1,000		24,760		37,820

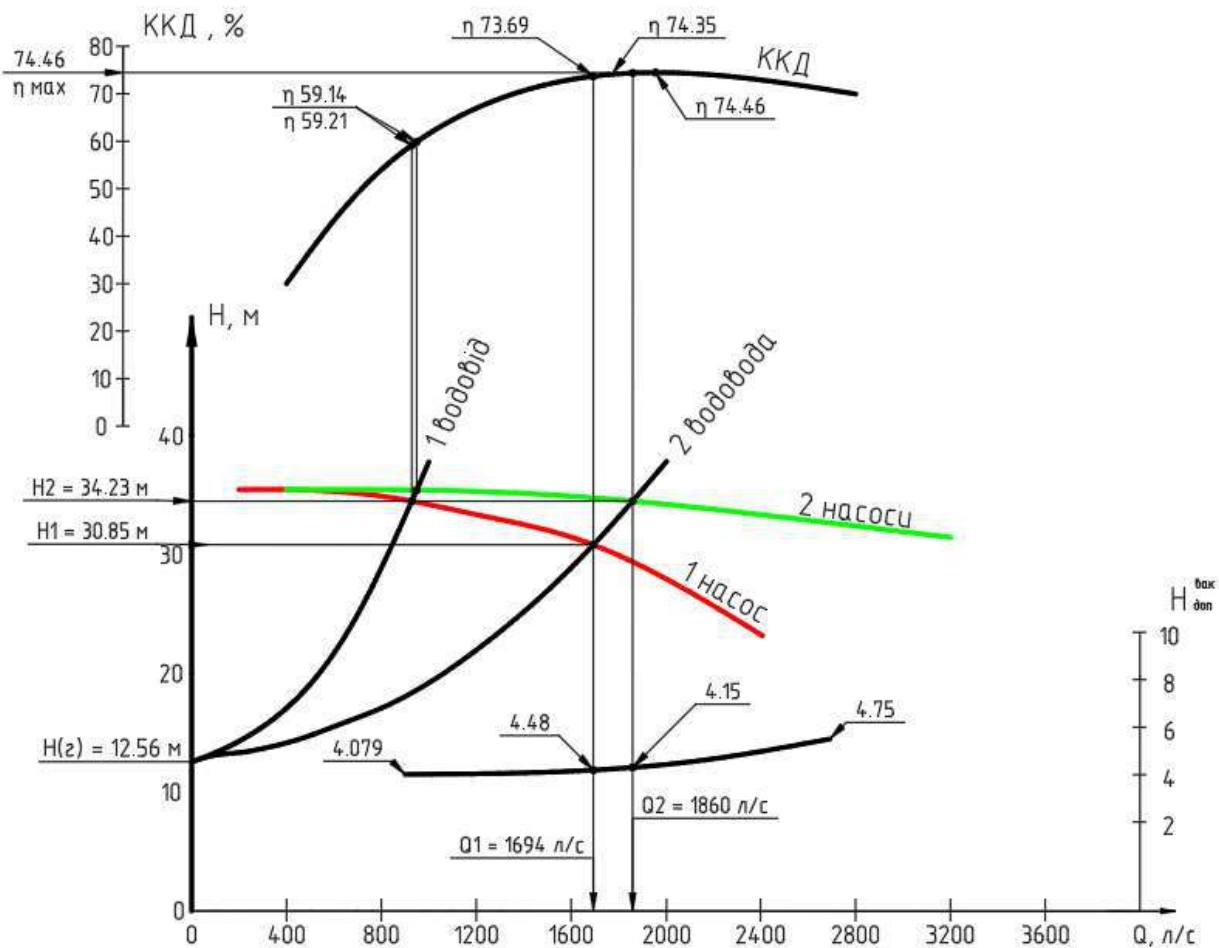


Рис.3.3 Графік роботи насосів при різних режимах СДВ 2700/26,5 а

Аналіз графіка сумісної роботи насосів і водоводів показав, що підібраний насос СДВ 2700/26,5 забезпечують подачу розрахункових витрат.

3.9 Визначення ємності приймального резервуара

Робоча ємність приймального резервуара — це об'єм механізму з максимальним і мінімальним рівнями води в резервуарі. Для круглої в плані підземної частини станції об'єм визначено:

$$W_p = \frac{\pi \cdot D_{\text{НС}}^2}{8} \cdot h_p = \frac{3,15 \cdot 18,5^2}{8} \cdot 2,4 = 323,42 \text{ м}^3$$

– глибина прийомного резервуару.

На станції стічні води перед попаданням у насоси проходять через решітки МГ-8Т (2 робочі і 1 резервна). Затримані відходи подрібнюються в дробарках і скидаються в лотки із стічною рідиною.

3.10 Підбір допоміжного обладнання і складання специфікації обладнання і арматури

На всмоктувальній лінії кожного насоса встановлений засув $D = 700$ мм, а на напірній і водовідвідній лініях $D = 600$ мм. На напірній лінії встановлений зворотній клапан $D = 600$ мм. За цими даними складена специфікація (таблиця 14)

Оскільки заглиблення колектора 5,56м, приймаємо в круглу підземну частину $D = 18,5$ м.

Підібравши допоміжне обладнання будуємо план в масштабі 1:100, прийнято однорядне компонування насосних агрегатів з розташованим напорним колектором біля стінки, розділюючої машинний зал з приймальним резервуаром.

Вантажопідйомність підйомно-транспортного обладнання назначаємо за масою агрегата 4000 кг з урахуванням 10% надбавки.

Для опускання через монтажний проліт обладнання в машинний зал підібрано кран ручний підвісний вантажопідйомністю 5 т, а в приміщенні решіток – ручний підвісний вантажопідйомністю 2 т.

Будівельна глибина насосної станції становить – 12,15 м, висотна підземної частини прийнята – 12,15 м.

Подачу дренажних насосів визначено:

$$Q_d = 1,5 \cdot (\Sigma q_1 + q_2) = (2,93 + 0,2) \cdot 1,5 = 4,69 \text{ л/с}$$

де $\Sigma q_1 = 0,05 * 4 = 0,2$ л/с — сумарні витоки через сальник;

q_2 — фільтраційна витрата через стіни та підлогу будівлі;

$$q_2=1,5 \cdot 0,001 \cdot W=1,5 \cdot 0,001 \cdot 1426,7=2,93 \text{ л/с} .$$

де $W=1426,7 \text{ м}^3$ — об'єм машинного залу, розташованого нижче максимального рівня ґрунтових вод.

**ЛОКАЛЬНА ОЧИСТКА СТІЧНИЙ ВОД
М'ЯСОКОМБІНАТУ**

Консультант: / Хоружий В.П. /

4.1 Вихідні дані для проектування

1. Назва підприємства – м'ясокомбінат.
2. Потужність підприємства – 50 т/добу.
3. Норма водоспоживання – 19.8 м³/од. добу.
4. Коефіцієнт нерівномірності – 2.0.
5. Перелік цехів, категорії стічних вод, обсяг добових стічних вод – нежирні стічні води 50%, жирні 50%. Очищення 80% та ін.
6. Склад стічних вод:
 - а) Зважені речовини – 1400/1200 мг/л.
 - б) БПК повний – 1500 мг/л.
 - в) рН – 7.0.
 - г) Температура – 22°C.
 - д) Хлориди / сульфати – 120/1000 мг/л
 - е) Жири / масла – 1900/500 мг/л.
7. Тип приймача ПСВ, вимоги до скидання.
8. Зміст графічної частини:
 - 1) Генеральний план очисних споруд, жироловлювача ТП 902-2-159.

4.2 Літературний огляд

4.2.1 Характеристика технології виробництва з точки зору водокористування водних ресурсів .

М'ясокомбінат використовує як сировину худобу, яку доставляють залізничним та автомобільним транспортом. До складу м'ясокомбінату, який є багатопрофільним підприємством, входять цехи первинної обробки худоби, м'ясо-жировий корпус (первинна переробка худоби), м'ясоконсервний корпус та ряд допоміжних цехів.

Система водопостачання основних виробничих цехів підприємства передбачає використання вод централізованого питного водопроводу для потреб технологічних установок, барометричних конденсаторів та господарсько-побутових потреб.

Основними споживачами води на підприємстві є цехи первинної обробки худоби, включаючи мильний цех. Основними споживачами технічної води є цехи м'ясожирового вузла, де вода використовується для охолодження і консервування, а також компресорні установки холодильних установок.

4.2.2 Характеристика стічних вод (ПСВ)

Стічні води м'ясокомбінату поділяються на три основні групи:

1. Побутові;

2. Забруднені в процесі виробництва:

а) Рідкі, жирові стічні води;

б) Стічні води з вмістом гною, крові, піску, мінеральних та органічних розчинених речовин;

в) Нежирні.

3. Умовно чисті води від холодильника та котельних установок

Виробничі забруднені жирові стічні води утворюються у цехах первинної переробки та цехах харчових жирів, у миловарному та субпродуктових цехах.

Виробничі забруднені механічні стічні води утворюються в цехах упаковки та утримання худоби (під миття та хлорування). У процесі утримання худоби, при митті

інвентарю, годівниць та мікроконсервуванні цехів. Очищення здійснюється в очисних спорудах цеху механічної переробки.

4.2.3 Обґрунтування системи водовідведення підприємства

На м'ясокомбінаті забруднені виробничі стічні води відводяться до роздільної системи водовідведення. М'ясокомбінат має дві системи виробничої каналізації : жирові стічні води відводяться до центральної системи водовідведення, а стічні води від змішаних цехів відводяться до окремої системи.

Забруднені жирові та нежирові стічні води м'ясокомбінату після механічної очистки на локальних внутрішніх очисних спорудах (ЛВОС) об'єднуються з господарсько-побутовими стічними водами і скидаються до міської каналізації .

4.2.4 Аналіз можливих методів очищення та обґрунтування технології очищення на рівні локальних очисних споруд

Споруди локального очищення розташовані в безпосередній близькості від місця утворення стічних вод і призначені для їхнього скидання в каналізацію.

Основою локальної механічної очистки стічних вод м'ясокомбінату є система відстійників. Для локальної очистки жирних стічних вод використовується установка жиरोловлювача. Видалення жиру здійснюється на 40-50%.

Перед жиरोловкою встановлені решітки, розміщені в будівлі насосної станції та пісколовки.

З центральної жиरोловки жирова маса збирається через ізольовані скребки. У спеціальний бункер, звідки за допомогою вакуумно-повітряної установки, розташованої в будівлі вакуумних блоків, жир потрапляє у жиरोловлювач.

Після центральної жиरोловки, стічні води відправляються на флотаційні установки, де встановленні флотатори для відділення стічних вод від жиру та твердих речовин.

Далі, зняті пінопластом з поверхонь флотаторів плівка (піна) надходять в відстійник-декантер, де відбувається розкладання піни і розділення пінного продукту на жирні осадки та декантовану воду, яка йде на подальше відстоювання та очистку. Позбавлені жиру осадки направляються на подальшу обробку та переробку. Жирова плівка (піна) збирається в спеціальні баки і вивозиться для подальшої обробки та переробки технічних жирів.

Осадки з жировловлювальних установок і флотаційних установок проходять на зневоднення. Зневоднений осад вивозиться на звалища для захоронення.

Глиняні осадки, отримані при знежиренні, відправляються на відстоювання в головні споруди пісколовок, освітлювачів. Далі вони надходять у систему фільтрації, що забезпечує подальшу очистку стічних вод.

4.2.5 Очистка нежирних стічних вод

Для уловлювання крупних відходів на випусках стічних вод встановлюють решітки-дробарки, а також для профілактики органічного забруднення жировловки.

В зонах приміщень для обробки скота і копченого відділення встановлені вугільні фільтри, обладнані решітками.

Для приміщень, де розміщено підстилку та утримуються тварини, використовуються спеціальні пристрої для очищення стічних вод. У разі забруднення фільтри замінюються. Для очищення стічних вод використовують відстійники-декантери.

В відстійниках, куди надходять стічні води санітарного типу, відбувається фільтрація води і її освітлення. Фільтри очищаються вручну. Чиста вода надходить на подальше очищення та фільтрацію.

На випуску стічних вод від миття автомобілів-скотовозів встановлені брудобензоуловлювачі. брудобензоуловлювачі.

Остаточне локальне очищення забруднених жирових стоків здійснюється на знежирювальних вузлах механічного очищення, де стічні води послідовно проходять через решітки, пісколовки та освітлювачі. Далі стічні води надходять на чистку.

4.3 Охорона навколишнього середовища

Включає заходи щодо зменшення кількості забруднень, які потрапляють до організації. Це раціональне використання водних ресурсів, запобігання забрудненням під час скидання вод, зменшення концентрації забруднень при випуску у навколишнє середовище, а також застосування маловодних і безводних технологічних процесів.

У цьому проекті передбачено прибирання приміщень насухо з подальшим миттям водою.

Також передбачено повторне використання води, що зменшує точки утворення вод господарсько-питної якості. Для миття приміщень та автотранспорту використовується вода безпосередньо з джерела або з найближчого підприємства.

Повторне використання води також включає умовно чисті води, що надходять від жироловліювачів та котельних установок, вакуумно-повітряних установок, які після попередньої фільтрації повертаються в обіг.

Використання очищених виробничих стічних вод для зрошення сільськогосподарських угідь також є важливою частиною заходів. Забруднені стічні води не повинні потрапляти безпосередньо у водойми, для цього передбачене їх холодне очищення та використання відводів.

б) Використання води повторно, скорочення точок утворення побутово-питної якості. Для миття приміщень та автотранспорту використовується вода безпосередньо з джерела або від найближнього підприємства.

в) Зворотне використання води.

У цьому проекті умовно чисті води, що надходять від жироловліювальної системи та котельних установок, вакуумно-повітряних установок, надходять в обіг після проходження попередньої фільтрації.

г) Використання очищених виробничих стічних вод для зрошення сільськогосподарських угідь.

Запобігання прямому скиданню забруднених стічних вод у водойми: повинна бути забезпечена їх холодна очистка та використання відводів.

4.4 Технологічні розрахунки очисних споруд

4.5 Визначення розрахункових витрат стічних вод:

- Загальний стік, добова витрата:

$$Q_d^p = M \cdot q_{уд} = 50 \cdot 19.8 = 990 \text{ м}^3/\text{добу},$$

де M — кількість одиниць випущеної продукції за добу,

$q_{уд}$ — середньодобова витрата.

- Середньогодинна витрата:

$$q_{mid.h}^p = Q_d^p / T = Q_d^p / 24 = 990 / 24 = 41.25 \text{ м}^3/\text{год},$$

де T — кількість годин роботи підприємства.

- Максимальна годинна витрата:

$$q_{max.h}^p = q_{mid.h}^p \cdot K = 41.25 \cdot 2 = 82.5 \text{ м}^3/\text{год},$$

де K - загальний коефіцієнт нерівномірності.

Враховуючи, що підприємство виділяє 50% жирових стоків та 50% нежирових стоків, для розрахунку споруд приймаються такі витрати:

Жирові стоки

$$Q_d^p = 495 \text{ м}^3/\text{добу};$$

$$q_{mid.h}^p = 20.6 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$q_{max.h}^p = 41,25 \text{ м}^3/\text{год};$$

Нежирові стоки і

$$Q_d^p = 495 \text{ м}^3/\text{добу};$$

$$q^p_{\text{mid.h}} = 20.6 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$q^p_{\text{max.h}} = 41,25 \text{ м}^3/\text{год};$$

4.6 Розрахунок жирових стоків

4.6.1 Решітки

Для затримання та подрібнення великих відходів встановлено 2 решітки-грабельного типу РД-200, пропускною здатністю 200 м³/год, шириною щілинних отворів 10 мм, довжиною 1 м; барабанного типу, частота обертання барабану 31 хв⁻¹, потужність електродвигуна 0.98 кВт; одна решітка — резервна.

4.6.2 Пісколовки з круговим рухом води

Довжина окружності пісколовки:

$$L_s = 1000 \cdot K_s \cdot H_s / U_o = 1000 \cdot 1.7 \cdot 0.5 \cdot 3 / 24,2 = 10,5 \text{ м},$$

де: H_s - розрахункова глибина пісколовки,

K_s - коефіцієнт, що залежить від гідравлічної крупності піску,

U_o - умовна крупність піску.

Діаметр пісколовки визначається:

$$D_s = L_s / \pi = 10,5 / \pi = 3,35 \text{ м}.$$

Прийнято 2 пісколовки діаметром 4 м, кожна за ТП 902-2-27-1.

4.6.3 Жировловлювач

Після пісколовки жирові стоки направляються в жировловлювач, яка розрахована на час перебування в ній на протязі 30 хвилин.

Об'єм жировловлювача:

$$W = Q \cdot t = 0.5 \cdot 41.25 = 20.6 \text{ м}^3$$

Вибрана типова жироловка довжиною 12 м, шириною секції 2 м, глибиною 1,2 м.
Об'єм однієї секції – 18 м³

К-сть секцій :

$$N_c = W/W_1 = 20.6/18 = 1.2 = 2 \text{ секції .}$$

З жироловки стічні води направляються у флотатори, які знаходяться в цехі флотації .

4.6.4 Флотатори.

Технологічна схема напірної флотації вздовж стінки стічних вод від жиру і завислих речовин відома шляхом насичення повітрям, регульованого очищенням води, насосами подається в напірні баки. Вода насичується повітрям за допомогою ежектора, включеного між насосом і всмоктуючими трубопроводами. У напірниках повітря розподіляється у воді трьома баками по 2 м³ кожен, що відповідає дворазовому насиченню води в баках. Баки обладнані склом для спостереження за рівнем води на манометрі. Робочий тиск у баку становить 4,5 атм. З баків вода надходить у флотатор.

Об'єм напірного бака визначено:

$$W_{\text{нап.бак.}} = q_w \cdot T_{\text{нас}} = 41,25 \cdot 0,033 = 1,4 \text{ м}^3 .$$

Об'єм флотатора визначаємо :

$$W_{\phi} = q_w t_{\phi} / (60 (1 - K_{\text{аер}})) = 41,25 \cdot 20 / (60 \cdot (1 - 0,25)) = 18,3 \text{ м}^3,$$

де t_{ϕ} – час флотації, прийнятий за 20 хвилин;

$K_{\text{аер}}$ – коефіцієнт аерації, $K_{\text{аер}} = 0,25$.

Робоча глибина флотатора $H_{\phi} = 3 \text{ м}$.

Тоді його площа:

$$F_{\phi} = W_{\phi} / H_{\phi} = 18,3 / 3 = 6,1 \text{ м}^2.$$

Приймаємо інтенсивність аерації $I = 20 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$, тоді потрібна витрата повітря становитиме:

$$Q_v = I \cdot F_\phi = 6,1 \cdot 20 = 122 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Застосуємо горизонтальний флотатор шириною 1 м, тоді довжина флотатора :

$$L_\phi = F_\phi / V_\phi = 6,1/1 = 6,1 = 6 \text{ м}.$$

Приймаємо 2 горизонтальних флотатора довжиною 6 м і шириною 1 м кожний.

4.6.5 Розрахунок осадів.

а) після пісколовки:

Кількість затриманого піску = 90% об'єму стічних вод:

$$W_s = 0,02 \times 495 / 100 = 0,1 \text{ м}^3/\text{доб}.$$

Вологість піску 90%. Пісок направляється в приміщення бункера для піску, звідки вивозиться.

б) після жироловлювача:

- Розрахунок кількості осаду:

$$W_{oc} = \frac{Q \times C \times \mathcal{E}}{\gamma_{oc}(100 - P_{oc})10^6} = \frac{1120 \times 495 \times 40}{1(100 - 95) \times 10^6} = 4.4 \text{ м}^3/\text{добу}$$

де \mathcal{E} – ефект освітлення, $\mathcal{E} = 40\%$;

P_{oc} - вологість осаду;

γ_{oc} – $10 \text{ т}/\text{м}^3$ питома вага осаду.

- Розрахунок вловленого жиру, що виділяється зі стічних вод. Вихід жиру на 1 тону м'яса – 6-7 кг:

$$W_j = 6 \cdot 50 / 0,94 \cdot 10^3 = 0,32 \text{ м}^3/\text{доб}.$$

де 0,94 - масова частка жирової маси.

в) після флотатора.

У флотаторі утворюється піна, яка розпушується з метою знежирювання, тому осад після флотатора не враховується.

4.6.6 Передбачувана ефективність роботи очисних споруд для жиромістких стоків.

Таблиця 17:

№ п/п	Найменування речовин	Од.виміру	Жироуловлювачі			Флотатор			Кінцевий % очищення
			До	Після	% очистки	До	Після	% очистки	
1	Завислі речовини	мг/л	1120	560	50	560	168	70	88%
2	Жири	мг/л	1440	648	55	648	194	70	89
3	БСК	мг/л	1200	960	20	960	672	30	55

Примітка: У жировловлювачі проходить вода після пісколовки зі зниженням на 25% завислих речовин і жирів. При випуску очищених стоків (жирових) в організовані скиди надходять неочищені стічні води, які доводять вміст жирів і БПК до норми.

4.7 Розрахунок нежирних стоків.

4.7.1 Решітки.

Для затримання крупних відходів і їх подрібнення встановлені 2 решітки-дробарки РД-200, пропускною здатністю 200 м³/год, діаметром осередків отворів 10 мм і діаметром барабана 400 мм.

4.7.2 Пісколовки.

Прийнята пісколовка з круговим рухом води. Розрахунок проведено аналогічно розрахунку пісколовки для жирних стоків.

$$L_s = \frac{1000 \times K_s \times H_s \times V_s}{U_o} = \frac{1000 \times 1.7 \times 0.5 \times 0.3}{24.2} = 105 \text{ м}$$

де діаметр пісколовки: $d = \frac{L_s}{\pi} = \frac{105}{3.14} = 33.5 \text{ м}$.

Прийнято дві пісколовки діаметром 4 м кожна по ТП 902.2-27.1.

4.7.3 Відстійники.

Розрахунок об'єму проведено, виходячи з двогодинного відстоювання повної кількості стічної води.

Об'єм:

$$W_{\text{відст}} = q_{\text{max}} \times t = 41.25 \times 2 = 82.5 \text{ м}^3$$

Площа відстійника:

$$F = \frac{W_{\text{відст}}}{H_{\text{відст}} \times n} = \frac{82.5}{1.5 \cdot 2} = 27.5 \text{ м}^2$$

Прийнято 2 відстійника розмірами 3×10 м.

4.7.4 Освітлювачі.

Визначення сумарного об'єму камер флокуляції:

$$W_{\text{кр}} = q_w \times t = 41.25 \times 0.33 = 13.61 \text{ м}^3$$

де t - тривалість перебування води в камері флокуляції, $t = 0.33$ год .

Сумарна площа камер флокуляції (без урахування конусної частини):

$$F_{\text{кф}} = \frac{W_{\text{кф}}}{H_{\text{кф}}} = \frac{13,61}{4} = 3,4 \text{ м}^2$$

де $H_{\text{кф}}$ — висота циліндричної частини камери флокуляції.

Сумарна площа відстійної частини освітлювача:

$$F_{\text{відст}} = \frac{q_{\text{maxs}} \times 1000}{V_1} = \frac{0.011 \times 1000}{1} = 11.5 \text{ м}^2$$

Де $V_1 = 1$ мм/с — середня швидкість висхідного потоку.

Сумарна площа освітлювача:

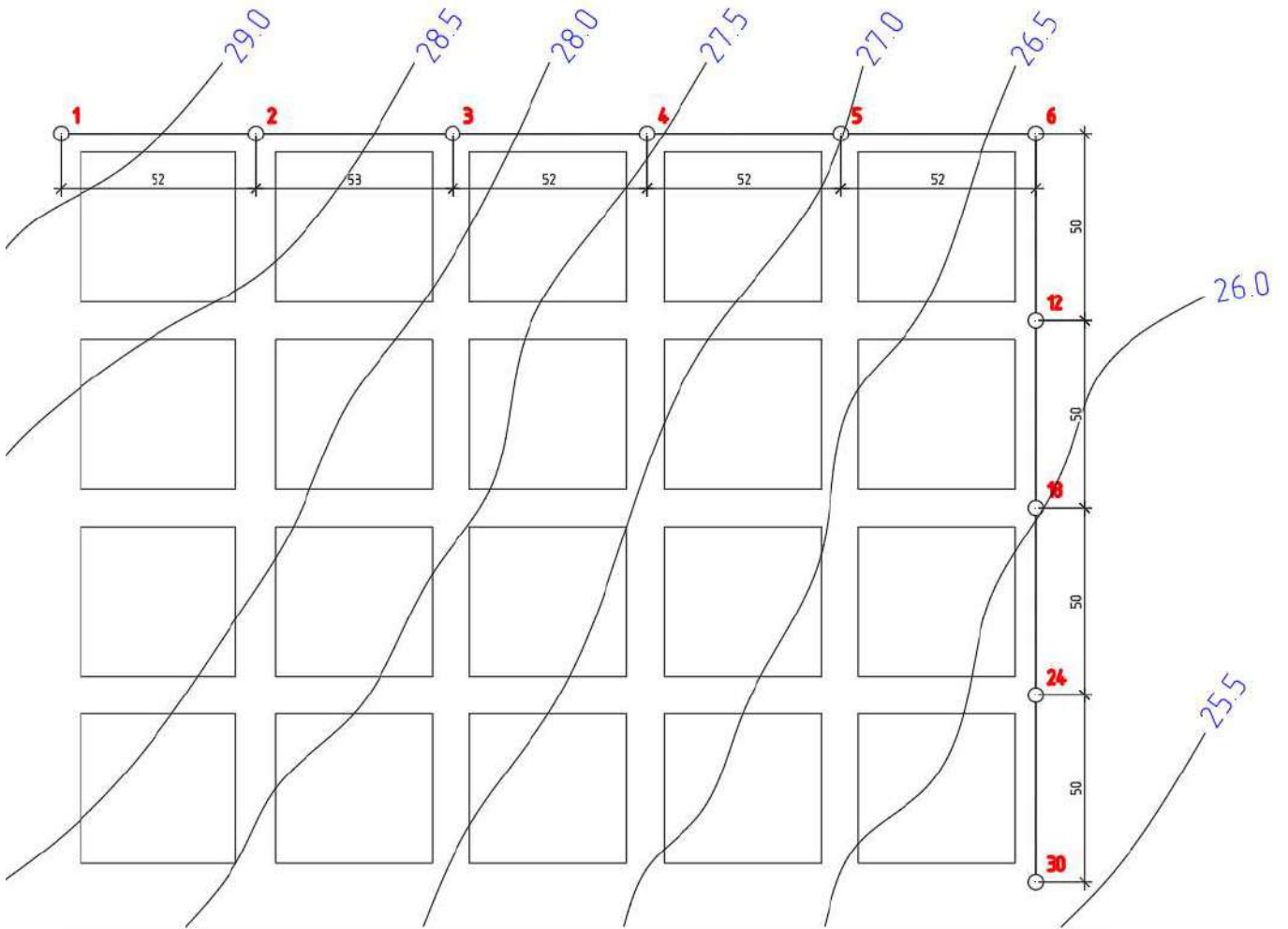
$$F_{\text{осв}} = F_{\text{відст}} + F_{\text{кф}} = 11,5 + 3,4 = 14,9 \text{ м}^2;$$

***ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ПРОКЛАДКИ ТРАСИ
ВОДОВІДВЕДЕННЯ***

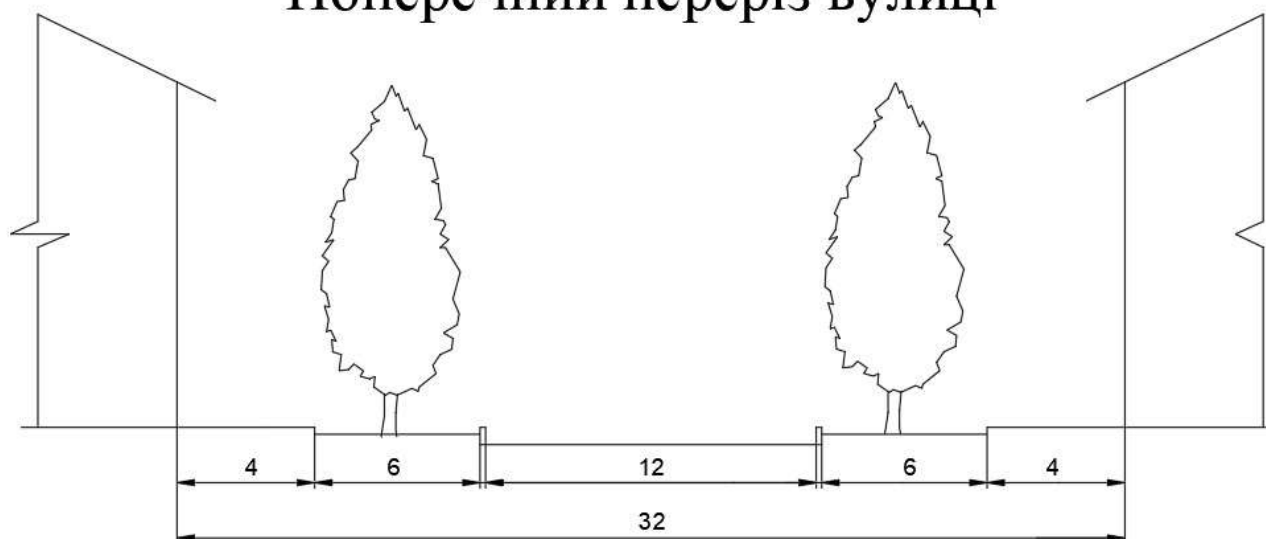
Консультант: / Копаниця Ю.Д. /

5.1. Початкові умови

План траси трубопроводів М 1:10000



Поперечний переріз вулиці



№№ ділянок	Довжина l, м	Діаметр d, мм	Ухил		Падіння і _{тр} , ‰	Відмітки, м				Глибина закладання лотка труби в м	
			Землі і _з	Труби і _{тр}		Поверхні землі		Шелиги труби		На початку	В кінці
						На початку	В кінці	На початку	В кінці		
1	2	4	5	6	10	11	12	17	18	19	20
Головний колектор побутової мережі 1 -НС											
1-2	520	500	0,0015	0,0015	0,78	29,50	28,73	28,00	27,22	1,50	1,51
2-3	530	500	0,0011	0,0015	0,80	28,73	28,15	27,22	26,43	1,51	1,73
3-4	520	500	0,0012	0,0015	0,78	28,15	27,55	26,43	25,65	1,73	1,91
4-5	520	500	0,0011	0,0015	0,78	27,55	27,00	25,65	24,87	1,91	2,14
5-6	520	500	0,0012	0,0015	0,78	27,00	26,40	24,87	24,09	2,14	2,32
6-12	500	500	0,0005	0,0015	0,75	26,40	26,15	24,09	23,34	2,32	2,82
12-18	500	500	0,0003	0,0015	0,75	26,15	26,00	23,34	22,59	2,82	3,42
18-24	500	500	0,0008	0,0015	0,75	26,00	25,60	22,59	21,84	3,42	3,77
24-30	500	500	0,0001	0,0015	0,75	25,60	25,53	21,84	21,09	3,77	4,45

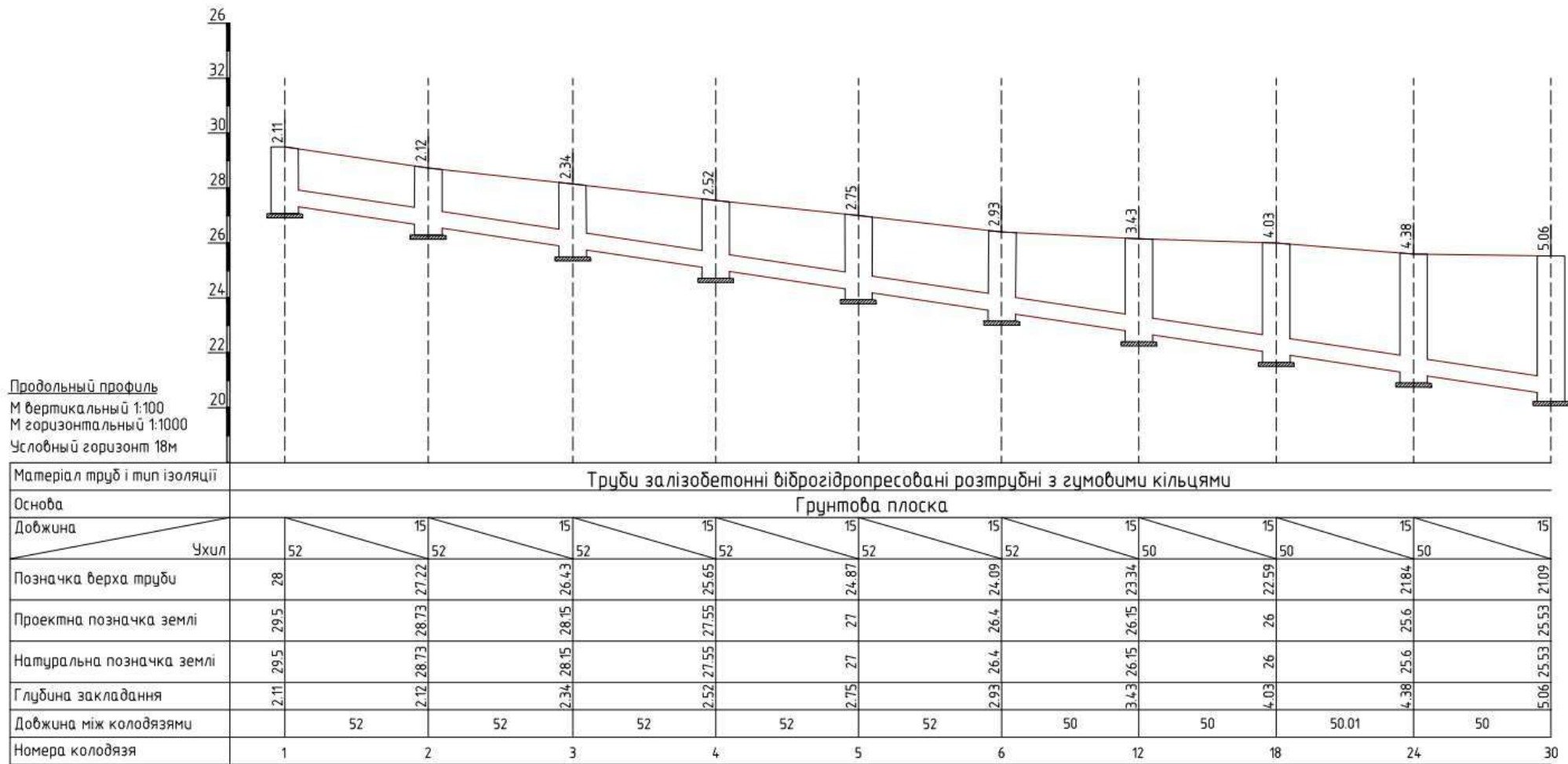


Рис. 5.1 Профіль водопровідної мережі

Труби Залізобетонні віброгідропресовані розтрубні з гумовими кільцями

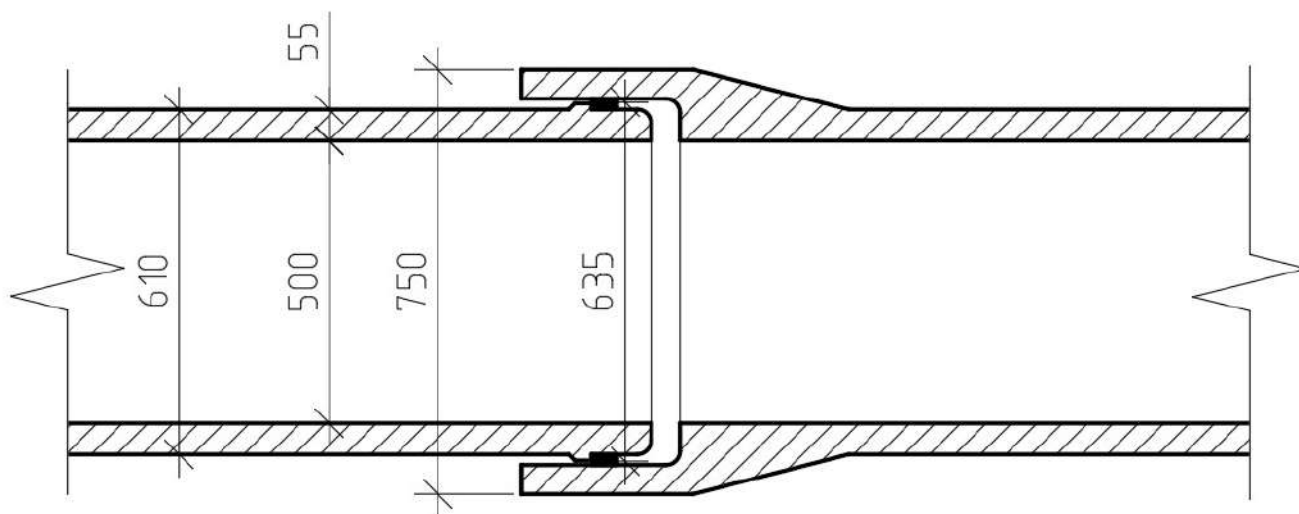


Рис. 5.2 Розмірна схема з'єднання трубопроводу

Табл.3.

Умовний прохід, мм	Діаметр, мм					Довжина труби, мм	Маса, кг
	Внутрішній		Зовнішній		Зовнішній гладкого кінця $D_{к}^H$		
	Труби $D_{вн}$	Розтруба $D_{р}^{вн}$	Труби $D_{н}$	Розтруб а $D_{р}^H$			
500	500	635	610	750	300	5000	1,43

5.2 Визначення розмірів траншеї.

Виходячи з інформації про вид ґрунтів , а саме в курсовій роботі прийняті – піщані ґрунти , приймаємо спосіб розробки траншеї без укосів і з кріпленням стінок дерев'яними щитами .

Визначаємо найбільшу глибину траншеї, виходячи з профілю водопровідної мережі, $H=2,75$ м. ($2,14 + 0,61 = 2,75$ м) (Вузлова точка №5)

Ширина траншеї з вертикальними стінками по дну назначається згідно з ДСТУ-Н Б В.2.1-28:2013), враховуючі діаметр, матеріал та тип з'єднання труб, тоді $b = D_{н} + 1,0 м = 0,610 + 0,7 = 1,31 м$.

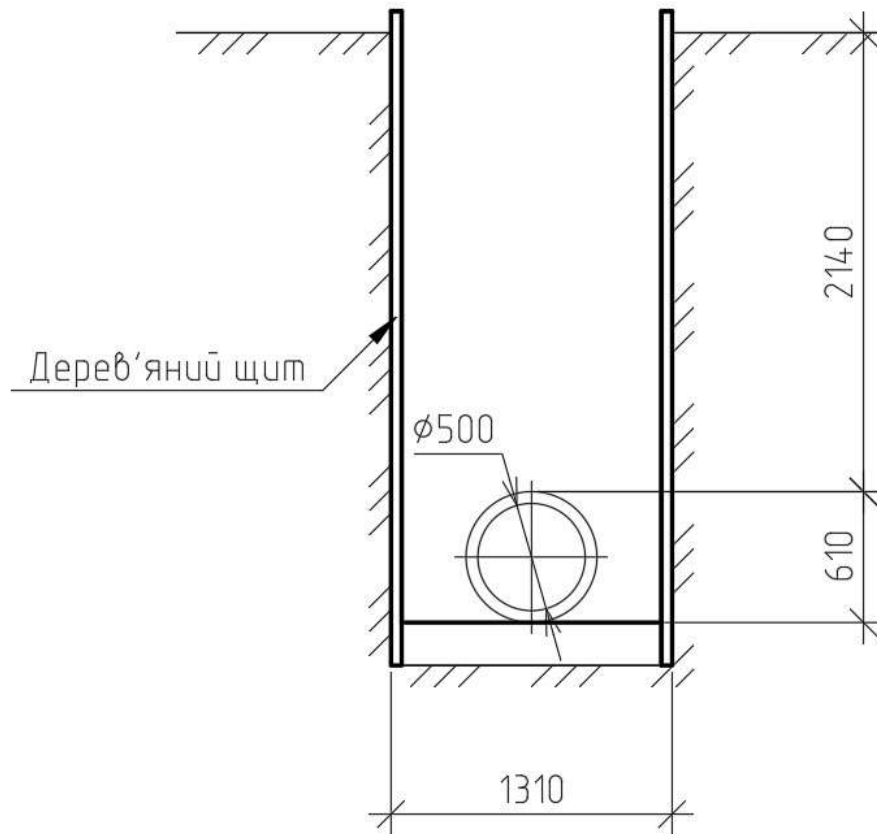


Рис. 5.2 Розріз траншеї

Розміри приямків

Табл.4.

Труби	Стикове з'єднання	Зовнішній діаметр трубопроводу D_n , мм	Розмір приямка, м		
			Довжина	Ширина	Глибина
З/Б напірні	Розтрубні	610	0,6	$D''_p + 0,5 = 0,750 + 0,7 = 1,45$	0,4

5.3 Вибір транспортного засобу для перевезення труб і визначення кількості одночасно перевезених труб.

Для транспортування труб від заводу-виробника до монтажної площадки забираємо автомобіль по типу, діаметру та вазі труб.

Так як труби залізобетонні віброгідропресовані довжиною 5 метрів, з зовнішнім діаметром розтруба 0,75 метра і вагою 1430 кг, то цим вимогам відповідає автомобіль КРАЗ-257:

Вантажопідйомність, т	12
Маса причепа, т	16,6
Число осей всього	3
- ведучих	3
База, мм	5050

Ширина колії коліс: передніх, мм	1950
Задніх, мм	1920
Двигун: тип	Дизель
Марка	ЯМЗ-238
Потужність, к.с.	240
Розміри шин, дюйм	12-20
Розміри платформи (внутрішні): довжина	5770
Ширина, мм	2480
Висота, мм	825
Погрузочна висота, мм	1495
Найбільша швидкість руху, км/год	55
Витрата пального на 100 км, л	36
Основні розміри автомобіля: Довжина, мм	9660
Ширина, мм	2650
Висота, мм	2620
Маса (в заправленому стані), т	11,3

По типу, діаметру і вазі труб вибираємо марку транспортного засобу і визначаємо кількість одночасно перевезених труб за одну ходку.

Кількість перевезених одночасно в транспортному засобі труб розраховуємо за формулою: $N_{TP} = n_{TP} \cdot n_P$,

$$\text{де } n_{TP} = \frac{B_K}{d_H + \sum \delta_{np}} = \frac{2480}{750 + 50} = 3,1 \approx 3 - \text{кількість труб на транспортному засобі в}$$

один ряд;

$$n_P = \frac{H_K}{d_H + \sum \delta_{np}} = \frac{1495}{750 + 50} = 1,86 \approx 1 - \text{припустиме для даного транспортного засобу}$$

кількість рядів труб;

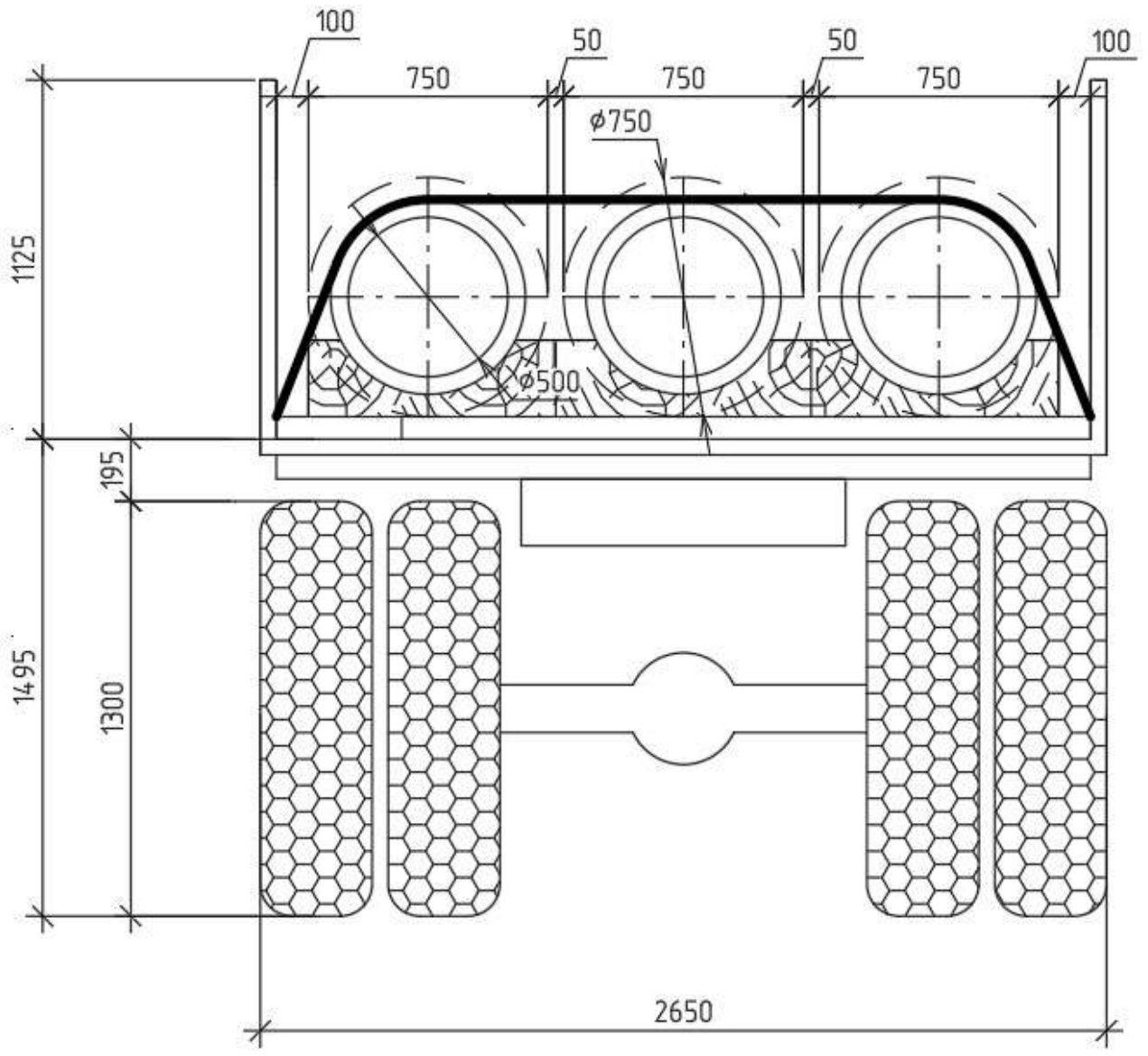
B_K - корисна ширина платформи;

d_H - зовнішній діаметр труби;

H_K - припустима висота завантаження кузова,

$$\text{тоді } N_{TP} = 3 \cdot 1 = 3$$

Схема розміщення і закріплення залізобетонних труб при перевезенні їх на автомобілі марки КрАЗ 257.



5.4 Вибір строповочного обладнання

Технічна характеристика траверси типа УТ-30

Табл.6.

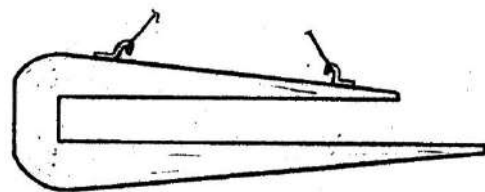
Для залізобетонних віброгідропресованих труб	Вантажопідйомність Т	Діаметр труб, м	Габарити, мм			Довжина труб, м	Маса, кг
			довжина	ширина	висота		
УТ - 60	3	500	3300	170	800	5	280

Технічна характеристика універсального стропа УСК-1

Табл.7.

Марка стропа	Показники			
	діаметр підіймаємих труб, мм	довжина підіймаємих труб, м	Вантажопідйомність, т	кількість одночасно підіймаємих труб
УСК-1	300 - 1000	5,12	9	1

Строп універсальний УСК - 1:
1-канат; 2-втулка



Універсальна траверса

5.5 Вибір крана та схеми розвантаження, складування і монтажу.

Вибір крана для монтажу збірних елементів трубопроводу виконується по будівельно монтажним характеристикам – потрібній монтажній масі, висоті підйому крюка при захваті елементів з транспортних засобів і монтажному вильоту стріли крана.

Потрібна монтажна маса:

$$Q_M = Q_3 + \sum q_{np} = 1,43 + 0,28 = 1,71 \text{ т,}$$

де Q_3 - маса збірного елемента;

$\sum q_{np}$ - сумарна маса монтажних засобів, які підіймаються разом із збірним елементом.

Потрібна висота крюка при захваті збірних елементів з транспортного засобу визначається за формулою:

$$H_6 = H_{zc} + 0,5 + d_p + h_{np} + h_n = 2,245 + 0,5 + 0,75 + 0,8 + 1,5 = 5,795 \text{ м},$$

де H_{zc} - висота від рівня стояння крана до відмітки горизонту складування на транспортному засобі;

0,5 м – мінімально необхідна відстань від горизонту складування до низу піднятого елемента;

d_p - діаметр розтрубу;

h_{np} - висота захватних приладів;

h_n - висота монтажного поліспада крана при максимально піднятому крюку.

При прокладанні трубопроводів з коротких трубних заготовок потрібний монтажний виліт стріли крана буде дорівнювати:

$$l_c = 0,5b + 1,2mh + 0,5B_{кр} = 0,5 \cdot 1,31 + 1,2 \cdot 1 \cdot 2,14 + 0,5 \cdot 4 = 5,223 \text{ м},$$

де b - ширина траншеї по дну;

h - глибина траншеї;

m - коефіцієнт закладання відкосів;

$B_{кр}$ - ширина ходового пристрою крана – база крана.

При визначенні значення $1,2mh$ повинна виконуватись умова: $1,2mh = 2,57 \geq 1 \text{ м}$

Відстань від осі руху крана до вісі по якій переміщується транспортний засіб, котрий підвозить труби, і на якій встановлюється місце їх стоянки при розвантаженні:

$$l_{mp} = D + 0,5 + 0,5B_a = 1,9 + 0,5 + 0,5 \cdot 2,65 = 3,73 \text{ м},$$

де D – відстань від осі повороту крана до зовнішньої площини її хвостової частини;

B_a – ширина автомобіля.

Для розвантаження труб з транспортного засобу, їх складування та вкладання в траншею (монтажу) обираємо автомобільний стріловий кран марки КС-2561 з наступними технічними характеристиками наведеними в табл.8.

Технічні дані автомобільного стрілового крана

Табл.8.

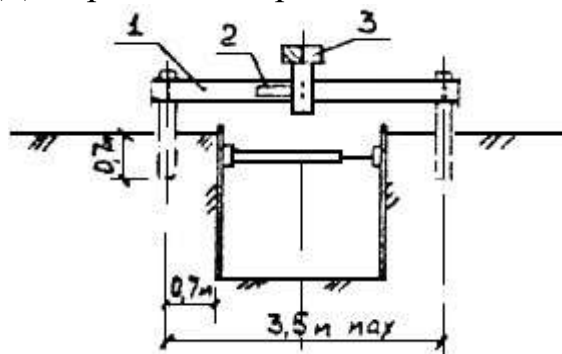
Марка автокрана	Максимальна вантажопід'ємність, т	Довжина стріли, м		Висота підйому крюка, м, при вильоті стріли		Марка базового автомобіля	Основні розміри, мм		
		основної	подовженої	найменшому	найбільшому		висота	ширина	довжина

Прокладання труб слід починати з ділянок низького профілю.

Укладання труб уздовж заданого ухилу здійснюється за допомогою обрешітки з нерухомими прицілами і ходовими прицілами (див. рис.2 і рис.3).

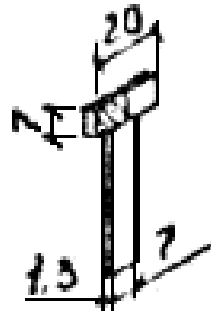
Рис.5.3 Обрешітка

(а) Для траншей з вертикальними стінками

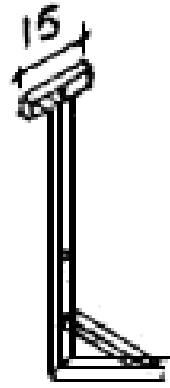


1 – обрешітка 2 – полиця 3 – нерухома візірка

Рис.5.4. Візірки



(а) Нерухома



б) ходова

Обрешітку встановлюють в місцях розташування колодязів і в поворотних точках траси.

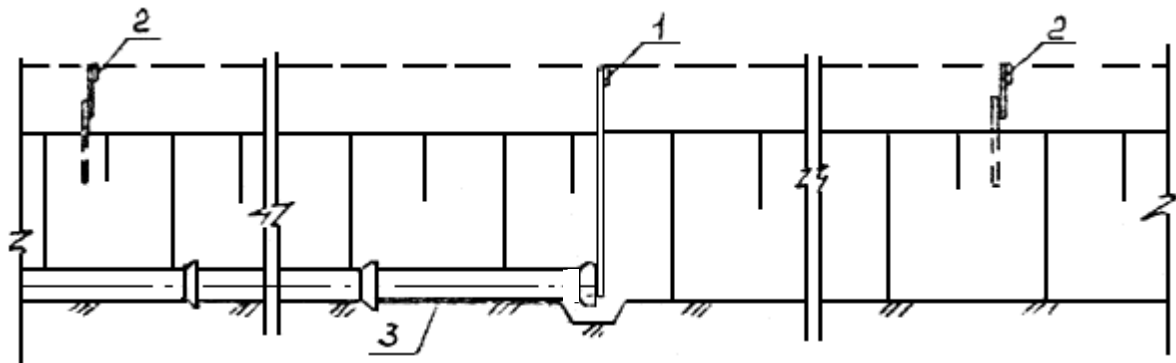
Мітки для укладання труб виходять з полиць, закріплених на обрешітці строго горизонтально за рівнем.

Довжина прицілу приймається кратною 0,5 м для зручності візування;

Довжина нерухомого прицілу береться таким чином, щоб висота від лотка труби до верхнього краю прицілів в двох змінних колодязях була однаковою і дорівнювала довжині ходового прицілу.

Встановлюючи ходовий приціл в будь-якій точці траншеї між нерухомими прицілами, лінію візування оглядають по трьох прицілах, перевіряючи таким чином правильність прокладки кожної труби (див. рис. 4).

Рис.5.5. Схема укладання труб за допомогою ходових і нерухомих візірок



1 – Ходова візірка 2 – Нерухома візірка 3 - Прокладання трубопроводів

Вісь траси розміщується на смугах і проектується на дні траншей.

Щоб уникнути нерівномірного осідання, кожна труба повинна спиратися на непорушений ґрунт по всій довжині. Використання будь-яких трубних прокладок для вирівнювання не допускається.

При прокладанні трубопроводів на прямій ділянці траси з'єднані кінці сусідніх труб повинні бути відцентровані так, щоб ширина розтрубної щілини була однаковою по всій окружності.

Прокладання напірних трубопроводів по пологій кривій без застосування фітингів допускається для розтрубних труб з стиковими з'єднаннями на гумових ущільнювачах з кутом повороту в кожному стику не більше 2° для труб номінальним діаметром до 600 мм і не більше 1° для труб номінальним діаметром більше 600 мм. щоб гумове кільце не виходило з гнізда на зовнішній стороні витка.

У місцях зміни напрямку осі трубопроводу в горизонтальній або вертикальній площині повинні бути влаштовані упори.

При використанні ґрунту для спорудження упору підпірна стінка траншеї повинна бути з непорушеною структурою ґрунту.

Зазор між трубопроводом і збірною частиною бетонних або цегляних упорів слід щільно заповнити бетонною сумішшю або цементним розчином.

Торці труб під час перерв у укладанні повинні закриватися заглушками або дерев'яними заглушками

Вимоги до стану поверхні розтрубних труб і гумових ущільнюючих кілець.

На поверхні труб не допускаються раковини, пори, напливи і відколи бетону на внутрішній поверхні каліброваної частини розтруба і на зовнішній поверхні втулочного кільця труби, в зоні розташування гумових ущільнюючих кілець. Заусениці і відколи можуть бути на фасці розтруба.

Тріщини на внутрішній і зовнішній поверхні труби допускаються глибиною(висотою) не більше 3 мм і діаметром не більше 20 мм одиничні раковини і

напливи на внутрішній поверхні труби. Допускаються глибиною не більше 5 мм і довжиною не більше 30 мм раковини, напливи, відколи бетону на зовнішній поверхні труби за виключенням вищесказаного.

Гумові ущільнюючі кільця повинні відповідати наступним вимогам:

питома остаточна деформація при випробуванні на старіння і морозостійкість повинна бути не більше 45 %

Поверхня кілець повинна бути гладкою, без тріщин, пухирів, не мати виступів та заглиблень розміром більше 1 мм

Кільця повинні бути термостійкими в межах температур від -20 до +500С і монолітними (виготовлення формовим способом)

Перед початком робіт по монтажу трубопроводу потрібно влаштувати на початку ділянки трубопроводу кінцевий упор, в який повинна упиратися перша вкладена труба і який в наступному може бути використаний при гідравлічному випробуванні трубопроводу.

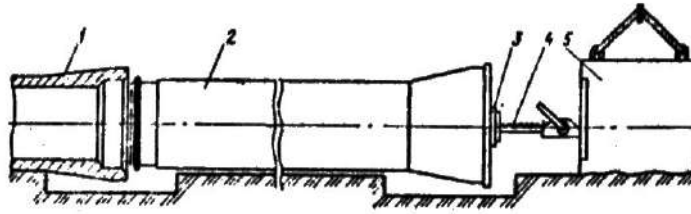
При опусканні труб в траншею, а також при їх укладанні не повинні допускатись удари труб одна об одну і об тверді предмети.

Кожна труба при опусканні на природну основу (окрім частини, розташованої в прямку) повинна лягти на непошкоджений ґрунт. Використання будь-яких прокладок під труби для їх вирівнювання не допускається.

Труби вкладаються розтрубами вперед по ходу вкладання трубопроводу. При вкладанні труб потрібно слідкувати за величиною зазору між трубами, для залізобетонних напірних труб діаметром 500 мм зазор становить 12-15 мм.

В процесі монтажу трубопроводу необхідно слідкувати за тим, щоб внутрішня поверхня труб не засмічувалась. Кінці вкладеного трубопроводу потрібно закріплювати заглушками.

Для монтажу труб використовуємо рейковий домкрат та бетонний упор.



1-вкладений трубопровід; 2-труба, що вкладається;
3-дерев'яний брус; 4-рейковий домкрат;
5-бетонний упор

Склад і порядок виконання технологічних операцій при монтажі розтрубних труб з гумовими ущільнюючими кільцями.

На втулочний кінець укладеної труби одягають гумове кільце, яке повинно рівномірно розташовуватись в канаві по всьому діаметру труби.

Труби опускають в траншеї

Втулочний кінець труби підводять до розтрубу укладеної труби і фіксують її шляхом підбивки ґрунта під неї з бокових сторін. Виконують центрування труби.

За допомогою монтажних пристроїв втулочний кінець труби вводять в розтруб укладеної труби і одночасно закатують гумове кільце в розтрубну щілину труб, що стикаються. Операція закінчується тоді, коли ущільнююче кільце дійде до буртика на втулочному кінці труби.

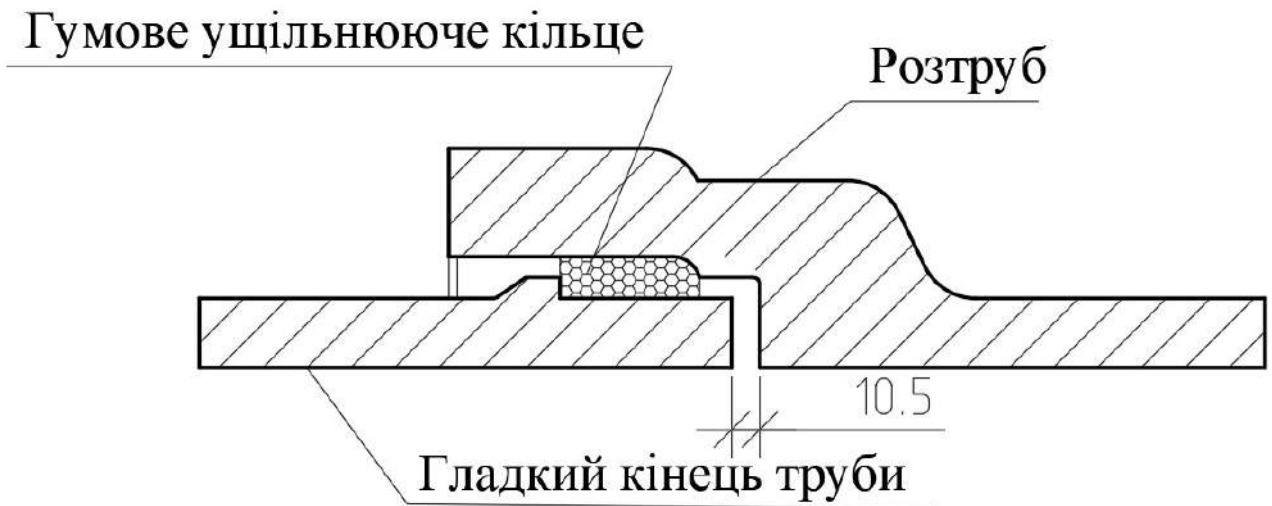
Виконується центрування укладеної труби по вертикалі і в плані за допомогою вешек.

Виконується закріплення труби шляхом підсипання до половини діаметра ґрунта з пошаровим ущільненням ручними тромбовками.

Послідовність операцій при монтажі труб і влаштуванні стиків.

Послідовність операцій при монтажі труб залежить від кількості проходів крану, трубоукладальника, а також колони машин.

Послідовність операцій при монтажі труб залежить від типу стикового з'єднання .

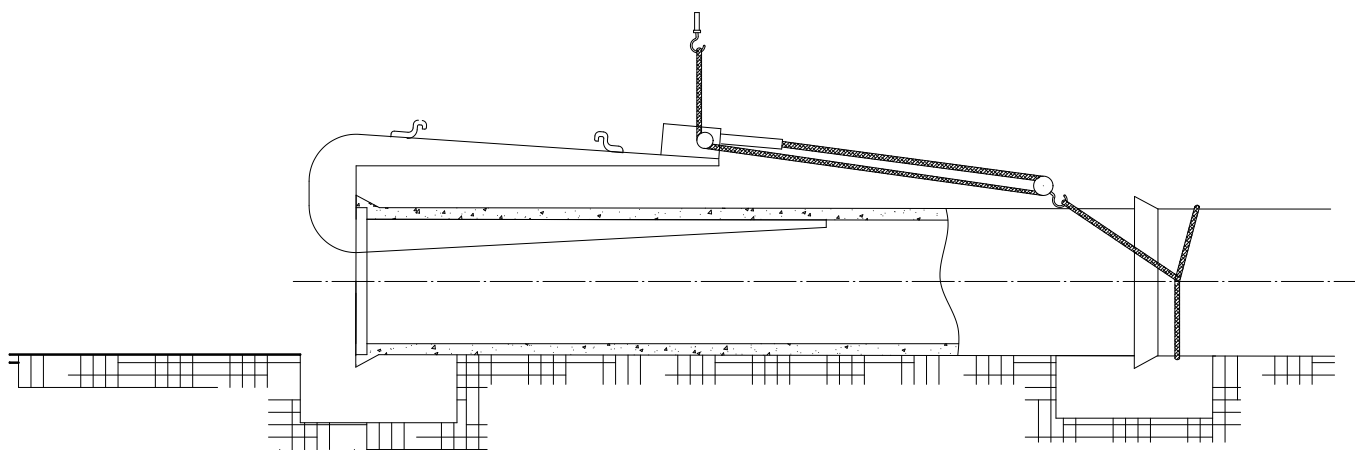


Перед початком монтажу труб потрібно перевірити відповідність розмірів траншеї по низу, розмірів прямиків і закладання укосів до проекту. Дно траншеї повинно бути ретельно зачинено, видалена вода і виконана по необхідності штучна основа.

Перед укладанням треба перевірити відповідність проекту діаметрів труб, візуально оглянути їх, щоб впевнитись у цілісності останніх, очистити їх від забруднень, особливо ретельно вичистити стикові частини труб (внутрішню поверхню розтрубів і зовнішню поверхню гладких кінців), вивільнити внутрішню поверхню труб від сторонніх предметів.

При укладанні труб потрібно дотримуватися проектного положення трубопроводу в плані і на профілі. Основа під труби повинна бути попередньо осушена і очищена. Не допускається вкладання труб на промерзле дно траншеї.

Монтаж трубопроводу за допомогою універсальної траверси типу УТ



Склад і порядок виконання технологічних операцій при монтажі труб Табл..9.

Спосіб з'єднання труб і ущільнення стику	Склад і порядок виконання технологічних операцій
<p>Розтрубне з гумовою ущільнюючою манжетою</p>	<p>трубу подають в траншею і влаштовують її на відстань 0,5 м від розтрубу вкладеної труби.</p> <p>на гладкому кінці вкладеної труби крейдою за допомогою шаблону помічається лінія обмеження вводу гладкого кінця у розтруб.</p> <p>гумова манжета вводиться у розтруб вкладеної труби.</p> <p>наноситься графітоглицеринове змащення на гладкий кінець труби до помітки і на внутрішню поверхню манжети.</p> <p>за допомогою монтажних засобів гладкий кінець труби вводиться в розтруб вкладаємої труби до помітки.</p> <p>виконується центрування і закріплення труби ґрунтом.</p>

5.6 Технологія монтажу колодязів із збірних залізобетонних елементів.

Монтаж арматури і збірних елементів колодязів здійснюється автомобільними або гусинічними кранами.

Строповку і підйом елементів колодязя проводять чотирьохгілковими стропами.

Днище колодязя слід влаштовувати до укладання труб, стіни і перекриття монтувати після закінчення монтажу фасонних частин і запірної арматури.

На підготовлену основу за допомогою крану вкладається збірна залізобетонна плита днища колодязя з вивіркою відмітки і осі днища колодязя по візирці і нівеліром з рейкою.

Вкладається перше кільце з отворами для трубопроводів.

Після вивірення правильності влаштування кільця вкладаються сумісні з ним труби і тільки після цього виконується монтаж інших кілець, заробка труб в проїмі стіни колодязя, а також влаштування упорів.

З'єднання збірних елементів проводиться цементно – пісковим розчином М100. Шви затирають з зовнішньої і з внутрішньої сторони також цементно – пісковим розчином.

Верх люка колодязів встановлюється не вище 2 см над поверхнею мостової чи вище 5 см при її відсутності. Встановлення верха люка на проектну відмітку досягається вкладанням регулюючих каменів.

Пазухи колодязів повинні засипатися місцевим ґрунтом з нормативними характеристиками, відповідним проекту, з рівномірним ущільненням при оптимальній вологості по периметру шарами 0,2 – 0,3 м ручними пневмотрамбовками.

Ущільнення ґрунту повинно виконуватись до об'ємної ваги скелета ґрунту не менше 1,6 – 1,7 т/м³.

5.6.1 Визначення будівельно монтажних елементів колодязя.

По глибині закладання трубопроводу в місті влаштування колодязя визначають робочу висоту колодязя. Для водопровідних труб загальна висота колодязя визначається за формулою: $H_k = h + h_3 + h_{пл} = 2,75 + 0,35 + 0,1 = 3,2$ м

де $h = 2,75$ м - глибина закладання труби в місті влаштування колодязя (відстань від лотка до поверхні землі);

h_3 - величина зазору між нижньою площиною труби та плитою днища (приймається не менш 350 мм);

$h_{пл}$ - товщина плити днища (приймається 100 мм при діаметрі $d_{пл} \geq 2000$ мм).

По загальній висоті колодязя, діаметру трубопроводу і встановленої в колодязі арматури визначаємо діаметр колодязя і висоту робочої частини.

Для водопровідних труб діаметр і робоча висота колодязя визначається з врахуванням допустимих величин зазору між трубами, стиками і арматурою та внутрішньою площиною колодязя [1].

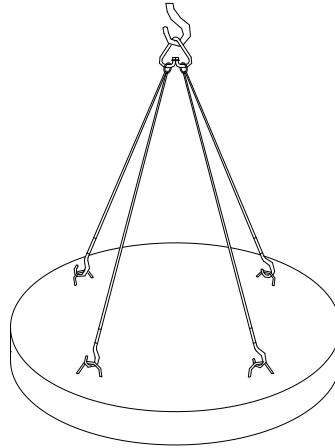
Для водопровідних труб діаметр колодязів:

при діаметрі труб до 600 мм – діаметр колодязя 1000 мм.

Якщо діаметр колодязя 1 м робоча частина визначається, а в верхній частині влаштовується перехідний конус, на який закріплюється люк.

Після визначення загальної висоти колодязя і діаметра за довідником [1] знаходять кількість та розміри елементів колодязя, які заносимо в табл..10.

Схема строповки елементів колодязя



Розміри елементів колодязя

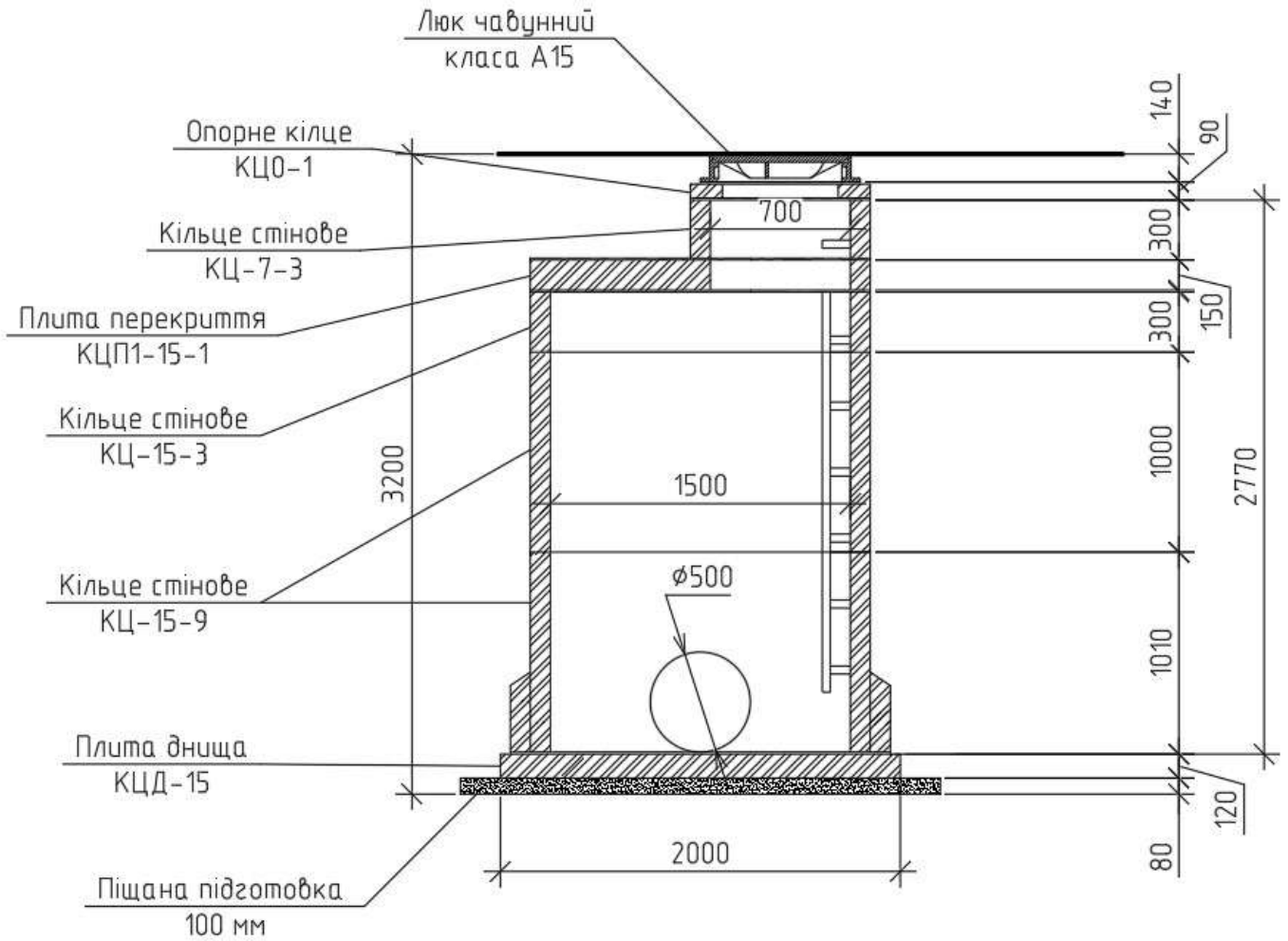
Табл.10.

Найменування елемента	Розміри, мм	Маса, кг
<p style="text-align: center;">1. Плита днища КЦД-15</p>	$D_3 = 2000$ $C = 120$	950
<p style="text-align: center;">2. Кільце стінове КЦ-15-3; КЦ-15-9; КЦ-7-3</p>	$H = 290$ $C = 90$ $D_3 = 1680$ $D_6 = 1500$ $H = 890$ $D_3 = 880$ $D_6 = 700$	340 400 130
<p style="text-align: center;">3. Дорожня плита КЦО-1</p>	$D_6 = 580$ $C = 70$ $D_3 = 840$	50
<p style="text-align: center;">4. Плита перекриття КЦП1-15-1</p>	$H = 150$ $C = 90$ $D_3 = 1680$ $D_6 = 700$	68

Схема елементів колодязя і трубопроводів

Водопровідний колодець KB1 M1:20

Разрез 1-1



5.7 Вибір крану для монтажу колодязів.

Схему організації робіт для влаштування колодязів розробляють з урахуванням попередньої розкладки елементів колодязів на бровці траншеї або „з колес”. При цьому враховують наступне. Відстань між краном і найближчим елементом приймається 1 м, відстань між елементами – не менш 0,5 м. Зупинку крана слід назначати на осі колодязя.

По найвіддаленішому від крану елементу колодязя графічно визначають максимальний радіус захвату елемента R_{\max} .

На другому етапі знаходять радіус монтажу $R_{\text{роб}}$. Визначають найбільший з радіусів і по максимальній масі елементів колодязя перевіряють характеристики підібраного крану для монтажу колодязів.

Монтажна маса елемента: $Q_m = Q_e + \sum q_{np} = 0,95 + 0,15 = 1,1 \text{ т}$;

Висота підйому крюка: $H_e = H_{zc} + 0,5 + h_e + h_{np} + h_n = 1,5 + 0,5 + 0,89 + 1,2 + 1,5 = 5,59 \text{ м}$;

Монтажний виліт стріли крану: $l_c = \frac{B_k}{2} + 1,2mh + \frac{B_{кр}}{2} = \frac{3,5}{2} + 1,2 \cdot 1 \cdot 3,2 + \frac{2}{2} = 6,59 \text{ м}$;

Мінімальна відстань між зупинкою крану і віссю руху транспортних засобів:

$$l_{mp \min} = D + 1 + \frac{B_a}{2} = 2,5 + 1 + \frac{2,65}{2} = 4,83 \text{ м},$$

де h_e - висота робочого елемента;

B_k - ширина котловану поверху колодязя;

D - відстань від осі повороту крану до максимального габариту.

Для монтажу колодязів можна використати автомобільний кран КС-2561

, який ми використовуємо для монтажу трубопроводу, технічні характеристики якого наведені в табл..8.

5.8 Гідравлічне випробування напірного трубопроводу.

Перед проведенням гідравлічного випробування трубопроводу кінці ділянки повинні бути герметично зачинені заглушками, причому стикові з'єднання заглушок рекомендується робити такими самими, як і на основному трубопроводі. Для заглушок можуть використовуватися сталеві з'єднувальні патрубки, призначені для

монтажу фасонних частин і арматури. Якщо використовуються сталеві патрубки в якості заглушок, на основному кінці патрубка повинен бути приварений глухий фланець з патрубками з газових труб, що дозволяє заповнити трубопровід водою та вивести повітря.

У місцях влаштування гідрантів, вантузів та запобіжних клапанів також встановлюються глухі фланці (заглушки). Для видалення повітря з трубопроводу передбачаються патрубки з вентилями на всіх підвищених точках трубопроводу, що дозволяють видаляти повітря при наповненні його водою.

На кінцях трубопроводів і в розгалуженнях, які закриваються заглушками, до початку випробувань встановлюються тимчасові упори для сприйняття тиску води на заглушки, що виникає при підвищенні тиску в трубопроводі.

Для приєднання опресовувального агрегату до випробуваного трубопроводу використовуються сталеві трубки діаметром 0,5 дюйма. Наповнення трубопроводу водою здійснюється з найнижчої ділянки, щоб забезпечити оптимальні умови для видалення повітря з трубопроводу.

Попереднє випробування проводиться при оголених стикових з'єднаннях і частково засипаній траншеї. У разі необхідності підтримується гідравлічний тиск (випробувальний або робочий) шляхом підкачки води. Трубопровід, який витримав попереднє випробування, вважається готовим до експлуатації, якщо під впливом випробувального тиску не відбудеться розриву труб або фасонних частин, а також порушення стикових з'єднань. При робочому тиску не повинно бути витікання води.

Дефекти трубопроводу в місцях, що засипані ґрунтом, можна виявити за зволоженням ґрунту або витіканням води з-під труби в місцях стику. Якщо виявлені неприпустимі дефекти, вони повинні бути усунуті, після чого трубопровід підлягає повторному випробуванню.

Усунення дефектів здійснюється кількома способами. Якщо герметичність стикового з'єднання порушена, а точне місце дефекту визначити неможливо через характер течії, то ремонт виконується шляхом встановлення дублюючого гумового кільця.

Після випробовування на міцність і герметичність трубопровід питного водопровід підлягає обов'язковому промиванню і дезінфекції.

Випробування напірного трубопроводу ведеться по захваткам $\leq 1000\text{м}$ в такій послідовності:

- установка заглушок
- встановлення тимчасових опорів
- приєднання діючої ділянки трубопроводу до випробуємого
- попереднє випробування трубопроводу
- огляд трубопроводу з відмічанням дефектних місць
- усунення знайдених дефектів
- кінцеве випробування трубопроводів (після засипання траншеї)
- промивання трубопроводу
- наповнення трубопроводу хлорною водою
- вторинне промивання водою

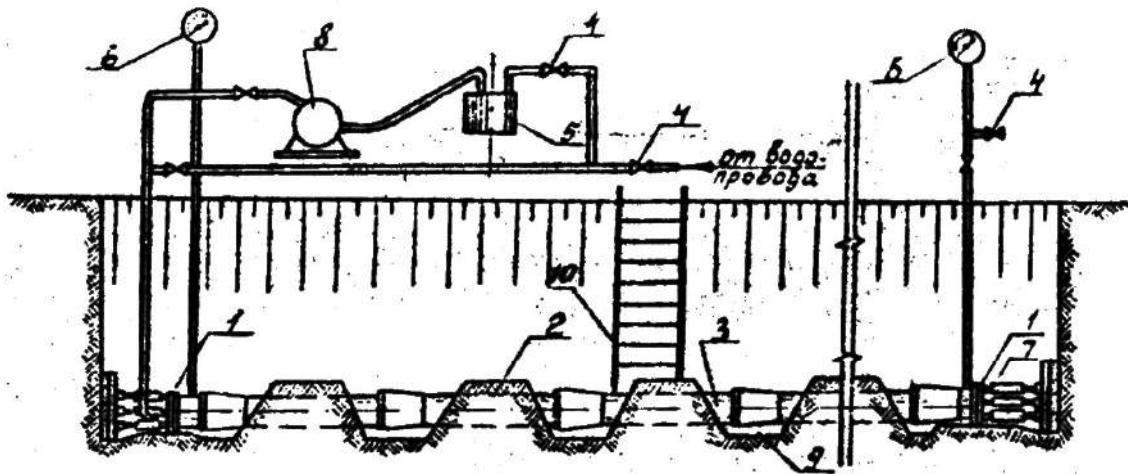


Схема гідралічного випробування напірних трубопроводів:

1-заклушки; 2-обсіпка труб ґрунтом; 3-трубопровід, що випробується; 4- вентиля; 5-мірна ємність; 6-манометри; 7-гідралічні домкрати; 8-насос; 9-прямок; 10-сходи

5.9 Розрахунок нормативів виконання робіт.

В якості захваток для виконання земляних і монтажних робіт при влаштуванні трубопроводу приймаються його ділянки між центрами сумісних колодязів (10 ділянок).

Нормативи трудозатрат:

$$Q_{ni} = \frac{H_{epi} \cdot V_i}{8,2}, \frac{\text{чол.} - \text{днів}}{\text{машино} - \text{змін}}, \quad \text{де } H_{ep} - \text{норма часу};$$

i - номер процесу або операції;

8,2 – тривалість робочої зміни;

V - об'єм робіт.

Нормативна тривалість виконання робіт: $t_{ni} = \frac{Q_{ni}}{N_{ni}}$, чол.-змін, де N_{ni} - нормативна кількість робочих.

Калькуляція трудових витрат

№ пор.	Найменування процесів	Об'єм робіт		Обґрунтування за ЕНиР	Норма часу люд.-год. маш.-год.	Трудоємність люд.-год. маш.-год.	Склад ланки	
		Одиниця виміру	Кількість одиниць				Професія /розряд/	К-ть
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Земляні роботи	м3	204,30					
2	Монтаж залізобетонних трубопроводів у траншеї з закладенням стиків	м	510,00	Е §9-2-6, табл. 4, п. 2	<u>0,85</u>	<u>433,50</u>	Монтажник 4р., 3р 2р	2 2 1
3	Монтаж колодязів з окремих кілець	1 шт	10,00	Е §9-2-29, табл. 1, п. 4	<u>12,00</u>	<u>120,00</u>	Монтажник 5р., 3р 2р	1 3 1
4	Гідравлічне випробування трубопроводів	м	510,00	Е §9-2-9, табл. 2 п.5	<u>0,48</u>	<u>244,80</u>	Монтажник 5р., 3 р.	1 1

Технологічні розрахунки монтажу мережі водопостачання

№	Найменування процесів і посилання на пункти калькуляції	Об'єм робіт		Трудомісткість люд.-зм. / маш.-зм.		Прийнятий склад ланок та бригади		Тривалість робіт, змін	Виконання норм, %
		Одиниця вимірювання	Кількість одиниць	за нормою	прийнята	Професія /розряд/	К-ть		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Земляні роботи	м3	204,30		-				
2	Монтаж залізобетонних трубопроводів у траншеї з закладенням стиків	м	510,00	<u>52,87</u> -	<u>51</u> -	Монтажник 4р., 3 р., 2 р.,	2 2 1	52:5= 10,20	103,66
3	Монтаж колодязів з окремих кілець	1 шт	10,00	<u>14,63</u> -	<u>14</u> -	Монтажник 5р., 3 р., 2 р.,	1 3 1	14:5= 2,8	104,53
4	Гідравлічне випробування трубопроводів	м	510,00	<u>29,85</u> =	<u>29</u> =	Монтажник 5р., 3 р.,	3 3	30:2= 4,8	102,94
	Всього:			<u>97,35</u> -	<u>94</u> -				

5.10 Техніка безпеки при виконанні робіт.

При виконанні робіт необхідно виконувати правила техніки безпеки, викладеній в ДБН А.3.2-2-2009 « Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві».

Такелажні роботи.

Завантажувально-розвантажувальні роботи повинні виконуватись під керівництвом майстра, який має відповідне посвідчення та несе відповідальність за безпечне переміщення вантажів за допомогою вантажопідйомних машин.

Майданчик для такелажних робіт повинен бути спланований із врахуванням стоку поверхневих вод та рівної поверхні, а також підтримуватися в чистоті й порядку. На ньому мають бути визначені проїзди та розвороти для транспорту.

При проїзді крана під дротами лінії електропередачі, наявність яких не дозволяє наблизитися до них на відстань менше 2–6 м, залежно від напруги, повинна бути дотримана. Робота кранів має здійснюватися на відстані 1,5–9 м від ліній електропередач, зокрема, для ліній напругою від 1 до 800 кВ.

Перед виконанням робіт машиністу крана видається наряд-допуск, який визначає умови безпеки в охоронній зоні. Документ повинен бути підписаний головним інженером або головним енергетиком підприємства, якщо є письмовий дозвіл на виконання робіт, який надається організацією, що експлуатує лінії електропередач.

При виконанні робіт з підйому, переміщення і вкладання труб необхідно дотримуватися таких правил:

- Особам, які не беруть участь у роботах, забороняється перебувати на місці виконання робіт та на кранах.

- Труби перед підйомом мають бути попередньо підняті на висоту 20-30 см для перевірки правильності строповки та надійності роботи гальм крану.

- Забороняється знаходитися в радіусі дії стріли крана плюс 5 м.
- Забороняється переносити труби над людьми.
- Машиністу крана забороняється одночасно опускати труби з поворотом стріли, а також різко їх кидати.
- При розвороті піднятих труб такелажники повинні використовувати парні відтяжки або спеціальні багри.

Монтаж трубопроводів.

Перед початком робіт з опускання трубопроводів у траншею необхідно ретельно перевірити сталеві стропи. Труби повинні бути закріплені таким чином, щоб їх розтруб знаходився вище гладкого кінця при опусканні в траншею. Забороняється скатування труб за допомогою ломів чи ваг.

При виконанні робіт в нерозкриплених котлованах і траншеях необхідно постійно контролювати стан їх відкосів. У разі виявлення рухливості ґрунту чи ослаблення кріплень, всі працівники повинні терміново покинути траншею або котлован до того, як будуть вжиті заходи для запобігання можливому обрушенню ґрунту.

Для робіт у колодязях і камерах використовуються ліхтарі, які повинні бути вибухобезпечними та мати напругу не більше ніж 12 В. Виконання робіт у колодязях дозволяється лише у складі ланки з трьох робітників. Один із них працює в колодязі, забезпечений запобіжним поясом, до якого прикріплений страхувальний канат. Другий кінець канату має бути закріплений зверху, причому один із двох страхувальників тримає канат і підтримує постійний візуальний та звуковий контакт з тим, хто працює внизу.

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ

Консультант: / Клімова І.В. /

Будівництво як трудова діяльність характеризується підвищеною небезпекою виконуваних робіт. Це обумовлено багатьма причинами.

Наприклад, в процесі будівництва працівникам доводиться зіштовхуватися з великою кількістю небезпечних і несприятливих факторів. Це може бути робота на висоті, робота на відкритому повітрі, у тому числі при несприятливих погодних умовах, робота зі шкідливими і небезпечними речовинами, в тому числі горючими і вибухонебезпечними матеріалами, фізично напружена робота, пов'язана з підйомом важких речей і великою кількістю переміщень, і т.д. Сюди ж можна додати необхідність застосування в процесі будівництва великої кількості різноманітного обладнання, пневмо- і електроінструменту, спеціалізованого автотранспорту і інших агрегатів, що вимагають додаткового навчання персоналу та підвищеної уваги при роботі.

У даному дипломному проекті аналізуються умови праці при будівництві мережі водовідведення та центральної каналізаційної станції з повною біологічною очисткою стічних вод. Технологічний процес цього виду діяльності може включати виникнення шкідливих факторів. Тому важливо проаналізувати критерії оцінки умов праці, аби забезпечити оптимальні умови для збереження здоров'я та працездатності працівників під час виконання їх трудових обов'язків.

Зокрема, розглянемо умови праці для робітника, який працює як машиніст екскаватора. Його діяльність пов'язана з виконанням земляних робіт, таких як влаштування котлованів та виконання навантажувальних робіт.

Під час роботи машиніста екскаватора можуть впливати такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори, як вібрація, шум, а також використання несправного чи невідповідного інструменту. Недотримання правильних прийомів роботи чи незадовільний рівень кваліфікації можуть призвести до травм і ушкоджень працівника.

6.1 Аналіз потенційно небезпечних та шкідливих виробничих факторів

Аналіз параметрів мікроклімату

Технологічний процес будівництва очисних споруд може призвести до виникнення шкідливих умов праці в теплий період року, коли температура повітря може досягати 30 °С, а вологість – бути високою, оскільки роботи виконуються на відкритому повітрі.

Швидкість руху повітря на робочих місцях має велике значення для створення комфортних умов праці. Людина починає відчувати повітряні потоки при швидкості близько 0,15 м/с. Якщо температура повітря не перевищує 36 °С, повітря освіжає, а при температурах вище 40 °С, це може мати пригнічувальний ефект. Влітку швидкість повітря повинна бути в межах від 0,2 до 1,0 м/с.

На відкритих майданчиках повинні бути організовані спеціальні режими роботи та відпочинку. Роботи на відкритому повітрі при температурі понад 33 °С заборонені.

Для покращення мікрокліматичних умов при високих температурах зовнішнього повітря необхідно забезпечити працюючих достатньою кількістю води та вітамінів для компенсації втрат організмом. Для збереження водно-сольового балансу в організмі людини застосовуються такі засоби захисту: вентиляція та очищення повітря, засоби індивідуального захисту, організація оптимальних режимів праці та відпочинку. Крім названого, проводять лікувально-профілактичні заходи, попередні медичні огляди та медогляди з метою попередження, а також ранньої діагностики захворювань у працівників.

Під час будівництва повітря в робочій зоні забруднюється пилом, що з'являється при навантаженні та розвантаженні сипучих матеріалів для будівництва, а також викидами шкідливих речовин будівельними машинами (пари бензину, солярки, вихлопні гази), допустимі концентрації шкідливих речовин наведені у табл. 6.1 [1].

Таблиця 6.1 Граничнодопустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони

Шкідлива речовина	ГДК
оксид вуглецю	20 мг/м ³
оксид азоту	5 мг/м
пари бензину	100 мг/м ³

Для забезпечення безпеки праці робітники-будівельники повинні мати спецодяг та виконувати роботи лише в допустимих нормах погодних умов.

Аналіз природного та штучного освітлення

Робоча зона повинна бути гарно освітлена. В залежності від характеристики зорової роботи, об'єкта розрізнення, визначаємо, що роботи екскаваторника належать до 5 розряду – малої точності. Природне освітлення робочих місць повинно відповідати вимогам нормативних документів. Вони наведені в табл.6.2. [1].

Таблиця 6.2 – Норми освітленості для штучного освітлення та КПО для природного та суміщеного освітлення згідно з ДБН В.2.5-28-2018

Характеристика зорової роботи	Розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Контраст об'єкта розрізнення з фоном	Характеристика фону	Штучне освітлення		Природне освітлення	
						Освітленість, лк		КПО e_H^{III} , %	
						Комбінована	Загальна	Верхнє або комбіноване	Бокове
Малої точності	Від 1 до 5	V	б	Середній	Середній	-	200	3	1

Перед початком роботи машиніст повинен переконатись у достатній освітленості робочого місця, а також наявності освітлення на екскаваторі, справності сигнального та блокуючого обладнання, контрольно-вимірювальних приладів.

Для забезпечення нормованих значень виробничого освітлення в темний період доби передбачено штучне освітлення на майданчику.

Аналіз шуму та вібрації

До виробничих віброакустичних коливань відносяться: інфразвук, шум, ультразвук та вібрація. ДСН 3.3.6-037-99 регламентують граничні величини шуму на робочих місцях. Нормуються параметри вібрації відповідно до вимог ДСН 3.3.6.039-99 «Державні санітарні норми виробничої та загальної вібрацій».

Таблиця 6.3 – Допустимі рівні звукового тиску

Вид трудової діяльності, робоче місце	Рівні звукового тиску, дБ в октавних смугах із середньгеометричними частотами, Гц									Еквівалентні рівні звуку, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
На постійних робочих місцях у виробничих приміщеннях та на території підприємства	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

При виконанні робіт використовуються будівельні машини та механізми, які можуть створювати шум і вібраційні коливання, що може негативно позначатися на здатності робітників виконувати свої виробничі завдання. Шум, який створюється екскаватором за еквівалентним рівнем інтенсивності досягає 96 дБ.

Рівні шуму вище за 80 дБ є шкідливими. У той же час, люди, на яких впливає шум у межах від 85 до 90 дБ, повинні бути під наглядом спеціалістів тому, що при довгостроковій роботі в таких умовах у найбільш чутливих до впливу шумів людей може відбуватись погіршення слуху.

Причиною порушення нормуючого рівня вібрації при виконанні робіт є виникаючі невідношені силові впливи. Вібрація призводить до фахових захворювань - віброзахворювань, лікування котрих можливо тільки на ранніх стадіях.

Для боротьби з шумом та вібрацією перед початком роботи необхідно перевірити всі деталі, які обертаються та відцентрувати їх. Для захисту від шуму потрібно встановлювати шумопоглинаючі кожухи, по можливості замінювати зубчасті передачі черв'ячними, встановлювати підшипники, застосовувати засоби індивідуального захисту.

Транспортна вібрація діє на людину на робочих місцях самохідних та причіпних машин, транспортних засобів під час руху по місцевості і дорогах. Вібрація від дії екскаватора становить 60 дБ, що не перевищує нормоване значення.

Таблиця 6.4 – Гранично допустимі рівні загальної вібрації категорії 1 (транспортна)

Середньгеометричні частоти смуг, Гц	Гранично допустимі рівні			
	Віброшвидкості, дБ		Віброприскорення, дБ	
	у 1/1 окт.		у 1/1 окт.	
	Z ₃	X ₃ , Y ₀	Z ₃	X ₃ , Y ₀
Коректовані, еквівалентні коректовані рівні	107	116	65	62

У нормативній документації на машини, які створюють вібрацію, розробником вказуються технічні норми вібрації, вони вносяться до технічних умов на конкретну машину та паспорт.

У нормативній документації на машини визначаються умови, при яких забезпечується виконання вимог санітарних норм вібрації на робочому місці, установлені технічні норми вібрації та методи контролю вібраційних характеристик машин. Для вібронебезпечних машин санітарною нормою вібрації є допустимі рівні.

Для зменшення дії віброакустичних коливань на працюючих повинен проводитися контроль вібрації машин:

- безперервний - при введенні в експлуатацію і подальший - раз на рік;

- вибірковий;
- після кожного ремонту та при внесенні змін в конструкцію.

Аналіз електробезпеки

Особливо небезпечна для людини дія електричного струму, яка може призвести до різних видів травматизму. Для контролю за електробезпекою організації призначають відповідального інженерно-технічного працівника.

При експлуатації екскаватора поблизу ліній електропередач існує небезпека ураження електричним струмом. Тому робота екскаватора на відстані менше 30 м від крайнього проводу ліній електропередач або повітряної мережі з напругою понад 42 В дозволяється лише за нарядом-допуском, що визначає безпечні умови роботи. Машиністу забороняється самостійно розміщувати екскаватор поблизу ліній електропередач. Виконання робіт повинно здійснюватися під безпосереднім керівництвом особи, відповідальної за безпеку робіт екскаватором, яка визначає місце установки екскаватора, контролює виконання вимог наряду-допуску та робить відповідний запис у вахтовому журналі машиніста про дозвіл на продовження роботи.

Виконавцями мають бути застосовані технічні заходи, що унеможливають підняття робочих пристроїв на меншу за нормовану відстань до проводів ЛЕП. При неможливості виконання цих умов, з ліній електропередач повинна повністю зніматись напруга на час роботи чи переміщення екскаватора [1-3].

Процес будівництва очисних споруд, КНС супроводжується дією на персонал ШНВФ, аналіз яких наведено у таблицях 6.5, 6.6.

Таблиця 6.5. Аналіз потенційно небезпечних та шкідливих виробничих факторів, що характеризують даний вид робіт

№ з/п	Назва ШНВФ	Чим викликана	До яких видів ризику чи	Нормативні і рівні дії	Заходи по усуненню небезпечної

		небезпека від дії ШНВФ	захворювання може призвести дія ШНВФ	ШНВФ/ нормативний документ, що регулює дію ШНВФ	дії ШНВФ, передбачені проектом
1	2	3	4	5	6
1.	Знижений рівень температури повітря у виробничих приміщеннях і спорудах	Низькою температурою оточуючого середовища	До простудних захворювань обслуговуючого персоналу	18-20 Со / ДСН 3.3.6.042-99	Улаштування системи опалення в будівлях, теплоізоляція.
2.	Забруднення повітря пилом в робочій зоні	Навантаження та розвантаження м сипучих матеріалів будівництва	Катари верхніх дихальних шляхів, ураження легеневої тканини	8мг/ м ³	Наявність спецодягу в робітників, раціональна вентиляція
3.	Недостатнє освітлення робочої зони екскаватора	Несправність контрольно-вимірювальних приладів	Травмування персоналу	200лк	Передбачити штучне освітлення в темний період доби
4.	Вібраційні коливання на будівельному майданчику	Використання вібраційних машин	Погіршення слуху, вібраційна хвороба	60-80 дБ	Застосувати засоби індивідуального захисту, контроль вібрації машин
5.	Ураження електрострумом	Робота екскаватора поблизу ліній електропередачі	Опіки, електротравма, раптова смерть	12-42 В	Застосування техн. заходів для запобігання підняття на ненормовану відстань до ЛЕП,

					зняття напруги з проводів
	Обвалення грунту при роботі в котловані	Нестійкість укосів грунту, хиткий стан брил та каменів	забої, переломи, струси	H= -3,5 РГВ=- 10,0м	Закріплення виїмок, видалення брил грунту, відведення поверхневих і підземних вод
7.	Падіння з висоти працівників	Несправні містки через виїмки	забої, переломи, струси, розриви внутрішніх органів	H=3,5м	Встановлення огорож з переджувальн ими написами та сигнальним освітленням в нічний час
8.	Підвищена загазованість повітря робочої зони	Порушення у просторі підземних комунікацій	газове отруєння, втрата свідомості	1м2 /м3	Забезпечення захисту органів дихання, ведення газового контролю

Таблиця 6.6. Аналіз потенційно небезпечних та шкідливих виробничих факторів, що характеризують обладнання

№ з/п	Назва шкідливого фактору	Чим викликаний шкідливий фактор	До якого захворювання приводить шкідливий фактор	Заходи по усуненню шкідливого фактору передбачені проектом
1	2	3	4	5
1.	Рухомі елементи та частини обладнання	Обертаючий і поступальний рух	До травматизму обслуговуючого персоналу та тих, хто знаходиться у	Обмеження доступу до небезпечної зони де є

	(лебідка)	лебідки.	потенційно небезпечній зоні впливу обладнання з можливою втратою працездатності чи летальними наслідками	рухомі елементи і пристрої; попереджувальні знаки щодо техніки безпеки проведення даного виду робіт; інструктаж персоналу у відповідності до вимог законодавства.
2.	Відлітаючи предмети (при вібрації заглушок і випробуваннях трубопроводів при обробці труб)	Відлітаючі предмети при випробуванні З/Б труб їх елементів	До травматизму і втрати працездатності	Дотримання правил по техніці безпеки, використання справних механізмів і приладів
3.	Утворення вибухонебезпечних сумішей в замкненому просторі, колодязях камерах	Накопичення газів в замкненому просторі до небезпечних концентрацій	До сильних отруєнь і втрати працездатності	Влаштування вентиляції, провітрювати колодязі камери, використовувати газоаналізатори або лампи ЛБВК
4.	Небезпечний рівень напруги в електричній цепі; розрив електричних ланцюгів	Порушення правил улаштування електричних установок, неправильна організація праці	Ураження робочих електричним струмом	Улаштування заземлення дотримання правил техніки безпеки
5.	Пожежа	Порушення правил експлуатації електричного	Одержання опіків, та смертельних випадків	Додержання правил експлуатації обладнання,

		обладнання		дотримуватися техніки безпеки при роботі
--	--	------------	--	--

6.2 Заходи профілактики виявлених шкідливих і небезпечних факторів

В результаті аналізу небезпечних та шкідливих виробничих факторів, що виникають при виконанні земляних, монтажних, опоряджувальних та покрівельних робіт, виявлено такі загрози, як обвал ґрунту, падіння людей та матеріалів з висоти, ураження електричним струмом та інші. Ці фактори створюють серйозний ризик для життя, здоров'я та працездатності працівників, залучених до виконання таких робіт.

Аналіз було виконано на підставі актуальної нормативної бази, щодо безпеки виконання даних робіт, що діє в Україні.

У якості заходів, які дозволять зменшити ризик виникнення професійних захворювань та травмування на зазначеному об'єкті дослідження можна запропонувати наступні:

1) Для зменшення дії підвищеної температури - зменшити фізичне навантаження працівників, за можливості не проводити роботи на відкритому повітрі при температурі повітря вище 37°C, забезпечити працівників на робочих місцях охолодженою питною водою, проводити постійний моніторинг погодних умов.

2) Для зменшення дії підвищеного вмісту небезпечних речовин у повітрі робочої зони - удосконалення технологічних процесів та устаткування, автоматизація і дистанційне керування технологічними процесами, герметизація виробничого устаткування.

3) При розробці котловану звернути на наступне :

- за станом відкосів і виїмок необхідно вести систематичний нагляд;

- вантажити ґрунт в автосамоскид при допомозі екскаватора зі сторони заднього або бокового борту автомобіля;

- заборонено під час завантаження ґрунту знаходитися між екскаватором і транспортним засобом;

- заборонено знаходитися в зоні дії робочих органів землерийних машин, атакож виконувати тут інші види робіт.

4) При необхідності виконання короточасних робіт на висоті більше 1,3м без риштувань, необхідно обов'язково застосовувати запобіжні пояси. Робітники, які будуть працювати на висоті, повинні пройти медогляд і мати дозвіл лікаря на виконання такого типу робіт. При роботі на висоті потрібно уважно слідкувати за тим, щоби не опустити вниз інструмент чи матеріал і нанести пошкодження людям, які знаходяться внизу. Прохід внизу під час робіт необхідно заборонити, для чого ділянки підлоги, на яких знаходяться нижче особи, які працюють на висоті, повинні бути загороджені лінвою, на якій вивішені плакати «Прохід закритий-небезпечно!».

5) Обладнання, що знаходиться під напругою, повинно бути заземлено. Всі роботи з проводки електроенергії і переміщенню електрообладнання виконуються електриком, що знає правила безпеки при влаштуванні, експлуатації, ремонту і демонтажі (монтажі) електрообладнання.

ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Консультант: / Хоружий В.П. /

7.1 Поняття «охорона навколишнього середовища».

Охорона навколишнього середовища (англ. environmental protection / control / conservation, нім. Umweltwissenschaften) — система заходів щодо раціонального використання природних ресурсів, збереження особливо цінних та унікальних природних комплексів і забезпечення екологічної безпеки. Ця концепція передбачає впровадження державних, адміністративних, правових, економічних, політичних і суспільних заходів, спрямованих на раціональне використання, оновлення і збереження природних ресурсів землі, обмеження негативного впливу людської діяльності на довкілля.

Охорона природного середовища, ефективне використання природних ресурсів і забезпечення екологічної безпеки є необхідними умовами для сталого економічного і соціального розвитку України. У цьому контексті Україна проводить екологічну політику, спрямовану на збереження безпечного для життя природного середовища, захист здоров'я населення від негативного впливу забруднення, досягнення гармонійного співвідношення між суспільством і природою, а також охорону, ефективне використання і відновлення природних ресурсів. [26].

7.2 Джерела і види забруднення водних ресурсів.

Під терміном "забруднення водних ресурсів" розуміється будь-яке змінення фізичних, хімічних і біологічних властивостей води, яке відбувається в водоймах через викидання в них рідинних, твердих або газоподібних речовин. Це може призводити до негативних наслідків, роблячи воду цих водойм небезпечною для використання і завдаючи шкоду національному господарству, здоров'ю та безпеці населення.

Основними джерелами забруднення водних ресурсів є [27]:

стічні води промислових та комунальних підприємств;

відходи від розробок рудних і нерудних копалин;

води рудників, шахт, нафтопромислів;

відходи деревини при заготівлі, обробці, сплаві лісових матеріалів (кора, тирса, тріска, колоди, хмиз та ін.);

викиди водного, залізничного та автомобільного транспорту;

первинна переробка льону, коноплі та інших технічних культур.

Основні види забруднення [27]:

Будь-яка водойма або джерело води є взаємодійною з навколишнім середовищем. Вони піддаються впливу умов, що формують поверхневий або підземний стік води, різних природних явищ, промисловості, будівництва, транспорту, сільськогосподарської та побутової діяльності людини. Ці впливи призводять до введення водного середовища нових речовин, які є чужими для нього - забруднюючих речовин, які погіршують якість води.

Найбільш інтенсивними джерелами забруднення поверхневих вод є великі підприємства, які займаються виробництвом целюлози та паперу, хімічні підприємства, нафтопереробні заводи, харчові та текстильні підприємства, а також гірничорудні і металургійні комбінати. Значний внесок у забруднення водних ресурсів робить також сільськогосподарське виробництво.

Особливо небезпечним є сплавлення лісу, який був оброблений сильнодіючими отрутохімікатами, такими як антисептики, що використовуються в лісовій промисловості. У результаті вода стає непридатною для споживання і для життя водних організмів. Під час сплавлення багато деревини тоне і розкладається на дні, що також призводить до збільшення смертності водних організмів..

Сільське господарство - один з найбільших споживачів і, одночасно забруднювачів природних вод внаслідок використання міндобрив, пестицидів та інших хімікатів, функціонування великих тваринницьких комплексів, зрошування земель.

Кожного року в ґрунт вноситься понад 50 мільйонів тонн азотних добрив. Широко поширеним явищем є забруднення води добривами і пестицидами, які є токсичними і небезпечними для живих організмів. У багатьох сільських районах, де використовуються азотні добрива великими кількостями, вже сьогодні 50% колодязів містять надмірну кількість нітратів - більше 20 мг/л, а нітрити перевищують норму. У більшості випадків їх рівень становить від 100 до 1500 мг/л, а часом перевищує 2000 мг/л. Відомі випадки серйозних захворювань, включаючи смерть дітей, особливо немовлят.

Сполуки азоту і нітратні іони належать до мутагенних речовин, які призводять до генетичних захворювань.

Синтетичні миючі засоби, які потрапляють у водоймища, є дуже небезпечними. Навіть невелика кількість цих засобів викликає неприємний смак і запах води, утворює піну і плівку на поверхні, що заважає доступу кисню і спричиняє загибель водних організмів. Заростання водоймищ водоростями, зокрема синьо-зеленими, також відноситься до особливих видів забруднення, оскільки розкладання цих водоростей спричиняє захворювання і загибель риби.

Забруднення природних вод побутовими стоками є особливо небезпечним для здоров'я людини. Така забруднена вода повністю непридатна для використання населенням, оскільки містить патогени, що спричиняють різноманітні інфекційні захворювання, такі як паратиф, дизентерія, інфекційний вірусний гепатит, туляремія та інші. Забруднення вод важкими металами має серйозні наслідки.

Забруднення, що надходять у водне середовище, класифікують по-різному, у залежності від підходів, критеріїв і завдань. Так, звичайно виділяють механічне, хімічне, фізичне і біологічне забруднення [27].

Фізичне забруднення - підвищення вмісту механічних домішок, властиве в основному поверхневим видам забруднень;

хімічне забруднення - наявність у воді органічних і неорганічних речовин токсичної і нетоксичної дії;

бактеріальне і біологічне забруднення - наявність у воді різноманітних патогенних мікроорганізмів, грибів і дрібних водоростей;

радіоактивне забруднення - присутність радіоактивних речовин у поверхневих чи підземних водах;

теплове забруднення - випуск у водойми підігрітих вод підприємств, теплових і атомних ЕС.

Фізичне забруднення виникає внаслідок збільшення у воді нерозчинних домішок - піску, глини, мулу за рахунок змиву дощовими водами з розораних ділянок (полів), надходження суспензій з діючих підприємств гірничодобувної промисловості, пилу, що переноситься вітром у суху погоду тощо. Тверді частки знижують прозорість води, пригнічуючи розвиток водних рослин, забивають зябра риб та інших водних тварин, погіршуючи смакові якості води, а то й роблять її взагалі непридатною для споживання.

Хімічне забруднення води відбувається за рахунок надходження у водойми з стічними водами різних шкідливих домішок неорганічного (кислоти, луги, мінеральні солі) і органічного походження (нафта й нафтопродукти, миючі засоби, пестициди тощо). Шкідлива дія токсичних речовин, що потрапляє у водойми, посилюється за рахунок так званого кумулятивного ефекту, що полягає в прогресуючому збільшенні вмісту шкідливих сполук у кожній послідовній ланці харчового ланцюжка.

Особливої шкоди водоймам завдають нафта й нафтопродукти, які утворюють на поверхні плівку, що перешкоджає газообмінові між водою і атмосферою і знижує вміст кисню у воді; 1 т нафти здатна розпливтися на 12 км² поверхні води. Осідаючина дно, згустки мазуту вбивають донні мікроорганізми, що беруть участь у самоочищенні води. Гниття донних осадків, забруднених

органічними сполуками, продукує в воду отруйні сполуки, зокрема сірководень, що забруднює воду в річці чи озері.

Біологічне забруднення водойм полягає у надходженні в них зі стрічними водами різних мікроорганізмів (бактерій, вірусів), спор грибків, яєць хробаків і т. д.

Комунально-побутові стоки, особливо якщо вони неочищені або очищені недостатньо, і стоки підприємств, таких як цукрові заводи, м'ясокомбінати, заводи з обробки шкіри, деревообробні комбінати, займають перше місце серед біологічних забруднювачів. Води, які нагріваються і викидаються у водойми підігрітими від теплових електростанцій (ТЕС), атомних електростанцій (АЕС) та інших енергетичних установок, також спричиняють теплове забруднення. Ця тепла вода змінює термічний і біологічний режими водойм і має шкідливий вплив на життя їх мешканців.

Дослідження гідробіологів показали, що вода, нагріта до 26-30°C, має пригнічуючий вплив на рибу та інших мешканців водойм, а якщо температура води піднімається до 36°C, це призводить до загибелі всієї риби. Атомні електростанції викидають найбільшу кількість теплої води у водойми.

Підприємства харчової промисловості і сільгосп підприємства є основними джерелами забруднення водних ресурсів мінеральними речовинами і біогенними елементами. Кожного року зі зрошуваних земель вимивається близько 6 млн. тонн солей та відходів, що містять ртуть, свинець і мідь. Частина цих відходів виноситься далеко за межі водних територій. Забруднення ртуттю значно впливає на первинну продукцію морських екосистем, пригнічуючи розвиток фітопланктону. Відходи, що містять ртуть, зазвичай накопичуються в донних відкладеннях рік і затоках. Подальша міграція ртуті супроводжується нагромадженням метилової ртуті і її увімкненням у трофічні ланцюги водних організмів, включаючи людину.

Значна кількість органічних речовин, більшість з яких не характерна для природних вод, викидається в річки разом із промисловими і побутовими стоками. Забруднення водойм і водостоків спостерігається в усіх промислових країнах і продовжує зростати. *Забруднення води сільськогосподарськими стоками.* У зв'язку з інтенсифікацією тваринництва все більше дають про себе знати стоки підприємств даної галузі сільського господарства [28].

Викликає серйозне занепокоєння забруднення водойм пестицидами і мінеральними добривами, що потрапляють з полів разом зі струменями дощової і талої води. У результаті досліджень, наприклад, доведено, що інсектициди, що містяться у воді у вигляді суспензій, розчиняються в нафтопродуктах, якими забруднені ріки й озера. Ця взаємодія призводить до значного ослаблення окисних функцій водних рослин. Потрапляючи у водойми, пестициди накопичуються в планктоні, бентосі, рибі, а по ланцюжку харчування потрапляють в організм людини, діючи негативно як на окремі органи, так і на організм у цілому.

Границі першого поясу зони поверхневого джерела водопостачання, у тому числі водопідвідного каналу, повинні встановлюватися на відстанях від водозабору:

- для водотоків (ріки, канали):

- нагору за течією — не менше 200 м;
- униз за течією — не менше 100 м;
- по прилягаючому до водозабору берегу – не менше 100 м від урізу води при літньо-осінній межені;
- у напрямку до протилежного берега при ширині водотоку менше 100 м вся акваторія і протилежний берег шириною 50 м від урізу води при літньо-осінній межені і при ширині водотоку більш 100 м — смуга акваторії шириною не менше 100 м;

- на водозаборах ковшового типу в границі першого пояса включається акваторія ковша і територія довкола нього смугою не менше 100 м.

Границі другого пояса зони водотоку слід встановлювати:

- нагору за течією, включаючи припливи – виходячи зі швидкості руху води, осередненої по ширині і довжині водотоку чи на окремих його ділянках і часі протікання води від границі пояса до водозабору при середньомісячній витраті води літньо-осінньої межні 95 % забезпеченості не менше 5 діб для ІА, Б, У, Г и ІА кліматичних районів і не менше 3 доби для інших кліматичних районів;

- униз за течією – не менше 250 м;

- бічні границі – на відстані від уріза води при літньо-осінній межні – при рівнинному рельєфі – 500 м, при гористому рельєфі місцевості – до вершини першого схилу, зверненого у бік водотоку, але не більш 750 м при пологішому схилі і 1000 м при крутому схилі.

При наявності в ріці підпору чи зворотного плину відстань нижньої границі другого пояса від водозабору, повинна встановлюватись в залежності від гідрологічних і метеорологічних умов, за узгодженням з органами санітарно - епідеміологічної служби.

На судноплавних ріках і каналах до границі другого пояса зони варто включати акваторію, що прилягає до водозабору в межах фарватеру.

Примітка: В окремих випадках в залежності від місцевих умов бічні границі другого пояса допускається збільшувати за узгодженням з органами санітарно-епідеміологічної служби.

Границі третього пояса зони поверхневого джерела водопостачання повинні бути нагору і вниз за течією чи водотоку в усі сторони по акваторії водойми такими ж, як для другого поясу; бічні границі — по водорозділу, але не більш 3 – 5 км від водотоку чи водойми.

Для майданчика очисних споруд.

Границя першого поясу повинна збігатися з огорожею території очисних споруд, яка встановлюється на відстані 30 метрів від стін резервуарів для фільтрованої води та фільтрів, і не менш ніж 15 метрів від усіх інших споруд. Будівлі, за винятком прохідних або адміністративно-побутових споруд, не дозволяється приєднувати до огорожі.

Склади для зберігання сильнодіючих отруйних речовин, таких як хлор, повинні розташовуватися на відстані не менше 30 метрів від будівель з постійним перебуванням людей та від водойм.

Огорожа території очисної станції повинна бути суцільною, висотою 2,5 метра. Також дозволяється суцільна огорожа висотою 2 метри з додаванням 0,5 метра з колючого дроту або металеві сітки.

По периметру огорожі необхідно забезпечити охоронне освітлення, двосторонню електродзвінкову сигналізацію та телефонний зв'язок.

Список літератури

ДБН В.2.5-28-2018

Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. ДБН В.2.5-75:2013. Мінрегіон України, Київ-2013.

Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. ДБН В.2.5-74:2013. Мінрегіон України, Київ-2013. – 172 с.

Внутрішній водопровід та каналізація. ДБН В.2.5-64:2012. Мінрегіон України, Київ-2012.

Водоснабжение и водоотведение населенных пунктов. Учебное пособие. / В.П. Хоружий, М.В. Драпалюк. Одесса: ОГАСА - 2016. – 298 с.

Водовідведення та очистка стічних вод міста. Навчальний посібник / Укл.: О.А. Василенко, С.М. Епоян та ін., Київ-Харьків, 2012. - 538 с.

Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Проектування та монтаж мереж водопостачання та каналізації з пластикових труб. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – 44 с.

Василенко О.А. Епоян С.М. та ін.. Водовідведення та очистка стічних вод міста. Курсове та дипломне проектування. Приклади та розрахунки. Навчальний посібник. – Київ-Харьків: КНУБА, ХНУБА: ТО Ексклюзив, 2012. – 540 с.

Правила охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами. Постанова Кабінету міністрів України № 495 від 25 березня 1999 р. – 5.

Методичні вказівки і завдання до виконання курсового проекту «Очисні споруди водовідведення»./Укладачі О.А. Василенко та інші. – К. КНУБА. 2018. - 34 с.

ДБН В.2.5-64:2012. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина 1. Проектування. – Київ: Мінрегіон України, 2013. – 113 с.

Кравчук А.М., Ільїна І.В., Чупрунова Н.А. Альбом завдань по санітарно-технічному обладнанню будівель. – К.; КНУБА, 2002. – 40 с.

Кравчук А.М., Кравчук О.Я. Водопостачання і каналізація: навчальний посібник. – К.: КНУБА, 2012. – 180 с.

Константинов Ю.М., Василенко А.А., Сапухин А.А. Гидравлический расчет сетей водоотведения. Расчетные таблицы. – К.: Будівельник, 1987. – 120 с.

Шевелев Ф.А., Шевелев А.Ф. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб. – М.: Стройиздат, 1984. – 116 с.

Петрухно А.И., Залуцкий Э.В. Методические указания по подбору насосов насосных станций систем водоснабжения. – К.: КИСИ, 1986.

Залуцкий Э.В., Петрухно А.И. Методические указания по выполнению графической части в курсовом проектировании насосных станций. – К.: КИСИ, 1988.

Технологічні процеси у будівництві: методичні вказівки до виконання практичних занять, курсової роботи і частини дипломного проекту для здобувачів вищої освіти на першому (бакалаврському) рівні за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» спеціалізацією «Водопостачання та водовідведення» / уклад.: І. М. Уманець – К.: КНУБА, 2020. – 48 с

Технологія будівельного виробництва: підручник / [В. К. Черненко, М.Г. Ярмоленко, Г. М. Батура та ін.; за ред. В. К. Черненка, М.Г. Ярмоленка]. – К.: Вища шк., 2002. – 430 с.: іл.

Возведение емкостных сооружений. Методические указания к комплексному курсовому проекту «Проектирование строительства сооружений водоснабжения и канализации» для студентов всех форм обучения специальности «Водоснабжение и канализация». / Сост. А.М. Звенигородский, Е.В. Богуславский. – Киев: КИСИ, 1985. – 52 с

Технологія будівельного виробництва : методичні вказівки до виконання курсової роботи / уклад.: І.М. Уманець, В.В. Чепурний. – К.: КНУБА, 2018. - 28 с.

Лубенець В.Г., Зельцер Р.Я., Титок В.В. Будівельні крани: посібник. – К.: КНУБА, 2012. – 204 с

Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Сборник Е 4. Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций. Вып. 1. Здания и промышленные сооружения. – М.: Стройиздат, 1987. – 64 с.

Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Сборник Е 22. Сварочные работы. – М.: Стройиздат, 1987. – 36 с.

ДБН А.3.1-5-2016. Організація будівельного виробництва. – [Чинний від 2016-01-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2016. – 34 с.

ДБН А.3.2.-2-2009. Охорона праці та промислова безпека у будівництві. – [Чинний від 2013-01-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2012. – 94 с.

Закон України "Про охорону навколишнього природного середовища" № 1264-ХІІ від 25 червня 1991 року.

Шматько В.Г. Екологія та організація природоохоронної діяльності /В.Г. Шматько, Ю.В. Нікітін. – К.: КНТ. - 2008. – 304 с.

Васюкова Т.Г. Екологія: підручник / Т.Г. Васюкова, О.І. Ярошева. - К.: Конкорд. - 2009. - 524 с.