

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
ІНЖЕНЕРНО-ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ РОСЛИНИХ ПОЛІМЕРІВ

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Гомеля М.Д.

«__» _____ 20__ р.

Дипломний проєкт
на здобуття ступеня бакалавра
зі спеціальності - 161 Хімічні технології та інженерія
на тему: «Удосконалення технології очищення комунально-побутових
стічних вод міста Бровари»

Виконав:

студент IV курсу, групи ЛЦ-01, Тарадай Майя Сергіївна _____

Керівник:

Доцент, д.т.н., доцент, Хохотва О. П. _____

Консультант з розділу «охорона праці»:

Ст.викл., к.т.н., Ковтун А.І. _____

Засвідчую, що у цьому дипломному проєкті немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студентка _____

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменквання	Кількість листів	Примітка
1.	A4		Завдання на дипломний проєкт		
2.	A4		Пояснювальна записка	70	
3.	A1		Технологічна схема	1	
4.	A1		План розміщення очисних споруд	1	
5.	A1		Профіль руху води	1	

				ДП ЛЦ0124		
	ПІБ	Підп.	Дата			
Розроб.	Тарадай М.С			Відомість дипломного проєкту	Лист	Листів
Керівн.	Хохотва О.П.				2	70
Консульт.	Ковтун І.М.				КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. Е та ТРП Гр. ЛЦ-01	
Н/контр.						
Зав.каф	Гомеля М.Д.					

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Інженерно-хімічний факультет
Кафедра екології та технології рослинних полімерів

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 161 Хімічні технології та інженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ М. Д. Гомеля

«__» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проєкт студенту

Тарадай Майї Сергіївні

1. Тема проєкту «Удосконалення технології очищення комунально-побутових стічних вод міста Бровари»,

керівник проєкту доц., к.х.н., Хохотва Олександр Петрович

затверджені наказом по університету від «17» травня 2024 р. № 1993-с

2. Термін подання студентом проєкту «б» червня 2024 р.

3. Об'єкт дослідження: діяльності Комунального підприємства «Броваритепловодоенергія», очистка комунальних стічних вод в місті Бровари.

4. Перелік графічного матеріалу: технологічна схема, розміщення очисних споруд на відмітці 0,000, профіль руху води

5. Консультанти розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Ковтун А.І., ст. викладач ,к.т.н.		

6. Дата видачі завдання«20» травня 2024 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту	Термін виконання етапів дипломного проєкту	Примітка
1	Проходження переддипломної практики	06.05.2024-19.05.2024	
2	Аналіз джерел літератури по темі дипломного проєкту та komponування літературного розділу.	19.05.2024-21.05.2024	
3	Аналіз характеристик та значень впливу діяльності родовища на атмосферне повітря, водне середовище та геологічне середовище.	21.05.2024-23.05.2024	
4	Визначення дотримання норм значень концентрацій забруднюючих речовин та дотримання встановленої ГДК.	23.05.2024-26.05.2024	
5	Опрацювання і узагальнення отриманих результатів.	26.05.2024-31.06.2024	
6	Виконання креслень	01.06.2024-03.06.2024	
7	Оформлення результатів дипломного проєкту	04.06.2024-05.06.2024	
8	Представлення роботи до захисту.	06.06.2024	

Студент _____

М.С.Тарадай

Науковий керівник проєкту _____

О.П.Хохотва

Пояснювальна записка
до дипломного проєкту
на тему: Удосконалення технології очищення комунально-побутових
стічних вод міста Бровари

АНОТАЦІЯ

Дипломний проєкт :70 сторінок, 8 - таблиць, 8 рисунків, 13 - джерел, додаток - 3

Мета проєкту – проєктування станції очищення комунально-побутових стічних вод. Для досягнення зазначеної мети було поставлено та вирішено такі завдання:

- аналіз складу комунальних стічних вод та вибір технологічної схеми для даних умов;
- розрахунок матеріального балансу та формування блок-схеми
- розрахунки технологічних та гідравлічних споруд
- проєктування адміністративно-побутових споруд та розміщення технологічних споруд

Було опрацьовано технологічні рішення, для підвищення ефективності очищення стічних вод та розроблено удосконалену технологічну схему очищення комунально-побутових стоків. Для вдосконалення обрано встановлення метантенку, який зменшить навантаження на відстійник, дозволить вилучити метан та покращить процес утилізації відходів. Також, після вторинних відстійників воду необхідно піддавати знезараженню. В нашому випадку було обрано озонування.

Графічна частина включає: схеми профілю руху води, розміщення технологічних споруд та технологічної схеми.

ОЗОНУВАННЯ, ЗНЕЗАРАЖЕННЯ, СИРИЙ ОСАД, МЕТАНТЕНК, АКТИВНИЙ МУЛ, КАМЕРА ОЗОНУВАННЯ, РЕШІТКИ

					НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», №ЛЦ-0124			
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата				
Розробив		Тарадай.М.С			АНОТАЦІЯ	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірів		Хохотва О.П.					6	76
Реценз.						ІХФ, ЛЦ-01		
Н.Контр.								
Затверд.		Гомеля М.Д						

ANNOTATION

Diploma project: 70 - pages, 8 - tables, 8 - figures, 13 - sources, appendix - 3

The purpose of the project is to design a municipal wastewater treatment plant. To achieve this goal, the following tasks were set and solved:

- analysis of the composition of municipal wastewater and selection of a technological scheme for these conditions;
- calculation of the material balance and formation of a block diagram
- calculations of technological and hydraulic facilities
- design of administrative and domestic facilities and placement of technological facilities

Technological solutions were worked out to increase the efficiency of wastewater treatment and an improved technological scheme for the treatment of communal and domestic sewage was developed. The installation of a methane tank was chosen for improvement, which will reduce the load on the clarifier, allow methane extraction and improve the waste disposal process. Also, after the secondary settling tanks, the water must be disinfected. In our case, ozonation was chosen.

The graphic part includes: diagrams of the profile of water movement, placement of technological facilities and a technological diagram.

OZONATION, DISINFECTION, RAW SEDIMENT, METHANE TANK, ACTIVATED SLUDGE, OZONATION CHAMBER, GRATES

					НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», №ЛЦ-0124			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>		Тарадай.М.С			АНОТАЦІЯ	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевірів</i>		Хохотва О.П.					6	76
<i>Реценз.</i>						ІХФ, ЛЦ-01		
<i>Н.Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		Гомеля М.Д						

ЗМІСТ

ВСТУП.....	10
1.ТЕХНІЧНО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ	11
2.ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	13
2.1 Характеристики води та вимоги до очищення комунально-побутових стічних вод	13
2.2 Визначення нормативів гранично допустимого скиду (ГДС) речовин, що надходять в річку із стічними водами	15
2.3 Вибір та обґрунтування технологічної схеми очищення стічних вод.....	20
2.5 Теоретичні дані про фізичні та хімічні процеси, які реалізуються в даній технологічній схемі очищення комунальних стічних вод.....	33
2.5.1 Механічні методи очищення стічних вод	34
2.5.2 Біологічні методи очищення стічних вод	37
2.5.3 Оброблення осаду.....	39
2.5.4 Дезінфекція води	40
3.ГІДРАВЛІЧНІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ ОЧИСНИХ СПОРУД	42
3.1 Обчислення приймальної камери	42
3.2 Обчислення решіток.....	42
3.3 Обчислення горизонтального пісковловлювача:	44
3.5 Обчислення первинних відстійників:	46
3.6 Обчислення аеротенків	48
3.7 Обчислення вторинних відстійників	50
3.8 Обчислення камери озонування.....	51
3.9 Обчислення метантенків.....	52
3.10 Вибір фільтр-пресу.....	54
3.11 Вибір насосів.....	54
4. БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА.....	56
4.1 План розміщення очисних споруд	56
4.2 Профіль руху води.....	57
5. ОХОРОНА ПРАЦІ	59
5.1 Шум та вібрації.....	59

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.2 Електронбезпека	60
5. 3 Пожежна небезпека	62
ВИСНОВОК	64
СПИСОК ДЖЕРЕЛ	65
ДОДАТОК А	67
ДОДАТОК В	69
ДОДАТОК С	70

ВСТУП

Вода – найбільш поширена неорганічна сполука, “найбільш важливий мінерал” на нашій планеті. Вона є одним із головних факторів здорового суспільства. На сьогоднішній день, проблема забруднення водою набуває глобальних масштабів. З підвищенням росту населення, розвитку промислового виробництва зростає кількість стічних вод. Основна частина стоків становлять комунальні стічні води, утворення яких відбувається в наслідок поєднання стоків малих та промислових об’єктів. На території України щорічні викиди складають близько 20 км³, з яких близько 30% є недостатньо очищеними або взагалі неочищеними. Дані чинники можуть призвести до масштабного забруднення водою. Слід пам’ятати, що регенераційні можливості природи не безмежні.

Для запобігання забруднення водою використовують різні методи очистки, які включають в себе різноманітні процеси, такі як механічні, біологічні та фізико-хімічні видалення забруднень, а також відокремлення активного мулу, його ущільнення та обробка. Метою цього процесу є зменшення впливу стічних вод на навколишнє середовище та утримання їхньої безпеки для здоров’я людей.

Обробка комунально-побутових стічних вод важлива для забезпечення сталого водокористування та уникнення негативних екологічних наслідків, викидів неперероблених стічних вод у природу.

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.ТЕХНІЧНО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

При удосконаленні технологічної схеми було враховано вже існуючі споруди та визначені нормативи гранично допустимого скиду шкідливих домішок в стічних водах. Дослідивши отримані дані по забрудненню стічних вод граничного перевищення норм скиду не спостерігається. На підприємстві для очищення стічних вод застосовують дві стадії обробки води (механічна та біологічна) та оброблення осадів (ущільнення та утилізація на карти)

Головною проблемою являється недостатня обробка осаду. Вона є критично важливою для запобігання екологічних, соціальних та економічних наслідків.

За відсутності доцільної обробки можна спостерігати неможливість використання осаду як доброта, оскільки, використання може призвести до накопичення важких металів і токсичних речовин у ґрунтах, що погрожує родючості і становить загрозу для рослин, тварин та людей. Також, можливі викиди метану та інших парникових газів, що посилює кліматичні зміни. Це все є не лише екологічні, а й економічні проблеми, так як відбувається втрата ресурсів. Метан є одним з найпоширеніших і найважливіших газів у природі, що має широке застосування в різних галузях. Комунальне підприємство «Броваритепловодоенергія», отриманий метан, може використати в котлах і нагрівачах для опалення будівель та нагрівання води.

Для вирішення даних проблем, в дипломному проєкті було впроваджено удосконалення процесу ущільнення та обробки осаду, а саме використання метантенка, який запобігає загниванню осаду, зменшення навантаження на фільтр-преси та отримання метану.

Для покращення якості води було обрано додавання процесу дезінфекції води після біологічної очистки. Хлорування та озонування є двома поширеними методами. Проте озон: дуже потужним окислювачем, здатний ефективно знищувати мікроорганізми; діє швидше за хлор; не залишає шкідливих залишків,

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

таких як при хлоруванні; може усунути неприємний запах і смак, зумовлені органічними забруднювачами.

Отже, рішення застосування метантенку та озонування є економічно-вигідним та екологічно доцільним, оскільки в результаті їх встановлення отримаємо корисні ресурси та покращимо якість очистки.

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Характеристики води та вимоги до очищення комунально-побутових стічних вод

Таблиця 2.1 Вихідні характеристики комунально-побутових стічних вод:

Назва показнику	Значення показника
Витрата комунально-побутових стоків, м ³ /добу	40 000
Концентрація завислих речовин, мг/дм ³	299
БСК, мг/дм ³	184
Температура	6-30
pH	6,5-8,5
Концентрація окремих речовин, мг/дм ³ :	
Хлориди	350
Сульфати	500
ХСК	276
Нікель	0,5
Цинк	0,5
Нафтопродукти	4,4
Залізо	2,5
Хром	2,6
Алюміній	0,5
СПАР	2,0
Мідь	0,5

Очищена вода надходить по самопливному колектору до р.Красилівка, а далі в річку Трубіж та в Канівське водосховище.

Таблиця 2.2 – Характеристики р. Красилівка

№	Показник	Значення показника
1	Місце скиду	Річка Красилівка
2	Витрата комунально-побутових стоків, м ³ /добу	40 000
3	Витрата води, Q, м ³ /с	0,54
4	Середня швидкість течії, V _{сер} , м/с	0,1
5	Середня глибина річки, Н _{сер} , м	1
6	Середня температура води, Т, °С	18
7	Коефіцієнт звивистості русла, φ	1
8	Коефіцієнт, який враховує місце розміщення випуску, ξ	1
9	Відстань від місця скиду до контрольного створу, L, м	500
10	Вміст кисню у воді річки Q _p , мг/м ³	9
11	Мінімальний вміст кисню у воді річки, O, мг/м ³	4
12	БСК _{повне} у воді річки, L _p , г/дм ³	3
4	Допустиме зростання концентрації завислих речовин у річці P, г/м ³	0,75

Таблиця 2.3 – Хімічний склад води р. Красилівка

Показник складу води	Фонові концентрації речов. у воді C _ф , мг/дм ³	ГДК, мг/дм ³
Завислі речовини	14,6	20
БСК ₅	14,4	6
Хлориди	79,5	350
Сульфати	71,3	500

СПАР	0,076	0,5
Нафтопродукти	0,03	0,3
ХСК	25	30
Азот амонійний	2,2	2
Нітрати	28	45
Нітритів	1,06	3,3
Залізо	0,33	0,3
Алюміній	0,035	0,5
Фосфати	3,35	3,5

2.2 Визначення нормативів гранично допустимого скиду (ГДС) речовин, що надходять в річку із стічними водами

Щоб визначити потрібний рівень очищення стічних вод, треба врахувати, наскільки стічні води змішуються з водами водоймища. Розрахунок ступеня змішування проводиться у поперечному перерізі для подальшого визначення. Для цього застосовуємо формулу Фролова-Родзіллера:

$$a = \frac{1 - e^{-\alpha^3 \sqrt{L}}}{1 + \frac{Q}{q} e^{-\alpha^3 \sqrt{L}}} \quad (2.1)$$

, де α - коефіцієнт, що зважає на гідравлічні факторів змішування зворотних та природних вод; q - витрата стічних вод, м³/с; L - довжина русла від місця випуску стічних вод до розрахункового поперечного перерізу за фарватером, м; q - продуктивність станції, м³/с.

Коефіцієнт, який враховує гідравлічні умови змішування розраховуємо за формулою:

$$\alpha = \varphi \xi^3 \sqrt{\frac{E}{q}} \quad (2.2)$$

, де ε - коефіцієнт, який зважає на розміщення скиду стідчих вод до природних, для руслового $\varepsilon = 1,5$; φ - коефіцієнт вигину русла, враховує звивистість водоймища; E - коефіцієнт турбулентної дифузії

Спершу, для зручності розрахунків переводимо продуктивність станції для очищення комунально-побутових стоків в секундну розмірність:

$$q = \frac{Q_{\text{доб}}}{3600 \cdot 24} = \frac{40\,000}{3600 \cdot 24} = 0,4630 \left(\frac{\text{м}^3}{\text{с}}\right) \quad (2.3)$$

де $Q_{\text{доб}}$ - витрата комунально-побутових стоків, м³/добу

$$E = \frac{V_{\text{сер}} H_{\text{сер}}}{200} = \frac{0,1 \cdot 1}{200} = 0,0005 \left(\frac{\text{м}^2}{\text{с}}\right) \quad (2.4)$$

, де $V_{\text{сер}}$ - середня швидкість течії води в річці на проміжку між місцем скиду та поперечним перерізом, м/с; $H_{\text{сер}}$ - середня глибина річки на тому ж проміжку, м.

За результатами $E=0,099$ (м²/с), тоді:

$$\alpha = 1 * 1 \sqrt[3]{\frac{0,0005}{0,4630}} = 0,1026$$

$$a = \frac{1 - e^{-0,1026 \cdot \sqrt[3]{500}}}{1 + \frac{0,54}{0,4630} \cdot e^{-0,1026 \cdot \sqrt[3]{500}}} = 0,3673$$

Кратність розведення:

$$n = \frac{aQ + q}{q} = \frac{0,3673 \cdot 0,54 + 0,4630}{0,4630} = 1,4284 \quad (2.5)$$

Визначаємо для завислих речовин максимальні допустимі концентрації у воді після очищення, г/м³:

$$m = P \left(\frac{aQ}{q} + 1 \right) + C = 0,75 \left(\frac{0,3673 * 0,54}{0,4630} + 1 \right) + 14,6 = 15,6713 \left(\frac{\text{г}}{\text{м}^3} \right) \quad (2.6)$$

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

, де Р - допустиме санітарними нормами збільшення вмісту завислих речовин у водоймищі після випускання стічних вод, ($P = 0,75 \text{ мг/м}^3$); С - концентрація завислих речовин у водоймі до скиду в неї стоків, г/м^3 .

ГДС розраховується за формулою:

$$\text{ГДС} = m \cdot q = 15,6713 \cdot 1666,44 = 26118,86 \text{ (г/год)} \quad (2.7)$$

$$\text{де } q = 0,4630 \text{ (м}^3/\text{с)} \cdot 3600 = 1666,67 \text{ (м}^3/\text{год)}$$

Ступінь видалення для змулених речовин розраховуємо за формулою:

$$Z = \frac{C_{\text{поч}} - m}{C_{\text{поч}}} \cdot 100\% = \frac{299 - 15,6713}{299} \cdot 100 = 94,7\% \quad (2.8)$$

, де $C_{\text{поч}}$ – початкова концентрація змулених речовин в стічних водах

Визначення допустимого $\text{БСК}_{\text{повн}}$ для стічних вод, що випускаються у водоймище:

$$\begin{aligned} L_{cm}^{\text{БСК}} &= \frac{aQ}{0,4q} (O_p - 0,4L_p - O) + \frac{O}{0,4} = \\ &= \frac{0,3673 \cdot 0,54}{0,4 \cdot 0,4630} (9 - 0,4 \cdot 3 - 4) + \frac{4}{0,4} = 14,07 \end{aligned} \quad (2.9)$$

, О – мінімальний вміст кисню у воді річки, мг/дм^3 ; O_p – вміст кисню у воді річки, мг/дм^3 ; L_p – $\text{БСК}_{\text{повн}}$ у природної води; $L_{cm}^{\text{БСК}}$ – показник БКС стічних, якого необхідно досягти в результаті очищення, мг/дм^3 .

Гранично допустимий скид по $\text{БСК}_{\text{повн}}$:

$$\text{ГДС}_{\text{БСК}} = L_{cm}^{\text{БСК}} \cdot q = 14,07 \cdot 1666,44 = 23449,96 \quad (2.10)$$

Необхідний ступінь очищення:

$$Z_{\text{БСК}} = \frac{(La - L_{cm}^{\text{БСК}})}{La} \cdot 100\% = \frac{(184 - 14,07) \cdot 100}{184} = 92,35\% \quad (2.11)$$

Визначаємо допустимі концентрації та ГДС для забруднюючих речовин у стічних водах. Враховуємо витрату стічних вод, ГДК речовини, її фонову

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

концентрацію та показник ступеню розведення. Загальна формула для розрахунку допустимої концентрації:

$$C_{cm} = n \cdot (\text{ГДК} - C_{\phi}) + C_{\phi} \quad (2.12)$$

, де C_{ϕ} – фонова концентрація, мг/дм³; n – показник ступеню розведення

Загальна формула для розрахунку гранично допустимих скидів:

$$\text{ГДС} = q \cdot C_{cm} \quad (2.13)$$

- Для хлоридів :

$$C_{cm1} = 1,4284 \cdot (350 - 79,5) + 79,5 = 465,8873 \left(\frac{\text{мг}}{\text{дм}^3}\right)$$

$$\text{ГДС} = 465,8873 \cdot 1666,67 = 776478,77 \text{ (г/год)}$$

- Для сульфатів:

$$C_{cm2} = 1,4284 \cdot (500 - 71,3) + 71,3 = 683,6631 \left(\frac{\text{мг}}{\text{дм}^3}\right)$$

$$\text{ГДС} = 683,6631 \cdot 1666,67 = 1139438,51 \text{ (г/год)}$$

- Для СПАР:

$$C_{cm3} = 1,4284 \cdot (0,5 - 0,076) + 0,076 = 0,6816 \left(\frac{\text{мг}}{\text{дм}^3}\right)$$

$$\text{ГДС} = 0,6816 \cdot 1666,67 = 1136,08 \text{ (г/год)}$$

Для нафтопродуктів:

$$C_{cm4} = 1,4284 \cdot (0,3 - 0,03) + 0,03 = 0,4157 \left(\frac{\text{мг}}{\text{дм}^3}\right)$$

$$\text{ГДС} = 0,4157 \cdot 1666,67 = 692,79 \text{ (г/год)}$$

- Для ХСК:

$$C_{cm5} = 1,4284 \cdot (30 - 25) + 25 = 32,1421 \left(\frac{\text{мг}}{\text{дм}^3}\right)$$

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\text{ГДС} = 32,1421 \cdot 1666,67 = 53570,16 \text{ (г/год)}$$

- Для азоту амонійного:

$$C_{cm6} = 1,4284 \cdot (2 - 2,2) + 2,2 = 1,9143 \left(\frac{\text{МГ}}{\text{ДМ}^3} \right)$$

$$\text{ГДС} = 1,9143 \cdot 1666,67 = 3190,53 \text{ (г/год)}$$

- Для нітратів:

$$C_{cm7} = 1,4284 \cdot (45 - 28) + 28 = 52,2831 \left(\frac{\text{МГ}}{\text{ДМ}^3} \right)$$

$$\text{ГДС} = 52,2831 \cdot 1666,67 = 87138,53 \text{ (г/год)}$$

- Для нітритів:

$$C_{cm8} = 1,4284 \cdot (3,3 - 1,06) + 1,06 = 4,2597 \left(\frac{\text{МГ}}{\text{ДМ}^3} \right)$$

$$\text{ГДС} = 4,2597 \cdot 1666,67 = 7099,43 \text{ (г/год)}$$

- Для заліза:

$$C_{cm9} = 1,4284 \cdot (0,3 - 0,33) + 0,33 = 0,2871 \left(\frac{\text{МГ}}{\text{ДМ}^3} \right)$$

$$\text{ГДС} = 0,2871 \cdot 1666,67 = 478,58 \text{ (г/год)}$$

- Для алюмінію:

$$C_{cm9} = 1,4284 \cdot (0,5 - 0,035) + 0,035 = 0,6992 \left(\frac{\text{МГ}}{\text{ДМ}^3} \right)$$

$$\text{ГДС} = 0,6992 \cdot 1666,67 = 1165,36 \text{ (г/год)}$$

- Для фосфатів:

$$C_{cm10} = 1,4284 \cdot (3,5 - 3,55) + 3,55 = 3,4786 \left(\frac{\text{МГ}}{\text{ДМ}^3} \right)$$

$$\text{ГДС} = 3,4786 \cdot 1666,67 = 5797,63 \text{ (г/год)}$$

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.4 – Нормативи ГДС забруднюючих речовин, що скидається в р.
Красилівка

Показник складу води	Розрахункові допустимі концентрації , мг/дм ³	ГДС, г/год
Завислі речовини	15,6713	26118,86
БСК5	14,0700	23449,96
Хлориди	465,8873	776478,77
Сульфати	683,6631	1139438,51
СПАР	0,6816	1136,08
Нафтопродукти	0,4157	692,79
ХСК	32,1421	53570,16
Азот амонійний	1,9143	3190,53
Нітрати	52,2831	87138,53
Нітритів	4,2597	7099,43
Залізо	0,2871	478,58
Алюміній	0,6992	1165,36
Фосфати	3,4786	5797,63

2.3 Вибір та обґрунтування технологічної схеми очищення стічних вод

При проєктуванні технологічної схеми очищення комунальних-стічних вод м. Бровари була врахована існуюча схема та внесені додаткові удосконалення, для ще більш ефективного очищення. В основі схеми очищення комунальних стічних вод є механічні та біологічні методи очистки. Проте для більшої результативності після біологічного очищення доцільна буде доочистка стічних вод для зниження концентрацій органічних забруднювачів (мікроорганізми; віруси; органічні сполуки, як гумові речовини, що спричиняють забарвлення води), хімічні забруднювачі (пестициди; фенол; нафтопродукти; фармацевтичні речовини), неорганічні забруднювачі (заліза та

марганець; сірководень), хлорорганічні сполуки, біологічні домішки. Застосування знезараження озоном дає дієвий результат.

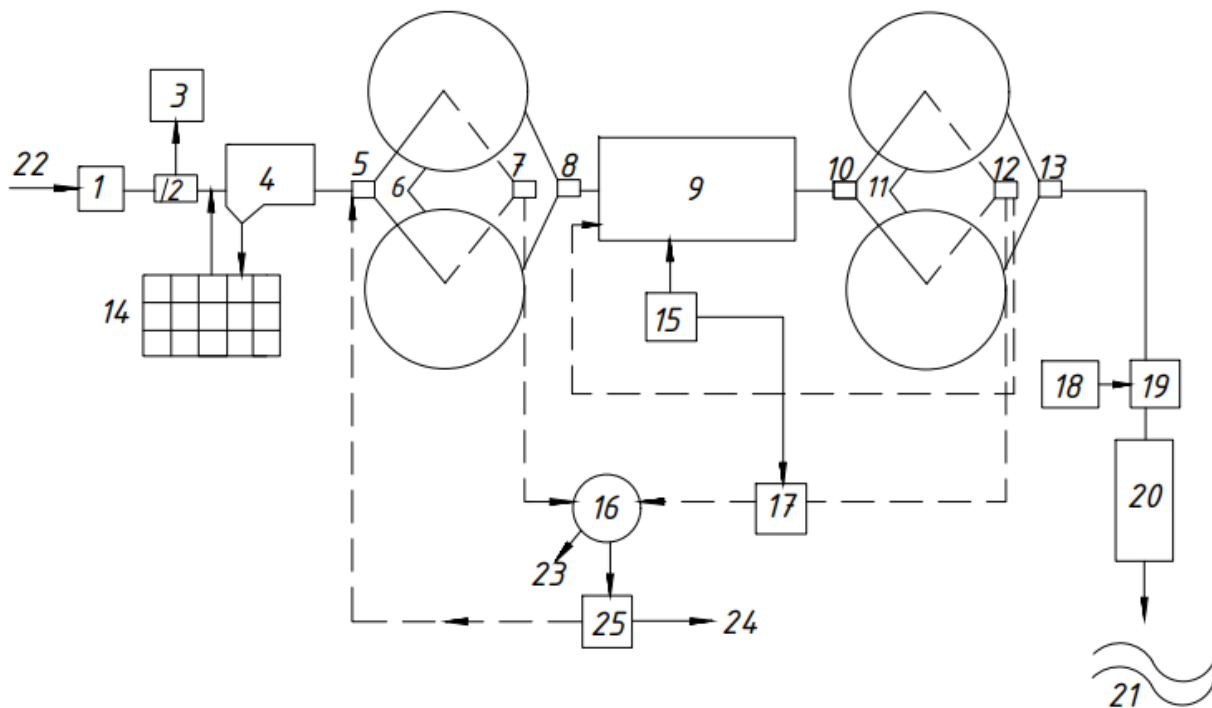


Рис 2.1 – Технологічна схема очищення комунально-побутових вод

1 – приймальна камера; 2 – решітки; 3 – контейнер для складування покидьків; 4 – піскоуловлювач; 5 – розподільна камера; 6 – первинні відстійники; 7 – приймальна камера осаду (сирого) з насосною станцією; 8 – приймальна камера освітленої води; 9 – аеротенк; 10 – розподільна камера водомулової суміші; 11 – вторинні відстійники; 12 – приймальна камера активного мулу з насосною станцією; 13 – приймальна камера освітленої води; 14 – піскові майданчики; 15 – компресорна станція; 16 – метантенк; 17 – аеробні стабілізатори активного мулу; 18 – озонаторна установка; 19 – камера озонування; 20 – окислювальний канал; 21 – водойма; 22 – подача стічної води; 23 – відведення метану на теплостанцію; 24 – осад на компостування або захоронення; 25 – установка по зневодненню осаду.

Очищення води починається з того, що забруднену воду подають через напірні трубопроводи до системи централізованого водовідведення. Далі цю

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

воду через 8 напірних трубопроводів вводять до приймальної камери (1) , де відбувається гасіння напору води. Це потрібно з урахування декількох причин:

- 1) Високий напір води може пошкодити чи засмітити обладнання для подальшого очищення;
- 2) При зменшеному напорі відбувається більш рівномірний розподіл забрудненої води по всьому відстійнику, і осадження відбувається краще;
- 3) Задля зменшення ризику травмування персоналу, а, отже, створення більш комфортних умов праці.

Першим етапом очистки стічної води є механічне очищення – після приймальної камери встановлені решітки (2) , що затримують та перемелюють тверді частинки, що потрапили у воду. Завдяки цьому етапу з води забираються великі тверді домішки.

Після решіток встановлені пісковловлювачів (4) . Ці апарати призначені для того, щоб затримувати крупні мінеральні частинки, які завислі у стічній воді. На даному комунальному підприємстві використовуються горизонтальні пісковловлювачі з круговим рухом води. Кожні 8 годин осад, що утворився, відкачується гідроелеватором та подається на піскові майданчики (14) . Уловлений пісок з вологістю 98–99% надходить на піскові майданчики для висушування. Після цього дренажна вода з піскових майданчиків знову надходить до технологічної схеми перед піскоуловлювачем.

Далі очистка води відбувається на первинних радіальних відстійниках (6). Вона потрапляє до розподільчої чаші первинних відстійників, яка обладнана незатопленими водозливами з широким порогом, через який вода зливається в центральну частину відстійників. Кількість первинних відстійників завжди приймається не менше двох. Грубодисперсні домішки осідають у первинних відстійниках, час їхнього осадження складає 1,0-1,65 години, що забезпечує ефект освітлення води 50-60%. Також спостерігається зниження БСК та ХСК на 10-25%, зменшення концентрації фосфатів та азоту на 20-30%.

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На дні відстійника збирається осад, який забирають за допомогою двукрилого мулоскреба в муловий приямок, що розташований в центрі відстійника. Відцентровими насосами осад видаляють. Ті речовини, які спливають на поверхні відстійника, видаляють жирозбірниками – ці речовини відкачують також відцентровими насосами.

Через водозлив відбувається збір освітленої води збірним кільцевим лотком, що знаходиться всередині відстійника на певній відстані від стінки відстійника. Потім вода надходить у випускну камеру відстійника та через підземні трубопроводи підводиться на аеротенки (9).

Аеротенки є першим етапом біологічної очистки стічної води. Це резервуари, де змішується очищувана вода з активним мулом, та аерується протягом усіх коридорів аеротенка. Повітря розподіляється за допомогою фільтрувальних труб, що покладені на дно аеротенка. Це робиться для того, щоб забезпечити оптимальне насичення стічних вод киснем, що є важливим фактором для біологічного очищення. Аеротенки працюють з 25% або 50% регенерацією. У верхній канал аеротенку подається активний мул за допомогою насосно-повітродувної станції.

При надходженні стічних вод до аеротенків концентрація завислих речовин має бути не більшою за 150 мг/дм^3 , оскільки вища концентрація погіршує ефективність біологічного очищення і в деяких випадках призводить до засмічення аеротенку та втрати його очисної здатності. Тому після первинних відстійників утворений осад спрямовується до метантенку (16) для виділення метану внаслідок анаеробного зброджування. Процес проходження мулової суміші через аеротенк супроводжується продуванням повітря за допомогою компресорів.

Для того щоб видалити активний мул з очищеної стічної води використовуються вторинні радіальні відстійники (11) – в центральну їх частину по трубопроводах подається стічна вода через розподільчий пристрій. Осівший активний мул видаляється самопливом під гідростатичним тиском ілососом в мулову камеру, а потім – в приймальний резервуар насосно-повітродувної

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

станції звідки насосами циркуляційного мулу направляється в аеротенк. Мул, що у надлишку насосом подається до мулоущільнювачів. Надлишковий мул направляється в метантенк на збродження.

Освітлену після вторинних відстійників направляють на процес знезараження озоном. В результаті очищення, зменшується кількість патогенних мікроорганізмів та концентрації БСК у стічних водах.

Після знезараження стоків озоном, вода прямує до циркуляційного каналу, де відбувається самоочищення стічних вод. По завершенні очищену воду скидаю у р.Красилівка.

Отриманий осад з первинних та вторинних відстійників потрапляє в метантенк, де відбувається бродіння в процесі анаеробного збродження з виділенням метану, який підприємство може застосовувати для виробництва енергії на теплових станціях в м.Бровари. Після цього осад з метантенків зневоднюється на стрічковому фільтр-пресі .

2.4 Розрахунок матеріального балансу

Таблиця 2.5 - Вихідні дані для розрахунку матеріального балансу

№	Показник	Значення показника
1	Витрата води, м ³ /добу	40 000
2	Концентрація завислих речовин, мг/дм ³	299
3	БСК _{повн} , мг/дм ³	184
4	Об'єм покидьків на 1 жителя на рік, дм ³	8
5	Добовий приріст БСК _{повн} на 1 жителя, г/добу	40
6	Густина покидьків, т/м ³	0,75
7	Об'ємзатриманого піску на 1 жителя на добу, дм ³	0,02
8	Вологість піску, %	60
9	Густина піску, т/м ³	1,5
10	Вміст піску в осаді, %	60
11	Концентрація змулених речовин у воді перед аеротенком	150
12	Кількість змулених речовин на 1 жителя на добу, г/добу	65

13	Густина осаду, т/м ³	1,05
14	Вологість осаду, %	93,5
15	Коефіцієнт приросту активного мулу	0,4
16	Ефект зниження БСК, %	25
17	Вологість мулу після вторинних відстійників, %	99,2
18	Густина мулу після вторинних відстійників, т/м ³	1
19	Доза активного мулу, г/дм ³	3
20	Зольність осаду, %	30
21	Зольність активного мулу, %	30
22	Гігроскопічна вологість, %	5
23	Границі розкладу мулу і осаду, %	a _o = 53, a _m = 44
24	Добове завантаження в метантенк, %	18
25	Середньомісячна температура влітку, °С	20
26	Розчинність O ₂ у воді, мг/дм ³	10,998
27	Середня концентрація O ₂ в аеротенку, мг/дм ³	2

Визначаємо об'єм покидьків, затримуваних на решітках за добу:

$$W_{\text{пок}} = \frac{a_0 N_{\text{пр}}}{1000 \cdot 365} = \frac{8 \cdot 184\,000}{1000 \cdot 365} = 4,03 \text{ (м}^3\text{/добу)} \quad (2.14)$$

, де a_o - об'єм покидьків на 1 жителя на рік, a_o= 8 дм³ для решіток з шириною отвору 16 - 20 мм; N_{пр} – кількість жителів.

$$N_{\text{пр}} = \frac{Q \cdot \text{БСК}_{\text{повн}}}{a_1} = \frac{40000 \cdot 184}{40} = 184\,000 \text{ (жителів)} \quad (2.15)$$

, де Q - витрата води м³/добу; a₁ - добовий БСК_{повн} на 1 жителя, г/добу

Знаходимо кількість покидьків

$$G_{\text{пок}} = \gamma_{\text{пок}} W_{\text{пок}} = 4,03 \cdot 0,75 = 3,02 \text{ (т/добу)} \quad (2.16)$$

, де γ_{пок}- густина покидьків, (γ_{пок} = 0,75 т/м³)

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Обчислюємо за формулою об'єм затриманого піску:

$$W_{\text{піск}} = \frac{N_{\text{пр}} \cdot 0,02}{1000} = \frac{184\,000 \cdot 0,02}{1000} = 3,68 \text{ (м}^3\text{/добу)} \quad (2.17)$$

Вага затриманого піску

$$G_{\text{піск+вода}} = W_{\text{піск}} \cdot 1,5 = 3,68 \cdot 1,5 = 5,52 \text{ (т/добу)} \quad (2.18)$$

Розраховуємо кількість води, що збирається з піском:

$$G_{\text{води}} = G_{\text{піск+вода}} \cdot 0,6 = 5,52 \cdot 0,6 = 3,31 \text{ (т/добу)} \quad (2.19)$$

$$W_{\text{піск+вода}} = W_{\text{піск}} + G_{\text{води}} = 3,68 + 3,31 = 6,99 \text{ (т/добу)} \quad (2.20)$$

Маса сухого піску:

$$G_{\text{піск}} = G_{\text{піск+вода}} - G_{\text{води}} = 5,52 - 3,31 = 2,21 \text{ (т/добу)} \quad (2.21)$$

Розраховуємо концентрація завислих речовин :

$$C_1 = \frac{a \cdot N_{\text{пр}}}{Q} = \frac{65 \cdot 184\,000}{40\,000} = 299 \text{ (мг/дм}^3\text{)} \quad (2.22)$$

, де а - кількість змулених речовин на одного жителя, (а = 65 г/добу).

Концентрація завислих речовин на виході з первинних відстійників вод C_2 = 150 мг/дм³.

Кількість осаду за сухою речовиною, т/добу:

$$Q_{\text{ос}} = \frac{Q(C_1 - C_2)}{10^6} = \frac{40\,000(299 - 150)}{10^6} = 5,96 \text{ (т/добу)} \quad (2.23)$$

Об'єм осаду, м³/добу:

$$V_{\text{ос}} = \frac{Q(C_1 - C_2)}{(100 - P)\rho \cdot 10^4} = \frac{40\,000(299 - 150)}{(100 - 93,5) \cdot 1,05 \cdot 10^4} = 87,33 \text{ (м}^3\text{/добу)} \quad (2.24)$$

, де ρ - густина осаду, (1,05 т/м³); P - вологість осаду, %, (P = 93,5 %.)

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Так як, відбулося зниження БСК під час відстоювання, ефективність досягає 25 %, тоді:

$$L_a = 184(1 - 0,25) = 138 \text{ (мг/дм}^3\text{)} \quad (2.25)$$

Розраховуємо ефективність вилучення покидьків у первинних відстійниках:

$$E_{зр} = \frac{299 - 150}{299} \cdot 100\% = 0,498 \cdot 100\% = 49,8\%$$

Після відстоювання вологість осаду знижується до 75-80%, та близько 20% об'єму надходить повторно в первинні відстійники у вигляді уловиз вод, тоді:

$$V_{м.в.} = V_{ос} \cdot 0,2 = 87,33 \cdot 0,2 = 17,47 \text{ (м}^3\text{/добу)} \quad (2.26)$$

Кількість сухої речовини активного мулу, що відводиться із вторинних відстійників:

$$M_{сух} = \frac{[0,8C_1(1 - E_{зр}) + \alpha L_a - b]Q}{10^6} \quad (2.27)$$

, де α - коефіцієнт приросту активного мулу, ($\alpha = 0,4$); b - концентрація активного мулу після вторинних відстійників, ($b=15 \text{ мг/дм}^3$); Тоді:

$$M_{сух} = \frac{[0,8 \cdot 299(1 - 0,498) + 0,4 \cdot 138 - 15] \cdot 40\,000}{10^6} = 6,41 \text{ (т/добу)} \quad (2.28)$$

Обчислюємо об'єм надлишкового активного мулу:

$$V_{надл.мул} = \frac{100 \cdot M_{сух}}{(100 - P)\rho_{мул}} = \frac{100 \cdot 6,41}{(100 - 99,2) \cdot 1} = 801 \text{ (м}^3\text{/добу)} \quad (2.29)$$

де P - вологість мулу після вторинних відстійників (99,2 %); $\rho_{мул}$ - густина, ($\rho_{мул} = 1 \text{ т/м}^3$).

Кількість активного мулу, що отримано з аеротенка:

$$Q_{акт.мулу} = \frac{40\,000 \cdot 3}{1000} = 120 \text{ (т/добу)} \quad (2.30)$$

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Оскільки, аеротенк з регенерацією, за дозу активного мулу взято 3 г/дм^3

Маса активного мулу, що повертається до аеротенку:

$$Q_{\text{поверт}} = Q_{\text{акт.мулу}} - M_{\text{сух}} = 120 - 6,41 = 113,59 \text{ (т/добу)} \quad (2.31)$$

Об'єм активного мулу:

$$V_{\text{акт.мулу}} = \frac{113,59 \cdot 100}{100 - 99,2} = 14199 \text{ (м}^3\text{/добу)} \quad (2.32)$$

При ущільненні вологість мулу зменшиться до 97,3%, тому кількість мулу, який надходить до метантенку становить:

$$V_{\text{мулу}} = \frac{6,41 \cdot 100}{100 - 97,3} = 237,33 \text{ (м}^3\text{/добу)} \quad (2.33)$$

Розраховуємо об'єм води, що повторно надходить до первинного відстійника:

$$Q_{\text{води}} = V_{\text{надл.мул}} - V_{\text{мулу}} = 14199 - 237,33 = 563,67 \text{ (м}^3\text{/добу)} \quad (2.34)$$

Загальний об'єм осаду, що надходить на метантенк:

$$V_z = V_{\text{ос}} + V_{\text{мулу}} = 87,33 + 237,33 = 324,66 \text{ (м}^3\text{/добу)} \quad (2.35)$$

Загальна кількість сухого осаду:

$$M_{\text{сух}}^3 = Q_{\text{ос}} + M_{\text{сух}} = 5,96 + 6,41 = 12,37 \text{ (т/добу)} \quad (2.36)$$

Тоді розраховуємо кількість беззольної речовини осаду $Q_{\text{без}}$ та активного мулу $M_{\text{без}}$:

$$Q_{\text{без}} = \frac{Q_{\text{ос}}(100 - V_{\Gamma})(100 - z_{\text{ос}})}{100 \cdot 100} = \frac{5,96(100 - 5)(100 - 30)}{10000} = 3,96 \text{ (т/добу)} \quad (2.37)$$

$$M_{\text{без}} = \frac{M_{\text{сух}}(100 - V_{\Gamma}')(100 - z_{\text{мул}})}{100 \cdot 100} = \frac{6,41(100 - 5)(100 - 30)}{10000} = 4,26 \text{ (т/добу)} \quad (2.38)$$

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

, де V_{Γ} , $V_{\Gamma'}$ - гігроскопічна вологість осаду і мулу, (5 %); $Z_{ос}$, $Z_{мул}$ - зольність сухої речовини осаду і мулу (30%).

Тоді загальна кількість становить:

$$M_{без}^3 = Q_{без} + M_{без} = 3,96 + 4,26 = 8,22 \text{ (т/добу)} \quad (2.39)$$

Середні значення вологості мулу:

$$V_{сум} = \left(1 - \frac{M_{сух}^3}{V^3}\right) \cdot 100\% = 100\% \cdot \left(1 - \frac{12,37}{324,66}\right) = 96,19\% \quad (2.40)$$

Середні значення зольності мулу:

$$\begin{aligned} Z_{сум} &= 100 \left(1 - \frac{M_{без}^3}{\frac{Q_{ос}(100 - V_{\Gamma})}{100} + \frac{M_{сух}(100 - V_{\Gamma'})}{100}}\right) = \\ &= 100 \left(1 - \frac{8,22}{\frac{5,96(100 - 5)}{100} + \frac{6,41(100 - 5)}{100}}\right) = 30\% \quad (2.41) \end{aligned}$$

Границя розкладу суміші осаду та мулу в метантенку обчислюється за формулою:

$$a_{сум} = \frac{(a_0 Q_{без} + a_M M_{без})}{M_{без}^3} = \frac{(53 \cdot 3,96 + 44 \cdot 4,26)}{8,22} = 48\% \quad (2.41)$$

де a_0 , a_M - границі розкладу осаду і мулу ($a_0 = 53\%$, $a_M = 44\%$)

Визначення виходу газу y' , m^3 на 1 кг беззольної речовини :

$$y' = \frac{(a_{сум} - H \cdot D)}{100} = \frac{48 - 0,56 \cdot 18}{100} = 0,4 \text{ (} m^3/\text{кг)} \quad (2.43)$$

, де H - експериментальний коефіцієнт, ($H = 0,56$); D - добове завантаження осаду в метантенк, %, визначаємо за таблицею 2.6 .

Таблиця 2.6 Добове завантаження осаду в метантенк

Режим бродиння	Доза завантаження,%, при вологості осаду, що завантажуються, %, не більше				
	93	94	95	96	97
Мезофільний	7	8	8	9	10
Термофільний	14	16	17	18	19

Знаходимо сумарний вихід газу з метантенку:

$$\Gamma = y' \cdot M_{\text{без}}^3 \cdot 1000 = 0,4 \cdot 8,22 \cdot 1000 = 3146,53 \text{ (м}^3\text{/кг)} \quad (2.44)$$

Тоді маса беззольної речовини у збродженій суміші становить:

$$M'_{\text{без}} = \frac{8,22 \cdot (100 - 48)}{100} = 4,25 \text{ (т/добу)} \quad (2.45)$$

Зольна частина осаду:

$$M = M_{\text{сух}}^3 - M_{\text{без}}^3 = 12,37 - 8,22 = 4,14 \text{ (т/добу)} \quad (2.46)$$

Маса сухої речовини в збродженій суміші:

$$M_{\text{сух}}^{\text{збр}} = M + M'_{\text{без}} = 4,14 + 4,25 = 8,39 \text{ (т/добу)} \quad (2.47)$$

Розраховуємо вологість зброженої суші, прийнявши об'єм осаду, що надходить, рівним до об'єму осаду, що виходить з метантенку:

$$V_{\text{сум}} = 100 - \frac{M_{\text{сух}}^{\text{збр}}}{V_3} \cdot 100 = 100 - \frac{8,39}{324,66} \cdot 100 = 97,42\% \quad (2.48)$$

Вологість осаду на фільтр-пресі рівна 60% , а загальна кількість осаду за сухою речовиною становить 12,37 т/добу, тоді маса осаду на захоронення:

$$M'_{\text{ос}} = \frac{12,37 \cdot 100}{40} = 30,92 \text{ (т/добу)} \quad (2.49)$$

Вода, повторно надходить у первинний відстійник:

$$V = V_3 - M'_{oc} = 324,66 - 30,92 = 293,74 \text{ (м}^3\text{/добу)} \quad (2.50)$$

Знаходимо питому витрати повітря, очищеної води за пневматичної аерації аеротенка: $\text{м}^3/\text{м}^3$

$$q_{пов} = \frac{q_0 \cdot (L_a - L_t)}{K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_T \cdot (c_a - c_0)} \quad (2.51)$$

, де K_1 – коефіцієнт який враховує тип аератора (1,68); K_2 – коефіцієнт який враховує вплив глибини, на якій розміщено аератор (2,52); K_3 – коефіцієнт який враховує вплив органічних речовин або вплив якості стічної води на процес окислення ($K_3 = 0,7$); K_T – коефіцієнт, що враховує температуру стічних вод (для міських стоків $K_3 = 0,85$); q_0 - питома втрата кисню, мг на 1 мг знятої БСК_{повн}; в разі очищення до БСК_{повн} 15 – 20 мг/г – 1,1.

C_a - розчинність кисню повітря у воді:

$$C_a = \left(1 + \frac{h_a}{20,6}\right) \cdot C_T = \left(1 + \frac{4}{20,6}\right) \cdot 9,4 = 11,23 \quad (2.52)$$

, де C_T - розчинність кисню повітря у воді залежно від температури й тиску

$$K_T = (1 + 0,02)/(18 - 20) = 0,51$$

Для нашого випадку $K_1 = 1,68$; $K_2 = 2,52$; $K_3 = 0,7$; $K_T = 0,51$; $L_a = 138$; $L_t = 15$ мг/ дм^3 , концентрацію кисню C_0 беремо 2 мг/ дм^3 .

Питома витрата повітря:

$$q_{пов} = \frac{1,1(138 - 15)}{1,68 \cdot 2,52 \cdot 0,51 \cdot 0,7(11,23 - 2)} = 9,7 \text{ (м}^3\text{/м}^3\text{)}$$

Кількість повітря потрібна для 40 000 м^3 /добу води

$$Q_{пов} = 9,7 \cdot 40\,000 = 387951,047 \text{ (м}^3\text{/добу)} \quad (2.53)$$

Створюємо блок-схему (рис 2.2) за результатами розрахунків

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

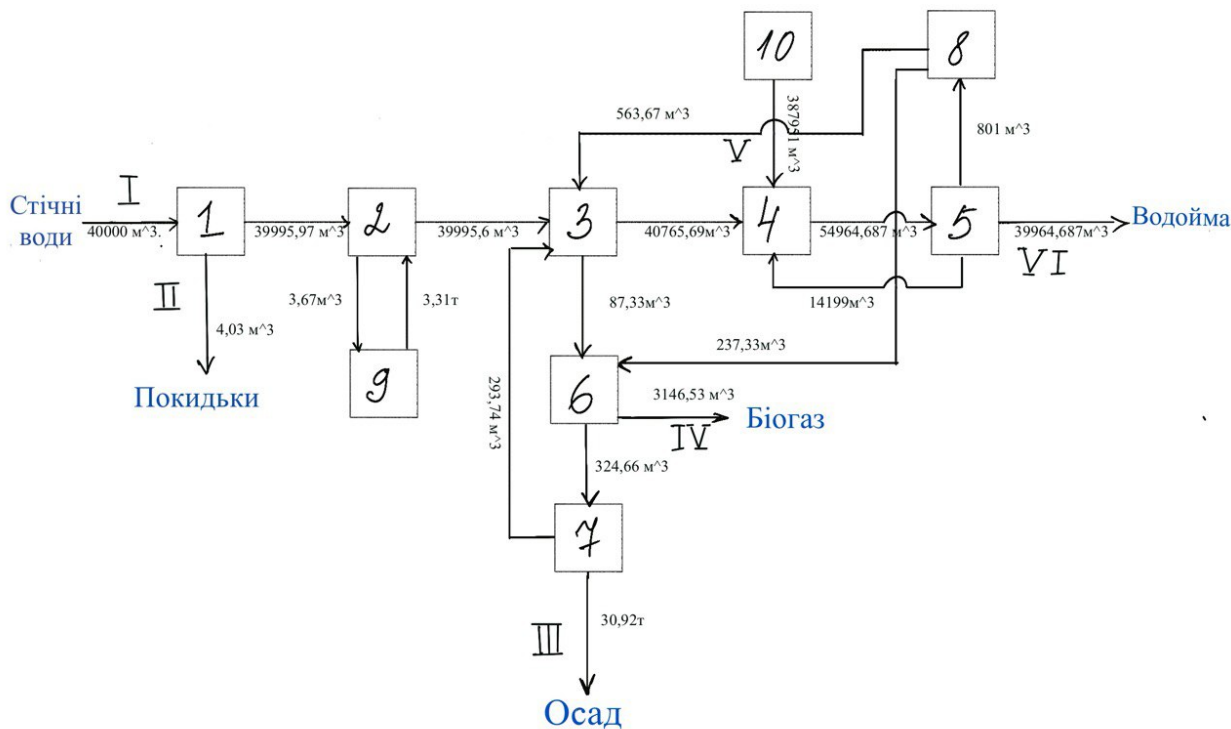


Рис 2.2 – Блок-схема матеріального балансу:

1 – решітки, 2 – піскоуловлювач, 3 – первинний відстійник, 4 – аеротенк, 5 – вторинний відстійник, 6 – метантенк, 7 – фільтр-прес, 8 – ущільнювач мулу, 9 – пісковий майданчик, 10 – компресор.

Таблиця 2.7 – Результати розрахунку матеріального балансу

№	Назва потоку	Значення
1	Витрата повітря на аерацію, м ³ /добу	387951,047
2	Кількість води, що поступає на первинний відстійник з ущільнювача мулу, м ³ /добу	563,67
3	Кількість газу, що отримується з метантенку, м ³ /кг	3146,53
4	Кількість мулу, що надходить на аеротенк із вторинних відстійників, м ³ /добу	14199

5	Кількість мулу, що надходить на метантенк з ущільнювача мулу, м ³ /добу	237,33
6	Об'єм вод, що поступає на пісковловлювач, м ³ /добу	39995,97
7	Об'єм вод, що прямує у первинний відстійник, м ³ /добу	39995,6
8	Об'єм вод, що скидається, м ³ /добу	39964,687
9	Об'єм води, що циркулює до первинних відстійників з фільтр-пресу, м ³ /добу	293,74
10	Об'єм води, що циркулює до піскоуловлювачів з піскових майданчиків, т/добу	3,31
11	Об'єм мулової суміші з вторинних відстійників, м ³ /добу	801
12	Об'єм вологого осаду, що надходить до фільтр-пресу, м ³ /добу	324,66
13	Об'єм затриманого піску, м ³ /добу	3,68
14	Об'єм осаду, на захоронення після фільтр-пресу, т/добу	30,92
15	Об'єм осаду, що виходить з первинних відстійників, м ³ /добу	87,33
16	Об'єм покидьків, що залишається на решітках, м ³ /добу	4,03
17	Загальний об'єм стічних вод м ³ /добу	40000

2.5 Теоретичні дані про фізичні та хімічні процеси, які реалізуються в даній технологічній схемі очищення комунальних стічних вод

Комунально-побутові стоки утворюються в результаті діяльності населення та малих і великих підприємств. Вода за хімічним складом забруднена: органічними речовинами (жири, білки); неорганічними речовинами (хлориди, сульфати, фосфати); токсичними речовинами (важкі метали, феноли); мікроорганізми (бактерії, віруси, гриби). Окрім цього, у воді міститься багато завислих речовин .

Для отримання очищеної води застосовують механічні та біологічні методи очищення, знезараження стічних вод , а також обробка осадів.

2.5.1 Механічні методи очищення стічних вод

Для стічних вод застосовують механічне очищення води, що містять зважені, плаваючі та грубоемульговані тверді та рідкі нерозчинні забруднюючі речовини. Це попередній етап підготовки стічних вод до скиду або повторного використання, під час якого середовище готується до біологічної очистки. Елементи споруд для механічного очищення: решітки; пісколовки; відстійники

Проціджування є перший етап очищення води, в процесі якого стоки пропускаються через очисні решітки, які вилучаються тверді частинки, що мають розмір до 25 мм і також дрібні частинки волокнистого типу.

Решітки призначені для видалення зі стічних вод великогабаритних відходів: папір, кістки, ганчір'я, гілки, каміння, залишки овочів і фруктів, пластику і т. д. Вони виконують захисну функцію щодо наступних споруд, оскільки потрапляння відходів в пісколовлювачі та відстійники призводить до порушення процесу осадження та ускладнюють вивантаження і обробку осаду. Зазвичай решітка має похилі або вертикальні металеві стрижнів, закріплених на металевому каркасі.

За гідравлічними та технологічними розрахунками було обрано механізовані решітки марки МГ – 9 Т. Основним елементом, який забезпечує видалення відходів з решітки та підйом їх з води, є граблина – горизонтальна металева рейка із зубцями, які вставляються в прозори решітки. Граблина може розташовуватися як попереду (по ходу рідини), так і позаду сітки. Тяговим елементом, що слугує для руху граблини решіток, можна використовувати або лянцюговий , або тросовий тип.

Наступний етап є очищення стічних вод від піску. Наявність піску в стічних водах викликає швидкий знос робочих коліс насосів для перекачування стічних вод, обладнання очисних споруд (граблів і механічне обладнання

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

решіток, ріжучі елементи решіток-дробарок, скребкові механізми пісковловлювачів і відстійників тощо). Великий вміст піску в осаді ускладнює його транспортування по трубах і в деяких випадках викликає їх засмічення.

Для уникнення даних наслідків використовують піскоуловлювачі - споруди, призначені для затримки великих мінеральних часток під дією сили тяжіння, в основному пісок. Розрізняють декілька типів : горизонтальні та вертикальні піскоуловлювачі.

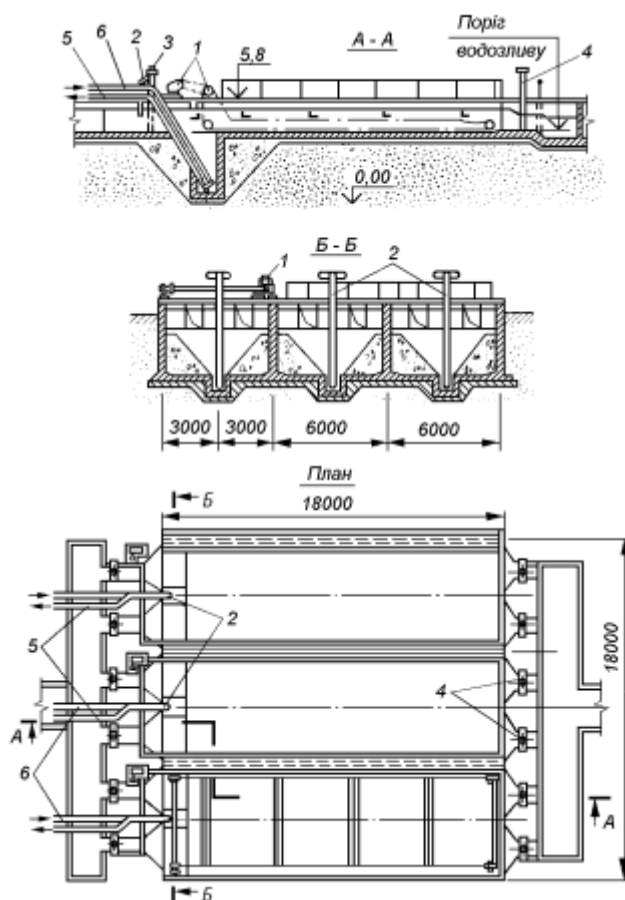


Рис 2.3 – Пісковловлювач горизонтального типу з прямолінійним рухом рідини.

- 1 - скребковий механізм для згрібання піску в приямок; 2 - гідроелеватор; 3 - щитовий затвор із електроприводом; 4 - щитовий затвор із ручним приводом; 5 - трубопровід робочої рідини; 6 - пульпопровід

У горизонтальних пісковловлювачах (рис 2.3) вода рухається повільше, що забезпечує більше часу для осадження часток піску та інших твердих домішок та

потік води є більш рівномірним, що сприяє ефективнішому осадженню твердих часток.

Заключним етапом механічної очистки є відстоювання — зі стічних вод видаляються зважені частинки. Метод заснований на дії сил гравітації — забруднення опускаються на дно ємності для відстоювання, яке здійснюється у відстійниках.

За призначенням у технологічній схемі очисних споруд відстійники поділяють:

- Первинні - призначені для освітлення стічних вод після решіток і пісковловлювачів перед їх біологічним очищенням;
- Вторинні - призначені для розділення мулової суміші після аеротенків.

За вихідними характеристиками комунально-побутових стічних вод (табл 2.1) первинний відстійник обираємо радіального типу. Швидкість руху води змінна: в центрі - максимум, на периферії - мінімум. Наскрізна каналізація центральний розподільний пристрій надходить у відстійник і освітлюється збирається в круговій периферійній жолоб.

Радіальні відстійники (рис 2.4) оснащені рухомими фермами центральний або периферійний привід. Час перебування стічних вод у радіальному відстійнику 1,5-2 години.

Істотним недоліком описаних відстійників є наявність підвищеної швидкості в зоні водовикиду, що призводить до неефективного використання значну частину обсягу відстійника. Цей недолік в основному усунутий в радіальний відстійник з периферійним підведенням стічних вод. Збір освітленої води в них виноситься за допомогою кільцевого лотка розташований в центрі відстійника.

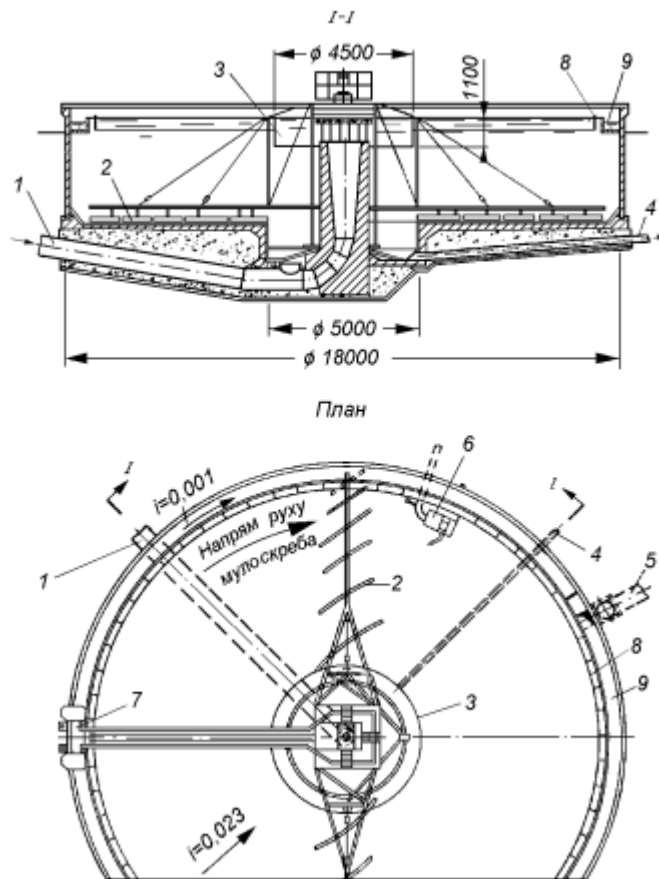


Рис. 2.4 - Радіальний первинний відстійник:

1 - подаючий дюкер; 2 - механічні скребки; 3 - струминонаправляючий циліндр; 4 -трубопровід для видалення осаду; 5 - відвідний трубопровід освітленої води; 6 - жирозбірник; 7 - привід мулоскреба; 8 - напівзанурена дошка; 9 - водозбірний лоток

2.5.2 Біологічні методи очищення стічних вод

Технологія заснована на використанні мікроорганізмів — біологічне очищення стічних вод здійснюється аеробними або анаеробними бактеріями. Вони харчуються органічними речовинами, які містяться в стічних водах.

Для функціонування аеробних бактерій забруднена вода повинна бути насичена киснем. Сприятливим середовищем для існування анаеробних мікроорганізмів є закриті установки без збагачення вихідного середовища киснем. Установки для біологічного очищення: аеротенки, септики, біофільтри.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

На підприємстві біологічна очистка здійснюється аеротенками-витискувачі (рис 2.5). Це спеціальні споруди біологічного очищення, що працюють за принципом біологічних ставків. Якщо відкриті водойми не можна використовувати взимку, то ці установки працюють цілий рік.

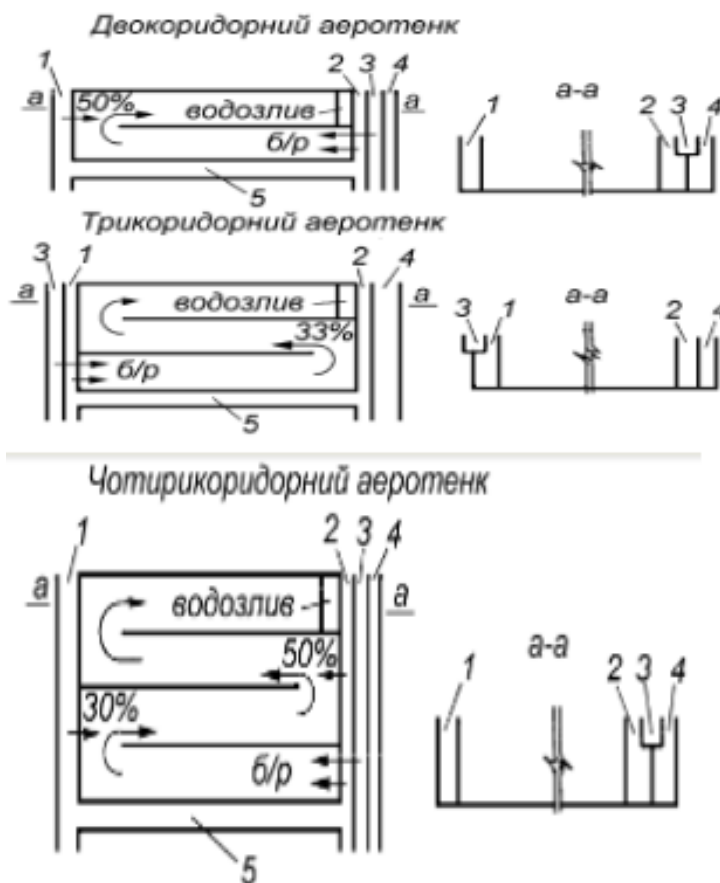


Рис 2.5 – Схема коридорних аеротенків-витиснювачів:

1 - верхній розподільний канал освітлених (у первинних відстійниках) стічних вод; 2 - нижній канал освітлених стічних вод; 3 - канал активного мулу; 4 - розподільний канал вторинних відстійників; 5 - з'єднувальний (перепускний) канал.

«З торців в аеротенках влаштовуються два аеровані канали освітлених стічних вод, що надходять із первинних відстійників: так звані верхній канал – зі сторони первинних відстійників, і нижній канал - зі сторони вторинних відстійників. Ці канали з'єднані між собою перепускним коридором, що

дозволяє впускати освітлені стічні води з будь-якої сторони аеротенка. З нижньої сторони аеротенка передбачений аерований канал, куди з останнього по ходу руху рідини коридору кожної секції аеротенка надходить суміш очищених стічних вод з активним мулом. З цього каналу мулова суміш спрямовується у вторинні відстійники. Аерований канал рециркуляційного активного мулу влаштовується з верхньої сторони аеротенка – у трикоридорних і з нижньої сторони – у дво- і чотирьокоридорних аеротенках.» [7]

2.5.3 Оброблення осаду

З кожним роком зростає обсяг стічних вод та, відповідно, кількість осадів, що утворюються в процесі їх очищення. Всі основні процеси обробки спрямованні на зменшення об'єму і знезараження осаду. Існуючі засоби обробки осадів побутових та виробничих стічних вод зводяться до ущільнення, стабілізації, зневоднення, сушіння та спалювання.

Стабілізація осаду відбувається в метантенках (рис X) – апарат для анаеробного зброджування рідких органічних відходів з утворенням метану.

Біохімічні процеси в метантенках проходять при участі систем мікроорганізмів, які своєю діяльністю сприяють бродінню. Такі мікроорганізми (аеробні гідролізні) перетворюють органічні сполуки за допомогою ферментів на низькомолекулярні з'єднання такі як цукор, амінокислоти, жирні кислоти та вода. Далі з цих з'єднань при участі кислотоутворюючих бактерій утворюються нестійкі жирні кислоти (оцтова, мурашина, масляна, пропіонова), низькомолекулярні алкоголі (етанол), вуглекислий газ, водень, сірководень та аміак. Потім воднепродукуючі бактерії перетворюють вищі жирні кислоти на оцтову (50%) та мурашину кислоту (25%), а також вуглекислий газ та водень. І четвертим етапом метаноутворюючі бактерії переробляють оцтову кислоту в метан (70%), мурашину кислоту, вуглець та водень в метан (30%). Синтез метану відбувається завдяки відновленню вуглекислого газу та перетворенню ацетатної кислоти:

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

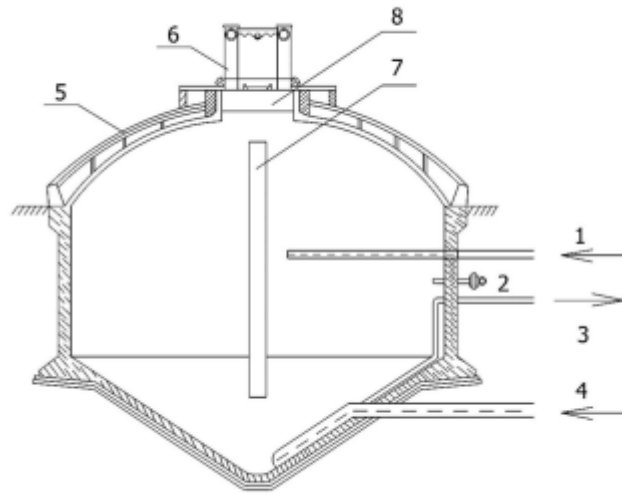
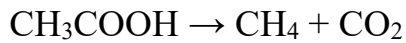
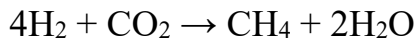


Рис.2.6 – Метантенк

1-подача осаду; 2-паровий інжектор; 3-випуск зброженого осаду; 4-спорожнення метантенка; 5 - теплоізоляція; 6- система скидання та відведення газу; 7-циркуляційна труба; 7- рівень осаду

2.5.4 Дезінфекція води

Знезараження є завершальним етапом очищення стічних вод. З метою забезпечення епідемічної безпеки проводиться їх дезінфекція. Своєчасна дезінфекція запобігає поширенню бактерій, вірусів і розвитку захворювань. Сьогодні людство знає безліч способів знезараження води. Найпопулярнішими способами є : хлорування, ультрафіолетове очищення, обробка озоном, вплив ультразвуком.

Обробка води озоном — це метод очищення води, який зменшує кількість забруднюючих речовин завдяки окислювальній силі озону. Озон є окислювачем, тобто він реагує з іншими речовинами та приймає їхні електрони. Озонування води починається зі створення озону в генераторі озону. Потім у воду вводять

озон, який негайно починає окислювати та знищувати забруднювачі, такі як бактерії, віруси та метали.

Озон окислює органічний матеріал у мембранах бактерій, вірусів і паразитів. Це послаблює, розриває та вбиває їх клітини, усуваючи шкідливі забруднення. Озон також окислює залізо, марганець і мідь у тверді частинки. За допомогою окислення озонові системи очищення води можуть навіть позбавити воду від каламутності, неприємного смаку та запаху, викликаного хлором.

Озон ефективніше, ніж хлор, знищує віруси та бактерії. У процесі озонування використовується короткий час контакту. Оскільки озон швидко розкладається, шкідливих залишків немає. Після озонування не відбувається повторного зростання мікроорганізмів, за винятком тих, які захищені частинками в потоці стічних вод.

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. ГІДРАВЛІЧНІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ ОЧИСНИХ СПОРУД

3.1 Обчислення приймальної камери

1. Об'єм камери:

$$W = \frac{Q}{24} t = \frac{40\,000}{24} \cdot 0,2 = 333,3 \text{ (м}^3\text{)} \quad (3.1)$$

, де t – час перебуття води в камері, год: $t=10$ хв=0,2 год

2. Площа камери:

$$F = \frac{W}{h} = \frac{333,3}{4,5} = 74,06 \text{ (м}^2\text{)} \quad (3.2)$$

, де h – висота камери, м: $h=4,5$ м

3. Довжина камери:

$$L = \frac{F}{b} = \frac{74,06}{7} = 10,58 \text{ (м)} \quad (3.3)$$

, де b – ширина камери, м: $b=7$ м

3.2 Обчислення решіток

1. Число прозорів у решітці:

$$n = \frac{q}{bhV} = \frac{0,463}{0,018 \cdot 0,8 \cdot 1} = 32 \quad (3.4)$$

, де q – секундна витрата води, м³/с: $q=40\,000$ м³/добу=0,4630 м³/с; b – ширина прозору (0,018 м); h – рівень води в решітках (0,8 м); V – швидкість руху води (1 м/с)

2. Загальна ширина решіток:

$$B = bn + s(n - 1) = 0,018 \cdot 32 + 0,01 (32 - 1) = 0,886 \text{ (м)} \quad (3.5)$$

, де s – товщина прута решітки (0,01 м)

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Ширина однієї решітки:

$$B_1 = \frac{B}{N} = \frac{0,886}{1} = 0,886 \text{ (м)} \quad (3.6)$$

, де N – число секцій решітки

4. Гідравлічний опір решітки:

$$h_0 = P\lambda \frac{V^2}{2g} = 3 \cdot 0,7 \frac{1^2}{2 \cdot 9,8} = 0,107 \text{ (м)} \quad (3.7)$$

, де g - прискорення вільного падіння; e P – коефіцієнт зростання гідравлічного опору за рахунок механічних пристроїв для зняття забруднень і самих забруднень ($P \approx 3$); λ - коефіцієнт гідравлічного опору, залежить від форми стержнів, кута нахилу решітки і розраховується за формулою:

$$\lambda = \beta \left(\frac{s}{b}\right)^{\frac{4}{3}} \cdot \sin\alpha = 1,72 \cdot \left(\frac{0,01}{0,017}\right)^{\frac{4}{3}} \cdot \sin 65 = 0,7 \quad (3.8)$$

, де β - коефіцієнт, який залежить від форми стержня (для круглих стержнів – 1,72); α - кут нахилу стержнів ($\alpha = 65^\circ$).

5. Об'єм покидьків, затриманих протягом доби:

$$W = \frac{a_0 N_{\text{пр}}}{1000 \cdot 365} = \frac{184000 \cdot 8}{1000 \cdot 365} = 4,033 \text{ (м}^3\text{/добу)} \quad (3.9)$$

, де $N_{\text{пр}}$ - приведене число жителів, обраховуємо за формулою:

$$N_{\text{пр}} = \frac{Q \cdot C}{a_c} = \frac{40\,000 \cdot 299}{65} = 184000 \text{ (осіб)} \quad (3.10)$$

, де C – концентрація завислих речовин, г/м³; a_c - кількість завислих речовин, що приходиться на одного жителя за добу (65 г/добу).

За БСК $N_{\text{пр}}$ обчислюється:

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N_{\text{пр}}^{\text{БСК}} = \frac{Qc}{a_L} = \frac{40000 \cdot 184}{40} = 184000 \text{ (осіб)} \quad (3.11)$$

6. Маса осаду:

$$j = W\rho = 4,033 \cdot 0,75 = 3,025 \text{ (т/добу)} \quad (3.12)$$

, де ρ - густина покидьків ($\sim 0,75 \text{ т/м}^3$)

Обираємо механізовані решітки марки МГ – 9 Т, що мають такі характеристики: габаритні розміри $L \times B \times H = 1140 \times 1000 \times 1200$ мм, кількість прозорів $n = 39$.

7. Площа решітки марки МГ – 9 Т:

$$F = L \cdot B = 1,14 \cdot 1 = 1,14 \text{ (м}^2\text{)} \quad (3.13)$$

8. Об'єм:

$$W = F \cdot H = 1,14 \cdot 1,2 = 1,368 \text{ (м}^3\text{)} \quad (3.14)$$

3.3 Обчислення горизонтального пісковловлювача:

1. Площа перерізу каналу пісковловлювача:

$$\omega = \frac{q}{n \cdot V} = \frac{0,463}{2 \cdot 0,25} = 0,926 \text{ (м}^2\text{)} \quad (3.15)$$

, де n – кількість каналів піскоуловлювача; V - швидкість руху води ($0,25 \text{ м/с}$);

2. Площа дзеркала води в одній секції :

$$F_1 = \frac{q \cdot 10^3}{nU_0} = \frac{0,463 \cdot 10^3}{2 \cdot 21} = 11,024 \text{ (м}^2\text{)} \quad (3.16)$$

, де U_0 - гідравлічна крупність осаду (21 мм/с).

3. Довжина горизонтального піскоуловлювача:

$$L = Kh \frac{V}{U_0} = 1 \cdot 1 \cdot \frac{0,25}{21} \cdot 10^3 = 11,9 \text{ (м)} \quad (3.17)$$

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

, де K – коефіцієнт, який враховує зниження ефективності роботи споруди за рахунок вертикальної турбулентної складової руху води; h – рівень води в каналі піскоуловлювача, м.

Обчислюємо K :

$$K = \frac{U_0}{\sqrt{U_0^2 - \omega'^2}} = \frac{21}{\sqrt{21^2 - 0,0125^2}} = 1 \quad (3.18)$$

, де ω' - вертикальна складова турбулентного руху води:

$$\omega' = 0,05V = 0,05 \cdot 0,25 = 0,0125 \quad (3.19)$$

4. Час перебування води в піскоуловлювачі:

$$t = \frac{LBhn}{q} = \frac{11,9 \cdot 0,926 \cdot 1 \cdot 2}{0,463} = 47,6(\text{с}) \quad (3.20)$$

, де B - ширина секції піскоуловлювача, м, обчислюється за формулою:

$$B = \frac{\omega}{h} = \frac{0,926}{1} = 0,926 \text{ (м)} \quad (3.21)$$

5. Об'єм піскового напрямку:

$$W = \frac{a_s N_{\text{пр}} t}{1000n} = \frac{0,02 \cdot 184\,000 \cdot 2}{1000 \cdot 2} = 3,68 \text{ (м}^3\text{)} \quad (3.22)$$

, де a_s - об'єм піску, який приходить на одного жителя на добу (0,02 $\text{дм}^3/\text{доб} \cdot \text{жит}$);

6. Висота порогу водозливу – використовують для підтримки постійного рівня води в піскоуловлювачах при коливанні витрати води:

$$P = \frac{h_{\text{max}} - K_q^{2/3} h_{\text{min}}}{K_q^{2/3} - 1} = \frac{1 - 1,14^{\frac{2}{3}} \cdot 0,87}{1,14^{\frac{2}{3}} - 1} = 0,554 \text{ (м)} \quad (3.23)$$

, де h_{\min} - рівень води при найменшій витраті води, м; h_{\max} - рівень води при найбільшій витраті води, м; K_q - коефіцієнт коливання витрати води, визначають за формулою:

$$K_q = \frac{q_{\max}}{q_{\min}} = \frac{0,463}{0,405} = 1,14 \quad (3.24)$$

$$q_{\min} = \frac{35000}{24 \cdot 3600} = 0,405 \text{ (м}^3\text{/с)} \quad (3.24)$$

$$h_{\min} = \frac{h_{\max} q_{\min}}{q_{\max}} = \frac{1 \cdot 0,405}{0,463} = 0,87 \text{ (м)} \quad (3.25)$$

7. Ширина порогу водозливу:

$$b = \frac{q_{\max}}{m \sqrt{2g} (h_{\max} + P)^{3/2}} = \frac{0,463}{0,35 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,8} \cdot (1 + 0,554)^{3/2}} = 0,154 \text{ (м)} \quad (3.26)$$

, де m - коефіцієнт витрати водозливу (0,35)

3.4 Обчислення піскових майданчиків:

1. Площа піскового майданчика

$$F = \frac{p N_{\text{пр}} 365}{1000 h} = \frac{0,02 \cdot 184000 \cdot 365}{1000 \cdot 2,5} = 537,28 \text{ (м}^2\text{)} \quad (3.27)$$

, де p – кількість піску, що затримується в піскоуловлювачах (0,02) ; h – навантаження на піскові майданчики (2,5 м³/м²)

2. Довжина піскових майданчиків:

$$L = \frac{F}{b} = \frac{537,28}{19} = 28,28 \text{ (м)}$$

, де b – прийнята ширина (19 м)

3.5 Обчислення первинних відстійників:

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відстійники залишаємо радіального типу як в технологічній схемі очистки стічних вод в м.Бровари, але збільшуємо кількість для ефективнішої очистки.

1. Діаметр радіального відстійника, м:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{max}}{3,6nk \cdot (U_0 - \omega) \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1666,67}{3,6 \cdot 4 \cdot 0,45 \cdot (0,6 - 0,28) \cdot 3,14}} = 32 \text{ (м)} \quad (3.28)$$

, де n – кількість радіальних відстійників; k - коефіцієнт, зважає на повноту використання об'єму відстійника, (k ~ 0,45); U₀ – гідравлічна крупність осаду, (0,6 мм/с); ω – коефіцієнт, який зважає на вплив вертикальної турбулентної складової руху води на процес відстоювання (ω = 0,04·V_c); V_c – швидкість руху води на середині радіусу (7 мм/с)

$$\omega = 0,04 \cdot V_c = 0,04 \cdot 7 = 0,28 \quad (3.29)$$

2. Головною умовою до обчислень радіальних відстійників є:

$$m = \frac{D}{h} = \frac{32}{5} = 6,4 \quad (3.30)$$

, де h – висота зони відстоювання (5 м)

3. Об'єм зони накопичення осаду:

$$W_{n.o} = \frac{q \cdot t \cdot (C - m)}{\delta} = \frac{1666,67 \cdot 2 \cdot (299 - 150)}{20000} = 25 \text{ (м}^3\text{)} \quad (3.31)$$

, де δ - концентрація твердої фази в осаді (при часі відстоювання 1-6 год та концентрацією завислих речовин 100-400, концентрація твердої фази в осаді становить 20000 г/м³);

3. Об'єм зони відстоювання осаду одного відстійника:

$$W_1 = \frac{W_{n.o}}{n} = \frac{25}{4} = 6,25 \text{ (м}^3\text{)} \quad (3.32)$$

4. Об'єм розподільчої і приймальної камери:

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$W = \frac{Q \cdot t}{24} = \frac{40000 \cdot 0,0417}{24} = 69,5 \text{ (м}^3\text{)} \quad (3.33)$$

, де t- час перебування (2,5хв-0,0417год)

5. Площа камер:

$$F = \frac{W}{h} = \frac{69,5}{4} = 17,4 \text{ (м}^2\text{)}$$

6. Довжина камер:

$$L = \frac{F}{b} = \frac{13,9}{4} = 3,5 \text{ (м)}$$

3.6 Обчислення аеротенків

Залишаємо аеротенки-витиснювачі з регенерацією активного мулу, як в існуючій технологічній схемі. Аеротенки-витиснювачі застосовують для очищення стоків з БСК до 300 мг/дм³. Після первинного відстійника БСК становить 138 мг/дм³.

1. Загальний час окиснення:

$$t_0 = \frac{L_a - L_t}{R a_R (1 - s) \rho} = \frac{138 - 14,4}{0,3 \cdot 8(1 - 0,3) \cdot 52,64} = 1,39 \text{ (год)} \quad (3.34)$$

, де L_t - БСК_{повне} очищеної води після вторинних відстійників, (14,4 мг/дм³);
 ρ – питома швидкість окислення домішок, мг/Г · год; a_R - доза активного мулу в регенераторі, г/дм³, обчислюється за формулою:

$$a_R = \left(\frac{1}{2R} + 1 \right) \alpha = \left(\frac{1}{2 \cdot 0,3} + 1 \right) \cdot 3 = 8 \left(\frac{\text{Г}}{\text{дм}^3} \right) \quad (3.35)$$

, де α – доза активного мулу в аеротенку (3 г/дм³); s – зольність ($s = 0,3$), R – ступінь рециркуляції ($R = 0,3$)

2. Питома швидкість окислення органічних домішок активним мулом:

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\rho = \rho_{max} \left(\frac{L_t \cdot C}{L_t \cdot C + K_L \cdot C + K_0 \cdot L_t} \right) \left(\frac{1}{1 + \varphi\alpha} \right) =$$

$$= 85 \cdot \left(\frac{14,4 \cdot 3}{14,4 \cdot 3 + 0,33 \cdot 3 + 0,625 \cdot 14,4} \right) \left(\frac{1}{1 + 0,07 \cdot 3} \right) = 57,05 \left(\frac{\text{МГ}}{\text{ГГОД}} \right) \quad (3.36)$$

, де K_L - коефіцієнт, який включає на вплив органічних домішок на процес очищення води, ($K_L = 0,33 \text{ мг/дм}^3$); K_0 - коефіцієнт, який включає вплив кисню на процес очищення води, ($K_0 = 0,625 \text{ мг/дм}^3$); C – концентрація кисню у воді, (3 мг/дм^3); φ - коефіцієнт, який включає сповільнення процесу розкладу домішок за рахунок продуктів розкладу активного мулу ($0,07 \text{ дм}^3/\text{Г}$); ρ_{max} - швидкість окислення домішок активним мулом ($\rho_{max} = 85 \text{ мг/Г} \cdot \text{год}$)

3. Час перебування води в аеротенку:

$$t_a = \frac{2,5}{\alpha^{0,5}} \lg \frac{L_a'}{L_t} = \frac{2,5}{3^{0,5}} \lg \frac{109,48}{14,4} = 1,27 \text{ (год)} \quad (3.37)$$

Повне БСК води з врахуванням її розведення рециркуляційним активним мулом, мг/дм^3 :

$$L_a' = \frac{L_a + L_t R}{1 + R} = \frac{138 + 14,4 \cdot 0,3}{1 + 0,3} = 109,48 \left(\frac{\text{МГ}}{\text{дм}^3} \right) \quad (3.38)$$

4. Час регенерації активного мулу:

$$t_p = t_0 - t_a = 1,39 - 1,27 = 0,12 \text{ (год)} \quad (3.39)$$

5. Об'єм зони регенерації:

$$V_p = t_p \cdot QR = 0,12 \cdot 1666,67 \cdot 0,3 = 60 \text{ (м}^3\text{)} \quad (3.40)$$

6. Об'єм зони аерації:

$$V_a = t_a \cdot Q(1 + R) = 1,27 \cdot 1666,67 \cdot (1 + 0,3) = 2751,67 \text{ (м}^3\text{)} \quad (3.41)$$

7. Загальний об'єм аератора становить:

$$V = V_a + V_p = 2751,67 + 60 = 2811,67 \text{ (м}^3\text{)} \quad (3.42)$$

8. Довжина аеротенку:

$$L = \frac{V}{hbn} = \frac{2811,67}{7 \cdot 17 \cdot 1} = 23,6 \text{ (м)} \quad (3.43)$$

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

, де h - висота; n - кількість; b - ширина.

9. Приріст активного мулу:

$$P = 0,8 \cdot B - K' \cdot La = 0,8 \cdot 150 - 0,4 \cdot 138 = 64,8 \text{ (г/м}^3\text{)} \quad (3.44)$$

, де B - концентрація змулених речовин, мг/дм^3 ; K' - коефіцієнт, який враховує, яка частина БСК повного іде на збільшення приросту біомаси, ($K' = 0,4$).

10. Питому витрату повітря на аерацію води:

$$D = \frac{Z(La - Lt)}{k_1 \cdot k_2 \cdot n_1 \cdot n_2 \cdot (C_p - C)} = \frac{1,1 \cdot (138 - 14,4)}{1,68 \cdot 2,52 \cdot 0,7 \cdot 0,51(11,23 - 2)} = 9,75 \text{ (м}^3\text{/м}^3\text{)} \quad (3.45)$$

11. Інтенсивність барботажу:

$$I = \frac{D \cdot h}{t} = \frac{9,75 \cdot 5}{0,12} = 406,25 \left(\frac{\text{м}^3}{\text{м}^2 \cdot \text{год}} \right) \quad (3.46)$$

, де h - глибина занурення аератора, (5 м)

3.7 Обчислення вторинних відстійників

Залишаємо радіальні відстійники

1. Питома навантаження:

$$q_n = \frac{4,5 \cdot \eta \cdot H_i^{0,8}}{(0,1 J \alpha)^{0,5 - 0,01 \alpha_t}} = \frac{4,5 \cdot 0,4 \cdot 5^{0,8}}{(0,1 \cdot 70 \cdot 3)^{0,5 - 0,01 \cdot 10}} = 1,93 \left(\frac{\text{м}^3}{\text{м}^2 \cdot \text{год}} \right) \quad (3.47)$$

, де J - муловий індекс, $\text{см}^3/\text{г}$; α_t - концентрація активного мулу в воді, мг/дм^3 ; H_i - висота ділянки відстоювання, (5 м); η - коефіцієнт використання об'єму ділянки відстоювання (для радіальних - 0,4);

2. Загальна площа поверхні вторинних відстійників:

$$F_B = \frac{Q}{q_n} = \frac{2258,29}{1,93} = 1170,41 \text{ (м}^2\text{)} \quad (3.48)$$

, де Q - витрата води, що надходить на вторинні відстійники:

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q = \frac{q + V_{\text{акт.мулу}}}{24} = \frac{40000 + 14199}{24} = 2258,29 \quad (3.49)$$

3. Кількість вторинних відстійників:

$$N = \frac{F_B \cdot 4K}{\pi D^2} = \frac{1170,41 \cdot 4 \cdot 1,2}{3,14 \cdot 32^2} = 2(\text{шт}) \quad (3.50)$$

Кількість вторинних відстійників приймається не менше трьох, $n=3$

4. Площа одного відстійника:

$$F = \frac{F_B}{n} = \frac{1170,41}{3} = 390,14 \text{ (м}^2\text{)} \quad (3.51)$$

5. Діаметр одного вторинного відстійника:

$$D = 2 \cdot \sqrt{\frac{390,14}{3,14}} = 22,3 \text{ (м)} \quad (3.52)$$

3.8 Обчислення камери озонування

1. Об'єм камери:

$$W = \frac{Q}{24} t = \frac{40\,000}{24} \cdot 0,5 = 833,3 \text{ (м}^3\text{)}$$

, де t – час перебування води в камері, год: $t=0,5$ год

2. Площа камери:

$$F = \frac{W}{h} = \frac{833,3}{5} = 166,66 \text{ (м}^2\text{)}$$

, де h – висота камери, м: $h=5$ м

3. Довжина камери:

$$L = \frac{F}{b} = \frac{166,6}{12} = 13,88 \text{ (м)}$$

, де b – ширина камери, м: $b=12$ м

Озонаторна установка типу Екозон 50 - OSW. Число установок становить

3. Характеристики :

- Продуктивність кисню -50000 мг/год
- Продуктивність води -40 м³/год
- Концентрація озону в газі – 60-80 мг/л

Обираємо типовий циркуляційний канал , за габаритами: висота – 5м, ширина - 8м та довжина - 17,5м.

3.9 Обчислення метантенків

1. Кількість осаду за сухою речовиною, т/добу:

$$Q_{\text{ос}} = \frac{Q(C_1 - C_2)}{10^6} = \frac{40\,000(299 - 150)}{10^6} = 5,96 \text{ (т/добу)} \quad (3.53)$$

2. Об'єм осаду, м³/добу:

$$V_{\text{ос}} = \frac{Q(C_1 - C_2)}{(100 - P)\rho \cdot 10^4} = \frac{40\,000(299 - 150)}{(100 - 93,5) \cdot 1,05 \cdot 10^4} = 87,33 \text{ (м}^3\text{/добу)} \quad (3.54)$$

3. Кількість сухої речовини активного мулу, що надходить із вторинних відстійників:

$$M_{\text{сух}} = \frac{[0,8C_1(1 - E_{\text{зр}}) + \alpha L_a - b]Q}{10^6} \quad (3.55)$$

$$M_{\text{сух}} = \frac{[0,8 \cdot 299(1 - 0,498) + 0,4 \cdot 138 - 15] \cdot 40\,000}{10^6} = 6,41 \text{ (т/добу)}$$

Так як, відбулося зменшення БСК під час відстоювання , ефективність досягає 25 %, тоді:

$$L_a = 184(1 - 0,25) = 138 \text{ (мг/дм}^3\text{)} \quad (3.56)$$

Ефективність вилучення осаду у первинних відстійниках:

$$E_{\text{зр}} = \frac{299 - 150}{299} \cdot 100\% = 0,498 \cdot 100\% = 49,8\% \quad (3.57)$$

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

4. Обчислюємо об'єм надлишкового активного мулу:

$$V_{\text{надл.мул}} = \frac{100 \cdot M_{\text{сух}}}{(100 - P)\rho_{\text{мул}}} = \frac{100 \cdot 6,41}{(100 - 99,2) \cdot 1} = 801 (\text{м}^3/\text{добу}) \quad (3.58)$$

5. Загальний об'єм осаду, що надходить на метантенк:

$$V_3 = V_{\text{ос}} + V_{\text{мулу}} = 87,33 + 801 = 878,33 (\text{м}^3/\text{добу}) \quad (3.59)$$

6. Загальна кількість сухого осаду:

$$M_{\text{сух}}^3 = Q_{\text{ос}} + M_{\text{сух}} = 5,96 + 6,41 = 12,37 (\text{т}/\text{добу}) \quad (3.60)$$

7. Кількість беззольної речовини осаду $Q_{\text{без}}$ та активного мулу $M_{\text{без}}$, :

$$\begin{aligned} Q_{\text{без}} &= \frac{Q_{\text{ос}}(100 - B_{\Gamma})(100 - 3_{\text{ос}})}{100 \cdot 100} = \frac{5,96(100 - 5)(100 - 30)}{10000} = \\ &= 3,96 (\text{т}/\text{добу}) \end{aligned} \quad (3.61)$$

$$\begin{aligned} M_{\text{без}} &= \frac{M_{\text{сух}}(100 - B_{\Gamma}') (100 - 3_{\text{мул}})}{100 \cdot 100} = \frac{6,41(100 - 5)(100 - 30)}{10000} = \\ &= 4,26 (\text{т}/\text{добу}) \end{aligned} \quad (3.62)$$

8. Загальна кількість становить:

$$M_{\text{без}}^3 = Q_{\text{без}} + M_{\text{без}} = 3,96 + 4,26 = 8,22 (\text{т}/\text{добу}) \quad (3.63)$$

9. Об'єм метантенка:

$$V = \frac{V_3 \cdot 100}{V_{\text{доб}}} = \frac{878,33 \cdot 100}{70} = 1254,76 (\text{м}^3) \quad (3.64)$$

10. Площа матантенку:

$$F = \frac{V}{H} = \frac{1254,76}{8} = 156,85 (\text{м}^2)$$

11. Діаметр метантенка:

$$D = 2 \cdot \sqrt{\frac{156,85}{3,14}} = 14,14 (\text{м})$$

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

Обираємо метантенк проєкту 902 -2- 228 з діаметром -16 м; корисним об'ємом-1600 м³; висотою (м³) : верхнього конусу - 2,35 , циліндричної частини – 7,5 , нижнього конусу – 2,6.

3.10 Вибір фільтр-пресу

Вибираємо ремний фільтр-прес , які застосовують для фільтрування нейтральних, лужних та кислих суспензій із обсягом твердої фази до 500 кг/м³.

Таблиця 3.1 - Технічні характеристики фільтр-пресу

Тип	Розмір рам у провітті, мм	Площа поверхні фільтрування, м ²	Товщина рам, мм	Роб. тиск, Мпа	Потужність, кВт	Маса, кг	Габаритні розміри, мм		
							довжина	ширина	висота
РОМ,РЗМ	820x820	56	25	0,6	3	8640	4120	1470	1500

3.11 Вибір насосів

Вибираємо насос для перекачування води – типу D 2500-62-2, який має наступні характеристики:

- Подача -2500 м³/год,
- Напір – 62 м
- Частота обертання – 1000 об/хв
- Тиск на вході і насос – не більше 630 кгс/см²
- Тиск на виході в насос – не більше 463 кгс/см²

Число насосів: N=4

Насос-дозатор для подачі активного мулу з вторинних відстійників на приймальну камеру – типу Д 1 250/125, характеристики:

- Подача -1250 м³/год,

									Арк.
									54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА				

- Напір – 125 м
- Частота обертання – 1500об/хв
- Тиск на вході в насос – не більше 630 кгс/см²

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

4.1 План розміщення очисних споруд

План розміщення очисних споруд є важливим елементом проектування систем водоочищення та водовідведення. Він включає в себе розташування всіх основних компонентів очисної системи та враховує як технічні, так і екологічні вимоги. Проектують очисні споруди враховуючи санітарні та протипожежні вимоги, розміщуючи їх якомога ближче до утворення стоків та їх місця скиду.

Розміщення очисних споруд повинно забезпечувати зручність їх огляду та ремонту. Компактне розташування всіх водоочисних і допоміжних споруд на генеральному плані повинно передбачати мінімальні капітальні витрати на будівництво.

Взаєморозміщення споруд на майданчику повинно забезпечувати: раціональне використання території з урахуванням перспективного розширення споруд; блокування споруд і будинків різного призначення і мінімальну довжину комунікацій; самопливне проходження основного потоку стічних вод через споруди враховуючи усі втрати напору із використанням схилу місцевості.

Відстань між очисними спорудами визначається за наступними правилами:

- Між подібними спорудами – 2-3 метри
- Між різними типами – 5-10 метрів
- Між спорудами біологічних і механічних методів очистки – 10-20 метрів
- Між спорудами та муловим майданчиком – 20-50 метрів.

Для уникнення згубного впливу на екологічний стан довкілля, враховуючи кількість забруднюючих речовин, що поступає від каналізаційних мереж, водоочисного обладнання визначають розміри санітарно-захисної зони.

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Очисні споруди розміщені за містом Бровари, де відсутні житлові будинки. Більша частина споруд встановлена на вулиці, окрім фільтр-пресів, насосів та озонаторних установок. Дані споруди бажано встановлювати у спеціально відведеному приміщенні, яке захищає обладнання від впливу погодних умов. Приміщення повинно бути добре вентиляваним і мати достатньо простору для обслуговування.

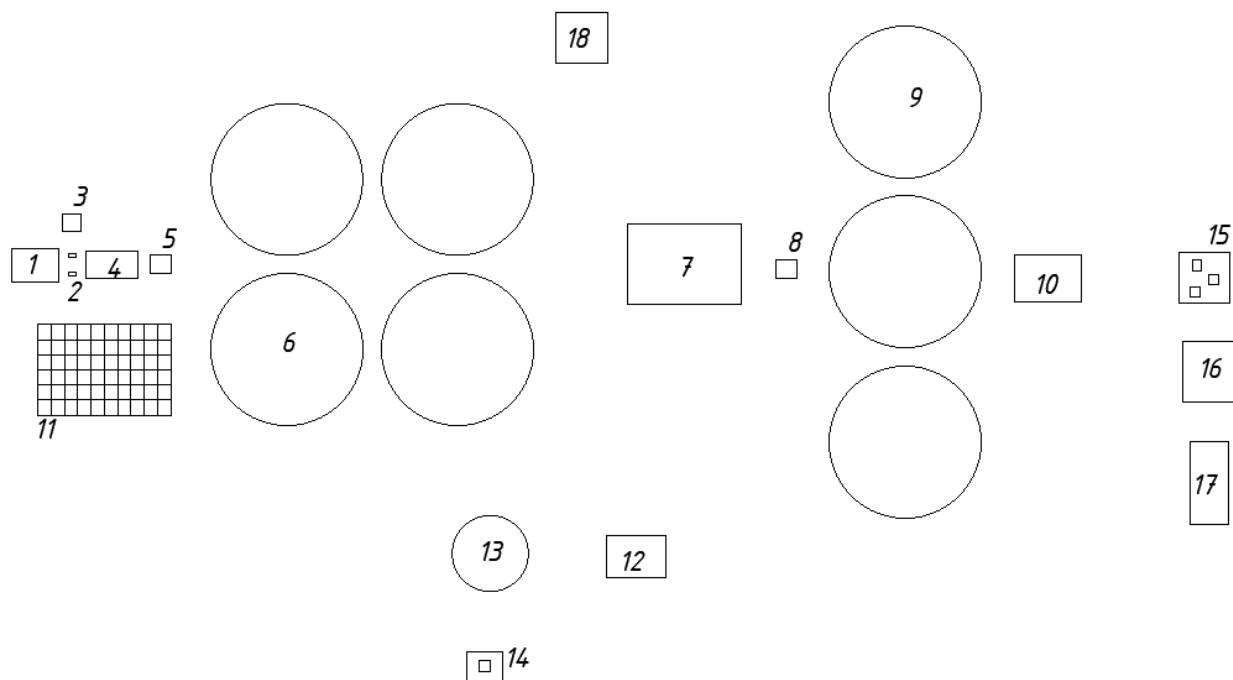


Рис 4.1 –Розміщення очисних споруд

1 -приймальна камера стічних вод; 2 -решітки; 3 –контейнер для складування покидьків ; 4 –пісковловлювач ; 5 –розподільча камера; 6 -первинні відстійники; 7 –аератор; 8 –водорозподільча камера; 9 –вторинні відстійники; 10 –приймальна камера освітленої води; 11 –піскові майданчики; 12 –ущільнювач мулу; 13 –метантенк; 14 –стрічковий фільтр-прес; 15 –озонаторна установка; 16 –камера озонування; 17 –окисювальний канал; 18 –насосна станція.

4.2 Профіль руху води

Профіль руху води необхідний для формулювання взаємного висотного розташування очисних споруд.

Для побудови профілю руху води розбивають на розрахункові ділянки за постійною витратою. Проектуючи профіль обирається найпротяжніший маршрут руху води.

«Для побудови профілю руху води, різницю у відмітках рівня стічних вод перед спорудами та після них беруть такими, м:

- приймальна камера 0,05-0,1
- решітки 0,1-0,25
- пісковловлювачі 0,15-0,25
- відстійники: двооярусні 0,1-0,25; горизонтальні 0,1-0,25; вертикальні 0,5-0,7; радіальні 0,4-0,6
- аеротенки 0,5-0,8
- контактні резервуари 0,1-0,25
- фільтри Н+2»[5]

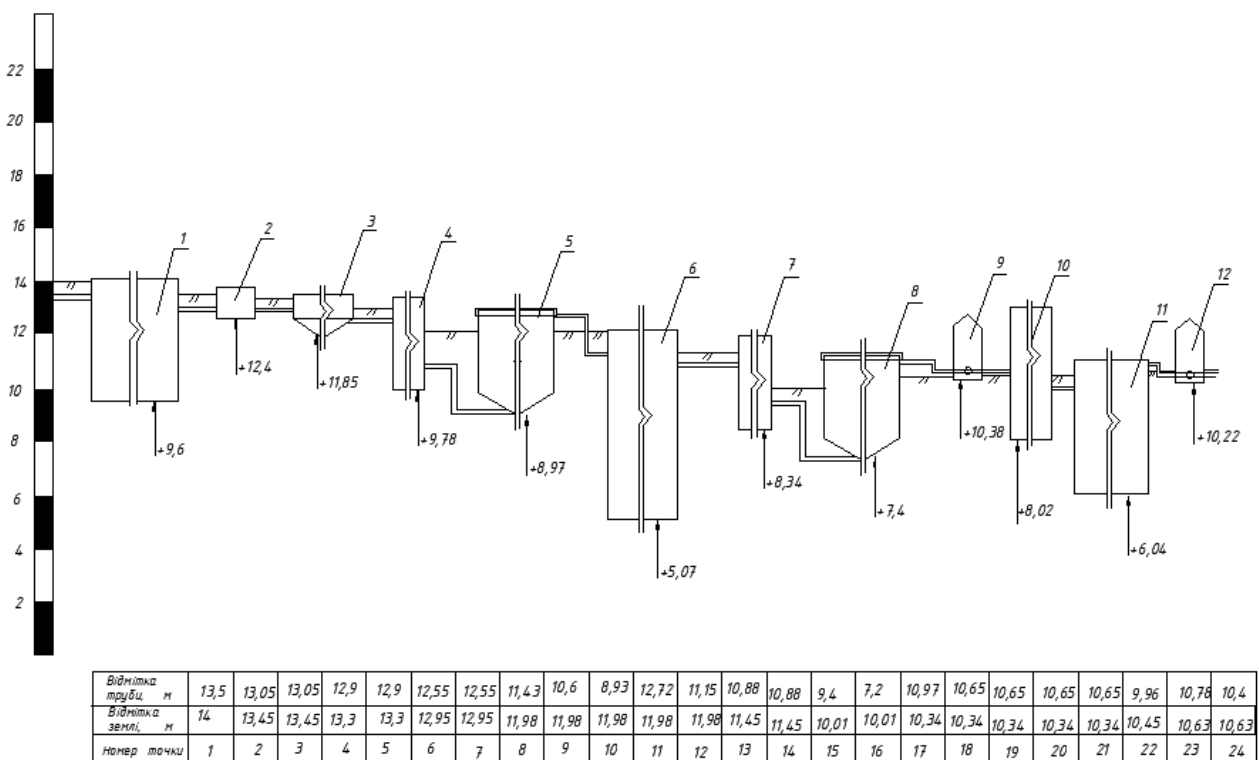


Рис 4.2 – Профіль руху води

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

Під охороною праці розуміється не тільки необхідність забезпечення безпеки працівника в період виконання ним робочих обов'язків. До них відносять і такі заходи як: організація профілактики професійних захворювань, повноцінний відпочинок працівників і якісне харчування в період робочої перерви, надання спецодягу, надання гігієнічних засобів, надання соціальних пільг і гарантій.

Конституція України є основою законодавства України про охорону праці, а система законодавчих актів України, сфокусована на виконанні цього конституційного права. Конституція забезпечує громадянам право на працю і безпеку праці.

Темою дипломного проекту є «Удосконалення технології очищення комунально-побутових стічних вод міста Бровари». Згідно з законодавчими актами (Закон України «Про охорону праці», «Про забезпечення санітарного та епідеміального благополуччя населення», «Про пожежну безпеку» та інші.), основні небезпечні чинники та описано рекомендації для додержання безпечних умов праці та екологічного стану довкілля.

До головних небезпечних факторів, які впливають на безпеку праці працівників під час процесу очищення комунально-побутових стічних вод входять : електробезпека, пожежна безпека , шум та вібрації.

5.1 Шум та вібрації

На підприємстві працюють апарати з надмірним шумом та вібрацією. До них входять: насосні та компресорні станції, озонаторні установки та електричні двигуни.

Тривалий вплив шуму та вібрації на робочому місці призводить до проблем з: серцево-судинною та нервовою системою; слухом, які прогресуючи можуть призвести до його втрати.

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Шум- це звуковий процес, неприємний для сприйняття і має санітарно гігієнічне значення . Шум на виробництві нормується ДСН 3.3.6.037 – 99

Найбільшою небезпекою є втрата слуху через шум. Як наслідок, у працівників, що довгий час перебувають під впливом шуму виникає дзвін у вухах, запаморочення, головний біль та підвищує втому, знижуючи цим продуктивність праці. Також, надмірний шум може призвести до нервового виснаження , вегетативного невроту, психічної пригніченості та розладами ендокринної та серцевої системи.

Зменшити рівень шуму можна за рахунок використання звукоізоляційних установок, таких як глушників, резонаторів, кожухів, захисних конструкцій, оздоблення стін, стелі, підлоги тощо.

Засобами індивідуального захисту можуть слугувати: навушники ЗМ Н510А С1 Comfort Ear Muffs 87-98 дБ (EAT Classic); протишумові беруши ЗМ Peltor EEP-100 Electronic Earplug; Навушники ЗМ Optime III Н540А-411-SV вертикальні 35 дБ та інші.

«Вібрація – процес розповсюдження в пружних тілах механічних коливань з амплітудою 0,003 ...0,5 мм. Вібрація приводить в коливальний рух тіло людини. Особливо шкідливими для людини є коливання з резонансними частотами 6 ... 9 Гц. Розрізняють вібрацію загальну і місцеву.» [11] Вібрація на виробництві нормується ДСН 3.3.6.039-99.

Як наслідок, в людей проявляється підвищена стомлюваність, збільшення часу рухової та зорової реакції, порушення вестибулярних реакцій і координації рухів. Для зменшення вібрації застосовують оптимальне розташування джерела вібрації, удосконалення обладнання та вібропоглинаючі матеріали для обшивки стін, стель і т.д.

5.2 Електробезпека

Електробезпека є критичним аспектом забезпечення безпеки на комунальному підприємстві «Броваритепловодоенергія». Для визначення

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розміщення електричного обладнання в будівлі, необхідно врахувати можливі ризики :

- Контакт з електричним струмом, можливість отримати травми при контакті з несправним або неправильно ізольованим обладнанням.
- Водне середовище збільшує ризик ураження електричним струмом,
- Висока вологість спричиняє корозію електричних компонентів , що підвищує можливість коротких замикань та відмови обладнання.
- Нехтування правилами безпеки під час технічного обслуговування.

Згідно з правилами електробезпека на виробництві, які нормуються НПАОП 40.1-1.01-97, основними методами захисту робітників від ураження струмом є:

- Ізолювання – використання високоякісних матеріалів, які мають високу електричну міцність, стійкі до вологи, хімічних речовин, механічних пошкоджень та забезпечують якісне покриття електричних елементів, що несуть електричний струм.
- Контроль вологості – належна вентиляція та відведення вологи в спорудах , де присутнє електричне обладнання.
- Заземлення, що відповідає встановленим стандартам
- Захисне відключення, яке автоматично вимикає живлення при виникненні витоку струму
- Застосування низьких напруг , при ремонтних роботах
- Правильне розміщення електричних приладів з урахуванням вологи
- Наявність в приміщеннях вимикачів, в разі виникнення аварійної ситуації та інші.

Для забезпечення безпеки, також потрібно використовувати електрозахисні засоби: як ізолювальні штанги; ізолювальні кліщі; електровимірювальні кліщі; покажчики напруги; інструменти з ізольованими ручками та інші.

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.3 Пожежна безпека

Пожежна безпека на підприємстві «Броваритепловодоенергія» є загальноприйнятою частиною організації робочого процесу згідно з нормами чинного законодавства.

«Пожежна безпека – стан об'єкта, при якому з регламентованою ймовірністю виключається можливість виникнення та розвиток пожежі й впливу на людей її небезпечних факторів, а також забезпечується захист матеріальних цінностей.» [12]

Враховуючи вдосконалення технологічної схеми на підприємстві встановлюються метантенки, які дозволяють вилучити метан. . Тому згідно з ДСТУ Б В.1.1-36:2016, будівля, де відбувається видобування вибухонебезпечної речовини, за пожежною безпекою входить до категорії А – найвищий рівень безпеки. Вимоги щодо протипожежного захисту для об'єктів категорії А містять суворі заходи безпеки, такі як автоматичні системи пожежогасіння , детектори газів, забезпечення надійної вентиляції, використання вогнестійких матеріалів та обмеження джерела займання.

З ціллю уникнення пожеж на підприємстві встановлені заходи, згідно НПАОП 40.1-1.01-97. «Заходи режимного характеру передбачають заборону застосування відкритого вогню в недозволених місцях, недопущення появи сторонніх осіб у вибухонебезпечних приміщеннях чи об'єктах, регламентацію пожежної безпеки при проведенні вогневих робіт тощо. Експлуатаційні заходи охоплюють своєчасне проведення профілактичних оглядів, випробувань, ремонтів технологічного та допоміжного устаткування, а також інженерного господарства (електромереж, електроустановок, опалення, вентиляції).» [8]

Система запобігання пожежі включає в себе:

- Розміщення будівель та споруд із дотриманням вимог пожежної безпеки;

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Розміщення пожежонебезпечних процесів і ізольованих приміщеннях;
- Будівельна конструкція високого ступеня вогнестійкості
- Встановлення протипожежних перешкод у будівлях, системах вентиляції;
- Кількості горючих речовин, що знаходяться в приміщенні одночасно;
- Використання оздоблювальних, будівельних та конструкційних матеріалів з нормативними показниками вибухо-пожежонебезпеки;
- Аварійне видалення горючих рідин та газів;
- Оснащення приміщень встановленою кількістю первинних засобів пожежогасіння;
- Облаштування та підтримання в належному стані території підприємства, під'їздів до будівель, пожежних водойм та гідрантів
- Застосування аварійного вимкнення устаткування

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВОК

Метою дипломного проєкту було удосконалення існуючих технологій очистки на підприємстві «Броваритепловодоенергія» .

На підприємстві для очищення стічних вод застосовують дві стадії обробки води (механічна та біологічна) та оброблення осадів (ущільнення та утилізація на карти. Головними проблемами являються недостатня обробка осаду та відсутність дезінфекції води.

В результаті аналізу отриманих даних, було спроектовано нову технологічну схему, залишивши за основу наявні споруди.

Для вирішення даних проблем, в дипломному проєкті було впроваджено удосконалення процесу ущільнення та обробки осаду, а саме використання метантенка, який запобігає загниванню осаду зменшує навантаження на фільтр-преси та забезпечує отримання метану , для використання в котельнях. Для покращення якості води було обрано додавання процесу дезінфекції води після біологічної очистки, а саме озонування.

Це дозволить покращити якість очистки та забезпечить можливість отримувати корисний ресурс для іншої діяльності підприємства.

Під час написання дипломного проєкту були вирішені такі завдання:

- Удосконалення технологічної схеми з урахуванням економічних та екологічних факторів;
- Розрахунок ГДС та матеріального балансу;
- Побудовано блок – схему матеріального балансу;
- Спроектовано необхідні очисні споруди;
- Розроблено план розміщення очисних споруд на місцевості та профіль руху води;
- Визначено найнебезпечніші чинники, що впливають на робітників.

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Березуцький, Вячеслав Володимирович, et al. "Вплив типів електродів на утворення оксиду вуглецю в процесі зварювання. Проблеми охорони праці в Україні, 2023, 39 (1–2), С. 21–27." (2023).
2. Вплив шуму та вібрації на організм людини [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://bilshivcivskagromada.if.gov.ua/vplyv-shumu-i-vibracziyi-na-organizm-lyudyny/>
3. Гомеля М.Д. Екологічна безпека: Навч.посібник/М.Д. Гомеля, Т.О. Шаблій, О.В. Глушко, В.С. Камаєв. – К.: ТОВ «Інфодрук», 2009. – 246 с.
4. Гомеля М.Д. Очисні споруди. Основи проектування: Навч. Посіб./М. Д. Гомеля, Т.В. Крисенко, І.М. Дейкун. – К.: НТУУ «КПІ», 2007. – 176 с. ISBN 978 – 966 – 622 – 263 – 6.
5. Гомеля, М. Д., О. В. Глушко, and В. С. Камаєв. "Методичні вказівки до виконання курсового проекту з курсу „Очисні споруди. Основи проектування”." К.: ТОВ „Інфодрук (2012). – ст 156
6. Євтушенко, Наталія Сергіївна, and Наталя Євгеніївна Твердохлебова. Щодо важливості питань з охорони праці на підприємстві. Diss. ФОП Панов А.М., 2020.
7. Ковальчук В.А. Очистка стічних вод / В.А. Ковальчук. – Рівне. 2002. – ст 330
8. Кравченко, І. О., and О. Ю. Савіна. "Пожежна безпека на підприємстві." (2021).
9. Левченко, Олег Григорович, et al. "Охорона праці та цивільний захист." (2019).
10. Про охорону праці [Електронний ресурс] : закон України від 21 листопада 2002 року № 229-IV. – Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/2694-12>
11. Сайт Букліб [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://buklib.net/books/35229/>

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

12. Сайт пожежна безпека. [Електронний ресурс]. - Режим доступу:
<https://profiteh.ua/pozhezhna-bezpeka-na-pidpriemstvpravyla-ta-orhanizatsiia/>

13. Федоренко, С. В., and В. П. Тишковець. "Особливості охорони праці на підприємстві: економічні аспекти розвитку." Економіка та держава 1 (2017): 56-58.

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК А

Формат	Зона	Лист	Позначення	Найменування	Кол.	Примітка		
				Документація				
				Технологічна схема				
				Деталі				
		1		Приймальна камера	1			
		2		Решітка	2			
		3		Контейнер складування покидьків	1			
		4		Пісковловлювач	1			
		5		Розподільна камера	1			
		6		Первинні відстійники	4			
		7		Приймальна камера осаду	1			
		8		Приймаль. камера ос.води	1			
		9		Аеротенк	1			
		10		Водорозподільча камера	1			
		11		Вторинні відстійники	3			
		12		Приймальна камера активного мулу	1			
		13		Приймаль. камера ос.води	1			
		14		Пісковий майданчик	1			
		15		Компресорна станція				
		16		Метантенк	1			
		17		Ущільнювач мулу	1			
		18		Озонаторна установка	3			
ЛЦ-0124								
Зм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
		Розроб.	Гарадай М.С		Експлікація до технологічної схеми	Літ.	Лист	Архів
		Проб.	Жаботва О.П					
		Начинт.						
		Затверд.	Гомель М.Д					

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Арк.

67

ДОДАТОК В

Формат	Зона	Лист	Позначення	Найменування	Кол.	Примітка																									
				Документація																											
				Розміщення очисних споруд																											
				Деталі																											
		1		Приймальна камера	1																										
		2		Решітка	2																										
		3		Контейнер складування покидьків	1																										
		4		Пісковловлювач	1																										
		5		Розподільна камера	1																										
		6		Первинні відстійники	4																										
		7		Аератор	1																										
		8		Водорозподільча камера	1																										
		9		Вторинні відстійники	3																										
		10		Приймальна камера освітленої води	1																										
		11		Пісковий майданчик	1																										
		12		Ущільнювач мулу	1																										
		13		Метантенк	1																										
		14		Стрічковий фільтр-прес	1																										
		15		Озонаторна установка	3																										
		16		Камера озонування	1																										
		17		Окислювальний канал	1																										
		18		Насосна станція	1																										
<p>ЛЦ-0124</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Зм.</th> <th>Лист</th> <th>№ доум.</th> <th>Підпис</th> <th>Дата</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Розроб.</td> <td></td> <td>Гарадай М.С.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Проб.</td> <td></td> <td>Хомітєва О.П.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>М.контр.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Затверд.</td> <td></td> <td>Гомега М.Д.</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>							Зм.	Лист	№ доум.	Підпис	Дата	Розроб.		Гарадай М.С.			Проб.		Хомітєва О.П.			М.контр.					Затверд.		Гомега М.Д.		
Зм.	Лист	№ доум.	Підпис	Дата																											
Розроб.		Гарадай М.С.																													
Проб.		Хомітєва О.П.																													
М.контр.																															
Затверд.		Гомега М.Д.																													
<p>Експлікація до схеми розміщення очисних споруд</p>					Лист	Лист	Архив																								

Змн.	Арк.	№ доум.	Підпис	Дата

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Арк.

69

