

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

«До захисту
допущено»
Завідувач кафедри
_____ Гомеля
М.Д.
«__» _____ 2024 р.

**Дипломний проект
на здобуття ступеня бакалавра
з напряму підготовки «Екологія, охорона навколишнього середовища та
збалансоване природокористування»
на тему: « Удосконалення роботи станції очищення промислових та
комунально-побутових стічних вод м. Обухів »**

Виконала:
студентка IV курсу, групи ЛЕ-01
Чівліклій Дар'я Віталіївна

Керівник:
доц., доц., к.х.н., Хохотва О. П. _____

Консультант:
Із розробки заходів з охорони праці на виробництві
Ст.викл., к.т.н., Ковтун А.І. _____

Рецензент: доц., доц., к.х.н., Хохотва О. П.

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

Київ – 2024 року

Пояснювальна записка
до дипломного проекту

на тему: « Удосконалення роботи станції очищення промислових та комунально-
побутових стічних вод м. Обухів »

Київ – 2024 року

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проект	2	
2	A4	ДП ЛЕ0122. 00.000 ПЗ	Пояснювальна записка	95	
3	A1	ДП ЛЕ0122. 01.000 П	Характеристика води	1	
4	A1	ДП ЛЕ0122 02.000 ТС	Технологічна схема	1	
5	A1	ДП ЛЕ0122. 03.000 ГП	Генеральний план	1	
6	A1	ДП ЛЕ0122. 04.000 ТК	План розміщення очисних споруд	1	
7	A1	ДП ЛЕ0122. 05.000 ТК	Профіль руху води	1	

				ДП ЛЕ0122.00.000		
	ПІБ	Підп.	Дата			
Розробн.	Чівліклій Д.В.				Лист	Листів

Керівн.	Хохотва О.П.			Відомість дипломного проекту	1	95
Консульт.	Ковтун А.І.				КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ЕтаТРП Гр. ЛЕ-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)

Напрямок підготовки (програма професійного спрямування) – «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Гомеля М.Д.

«__» _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студентці

Чівліклій Дар'ї Віталіївни

1. Тема проекту: « Удосконалення роботи станції очищення промислових та комунально-побутових стічних вод м. Обухів », керівник проекту Хохотва О.П., доц., доц., к.х.н., затверджені наказом по університету від «_17_» _____ травня _____ 2024 р. № _____.
2. Термін подання студентом проекту: «_11_» _____ червня _____ 2024 року.
3. Вихідні дані до проекту: витрата води –79 611 м³/добу; концентрація потоку стічних вод «ККПК» - 3645 мг/дм³; концентрація потоку побутових стічних вод – 451 мг/дм³; БСК₅ стічних вод «ККПК» - 332мг/дм³; БСК₅ побутових стічних вод – 521 мг/дм³.
4. Зміст пояснювальної записки: вступ, техніко-економічне обґрунтування проекту, технологічна частина, технологічні та гідравлічні розрахунки очисних споруд, будівельна частина, охорона праці, висновки, список використаної літератури, додатки.
5. Перелік графічного матеріалу: таблиця вихідних даних та вимоги до очищеної води; технологічна схема; генеральний план ПрАТ «ККПК»; план розміщення очисних споруд; профіль руху води.

6. Консультанти розділів проекту:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Ковтун А.І., доцент		

7. Дата видачі завдання: «_17_» _____ травня _____ 2024 року.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Проходження переддипломної практики	15.04-29.04	
2	Вибір та обґрунтування технологічної схеми	29.04-01.05	
3	Розрахунок матеріального балансу	01.05-08.05	
4	Проведення технологічних розрахунків	08.05-12.05	
5	Оформлення розділу «Будівельна частина»	12.05-19.05	
6	Виконання креслень	30.05-7.06	
7	Оформлення пояснювальної записки	11.06-13.06	

Студент

Чівліклій Д.В.

Керівник проекту

Хохотва О.П.

АНОТАЦІЯ

Цей дипломний проект, що складається з 95 сторінок, 11 таблиць, 5 рисунків, 4 додатків, 5 креслень та 7 джерел, описує комплексну модернізацію технологічної схеми очищення стічних вод на ПАТ "Київський картонно-паперовий комбінат".

Дипломний проект містить наступні складові: пояснювальна записка та технологічні креслення. До пояснювальної записки входять такі розділи: технологічна частина, технологічні та гідравлічні розрахунки очисних споруд, будівельна частина, охорона праці.

Дипломний проект глибоко розкриває комплексний підхід до модернізації системи очищення стічних вод на ПАТ "Київський картонно-паперовий комбінат". Проект ґрунтується на:

- 1) Детальному аналізу вихідної якості стічних вод та вимог до очищеної води, що скидається у водойму.
- 2) Обґрунтованому розрахунку гранично допустимого скиду.
- 3) Розробці та впровадженні модернізованої технологічної схеми очищення, що включає:
 - Метантенк для біологічного розкладання органічних речовин з виділенням біогазу.
 - Коагуляцію для видалення зважених речовин.
 - Аеротенк для біологічного очищення з активним мулом.
 - Відстійник для відділення активного мулу від очищеної води.
 - Фільтр для доочистки води.
- Технологічних та гідравлічних розрахунках для визначення розмірів та продуктивності модернізованих очисних споруд.
- Аналізі матеріального балансу процесу очищення.
- Описанні основних теоретичних відомостей стосовно фізико-хімічних та біологічних процесів, що відбуваються в модернізованій системі.

- Проектуванні розташування очисних споруд на території підприємства та профілю руху води в них.
- Розробці заходів з дотримання норм охорони праці під час експлуатації очисних споруд.

Впровадження запропонованої модернізації дозволить:

- Значно покращити якість очищеної води та зменшити вміст забруднюючих речовин.
- Підвищити екологічну ефективність роботи комбінату.
- Оптимізувати експлуатаційні витрати на очищення стічних вод.
- Зробити значний крок до сталого розвитку підприємства.

Змн.	Лист	ПІБ	Підпис	Дата

ДП ЛЕ-0122.00.000.ПЗ

Розроб.	Чівліклій Д.В.			АНОТАЦІЯ	Літ.		Арк.	Аркушів
Перевір.	Гомеля М.Д.						6	95
Реценз.					КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ЕтаТРП Гр. ЛЕ-01			
Н. Контр.								
Затверд.								

ABSTRACT

This extensive diploma project, encompassing 95 pages, 11 tables, 5 figures, 4 appendices, 5 drawings, and 7 references, outlines a comprehensive modernization plan for the wastewater treatment system at Kyiv Cardboard and Paper Mill (KCPPM).

The project delves into the following key aspects:

1. **Thorough Analysis of Influent Wastewater Quality and Discharge Requirements:** A detailed examination of the influent wastewater characteristics and the stringent discharge standards for treated wastewater into the receiving water body is conducted.
2. **Substantiated Calculation of Maximum Permissible Discharge:** A well-founded calculation of the maximum permissible discharge limit for treated wastewater is established, ensuring compliance with environmental regulations.
3. **Development and Implementation of a Modernized Treatment Scheme:** A modernized wastewater treatment scheme is proposed and implemented, incorporating the following stages:
 - a. **Methane Tank:** A methane tank facilitates the biological breakdown of organic matter, generating biogas as a byproduct.
 - b. **Coagulation:** Coagulation effectively removes suspended solids from the wastewater.
 - c. **Aerotank:** Biological treatment using activated sludge takes place in the aerotank.
 - d. **Sedimentation Tank:** A sedimentation tank separates the activated sludge from the treated wastewater.
 - e. **Filter:** A filter provides tertiary treatment for the refined wastewater.
4. **Technological and Hydraulic Calculations:** Comprehensive technological and hydraulic calculations are performed to determine the dimensions and capacity of the modernized treatment units.

5. **Material Balance Analysis:** A thorough analysis of the material balance within the treatment process is conducted, ensuring efficient resource utilization.
6. **Theoretical Basis of Physicochemical and Biological Processes:** A comprehensive description of the underlying physicochemical and biological processes occurring in the modernized system is provided.
7. **Layout Design and Water Flow Profile:** The project meticulously designs the layout of the treatment facilities within the plant premises and outlines the water flow profile through the system.
8. **Occupational Health and Safety Measures:** Stringent occupational health and safety measures are developed to safeguard workers' well-being during operation and maintenance.

The implementation of the proposed modernization will yield significant benefits:

- **Substantial Improvement in Treated Wastewater Quality:** The modernized system will significantly enhance the quality of treated wastewater, reducing pollutant levels and ensuring compliance with environmental standards.
- **Enhanced Environmental Performance:** KСРРМ's environmental performance will be considerably improved, minimizing its ecological footprint.
- **Optimized Operational Expenditures:** Treatment costs will be optimized, leading to improved resource management and cost savings.
- **Significant Step Towards Sustainable Development:** The project represents a significant step towards KСРРМ's transition to sustainable practices, demonstrating its commitment to environmental stewardship.

					ДП ЛЕ-0122.0.000ПЗ
Змн.	Лист	ПІБ	Підпис	Дата	

Розроб.	Чівліклій Д.В.			АНОТАЦІЯ	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.	Гомеля М.Д.					9	95
Реценз.					КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ЕтаТРП Гр. ЛЕ-01		
Н. Контр.							
Затверд.							

3MICT

ВСТУП	11
2 Обґрунтування доцільності проекту.....	13
3 Технологічна частина.....	16
3.1 Склад та властивості стічних вод.....	16
3.2 Норми допустимого скидання забруднюючих речовин.....	17
3.3 Вибір методів та обладнання для очищення стічних вод.....	24
3.4 Розробка та обґрунтування технологічної схеми очищення стічних вод	25
3.5 <i>Матеріальний</i> <i>баланс</i>	28
3.5.1 Вихідні дані для розрахунку матеріального балансу.....	28
3.5.2 Розрахунок балансу.....	31
3.5.3 <i>Хімічні, фізичні та біологічні процеси</i> очищення.....	43
3.5.4 Механічна обробка стічних вод.....	43
3.5.5 Біологічна обробка стічних вод.....	45
3.5.6 Фізико-хімічна та хімічна обробка стічних вод.....	49
4 <i>ТЕХНОЛОГІЧНІ ТА ГІДРАВЛІЧНІ РОЗРАХУНКИ ОЧИСНИХ СПОРУД</i>	52
4.1.Розробка приймальної камери для потоку комунальнопобутових стічних вод	52
4.2 Розробка метантенку	52
4.3 Розробка скрубера.....	53

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

5.1 Генеральний план підприємства	74
5.2 План розміщення очисних споруд на місцевості.....	76
5.3 Профіль руху води.....	78
6 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	80
6.1 Освітленість виробничих приміщень.	81
6.2 Пожежна безпека	83
6.3 Шум виробничих приміщень	84
6.4 Повітря виробничих приміщень	85
ВИСНОВКИ	89
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	90
Додаток А – Експлікація до технологічної схеми.....	91
Додаток Б – Експлікація до плану розміщення споруд на місцевості.....	93
Додаток В – Експлікація до профілю руху води.....	94
Додаток Г – Експлікація до генерального плану підприємства.....	95

ВСТУП

Водні питання все більше взаємопов'язані з іншими секторами, такими як сільське господарство, енергетика, промисловість і транспорт. Питання захисту водних джерел і доступу до питної води є ключовим пріоритетом для всієї міжнародної спільноти.

Забруднення води промисловими відходами є однією з головних проблем сучасності. Вода забруднюється в результаті технологічних процесів. Вода повинна використовуватися повторно, а водойми, з яких вона скидається, повинні бути захищені.

Очищення стічних вод може здійснюватися механічними, біологічними, фізичними, хімічними або комплексними методами.

Збільшення об'ємів скиду недостатньо очищених або неочищених стічних вод у природні водотоки, а також необхідність покращення санітарно-побутових умов міст і населених пунктів вимагає проведення значної кількості проектних робіт по будівництву споруд з очистки стічних вод.

З неочищеними стоками до водойм потрапляють шкідливі домішки неорганічного (кислоти, луги, мінеральні солі) та органічного (нафта й нафтопродукти, миючі засоби, пестициди тощо) складу.

Органічні забруднення часто призводять до зменшення вмісту розчиненого в воді кисню, наслідком чого є загибель водних організмів, фітопланктону. Надлишки азоту й фосфору в воді призводять до її цвітіння і порушення біологічної рівноваги водойм.

Потрапляння до водойм неочищених господарсько-побутових стоків призводять до біологічного забруднення води, яке може викликати інфекційні захворювання в людей (холеру, тиф, гепатит). У стічних водах також містяться різні мікроорганізми, спори грибів, яйця гельмінтів.

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

Ключовим питанням за цих обставин залишається неможливість обслуговування та ремонту каналізаційних очисних споруд міст, обласних і районних центрів, де тривають бойові дії та які зазнали значних руйнувань.

Таким чином, актуальність питання удосконалення та проектування споруд для очистки стічних вод є одним з головних чинників реалізації концепції сталого розвитку суспільства та забезпечення екологічно безпечних умов проживання населення, зберігання та відтворення водних ресурсів і екосистем.

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

2 Обґрунтування доцільності проекту

Потреби промислових підприємств у воді відрізняються як за обсягом, так і за якістю. Основним недоліком існуючих технологій водокористування на підприємствах є використання прямої системи водопостачання та водовідведення з подальшим скиданням очищених стічних вод у природні водойми. Це, особливо при недостатньо ефективному очищенні, спричиняє забруднення довкілля та неекономічність роботи системи. Крім того, посилення вимог щодо охорони ресурсів і навколишнього середовища (нормативи скиду, податки тощо) змушує промисловість ефективніше використовувати воду, переходячи до схем повторного або оборотного водопостачання в межах одного цеху або всього підприємства.

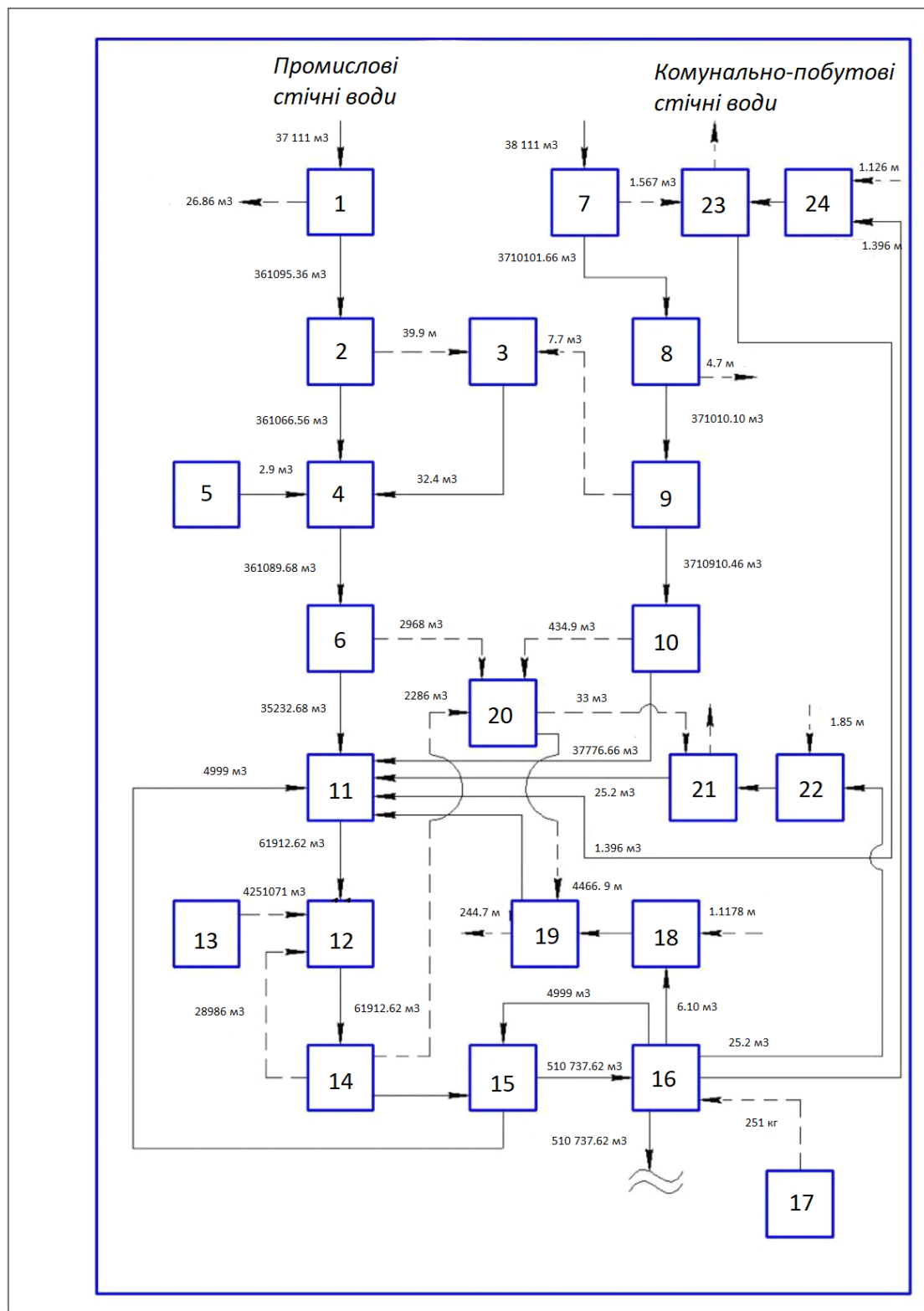
При проектуванні нових або реконструкції існуючих систем водокористування слід обрати оптимальний варіант, який забезпечить споживачів необхідною кількістю води належної якості та під необхідним тиском при мінімальних витратах на будівництво та експлуатацію водопровідно-каналізаційних споруд. До специфічних особливостей стічних вод підприємств, які слід враховувати при розробці їх замкнених систем водопостачання, належать: висока кількість органічних речовин і висока концентрація забруднень азотної групи; низький вміст забруднень нафтопродуктами, солями важких металів, поверхнево-активними речовинами (наприклад, глюкоза, сірчана кислота) тощо; необхідність використання спеціальних споруд для біологічного порівняно з міськими господарсько-побутовими стоками.

Проектна потужність каналізаційних очисних споруд становить 79 611 м³/добу.

Стічні води надходять у вигляді таких потоків:

- промислові стічні води картонно-паперового виробництва об'ємом 37 111 м³/добу;
- комунально-побутові стічні води м. Обухів об'ємом 38 111 м³/добу.

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



У порівнянні з минулими роками спостерігається збільшення обсягів комунально-побутових стоків, при цьому стічні води мікробіологічного

виробництва ВАТ «Стиролбіотех» перестали подаватися. В даний час метантенки використовуються, щоб зменшити навантаження на аеротенки та мінімізувати корозійну природу стічних вод на початковому етапі очищення. Цей підхід допомагає знизити рівень BSK і усунути сірководень. Крім того, для очищення промислових стічних вод впроваджується процес коагуляції, щоб запобігти розвитку нитчастих бактерій в аеротенках. В результаті очисні споруди тепер складаються з метантенків для очищення побутових стічних вод, обладнання для механічної та біологічної очистки як побутових, так і промислових стічних вод, метантенків для зброджування осаду, установок для освітлення та фільтрації біологічно очищених стічних вод, систем для знезараження стічних вод.

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Склад та властивості стічних вод

Таблиця 3.1 – Характеристика промислових та комунально-побутових стічних вод

Найменування потoku	Промислові стічні води	Комунально-побутові стічні води
Показник		
Витрата, м ⁴ /добу	37 111	38 111
БСК ₆ , мг/дм ⁴	451	332
pH	7,6 – 9,6	7,6 – 9,6
Концентрація завислих речовин, мг/дм ⁴	3511	638
Хлориди, мг/дм ⁴	81	226
Сульфати, мг/дм ⁴	373,2	104,5
Азот амонійний, мг/дм ⁴	4,9	37,4
Азот нітритів, мг/дм ⁴	1,110	1,79
Азот нітратів, мг/дм ⁴	3,7	4,2
Залізо, мг/дм ⁴	1,2	1,26
ХСК, мг/дм ⁴	745,8	581
Нафтопродукти, мг/дм ⁴	1,2	1,2
СПАР, мг/дм ⁴	1,19	1,510
Феноли, мг/дм ⁴	1,112	1,112
Мідь, мг/дм ⁴	1,6	-
Цинк, мг/дм ⁴	1,8	-

3.2 Норми допустимого скидання забруднюючих речовин

Розрахунок нормативів HDS речовин, що надходять у водойму із зворотними водами, проводиться з урахуванням таких факторів, як фоновий склад і властивості води водойми, коефіцієнт змішування, коефіцієнт розведення, нормативи якості води, ГДК речовин, природа зворотної води та її споживання.

Таблиця 3.2 – Вихідні дані для визначення кратності розведення

Показник	Значення показника
Витрата води водного об'єкту Q , $\text{м}^4/\text{с}$	2,5
Витрата стічної води q , $\text{м}^4/\text{добу}$, у т. ч.	
• промислової	37 111
• комунально-побутової	38 111
Середня швидкість течії водного об'єкту $V_{\text{сер}}$, $\text{м}/\text{с}$	1,9
Середня глибина водного об'єкту $H_{\text{сер}}$, м	8
Середня температура води водного об'єкту влітку T , $^{\circ}\text{C}$	210
Коефіцієнт звивистості русла ϕ	2,2
Коефіцієнт, що враховує місце скиду ξ	2
Відстань від місця скиду до контрольного створу L , м	661

Визначення кратності розведення зворотних вод, тобто співвідношення об'єму чистої води до об'єму скинутих зворотних вод, необхідне для оцінки впливу скидання на навколишнє середовище.

Коефіцієнт турбулентної дифузії для рівнинних річок:

$$E = 0,028 * V_{\text{сер}} * H_{\text{сер}} \quad (3.2)$$

$$E = 1,139 \text{ м}^3/\text{с}$$

Коефіцієнт впливу гідравлічних факторів використовується для врахування впливу швидкості течії, глибини та форми русла річки на розведення скинутих зворотних вод:

$$\alpha = \varphi * \xi * \sqrt{(q / (V_{\text{сер}} * H_{\text{сер}}))} \quad (3.3)$$

Витрата стічної води q в $\text{м}^4/\text{с}$ становить:

$$q = 1,7 \text{ м}^4/\text{с}$$

$$\alpha = 1,1 * 1 * \sqrt{(1,7 / (0,8 * 7))} = 1,5$$

Коефіцієнт змішування - це безрозмірний параметр, який використовується для кількісної оцінки того, яка частина природної води в річці бере участь у розведенні скинутих зворотних вод на певному відрізку довжини. У нас відрізок довжиною 1,66 км, розраховується так :

$$a = (1,4 * 1,66) / (0,1568 * 1,99 * 1,1) \quad (3.4)$$

$$a = 1,99$$

Кратність розведення - це параметр, який показує, у скільки разів об'єм чистої води в річці перевищує об'єм скинутих зворотних вод. Іншими словами, це міра того, наскільки розбавляються зворотні води в природному середовищі:

$$n = 1 / (1 - 1,99) \quad (3.5)$$

$$n \approx 4,2$$

Стічні води змішуються з природною водою, збільшуючи об'єм у 4,2 рази до розрахункової точки. Фактор розведення використовується для визначення МДК шкідливих речовин у зворотних водах. Застосовується лише до домішок з фоновими концентраціями нижче ГДК. Допомагає розбавити шкідливі речовини до безпечного рівня.

Таблиця 3.4 – Вихідні дані для вибору методів та обладнання для очищення стічних вод.

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

Показник складу	ГДК, мг/дм ⁴	Фонова концентрація С _ф , мг/дм ⁴
Зворотних вод		
Завислі речовини, мг/дм ⁴	31	41
БСК ₆ , мг/дм ⁴	7	7
Хлориди, мг/дм ⁴	411	27,5
Сульфати, мг/дм ⁴	211	254,2
Азот амонійний, мг/дм ⁴	1,16	1,86
Азот нітритів, мг/дм ⁴	1,13	1,134
Азот нітратів, мг/дм ⁴	10,2	3,10
Залізо, мг/дм ⁴	1,116	1,13
ХСК, мг/дм ⁴	3	5,7
Нафтопродукти, мг/дм ⁴	1,16	1,16
СПАР, мг/дм ⁴	1,2	1,18
Феноли, мг/дм ⁴	1,112	1,112
Мідь, мг/дм ⁴	1,112	1,122
Цинк, мг/дм ⁴	1,12	1,125

Максимально допустима концентрація завислих речовин:

$$=C_{\text{доп}} \cdot n + C_{\text{ф}}$$

$$= 31 \cdot 4,2 + 41 = 103 \text{ мг/дм}^4$$

Ступінь очищення води - це кількісний показник, який характеризує, наскільки зменшилася концентрація забруднюючих речовин у воді після її проходження через очисні споруди. Він виражається у відсотках або частках.

де С₁ – початкова концентрація забруднення у воді, що підлягає очищенню.

Середня концентрація завислих речовин для суміші стічних вод становить:

$$C = (1 \cdot 31 + 0,7 \cdot 41) / (1 + 0,7) = 2556,9 \text{ мг/дм}^4$$

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

$$Z = (1 - 103/31) * 100\% = 67,74\%$$

З урахуванням фактора розведення, МДК завислих речовин очищених зворотних водах становить 103 мг/дм³.

Це означає, що скидання зворотних вод з концентрацією завислих речовин не вище 103 мг/дм³ не призведе до перевищення ГДК у водному об'єкті. Якщо фонові концентрації завислих речовин у водному об'єкті вже перевищує ГДК, то до скидання зворотних вод застосовуються більш жорсткі вимоги.

Сульфати: $C_{СТ} = ГДК = 211 \text{ мг/дм}^4$

Середня концентрація сульфатів для суміші стічних вод становить:

$$C: 287,3 \text{ мг/дм}^3$$

$$Z: 54,36\%$$

Азот амонійний: $C_{СТ} = ГДК = 1,16 \text{ мг/дм}^4$

$$C = 26,4 \text{ мг/дм}^4$$

$$Z = 211\% = 1010,78 \%$$

Азот нітритів: $C_{СТ} = ГДК = 1,13 \text{ мг/дм}^4$

$$C = 1,5 \text{ мг/дм}^4$$

$$Z = 211\% = 106 \%$$

Залізо: $C_{СТ} = ГДК = 1,116 \text{ мг/дм}^4$

$$C = 1,24 \text{ мг/дм}^4$$

$$Z = 211\% = 107,26 \%$$

ХСК: $C_{СТ} = ГДК = 3 \text{ мг/дм}^4$

$$C = 661,9 \text{ мг/дм}^4$$

$$Z = 211\% = 104,75 \%$$

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Мідь: $C_{CT} = ГДК = 1,112 \text{ мг/дм}^4$

$$C = 1,36 \text{ мг/дм}^4$$

$$Z = \cdot 211\% = 1010,7 \%$$

Цинк: $C_{CT} = ГДК = 1,12 \text{ мг/дм}^4$

$$C = 1,45 \text{ мг/дм}^4$$

$$Z = \cdot 211\% = 108,2 \%$$

Максимально допустима концентрація для домішок, за умови $C_{\phi} \leq ГДК$:

$$C_{CT} = n \cdot (ГДК - C_{\phi}) + C_{\phi} \quad (3.8)$$

Хлориди: $C_{CT} = 4,2 \cdot (411 - 27,5) + 27,5 = 9106,7 \text{ мг/дм}^4$

$$C = 103,10 \text{ мг/дм}^4$$

Азот нітратів: $C_{CT} = 4,2 \cdot (10,2 - 3,10) + 3,10 = 33,2 \text{ мг/дм}^4$

$$C = 3,10 \text{ мг/дм}^4$$

Нафтопродукти: $C_{CT} = 4,2 \cdot (1,16 - 1,16) + 1,16 = 1,16 \text{ мг/дм}^4$

$$C = 1,2 \text{ мг/дм}^4$$

$$Z = \cdot 211\% = 61 \%$$

СПАР: $C_{CT} = 4,2 \cdot (1,2 - 1,18) + 1,18 = 1,27 \text{ мг/дм}^4$

$$C = 1,310 \text{ мг/дм}^4$$

$$Z = \cdot 211\% = 55,94 \%$$

Феноли: $C_{CT} = 4,2 \cdot (1,112 - 1,112) + 1,112 = 1,112 \text{ мг/дм}^4$

$$C = 1,112 \text{ мг/дм}^4$$

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

Максимально допустиме значення БСК у скинутих зворотних водах визначається за формулою:

$$C_{\text{СТ}} = \frac{a \cdot BSK_{\text{П}}}{1 + a \cdot q \cdot t} \quad (3.9)$$

де a – коефіцієнт змішування; q – відповідно витрата річкової та зворотної води, м⁴/с; $BSK_{\text{П}}$ – гранично допустиме значення БСК для суміші річкової та стічної води, мг/дм⁴; $BSK_{\text{П}}$ – БСК_П річної води до місця скиду стічних вод, мг/дм⁴; t – час переміщення води від місця скиду до розрахункового пункту, доба; k_2 – константа швидкості споживання кисню стічною водою (визначається за табл. 3.5 в залежності від середньої температури води влітку); k_3 – константа реаерації (визначається за табл. 3.6 в залежності від швидкості течії).

Таблиця 3.5 – Константа швидкості споживання кисню стічною водою

t, °C	1	6	10	23	26	29	31	33	37	39	310
k ₂	1,15	1,16	1,17	1,18	1,19	1,110	1,2	1,22	1,24	1,25	1,26

Таблиця 3.6 – Константа реаерації

Характеристика водних об'єктів	k ₃
Швидкість течії < 1,6 м/с	1,3 -1,36
Швидкість течії > 1,6 м/с	1,4 – 1,6
Малі річки	1,6 – 1,9

Час переміщення води від місця скиду до розрахункового пункту становить:

$$t = 1,119 \text{ доби}$$

$$C_{\text{СТ}} = \frac{a \cdot BSK_{\text{П}}}{1 + a \cdot q \cdot t} = 7,2 \text{ мг/дм}^4$$

Для стічних вод:

$$BSK_6 = 3810,5 \text{ мг/дм}^4$$

Ступінь очищення води по БСК становить:

$$Z = \frac{BSK_6 - C_{\text{СТ}}}{BSK_6} \cdot 211\% = 108,9 \%$$

Для розрахунку гранично допустимого скидання (ГДС) забруднюючих речовин, що надходять у водойму зі зворотними водами, використовуються два основні фактори:

Максимальна годинна витрата зворотної води:
Цей показник описує обсяг забруднених вод, які скидаються протягом однієї години. Він є важливим для оцінки інтенсивності впливу скидання на водойму.

Максимально допустимі концентрації (ГДК) домішок у зворотних водах: Ці нормативи визначають гранично допустимий рівень забруднюючих речовин у скидних водах. ГДК ґрунтуються на рівні очищення, який може бути досягнутий за допомогою найсучасніших технологій очищення стічних вод для даної категорії.

Величини ГДС речовин для окремих випусків зворотних вод встановлюються за формулою:

$$\text{ГДС} = q \cdot \text{СГДС} \quad (3.10)$$

Значення максимальної витрати стічної води в м³/год складає:

$$\text{ГДС} = 3271 \text{ м}^3/\text{год} \cdot 10 \text{ мг/дм}^3 = 32710 \text{ мг/год} = 32,71 \text{ кг/год}$$

Таблиця 3.7 – Нормативи ГДС

Завислі речовини	$\text{СГДС} = 103 \text{ мг/дм}^3$	$\text{ГДС} = 3271 \cdot 103 = 2109\,831 \text{ г/год}$
БСК ₆	$\text{СГДС} = 7,2 \text{ мг/дм}^3$	$\text{ГДС} = 3271 \cdot 7,2 = 24287 \text{ г/год}$
Хлориди	$\text{СГДС} = 9106,7 \text{ мг/дм}^3$	$\text{ГДС} = 3271 \cdot 9106,7 = 2\,1045\,5107 \text{ г/год}$
Сульфати	$\text{СГДС} = 211 \text{ мг/дм}^3$	$\text{ГДС} = 3271 \cdot 211 = 327\,111 \text{ г/год}$
Азот амонійний	$\text{СГДС} = 1,16 \text{ мг/дм}^3$	$\text{ГДС} = 3271 \cdot 1,16 = 2191 \text{ г/год}$
Азот нітритів	$\text{СГДС} = 1,13 \text{ мг/дм}^3$	$\text{ГДС} = 3271 \cdot 1,13 = 54,3 \text{ г/год}$

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

Азот нітратів	$C^{ГДС} = 33,2 \text{ мг/дм}^4$	$ГДС = 3271 \cdot 33,2 = 58\,847 \text{ г/год}$
Залізо	$C^{ГДС} = 1,116 \text{ мг/дм}^4$	$ГДС = 3271 \cdot 1,116 = 21,9 \text{ г/год}$
ХСК	$C^{ГДС} = 3 \text{ мг/дм}^4$	$ГДС = 3271 \cdot 3 = 5431 \text{ г/год}$
Нафтопродукти	$C^{ГДС} = 1,16 \text{ мг/дм}^4$	$ГДС = 3271 \cdot 1,16 = 219 \text{ г/год}$
СПАР	$C^{ГДС} = 1,27 \text{ мг/дм}^4$	$ГДС = 3271 \cdot 1,27 = 456,7 \text{ г/год}$
Феноли	$C^{ГДС} = 1,112 \text{ мг/дм}^4$	$ГДС = 3271 \cdot 1,112 = 3,27 \text{ г/год}$
Мідь	$C^{ГДС} = 1,112 \text{ мг/дм}^4$	$ГДС = 3271 \cdot 1,112 = 3,27 \text{ г/год}$
Цинк	$C^{ГДС} = 1,12 \text{ мг/дм}^4$	$ГДС = 3271 \cdot 1,12 = 32,7 \text{ г/год}$

На основі комплексного аналізу фактичних та розрахункових даних визначаються нормативи гранично допустимих скидів (ГДС) забруднюючих речовин, що надходять у водний об'єкт зі зворотними водами.

3.3 Вимоги до очищеної води, що скидається у водний об'єкт

Скидання стічних вод у природні водойми дозволяється лише за умови дотримання жорстких норм щодо концентрації забруднюючих речовин. Ці норми ґрунтуються на гранично допустимих концентраціях (ГДК) та стандартах якості води.

Стандарти якості води – це перелік показників, які описують фізичні, хімічні та біологічні властивості води. До них належать:

1. *Загальні властивості*: температура, рН, перекис водню, запахи, смаки, токсичність.
2. *Універсальні речовини*: ті, що мають спільні характеристики щодо їх вмісту та гранично допустимих норм.
3. *ГДК* для різних речовин у водоймах різного призначення.

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Таблиця 3.3 – Вимоги р. Дніпро

Показник складу води	Нормативи ГДС забруднюючих речовин	
	мг/дм ⁴	г/год
Завислі речовини	103	2109 831
Хлориди	9106,7	2 1045 5107
Сульфати	211	327 111
СПАР	1,27	456,7
Нафтопродукти	1,16	219
Нітрати	33,2	58 847
Нітрити	1,13	54,3
Залізо	1,116	21,9

Перед скиданням у водойму знезаражена стічна вода, яка побувала у контактному резервуарі, повинна відповідати певним нормам щодо кількості колі-бактерій та колі-фагів.

Колі-індекс: не повинен перевищувати 2111 на 1 дм³ води.

Індекс колі-фагів: не повинен перевищувати 2111 БУО (бляшкоутворювальних одиниць)/дм³ води.

3.4 Розробка та обґрунтування технологічної схеми очищення стічних вод

Традиційні методи очищення стічних вод, які використовуються на підприємствах целюлозно-паперової промисловості, не завжди відповідають сучасним вимогам щодо ефективності та екологічності, особливо з огляду на зростаючі обсяги міських стічних вод та складні забруднення. Впровадження новітніх технологій очищення стічних вод є нагальною потребою для

підприємств целюлозно-паперової галузі з метою: підвищення якості очищення стічних вод до рівня, що відповідає суворим екологічним нормам; зменшення негативного впливу на водні ресурси та довкілля; оптимізації витрат на експлуатацію очисних споруд та для забезпечення стійкого розвитку підприємств. Для модернізації очисних споруд пропонується використовувати механічне та біологічне очищення з метантенками, хімічне очищення з гідроксохлоридом алюмінію та систему зневоднення мулу з його зброджуванням, що призведе до кращого очищення, зменшення навантаження на довкілля, економії та підвищення конкурентоспроможності. З урахуванням приведених пропозицій розроблену технологічну схему, описано нижче.

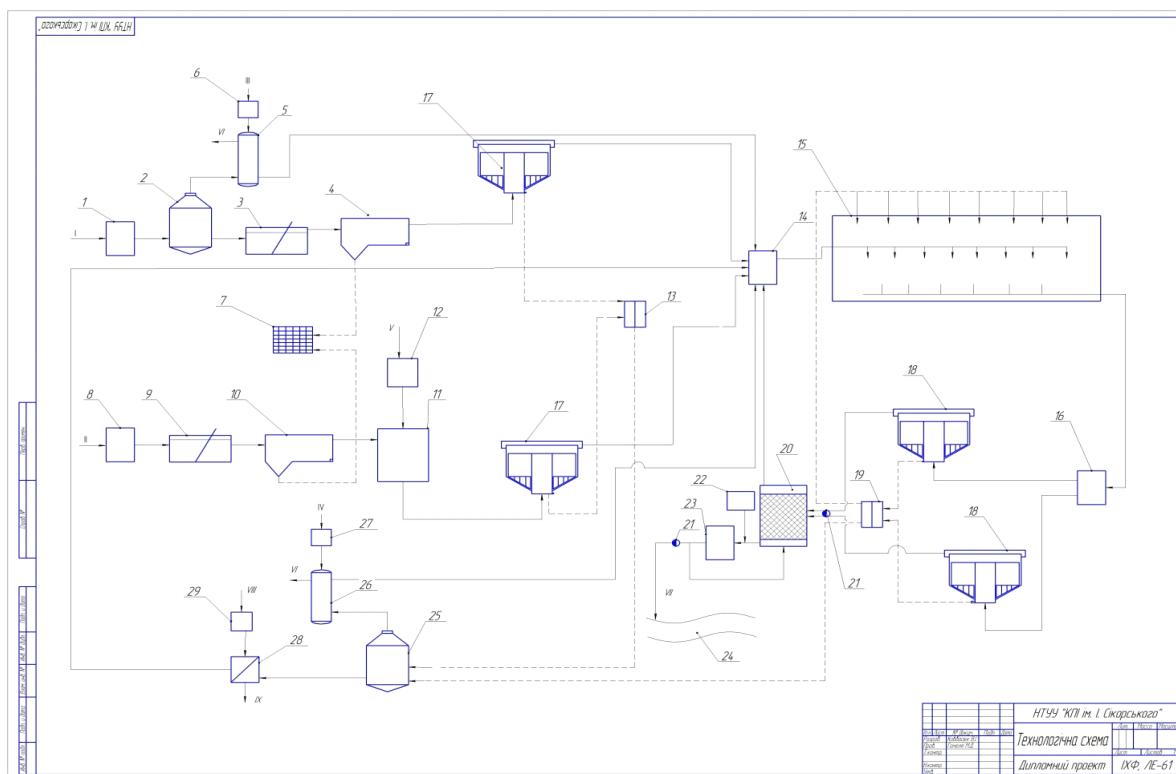


Рисунок 3.4 – Технологічна схема:

1,8 - приймальна камера; 2, 25 – метантенк; 3, 9 – решітка; 4, 10 – піскоуловлювач; 5, 26 – скрубери; 6, 27 - витратний бак вапна; 7 - пісковий майданчик; 11, 14 - перегородчастий змішувач; 12 - витратний бак коагулянту; 13 - приймальна камера осаду; 15 - аеротенк-змішувач; 16 - розподільна камера водомулової суміші; 17 - первинний відстійник; 18 - вторинний відстійник; 19 -

приймальна камера активного мулу; 20 - блок механічних фільтрів; 21 - насосна станція; 22 - озонаторна установка; 23 - резервуар чистої води; 24 – річка; 28 - фільтр-прес; 29 - витратний бак флокулянту; I - подача комунально-побутових стічних вод; II - подача промислових стічних вод; III, IV - подача води на розведення вапна; V - подача води на розведення коагулянту; VI - відведення метану; VII - скид очищеної води в річку; VIII - подача води на розведення флокулянту.

Промислові та комунальні стічні води подаються окремо до очисних споруд, які їх приймають. Після початкової обробки в приймальній камері муніципальні стічні води направляються до метантенку, де відбувається розкладання органічних речовин, що призводить до виділення метану. Виділений метан потім проходить через скруббер для видалення сірководню. Решітки розташовані після метантенку для утримання великих часток і запобігання засміченню трубопроводів. Такі ж решітки використовуються і для промислових стічних вод. Після решіток обидва потоки стічних вод направляються для відділення піску від мінеральних часток у пісковловлювачі. Промислові стічні води потім проходять через змішувач, де додають гідроксоциклогексан для підсилення процесу осадження. Комунальні стічні води, які мають меншу концентрацію завислих речовин, направляються безпосередньо до первинних радіальних відстійників. Після первинних відстійників розташований перегородчастий змішувач, який комбінує обидва потоки стічних вод.

Після змішувача стічні води надходять в аеротенк для хімічного розкладання забруднюючих речовин. Після аеротенка розташовані інші вторинні резервуари, в які надходить водно-шламова суміш. Частина активного мулу повертається назад в аеротенк, решта направляється в метантенк, де відбувається бродіння і виділення біогазу, який очищається у вторинних відстійниках.

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

Після вторинних резервуарів освітлена вода перекачується до серії механічних фільтрів для додаткової обробки стічних вод. Після цього очищена стічна вода стерилізується озоном і потрапляє в резервуар чистої води перед відведенням до річки. Частина води використовується для очищення фільтрів, а також для зменшення доз коагулянту та вапна.

Осад, який ферментується в резервуарі, містить метан, який потім направляється до фільтр-пресу. Додавання флокулянту допомагає зневоднити осад. Стічні води з осаду збираються в змішувачі перед резервуаром для аерації. Осад транспортується до могили для подальшої обробки.

3.5 Матеріальний баланс

3.5.1 Вихідні дані для розрахунку матеріального балансу:

Таблиця 3.5.1 – Вихідні дані для розрахунку матеріального балансу

Показник	Значення
Зольність завислих речовин, Z_{oc}	36 %
Густина газу,	2 т/м ⁴
Ступінь розкладу органічної речовини, α	21 %
Час перебування води в метантенку, t	5 год
Об'єм покидьків на одного жителя на рік, a_1	9 дм ⁴
Кількість завислих речовин, що приходить на одного жителя за добу, a_v	76 г/добу
Густина покидьків, $\gamma_{пок}$	1,86 т/м ⁴
Об'єм затриманого піску на одного жителя на добу	1,13 дм ⁴
Вологість піску	71 %
Густина піску	2,6 т/м ⁴

Концентрація змулених речовин в освітленій стічній воді, що подається в аеротенк, C_3	≤ 261 мг/дм ⁴
Вологість осаду	108 %
Густина осаду,	2,16 т/м ⁴
Ефективність зниження БСК під час відстоювання	36 %
Коефіцієнт приросту активного мулу, α	1,5
Концентрація активного мулу після вторинних відстійників, b	26 мг/дм ⁴
Густина мулу після вторинних відстійників, $\mu_{\text{ул}}$	2 т/м ⁴
Вологість мулу після вторинних відстійників, P	1010,3 %
Доза активного мулу	4 г/дм ⁴
Питома витрата кисню, z	2,2 мг на 2 мг знятої БСК _{повн}
Співвідношення площ аерованої зони та аеротенка, f_{az}/f_{at}	2
Коефіцієнт, що враховує тип аератора, K_2	3,4
Коефіцієнт, що залежить від глибини занурення аератора, K_3	3,103
Глибина занурення аератора, h_a	6 м
Концентрація завислих речовин у промислових стічних водах	3511 мг/дм ⁴
Концентрація завислих речовин у комунально-побутових стічних водах	638 мг/дм ⁴
БСК _{повн} у промислових стічних водах	451 мг/дм ⁴
БСК _{повн} у комунально-побутових стічних водах	332 мг/дм ⁴
Витрата промислових стічних вод	37111 м ⁴ /добу
Витрата комунально-побутових стічних вод	38111 м ⁴ /добу

Розчинність кисню у воді, C_p	10,10 мг/дм ⁴
Середня концентрація кисню в аеротенку, C	5 мг/дм ⁴
Час роботи станції за добу, T	35 год
Нормальна швидкість фільтрування, V_n	8 м/год
Кількість промивок фільтру, n	3
Час промивки фільтру, t_2	1,2 год
Час простою фільтра у зв'язку з промивкою, t_3	1,44 год
Інтенсивність промивки фільтра,	26 дм ⁴ /(с·м ³)
Доза озону, $D_{\text{озон}}$	4 мг/дм ⁴
Зольність осаду, $Z_{\text{ос}}$	41 %
Зольність активного мулу, $Z_{\text{мул}}$	36 %
Ступінь розкладу беззольної речовини	51 %
Вологість осаду після фільтр-пресу	71 %
Доза флокулянту,	3 г/м ⁴
Густина флокулянту ПАА	2,24 т/м ⁴
Концентрація розчину флокулянту, $C_{\text{флок}}$	1,2 %
Домішка сірководню від кількості метану	2,6 %
Надлишок $\text{Ca}(\text{OH})_2$	21 %
Вміст основного компоненту $\text{Ca}(\text{OH})_2$	91 %
Концентрація розчину вапна, $C_{\text{вапно}}$	6 %

3.5.2 Розрахунок матеріального балансу

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Беззольні речовини - це органічні сполуки, які не містять мінеральних зольних елементів, таких як калій, натрій, кальцій, магній, фосфор та інші. До беззольних речовин належать вуглеводи, білки, жири та інші органічні сполуки, які є субстратом для метаноутворюючих бактерій.

$$M_{\text{без}} = (La * Q) / (100 - Z_{\text{ос}}),$$

де La – БСКповн води, що надходить в метантенк, мг/дм⁴; $Z_{\text{ос}}$ – зольність осаду, %; Q – витрата води, м⁴/добу.

Зольність завислих речовин встановлюємо як 36%.

$$M_{\text{без}} = (3810,5 * 340) / (100 - 36) = 5,6 \text{ т/добу}$$

Вихід газу - це обсяг газу, який утворюється при розщепленні органічної речовини в процесі метаноутворення. Він вимірюється в кубічних метрах (м³) на тонну (т) або кілограм (кг) завантаженої беззольної речовини.

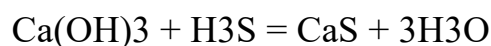
$$\Gamma = M_{\text{без}} * \eta * \rho,$$

де – ступінь розкладу органічної речовини; ρ – густина газу, т/м⁴.

Густина газу встановлюємо як 2.

$$\Gamma = 1,56 \text{ м}^4/\text{добу}$$

Домішка сірководню від кількості метану складає 2,6%.



Для метантенку на вході комунально-побутових стічних вод:

$$m(\text{H}_2\text{S}) = 2,6 \cdot 1,56 / 211 = 1,11786 \text{ т}$$

$$m(\text{Ca(OH)}_2) = 67 \cdot 1,11786 / 45 = 1,122 \text{ т/добу}$$

З урахуванням надлишку Ca(OH)_2 21 %:

$$m(\text{Ca(OH)}_2) = 1,122 \cdot 2,2 = 1,123 \text{ т/добу}$$

Вміст основного компоненту 91%, тоді

$$m(\text{Ca(OH)}_2) = 1,123 \cdot 211 / 91 = 1,126 \text{ т/добу}$$

Об'єм води, необхідний для отримання 6 % розчину вапна:

$$V_{\text{вод}} = 1,126 \cdot 106 / 6 = 1,396 \text{ м}^4/\text{добу}$$

Об'єм покидьків, затримуваних на решітках за добу, м⁴/добу:

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

$$W_{\text{пок}} = ,$$

де - об'єм покидьків на одного жителя на рік, 9 дм⁴ для решіток з шириною отвору 27 – 31 мм; - приведена кількість жителів.

Приведену кількість жителів розраховуємо за формулою:

$$N_{\text{п}} = (C * Q) / a_{\text{в}} , N_{\text{п}} = (350 * 340) / 76 = 1687,5$$

де С – концентрація завислих речовин, г/м⁴; а_в – кількість завислих речовин, що приходить на одного жителя за добу, а_в = 76 г/добу.

Кількість покидьків, затримуваних на решітках за добу:

$$G_{\text{пок}} = 0,416 \text{ м}^3/\text{добу} * 800 \text{ кг/м}^3 = 332,8 \text{ кг/добу},$$

де – густина покидьків, G_{пок} = 1,86 т/м⁴.

Об'єм води, що надходить на решітки після метантенку:

$$V_{8-9} = 38 \text{ 111} - 1,56 = 37 \text{ 101010,66 м}^4$$

Отже, для комунально-побутових стічних вод:

$$= 329 \text{ 1015 жителів}$$

$$W_{\text{пок}} = 5,9 \text{ м}^4/\text{добу}$$

$$G_{\text{пок}} = 1,86 \cdot 5,9 = 4,7 \text{ т/добу}$$

Для промислових стічних вод:

$$= 1071 \text{ 111 жителів}$$

$$W_{\text{пок}} = 32 \text{ м}^4/\text{добу}$$

$$G_{\text{пок}} = 1,86 \cdot 32 = 26,86 \text{ т/добу}$$

На одного жителя на добу припадає 1,13 дм³ затримуваного піску. Вологість піску становить 71%. Густина піску становить 2,6 т/м³.

Об'єм затримуваного піску, м⁴/добу, обчислюємо за формулою:

$$W_{\text{піск}} = W_{\text{піск}} = 329 \text{ 1015 жителів} * 0,00113 \text{ м}^3/\text{добу/жит} * 2,6 \text{ т/м}^3 * (1 - 0,71) / 1000 = 5,9 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Маса затримуваного вологого піску, т/добу:

$$G_{\text{вол.піск}} = W_{\text{піск}} \cdot 2,6$$

Кількість води, що збирається з піском, т/добу:

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$G_{\text{води}} = G_{\text{вол.піск}} \cdot 1,7$$

Маса сухого піску, т/добу:

$$G_{\text{піск}} = G_{\text{вол.піск}} - G_{\text{води}}$$

Для комунально-побутових стічних вод:

$$W_{\text{піск}} = 5,5 \text{ м}^3/\text{добу}$$

$$G_{\text{вол.піск}} = 5,5 \cdot 2,6 = 7,7 \text{ т/добу}$$

$$G_{\text{води}} = 7,7 \cdot 1,7 = 5 \text{ м}^3/\text{добу}$$

$$G_{\text{піск}} = 7,7 - 5 = 3,7 \text{ т/добу}$$

Для промислових стічних вод:

$$W_{\text{піск}} = 210,3 \text{ м}^3/\text{добу}$$

$$G_{\text{вол.піск}} = 210,3 \cdot 2,6 = 39,9 \text{ т/добу}$$

$$G_{\text{води}} = 39,9 \cdot 1,7 = 28,4 \text{ м}^3/\text{добу}$$

$$G_{\text{піск}} = 39,9 - 28,4 = 22,6 \text{ т/добу}$$

Об'єм води, що надходить після решіток на пісковловлювачі:

$$V_{9-10} = 37101010,66 - 4,7 = 3710106,106 \text{ м}^3$$

$$V_{2-3} = 37111 - 26,86 = 361095,36 \text{ м}^3$$

Об'єм води, що надходить після пісковловлювача у змішувач:

$$V_{3-5} = 361095,36 - 39,9 = 361066,56 \text{ м}^3$$

Об'єм води, що надходить з піскового майданчику до змішувача:

$$V_{4-5} = 28,4 + 5 = 32,4 \text{ м}^3$$

Об'єм води у змішувачі:

$$V = 361066,56 + 32,4 = 361087,86 \text{ м}^3$$

Доза коагулянту пентагідроксохлориду алюмінію (ПХЧА) для потоку промислової стічної води визначається згідно з нормативними рекомендаціями.

Ці рекомендації ґрунтуються на рівні каламутності води, який у даному випадку становить 81 мг/дм³.

$$V_k = D_k \cdot Q \cdot 21^{-7}$$

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_K = 81 \cdot 361087,86 \cdot 21-7 = 2,93 \text{ м4/добу}$$

Об'єм промислової стічної води, яка потрапляє після змішувача у первинний відстійник:

$$V_{5-7} = 36 \ 1087,86 + 2,93 = 36 \ 1089,68 \text{ м4}$$

Об'єм комунально-побутових стічних вод, яка потрапляє після пісковловлювача у первинний відстійник:

$$V_{10-21} = 37 \ 10106,106 - 7,7 = 37 \ 10910,46 \text{ м4}$$

Кількість осаду, що виділяється з первинних відстійників (G), можна розрахувати за наступною формулою:

$$Q_{\text{сух}} = V_{\text{вх}} \cdot \text{ЗР} / 1000$$

Цей норматив встановлює максимально допустиму концентрацію змулених речовин (ЗР) в освітленій стічній воді, яка подається в аеротенк. Максимально допустимий рівень ЗР становить 261 мг/дм³.

Кількість осаду за сухою речовиною для потоку промислової стічної води:

$$Q_{\text{сух}} = 69,6 \text{ т/добу}$$

Об'єм осаду, враховуючи вологість 108 % і густину осаду = 2,16 т/м⁴, становить:

$$V_{\text{ос}} = V_{\text{ос}} = Q_{\text{сух}} \cdot (1 + P/100) / \rho,$$

де P – вологість осаду, %; – густина осаду, 2,16 т/м⁴.

$$V_{\text{ос}} = 2968 \text{ м4/добу}$$

Кількість осаду за сухою речовиною для потоку комунально-побутової стічної води:

$$Q_{\text{сух}} = 21,3 \text{ т/добу}$$

Об'єм осаду:

$$V_{\text{ос}} = 434,9 \text{ м4/добу.}$$

Об'єм води, яка потрапляє до змішувача після відстійника з боку промислових стічних вод:

$$V_{7-22} = 361089,68 - 2968 = 35 \ 232,68 \text{ м4}$$

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

Об'єм води, що надходить до змішувача після відстійника з боку комунально-побутових стічних вод:

$$V_{21-22} = 3710910,46 - 434,9 = 37\,776,66 \text{ м}^4$$

Об'єм води, що надходить до змішувача зі скрубера після вловлювання H_2S :

$$V_{34-22} = 1,396 \text{ м}^4$$

$$V_{32-22} = 25,2 \text{ м}^4$$

Загальний об'єм води у змішувачі:

$$V = 35232,68 + 37776,66 + 1,396 + 25,2 = 61\,912,62 \text{ м}^4$$

Об'єм води, що надходить до аеротенку:

$$V_{22-23} = 61\,912,62 \text{ м}^4$$

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

$$M_{\text{сух}} = (V_{\text{ВХ}} * C * E) / (1000 * (L_a - \alpha b)),$$

де C – концентрація змулених речовин у воді, що надходить на первинні відстійники, мг/дм^4 ; E – ефективність затримання змулених речовин, частки одиниці; L_a – БСКповн стічної води, що надходить в аеротенки, мг/дм^4 ; α – коефіцієнт приросту активного мулу, $\alpha = 1,4 \text{ } 1,6$; b – концентрація активного мулу після вторинних відстійників, мг/дм^4 .

Середня концентрація завислих речовин для суміші стічних вод становить:

$$C = 2556,9 \text{ мг/дм}^4$$

Для суміші стічних вод:

$$\text{БСК}_6 = 3810,5 \text{ мг/дм}^4$$

Відстійники здатні видаляти з води від 26% до 36% органічних речовин, які є джерелом БСК.

$$3810,5 \cdot (2 - 1,36) = 321 \text{ мг/дм}^4$$

Ефективність затримання для промислових стічних вод у первинних відстійниках:

$$E_{\text{пр}} = 1,105$$

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ефективність затримання для комунально-побутових стічних вод у первинних відстійниках:

$$E_{\text{пр}} = 1,83$$

Середня ефективність для промислових та побутових стічних вод:

$$E_{\text{пр}} = 1,101$$

Приймаємо $b = 26 \text{ мг/дм}^4$, $\alpha = 1,5$. Тоді:

$$M_{\text{сух}} = (10\,000 \text{ м}^3/\text{добу} * 2556,9 \text{ мг/дм}^3 * 1,101) / (1000 * (320 \text{ мг/дм}^3 - 1,5 * 26 \text{ мг/дм}^3)) = 10,5 \text{ т/добу}.$$

Об'єм надлишкового активного мулу, $\text{м}^4/\text{добу}$:

$$V_{\text{мул}} =$$

де P – вологість мулу після вторинних відстійників (93,3 – 93,8 %); $\rho_{\text{мул}}$ – густина мулу після вторинних відстійників, т/м^3 .

Приймаємо вологість мулу 93,3 %:

$$V_{\text{мул}} = 10,5 \text{ т/добу} * (1 + 93,3/100) / 2 \text{ т/м}^3 = 2286 \text{ м}^4/\text{добу}$$

Доза активного мулу (4 г/дм^3) - це маса АМ, яка додається до аеротенку щодоби на одиницю об'єму стічної води.

Кількість активного мулу, що виноситься із стічними водами з аеротенка, становить:

$$M_{\text{в}} = V_{\text{вх}} * b * (1 - E_{\text{пр}}) = 263,5 \text{ т/добу}$$

Активний мул повертається в аеротенк, за винятком приросту активного мулу:

$$M_{\text{в}} = 263,5 - 10,5 = 254 \text{ т/добу}$$

Якщо вологість мулу після вторинних відстійників 93,3%, то його об'єм:

$$V_{\text{мул}} = M_{\text{сух}} * (1 + P/100) / \rho_{\text{мул}}$$

$$V_{\text{мул}} = 10,5 \text{ т/добу} * (1 + 93,3/100) / 2 \text{ т/м}^3, \text{ тоді}$$

$$V = 28\,986 \text{ м}^4/\text{добу}$$

Витрата повітря, $\text{м}^4/\text{м}^4$ очищеної води за пневматичної аерації аеротенка:

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$q = z * V_{\text{ВХ}} * (C_p - C) / (K_2 * K_3 * C_p) ,$$

де z – питома витрата кисню, мг на 2 мг знятої БСКповн; K_2 – коефіцієнт, що враховує тип аератора; K_3 – коефіцієнт, що залежить від глибини занурення аератора h_a ; C_p – розчинність кисню у воді мг/дм⁴; C – середня концентрація кисню в аеротенку, мг/дм⁴.

Візьмемо дрібнобульбашковий аератор, тоді $z = 2,2$; $K_2 = 3,4$; $K_3 = 3,103$; $n_2 = 2,2$; $n_3 = 1,9$; $C_p = 10,10$ мг/л.

$$q = 7,3 \text{ м}^4/\text{м}^4$$

Загальна витрата повітря:

$$q_{\text{заг}} = 7,3 \cdot 61912,62 = 425 \text{ } 10710 \text{ м}^4/\text{добу}$$

Визначення необхідного об'єму води для промивання фільтрів

$$F = T * V_H * n * (t_2 + t_3) * q,$$

де T – час роботи станції за добу, $T = 35$ години; V_H – нормальна швидкість фільтрування, $V_H = 8$ м/год; n – кількість промивок, $n = 3$; t_2 – час промивки фільтру, $t_2 = 1,2$ год; t_3 – час простою фільтра у зв'язку з промивкою, $t_3 = 1,44$ год; – інтенсивність промивки фільтра, $\text{дм}^4/(\text{с} \cdot \text{м}^3)$, $= 26 \text{ дм}^4/(\text{с} \cdot \text{м}^3)$.

$$F = 35 \text{ год} * 8 \text{ м/год} * 3 * (1,2 \text{ год} + 1,44 \text{ год}) * 26 \text{ дм}^4/(\text{с} \cdot \text{м}^3) * (1 \text{ м}^3/1000 \text{ дм}^3) = 436 \text{ м}^3$$

Число фільтрів:

$$N = F / (V_H * t_{\text{п}}) = N = 436 \text{ м}^3 / (8 \text{ м/год} * 5,04 \text{ год}) = 10,79 = 11$$

Площа одного фільтру:

$$S = F / (N * V_H * t_{\text{п}}) = S = 436 \text{ м}^3 / (11 * 8 \text{ м/год} * 5,04 \text{ год}) = 5,6 \text{ м}^2$$

$$5,6 \text{ м}^2 * H = 51 \text{ м}^3$$

Існує стандартний розмір елемента фільтру, який використовується в даній системі очищення води.

51 м³ - це об'єм типового елемента фільтру.

Витрата води на промивання одного фільтру:

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

$$W_{\Pi} = q \cdot t_2 = 26 \cdot 51 = 711 \text{ дм}^4/\text{с}$$

t: Час промивання одного фільтру = 1,2 години = 471 секунда

n: Кількість промивань одного фільтру на добу = 3

$$= \cdot t_2 \cdot n$$

$$= 711 \cdot 471 \cdot 3 = 543\,111 \text{ дм}^4 = 543 \text{ м}^4$$

Для 10 фільтрів об'єм води на промивання на добу становить:

$$V_{\Pi} = 12\,176 \text{ дм}^3/\text{с} \cdot 471 \text{ с} \cdot 3 \cdot (1 \text{ м}^3/1000 \text{ дм}^3) \cdot 10 \text{ фільтрів} = 4999 \text{ м}^4$$

Витрата озону:

$$q_{\text{озон}} = V_{\text{ВХ}} \cdot \text{Дозон}$$

де Дозон – доза озону, мг/дм⁴, Дозон = 4 мг/дм⁴.

$$q_{\text{озон}} = 2510 \text{ кг/добу}$$

Загальний об'єм осаду на метантенк ($V_{\text{заг}}$) можна розрахувати за наступною формулою:

$$V_{\text{заг}} = V_{\text{ос}} + V_{\text{мул}}$$

$$V_{\text{заг}} = 2968 + 434,9 + 2286 = 4466,9 \text{ м}^4/\text{добу}$$

За сухою речовиною вся кількість осаду:

$$= 21,3 + 69,6 + 10,5 = 89,2 \text{ т/добу}$$

Зольність осаду ($Z_{\text{ос}}$): 41%

Зольність активного мулу ($Z_{\text{мул}}$): 36%

Загальна кількість беззольної речовини, яка надходить у метантенк:

$$= 10,5 \cdot (2 - 1,36) + (21,3 + 69,6) \cdot (2 - 1,41) = 66,25 \text{ т/добу}$$

Ступінь розкладу речовини 51 %, тоді маса беззольної речовини у збродженій суміші:

$$= 66,25 \cdot (2 - 1,5) = 44,2 \text{ т/добу}$$

Вихід газу:

$$Г = 66,25 - 44,2 = 33 \text{ м}^4/\text{добу}$$

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зольна частина осаду:

$$M_z = M_c - M_{орг} = 89,2 - 66,25 = 34 \text{ т/добу.}$$

Маса сухої речовини в збродженій суміші:

$$M_{сух} = M_z + M_{орг} = 34 + 44,2 = 78,2 \text{ т/добу}$$

Для метантенку з осадом та надлишком активного мулу:

$$m(H_2S) = 2,6 \cdot 33 / 211 = 1,44 \text{ т}$$

$$m(Ca(OH)_2) = 67 \cdot 1,44 / 45 = 1,65 \text{ т/добу}$$

Ураховуючи надлишок $Ca(OH)_2$ 21 %:

$$m(Ca(OH)_2) = 1,65 \cdot 2,2 = 1,610 \text{ т/добу}$$

Вміст основного компоненту 91%, тоді:

$$m(Ca(OH)_2) = 1,610 \cdot 211 / 91 = 1,85 \text{ т/добу}$$

Об'єм води, який потрібний для отримання 6 % розчину вапна:

$$V_{вод} = 1,85 \cdot 106 / 6 = 25,2 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Вологість осаду після фільтр-пресу (W): 71%

Суша речовина осаду (C): 29% (100% - W)

Загальний об'єм суспензії, що подається на фільтр-прес (V_c): Ця величина характеризує загальний об'єм суспензії, що подається на фільтр-прес за певний проміжок часу (зазвичай за годину або за добу). $V_{ос} = 244,7 \text{ т/добу}$

Об'єм води, який знову повертається з фільтр-пресу:

$$V = 4466,9 - 244,7 = 4333,3 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Добова витрата флокулянту:

$$Q_{флок} = V_{вх} \cdot d, \text{ т/добу}$$

де d – доза флокулянту, $d = 3 \text{ г/м}^3$

$$Q_{флок} = 1,1178 \text{ т/добу}$$

Густина флокулянту ПАА становить $2,24 \text{ т/м}^3$.

Об'єм води 1,2% для розчину флокулянту:

$$V = V_{флок} = 1,1178 \text{ т/добу} / (2,24 \text{ т/м}^3 \cdot 0,012) = 6,10 \text{ м}^3/\text{добу}$$

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

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1, 8 – решітки; 2, 9 – пісковловлювачі; 3 – пісковий майданчик; 4 – змішувач;
 5 – витратний бак коагулянту; 6, 10 – первинні відстійники; 7, 20 – метантенки;
 11 – перегородчастий змішувач; 12 – аеротенк; 13 – компресор; 14 – вторинні
 відстійники; 15 – механічний фільтр; 16 – проміжний резервуар освітленої
 води; 17 – озонаторна установка; 18 – витратний бак флокулянту; 19 –
 фільтрпрес; 21, 23 – скрубери; 22, 24 – витратний бак вапна.

Таблиця 3.5.2 – Таблиця матеріального балансу

Назва потоку стічних вод	Значення	
	м ⁴ /добу	т/добу
Стічні води, що надходять на решітки		
• промислові стічні води	37 111	
• комунально-побутові стічні води, V ₈₋₉	37 101010,66	
Комунально-побутові стічні води, що надходять на метантенк	38 111	
Покидьки, затримані на решітках		
• промислові стічні води		26,86
• комунально-побутові стічні води		4,7
Стічні води, що надходять до пісковловлювачів		
• промислові стічні води, V ₂₋₃	36 1095,36	
• комунально-побутові стічні води, V ₉₋₁₀	37 1096,106	
Промислові стічні води, що надходять до змішувача, V ₃₋₅	36 1066,56	
Вода з піскового майданчику, що надходить до змішувача, V ₄₋₅	32,4	
Об'єм коагулянту, що надходить до змішувача, V ₆₋₅	2,9	

Пісок, що надходить на пісковий майданчик з пісковловлювачів • промислові стічні води, V_{3-4} • комунально-побутові стічні води, V_{10-4}		39,9 7,7
Вода, що надходить до первинних відстійників • промислові стічні води, V_{5-7} • комунально-побутові стічні води, V_{10-21}	36 1089,68 37 10910,46	
Осад, що надходить з первинних відстійників до метантенку • промислові стічні води, V_{7-31} • комунально-побутові стічні води, V_{21-31}	2968 434,9	
Стічні води, що надходять до загального змішувача з первинних відстійників • промислові стічні води, V_{7-22} • комунально-побутові стічні води, V_{21-22}	35 232,68 37 776,66	
Стічні води, що надходять до аеротенку, V_{22-23}	61 912,62	
Витрата повітря для аерації, V_{24-23}	425 10710	
Стічні води, що надходять до вторинних відстійників, V_{23-25}	61 912,62	
Активний мул, що повертається в аеротенк, V_{25-23}	28 986	
Надлишковий активний мул, що надходить в метантенк, V_{25-31}	2286	
Стічні води, що надходять до механічного фільтру, V_{25-26}	510 737,62	
Вода, що надходить до резервуару чистої води, V_{26-27}	510 737,62	
Вода, що надходить на промивку фільтра, V_{27-26}	4999	
Осад, що надходить до фільтр-пресу, V_{31-210}		4466,9

Флокулянт, що надходить у витратний бак		1,1178
Чиста вода для розведення розчину флокулянту, V_{27-29}	7	
Вода, що повертається з фільтр-пресу, V_{210-22}	4333,3	
Осад, що виводиться з фільтр-пресу		244,7
Вихід газу з метантенків V_{31-32} V_{8-34}	33 1,56	
Вапно, що подається до витратних баків V_{35} V_{33}		1,126 1,85
Чиста вода для розведення розчину вапна V_{27-33} V_{27-35}	25,2 1,396	
Вода, що надходить до змішувача зі скрубєрів V_{34-22} V_{32-22}	1,396 25,2	
Вода, що скидається у річку після очищення	510 737,62	

3.6 Хімічні, фізичні та біологічні процеси очищення

3.6.1 Механічна обробка стічних вод

Механічна очистка є невід'ємною частиною багатоступеневої системи очищення стічних вод. Вона виконує ряд важливих функцій:

- Затримує великі тверді домішки, які можуть засмічувати та пошкоджувати обладнання на наступних етапах очищення.

- Забезпечує стабільний потік води, що надходить на біологічний етап очищення, для його оптимальної роботи.
- Знижує вплив нерівномірного надходження стічних вод на роботу очисних споруд.

Механічна очистка здатна видаляти з стічних вод значну кількість нерозчинних домішок комунально-побутових стічних вод- 65-75% та виробничих стічних вод до 98%.

Етапи механічної очистки:

Фільтрація через решітки, які затримують нерозчинні тверді частинки, волокнисті та крупнодисперсні домішки і запобігає засміченню та пошкодженню трубопроводів.

Об'єм відходів, які залишаються на решітках, становить 27-61 дм³ на 2111 м³ води. Відходи мають вологість 91%, зольність 8-9% та щільність 861 кг/м³. Сама кількість відходів залежить від ширини прозорів решіток.

Пісковловлювачі-видаляють важкі мінеральні домішки (гравій, пісок, вугілля, шлак, бетон, скло) розміром понад 1,110-1,6 мм, які ґрунтуються на принципі гравітаційного осідання і забезпечують видалення до 90% мінеральних домішок. Після видалення піску та інших мінеральних домішок у пісковловлювачах, стічні води надходять до первинних відстійників. Їх основне завдання – очищення води від завислих речовин за допомогою гравітаційного осідання, вони видаляють 51-71% завислих речовин, знижують БСК очищеної води на 31-51%.

Концентрація зважених речовин на виході з первинних відстійників не повинна перевищувати 261 мг/дм³. Це запобігає надмірному навантаженню на активний мул у наступних стадіях очищення.

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

Радіальні відстійники - це циліндричні бетонні резервуари великої глибини (27-71 м) та значного діаметру, які мають вертикальну центральну трубу для подачі стічних вод знизу вгору, розподільний пристрій для рівномірного розподілу води у відстійній частині, круглий водозлив по периметру для відведення освітлених стічних вод та кільцеву стінку перед водозливом для утримання плаваючих речовин, які видаляються через спеціальний трубопровід.

Вторинні відстійники – це завершальний етап очищення стічних вод, який відбувається після біологічного очищення. Їхнє головне завдання полягає у видаленні з води активного мулу – мікроорганізмів, які активно брали участь у розщепленні органічних забруднень.

3.6.2 Біологічна обробка стічних вод

Ефективність біологічного очищення ґрунтується на здатності мікроорганізмів використовувати забруднюючі речовини, що містяться у стічних водах, як джерело живлення. Цей процес, відомий як біохімічне окислення, призводить до розщеплення органічних сполук на воду, вуглекислий газ, нітрати, сульфати та інші прості речовини. Частина органічних речовин використовується мікроорганізмами для побудови власної біомаси.

Методи біологічного очищення:

1. Аеробний метод використовує аеробні мікроорганізми, які потребують кисню для життєдіяльності. Оптимальна температура для аеробного очищення знаходиться в діапазоні 31-51°C.
2. Анаеробне очищення не потребує кисню і застосовується переважно для знешкодження осадів.

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Фактори, що впливають на біологічне очищення:

1. Співвідношення БСКповн/ХСК: Цей показник використовується для оцінки здатності стічних вод до біохімічного очищення. Значення 61% для (БСКповн / ХСК) · 211 свідчить про те, що більшість органічних речовин піддаються окисленню.
2. Токсичні речовини: Наявність токсичних речовин та важких металів може інгібувати діяльність мікроорганізмів і перешкоджати біологічному очищенню.
3. Концентрація неорганічних речовин: Для неорганічних сполук, які не піддаються біохімічному окисленню, встановлюються гранично допустимі концентрації. Перевищення цих норм робить біологічне очищення неможливим.

В сучасних системах очищення стічних вод аеротенк відіграє роль серця біологічного очищення, де інтенсивно розщеплюються органічні забруднення за допомогою активного мулу. Цей науковий есе має на меті ґрунтовно проаналізувати принципи роботи, процеси, що відбуваються, та фактори, що впливають на ефективність аеротенків, з акцентом на аспекти, важливі для фахівців з очищення стічних вод. Стічна вода, змішана з активним мулом, подається до аеротенка, де відбувається ретельне перемішування за допомогою аераційних систем (пневматичних або механічних аераторів). Це забезпечує оптимальний контакт органічних речовин з мікроорганізмами та насичує суміш киснем, що є життєво необхідним для їх життєдіяльності.

Активний мул являє собою щільну суспензію мікроорганізмів, переважно бактерій, які розщеплюють органічні забруднення на простіші сполуки. В аеробних умовах мікроорганізми активного мулу використовують органічні речовини з стічної води як джерело живлення, перетворюючи їх на воду,

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

вуглекислий газ, нітрати та сульфати. Цей процес, відомий як біохімічне окиснення, лежить в основі очищення стічних вод в аеротенках.

Етапи вилучення органічних речовин:

Органічні речовини з рідини транспортуються до поверхні клітин мікроорганізмів за допомогою дифузії. Швидкість цього процесу залежить від гідродинамічних умов в аеротенку, тому важливе забезпечення ефективного перемішування. Органічні сполуки або продукти їх розпаду проникають через напівпроникні мембрани клітин мікроорганізмів. Деякі речовини транспортуються за допомогою спеціальних білків-переносників. В клітинах мікроорганізмів органічні речовини розщеплюються з виділенням енергії та утворенням нової біомаси. Кінцевими продуктами цього процесу є нітрати, сульфати, вуглекислий газ та вода.

Аеротенки-змішувачі: Вода та активний мул подаються рівномірно, забезпечуючи однакове навантаження на мул по всьому об'єму аеротенка. Їх перевагою є вирівнювання залпових навантажень.

Активний мул, щільна суспензія мікроорганізмів, відіграє ключову роль у біологічному очищенні стічних вод, розщеплюючи органічні та деякі неорганічні забруднення. Ефективність роботи аеротенків, де відбувається очищення за допомогою активного мулу, залежить від комплексу факторів, які потребують ґрунтового аналізу для оптимізації процесу. Фактори, що впливають на активний мул:

1. Температура: Впливає на метаболічну активність мікроорганізмів. Оптимальний діапазон для аеробного очищення становить 31-51°C.

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

2. Вміст поживних речовин: Необхідні для росту та життєдіяльності мікроорганізмів. Збалансований вміст азоту, фосфору та інших елементів забезпечує оптимальну біохімічну активність.

3. Розчинений кисень: Забезпечує аеробні умови для розщеплення органічних речовин. Недостатній рівень кисню може призвести до зниження ефективності очищення та загибелі мікроорганізмів.

4. рН: Впливає на ферментативну активність мікроорганізмів. Оптимальний діапазон рН для аеробного очищення становить 6,5-8,5.

5. Токсичні речовини: Інгібують активність мікроорганізмів, негативно впливаючи на процес очищення. Важливо контролювати вміст токсичних речовин у стічних водах, щоб уникнути погіршення роботи активного мулу.

Співвідношення забруднюючих речовин визначає навантаження на активний мул. Необхідно знаходити оптимальне співвідношення, щоб забезпечити ефективне очищення без перевантаження мулу.

Достатній час контакту гарантує максимальне розщеплення забруднюючих речовин та ефективна система аерації є ключовою для підтримки життєдіяльності активного мулу. Частина активного мулу з вторинних відстійників повертається в аеротенк для підтримки його роботи. Зайвий мул, який не використовується в процесі очищення, утилізується.

Умови регенерації:

- Запобігання надходженню освітлених стічних вод до регенератора.
- Подвійне постачання повітря порівняно з іншими коридорами аеротенків.
- Тривалість регенерації становить 9-29 годин.
- Процес регенерації відновлює окисні властивості активного мулу та нейтралізує негативний вплив на нього.

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

3.6.3 Фізико-хімічна та хімічна обробка стічних вод

Очищення стічних вод від колоїдних та дрібнодисперсних домішок є ключовим етапом у забезпеченні екологічної безпеки та санітарно-епідеміологічного благополуччя. Коагуляція та флокуляція – це фізико-хімічні методи, які застосовуються для прискорення процесу осідання цих забруднень, ґрунтуючись на принципах укрупнення дисперсних частинок. Відбувається це через об'єднання дрібних частинок в більш крупні агрегати за рахунок їх злипання та нейтралізації заряду. Додавання коагулянтів (солей алюмінію, заліза, поліелектролітів) призводить до утворення пластівців гідроксидів або полімерних комплексів, які адсорбують колоїдні та завислі частинки. Вибір коагулянту залежить від хімічного складу, фізико-хімічних властивостей, вартості, концентрації забруднень, рН та сольового складу води. Оптимальна доза коагулянту підбирається експериментально з урахуванням вищезазначених факторів та рН впливає на ступінь гідролізу коагулянту та його адсорбційну здатність. Інтенсивність перемішування забезпечує контакт частинок з коагулянтом та утворення пластівців.

Флокуляція - збільшення розміру та швидкості осідання вже укрупнених коагуляцією частинок. Додавання флокулянтів (поліакриламід, поліметакриламід) сприяє утворенню сітчастої структури, яка об'єднує частинки, зв'язуючи їх за рахунок адсорбційних та полімерних містків. За допомогою флокулянтів збільшується швидкість осідання в 3-4 рази, покращуючи освітлення води та знижуючи її каламутність.

Переваги спільного використання коагуляції та флокуляції:

Відбувається ефективне видалення широкого спектру забруднюючих речовин, включаючи колоїдні та дрібнодисперсні домішки. Покращується освітлення води та зниження її каламутності. Збільшується швидкість осідання, що

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

економить час та ресурси на стадії зневоднення осаду, знижується вологість осаду, що полегшує його утилізацію.

Озонування – це потужний метод очищення стічних вод, який ґрунтується на окисних властивостях озону. Цей процес забезпечує знебарвлення, видалення неприємних запахів та знезараження, а також здатний руйнувати широкий спектр забруднюючих речовин, включаючи феноли, сполуки миш'яку, нафтопродукти, ПАР, ціаніди, сірководень, барвники, канцерогенні ароматичні вуглеводні, пестициди та багато інших. Озон руйнує забруднюючі речовини трьома основними способами:

1. Пряме окиснення: Озон безпосередньо реагує з органічними сполуками, розкладаючи їх на більш прості молекули.
2. Приєднання озону: Молекула озону може приєднуватися до молекули забруднювача, утворюючи нестійкі озоніди, які потім розпадаються.
3. Каталіз: Озон посилює окиснювальну дію кисню, що призводить до більш швидкого розкладання забруднюючих речовин.

Розчинність озону у воді залежить від рН та вмісту розчинених речовин. Кислотне середовище та нейтральні солі збільшують розчинність, тоді як лужне середовище її знижує.

Інтенсивність непрямого окиснення (за допомогою радикалів) прямо пропорційна кількості озону, що розкладається, та обернено пропорційна концентрації забруднюючих речовин.

Озоноліз – це процес розриву подвійних або потрійних зв'язків в молекулах забруднюючих речовин з утворенням нестійких озонідів, які потім розпадаються.

Озон вводиться в стічні води у вигляді озоно-повітряної або озоно-кисневої суміші з концентрацією озону близько 4%. Для кращого контакту з забруднюючими речовинами суміш подрібнюють на дрібні бульбашки. Переваги

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

озонування: відбувається ефективне видалення широкого спектру забруднюючих речовин та швидке знезараження, що значно перевершує хлорування. Покращуються органолептичних властивості води (колір, запах) і знижуються потреби у хімічних реагентах.

Це екологічно чистий метод, який не утворює шкідливих побічних продуктів.

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПISKA	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 ТЕХНОЛОГІЧНІ ТА ГІДРАВЛІЧНІ РОЗРАХУНКИ ОЧИСНИХ СПОРУД

4.1 Розробка приймальної камери для потоку комунальнопобутових стічних вод

Годинна витрата комунально-побутових стічних вод - це основний параметр, який використовується для розрахунку об'єму камери. Він характеризує об'єм стічних вод, що надходять на очисні споруди протягом однієї години.

$$V = Q_{\Gamma} * t \quad (4.2)$$

де - витрата стічної води, м⁴/добу; - час перебування води в камері, год.

Перебування стічної води в камері: $t = 41 \text{ хв} = 1,6 \text{ год.}$

$$V = 674 \text{ м}^4$$

Об'єм приймальної камери розрахован в попередньому кроці, визначає загальний об'єм стічних вод, який може вмістити приймальна камера.

$$F = V / B$$

$$F = 224 \text{ м}^3$$

Ширина камери:

$$B = F / V$$

$$B = 22 \text{ м}$$

4.2 Розробка метантенку

Визначимо об'єм метантенку:

$$V = 5611 \text{ м}^3/\text{добу} * 5 \text{ год} = 28055 \text{ м}^4$$

Час поки стічна вода знаходиться в метантенку: $t = 5 \text{ год.}$

$$V = 5611 \text{ м}^4$$

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

Площа 1 метантенку, коли висота колони $H = 21$ м та числа колон $n = 21$:

$$F_2 = \pi * (3/2)^2 * 21 = 56,52 \text{ м}^2 \quad (4.5)$$

$$F_2 = 56 \text{ м}^3$$

Діаметр який мають колони:

$$D = \sqrt{(4 * F_2 / (\pi * H))} \quad (4.6)$$

$$D = \sqrt{(4 * 56,52 \text{ м}^2 / (\pi * 21 \text{ м}))} = 8,84 \text{ м}$$

4.3 Розробка скрубера

Формула для визначення об'єму скрубера

$$V = V = Q_{\Gamma} * t = Q_{\Gamma} * 1,6 \text{ год} = 24,2 \text{ м}$$

Час поки газ знаходився у скрубєрі : $t = 41 \text{ хв} = 1,6 \text{ год}$.

$$V = 24,2 \text{ м}^4$$

Площа скрубєра, при висоті $H = 6$ м:

$$F = V / H$$

Підставляємо значення:

$$F = 24,2 \text{ м}^3 / 6 \text{ м} = 4,03 \text{ м}^2$$

Діаметр скрубєра:

$$D = \sqrt{(4 * F / \pi)}$$

$$D = 2,9 \text{ м}$$

4.4 Розробка решіток

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

Секундна витрата води (Q_c)- це основний параметр, який визначає необхідну пропускну здатність решітки. Він характеризує об'єм води, що надходить на решітку протягом однієї секунди.

$$q = (b * h * v)$$

$$q = 1,42 \text{ м}^3/\text{с}$$

Число прозорів яку має решітка:

$$n = q / (b * h * V),$$

де h – рівень води в решітці ($h = 2,6 \text{ м}$), $м$; q – витрата води, $\text{м}^3/\text{с}$; V – швидкість руху води в прозорах решітки ($\sim 2 \text{ м/с}$); b – ширина прозору ($b = 1,1210 \text{ м}$).

$$n = 1,42 \text{ м}^3/\text{с} / (1,1210 \text{ м} * 2,6 \text{ м} * 2 \text{ м/с}) = 22$$

Ширина нашої решітки тоді:

$$B = b \cdot n + s(n - 2),$$

де s – товщина прута решітки, $м$ ($s = 21 \text{ мм}$).

$$B = 1,1210 \cdot 22 + 0,021(22 - 2) = 24,8 \text{ м}$$

Виходячи із числа секцій ширина 1 решітки,:

$$B = B_2 / N$$

Підставляємо значення:

$$B = 24,8 \text{ м} / 2 = 12,4 \text{ м}$$

Гідравлічний опір решітки:

$$h_1 = R\lambda,$$

де R – коефіцієнт, який враховує підвищення гідравлічного опору через механічні пристрої для видалення забруднень і самі забруднення, ($R = 4$); V – швидкість руху води, м/с ; g - прискорення вільного падіння; λ коефіцієнт гідравлічного опору, що залежить від форми стержнів, кута нахилу решітки і визначаємо за формулою:

$$\lambda = \beta$$

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

де β – коефіцієнт, що залежить від форми стержня: для квадратних стержнів – 3,53; для круглих стержнів – 2,83;- кут нахилу стержнів, $71 - 81^\circ$.

$$\lambda = 2,83 = 1,74$$

$$h_1 = 4 * 1,74 * (0,5 \text{ м/с})^2 / (2 * 9,81 \text{ м/с}^2) = 1,2 \text{ м}$$

Об'єм покидьків:

$$W_{\text{пок}} =$$

де - об'єм покидьків на одного жителя на рік ($9 \text{ дм}^4/\text{жителярік}$), - приведене число жителів. Приведене число жителів (ПЧЖ) використовується для порівняння впливу на навколишнє середовище різних джерел забруднення. ПЧЖ визначається як еквівалентна кількість жителів, що генерують певну кількість органічних речовин у стічних водах

$$\text{ПЧЖ} = (\text{Витрата води} * \text{Концентрація зважених речовин}) / (a_c * 24 \text{ години/добу}) ,$$

де – витрата води, $\text{м}^4/\text{добу}$; С – концентрація зважених речовин, г/м^3 ; a_c – кількість зважених речовин, що припадає на одного жителя на добу ($a_c = 76 \text{ г/добу}$).

$$\text{ПЧЖ} = (329 \text{ м}^3/\text{добу} * 1019 \text{ г/м}^3) / (76 \text{ г/добу} * 24 \text{ години/добу}) = 329 \text{ 1019}$$

жителів

$$\text{Кількість жителів} = (\text{БСК повне води} * \text{Витрата води}) / (a_L * 24 \text{ години/добу})$$

Підставляємо значення:

$$\text{Кількість жителів} = (286 \text{ г/м}^3 * 329 \text{ м}^3/\text{добу}) / (51 \text{ г/добу} * 24 \text{ години/добу}) = 2$$

510 286 жителів

Розрахунок об'єму покидьків:

$$W_{\text{пок}} = \text{ПЧЖ} * (\text{Об'єм покидьків на одного жителя на рік}) / 365 \text{ днів/рік}$$

Підставляємо значення:

$$W_{\text{пок}} = 329 \text{ 1019 жителів} * (9 \text{ дм}^3/\text{жит/рік}) / 365 \text{ днів/рік} = 5,9 \text{ м}^3/\text{добу}$$

$$J = 5,9 \text{ м}^3/\text{добу} * 1,86 \text{ т/м}^3 = 10,94 \text{ т/добу}$$

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

4.5 Розробка горизонтального піскоуловлювача

Площа перетину каналу піскоуловлювача визначається з урахуванням:

$$F = q_{\max} / (n * V) ,$$

де n – число секцій піскоуловлювача; V – швидкість руху води ($V = 1,26 - 1,4$ м/с); $q_{\max}$ – максимальна витрата води м³/с.

$$F = 2,7 \text{ м}^3$$

Площа дзеркала води в одній секції піскоуловлювача визначається :

$$F_2 = q_{\max} / (U_1 * b)$$

Де U_1 - гідравлічна крупніють осаду (29 – 35 мм/с).

$$F_2 = 0,5 \text{ м}^3/\text{с} / (0,032 \text{ м/с} * 1,5 \text{ м}) = 27,78 = 27,7 \text{ м}^3$$

Довжина горизонтального піскоуловлювача:

$$L = Kh,$$

де h – рівень води в каналі піскоуловлювача, м; K - коефіцієнт, який враховує зменшення ефективності роботи споруди за рахунок вертикальної турбулентної складової руху води ($K = 2,8$).

$$L = 2,8 * 2 \text{ м} = 5,6 \text{ м}$$

Час доки знаходяться води в піскоуловлювачі визначаємо:

$$t = L / V = 5,6 \text{ м} / 1,26 \text{ м/с} = 4,45 \text{ с}$$

де B – ширина секції піскоуловлювача, м.

$$B = q_{\max} / (V * h)$$

$$B = 0,5 \text{ м}^3/\text{с} / (1,26 \text{ м/с} * 1,2 \text{ м}) = 2,7 \text{ м}$$

Об'єм піскового прямокутника визначаємо, з урахуванням приведенного числа жителів:

$$V_{\Pi} = (\text{ПЧЖ} * V_{\Pi}' * t') / 1000 \text{ дм}^3/\text{м}^3$$

де V_{Π}' - об'єм піску, який припадає на одного жителя на добу (1,13 дм³/добу жит); t' - час накопичення піску (3 доби).

$$V_{\Pi} = (329 \text{ 1019 жителів} * 1,13 \text{ дм}^3/\text{добу/жит} * 3 \text{ доби}) / 1000 \text{ дм}^3/\text{м}^3 = 9,9 \text{ м}^3$$

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

Поріг водозливу забезпечує постійний рівень води в піскоуловлювачі при перепадах витрати води. Висоту порогу водозливу визначаємо за формулою:

$$P = (R^2) / (2 * b * V^2 * g)$$

де $h_{\min}$ – рівень води за мінімальної витрати води, м; $h_{\max}$ – рівень води за максимальної витрати води, м; K_q – коефіцієнт коливання витрати води, розраховуємо за формулою:

$$K_q = (h_{\max} - h_{\min}) / h_{\min}$$

$$K_q = 2,4$$

$$P = 2 \text{ м}$$

Ширина порогу водозливу:

$$b = (R^2) / (2 * 1,5 \text{ м} * (1,26 - 1,4 \text{ м/с})^2 * 9,81 \text{ м/с}^2 * (h_{\min} + h_{\max}) * (1 + K_q)^2 / (m^2 * h_{\min})),$$

де m – коефіцієнт витрати водозливу ($m = 1,46 - 1,49$).

$$b = (0,5 \text{ м}^3/\text{с})^2 / (2 * 1,5 \text{ м} * (1,33 \text{ м/с})^2 * 9,81 \text{ м/с}^2 * (0,5 \text{ м} + 1,5 \text{ м}) * (1 + 2,4)^2 / (1,48^2 * 0,5 \text{ м})) = 1,16 \text{ м}$$

4.6 Розробка приймальної камери для потоку промислових стічних вод

Годинна витрата комунально-побутових стічних вод визначає об'єм стічних вод, що надходить до приймальної камери протягом однієї години.:

$$V_{\text{год}} = Q_{\text{добова}} / 24 \text{ год}$$

де - витрата стічної води, $\text{м}^3/\text{добу}$; - час перебування води в камері, год.

Час поки знаходиться стічна вода в камері: $t = 41 \text{ хв} = 1,6 \text{ год}$.

$$V_{\text{год}} = 15876 \text{ м}^3/\text{добу} / 24 \text{ год} = 661,5 \text{ м}^3$$

Площа приймальної камери визначається з урахуванням її об'єму ($V_{\text{п}}$) та глибини яка в нашому випадку = 6 м:

$$F = 1058,4 \text{ м}^3 / 6 \text{ м} = 176,4 \text{ м}^2$$

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ширина камери:

$$B = 176,4 \text{ м}^2 / 6 \text{ м} = 29,4 \text{ м}$$

4.7 Розробка решіток

Розрахунок решіток для каналів та інших гідротехнічних споруд проводиться з урахуванням секундної витрати води:

Секундна витрата води (q): $1,4 \text{ м}^3/\text{с}$

Рівень води в решітці (h): 2,6 м

Швидкість руху води в прозорах решітки (V): 2 м/с

Ширина прозору (b): 1,1210 м

Товщина прута решітки (s): 0,021

Прозори у решітці:

$$n = q / (h * V * b),$$

де h – рівень води в решітці (h = 2,6 м), м; q – витрата води, $\text{м}^3/\text{с}$; V – швидкість руху води в прозорах решітки ($\sim 2 \text{ м/с}$); b – ширина прозору (b = 1,1210 м).

$$n = 1,4 \text{ м}^3/\text{с} / (2,6 \text{ м} * 2 \text{ м/с} * 1,1210 \text{ м}) = 22$$

Ширина яку мають решітки :

$$B = b \cdot n + s(n - 2),$$

де s – товщина прута решітки, м (s = 21 мм).

$$B = 1,121022 + 1,12(22 - 2) = 1,42 \text{ м}$$

Гідравлічний опір решітки:

$$h_1 = R\lambda,$$

R: Коефіцієнт, що враховує підвищення гідравлічного опору через механічні пристрої для видалення забруднень та забруднення (зазвичай приймається в діапазоні 1.2 - 1.5).

V: Швидкість руху води через решітку (м/с).

g: Прискорення вільного падіння ($9,81 \text{ м/с}^2$).

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

λ : Коефіцієнт гідравлічного опору, який залежить від форми стержнів решітки, кута нахилу решітки та інших факторів (значення λ можна знайти в довідкових таблицях).

$$\lambda = \beta$$

де β - коефіцієнт : для квадратних стержнів – 3,53; для круглих стержнів – 2,83;- кут нахилу стержнів, 71 – 81°.

$$\lambda = 2,83$$

$$h_1 = \lambda * d$$

де d - діаметр стержня, м

Припустимо, що $d = 0,01$ м:

$$h_1 = 2,83 * 0,01 \text{ м} = 0,0283 \text{ м}$$

$$h_1 = 4 * 0,0283 \text{ м} = 0,1132 \text{ м}$$

Об'єм покидьків, які накопились за добу:

$$W_{\text{пок}} = W_{\text{пок}} = V_{\text{пж}} * \text{ПЧЖ} / 365 \text{ днів/рік}$$

$$W_{\text{пок}} = 9 \text{ дм}^3/\text{жит/рік} * 1\,071\,111 \text{ жителів} / 365 \text{ днів/рік} = 27,88 \text{ м}^3$$

,

де - об'єм покидьків на одного жителя на рік (9 дм⁴/жителярік), - приведене число жителів.

Масу покидьків, розраховуємо за формулою:

$$J = W_{\text{пок}} * \rho_{\text{п}}$$

Підставляємо значення:

$$J = 27,88 \text{ м}^3 * 1,86 \text{ т/м}^3 = 51,66 \text{ т}$$

$$J = 0,00099 * L \text{ м}^3/\text{добу} * 1,86 \text{ т/м}^3 = 0,001854 * L \text{ т/добу}$$

де – густина покидьків (= 1,86 т/м⁴).

$$J = 26,86 \text{ т}$$

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

4.8 Розробка горизонтального піскоуловлювача

Площа яка перетинає канал піскоуловлювача:

$$F1 = q_{\max} / (n * V) ,$$

де n – число секцій піскоуловлювача; V – швидкість руху води ($V = 1,26 - 1,4$ м/с); $q_{\max}$ – максимальна витрата води м³/с.

$$F1 = 2,6 \text{ м}^3/\text{с} / (1 * 1,26 - 1,4 \text{ м/с}) = 2,6 \text{ м}^3$$

В одній секції піскоуловлювача площа дзеркала води :

$$F2 = F2 = q_{\max} / (U1 * B)$$

де $U1$ - гідравлічна крупніють осаду (29 – 35 мм/с).

$$F2 = 2,6 \text{ м}^3/\text{с} / (29 * 10^{-3} \text{ м/с} * 2,6 \text{ м}) = 27 \text{ м}^3$$

Довжина горизонтального піскоуловлювача:

$$L = Kh,$$

де h – рівень води в каналі , м; K - коефіцієнт, який потрібен для зменшення ефективності роботи споруди через вертикальну турбулентність складової руху води ($K = 2,8$).

$$L = 2,8 * 2 \text{ м} = 5,6 \text{ м}$$

Час поки води знаходиться у піскоуловлювачі:

$$t = F1 / (V * B),$$

де B – ширина секції піскоуловлювача, м.

$$t = 2,6 \text{ м}^2 / (1,26 - 1,4 \text{ м/с} * 2,6 \text{ м}) = 102 \text{ с}$$

Приведене число жителів (N) визначає кількість людей, які користуються системою водопостачання та водостікання:

де - об'єм піску, який припадає на одного жителя за добу (1,13 дм⁴/добу жит); t' - час накопичення піску (3 доби).

$$N = 49,5 \text{ м}^4$$

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

$$V_{\Pi} = 49,5 * 0,00113 \text{ м}^3/\text{добу жит} * 3 \text{ доби} \approx 0,17 \text{ м}^3$$

Висота порога водозлива :

$P = (h_{\max} - h_{\min}) * K_q$, де: * P - висота порога водозливу, м; * $h_{\max}$ - рівень води за максимальної витрати води, м; * $h_{\min}$ - рівень води за мінімальної витрати води, м; * K_q - коефіцієнт перепадів витрати води.

де $h_{\min}$ – рівень води за мінімальної витрати води, м; $h_{\max}$ – рівень води за максимальної витрати води, м; K_q – коефіцієнт перепадів витрати води.

$$K_q = \sqrt{(q_{\max} / q_{\min})}$$

$$K_q = 2,4$$

$$P = 2 \text{ м}$$

Ширина порога водозливу: коефіцієнт витрати водозливу який в нашому випадку ($m = 1,46 - 1,49$).

$$b = 1,16 \text{ м}$$

4.9 Розробка витратного баку розчину коагулянту

Об'єм витратного баку визначаємо за формулою:

де W_B - об'єм витратного баку; q – витрата води, $\text{м}^4/\text{год}$; D_k – доза коагулянту, $\text{г}/\text{м}^4$; t - період роботи станції в годинах, який забезпечується даною кількістю реагенту; B_B – концентрація реагенту у витратному баку, %; ρ – густина розчину, $\text{т}/\text{м}^4$.

$$q = 2\,194 \text{ м}^4/\text{год}$$

$$W_B = 41,4 \text{ м}^4$$

Витратних баків має бути не менше двох.

Площа одного витратного баку, при висоті баку $H = 3 \text{ м}$, становить:

$$F = 8,7 \text{ м}^2$$

Довжина витратного баку складає:

$$L = \sqrt{(F / \pi)}$$

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

$$L \approx 4 \text{ м}$$

4.10 Розробка перегородчатого змішувача

Розрахунок визначення довжини та ширини змішувача який залежить від висоти змішувача та від прийнятого рівня води.

$$H = h + h_b,$$

де h_b – будівельний запас висоти, м; h – висота шару води (не менше 1,6), м.

$$H = 2 + 1,4 = 2,4 \text{ м}$$

Ширина коридору залежить від витрати води та швидкості руху води в коридорі:

$$b = \frac{q}{3600 N V_k h},$$

де q – витрата води, м⁴/год; N – число змішувачів (не менше 3); V_k – швидкість руху води у коридорах (1,6-1,8 м/с), м/с.

$$b = 2 \text{ м}$$

Ширина вікна:

$$b' = \frac{q}{3600 N V_v h},$$

де V_v – швидкість руху води у вікнах (1,6-2 м/с), м/с.

$$b' = 1,7 \text{ м}$$

Загальна ширина змішувача:

$$B = b \cdot n,$$

де n – число коридорів (10-21).

Мінімальна ширина змішувача: $B = 2 \text{ м} \cdot 10 = 20 \text{ м}$.

Максимальна ширина змішувача: $B = 2 \text{ м} \cdot 21 = 42 \text{ м}$.

Площа дзеркала води в змішувачі визначається з урахуванням об'єму води у змішувачі (W) та рівня води у змішувачі (h):

$$F = \frac{W}{h}$$

Об'єм води у змішувачі розраховуємо за формулою:

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

$$W = \frac{q \cdot t}{60},$$

де t – час перебування води у змішувачі.

$$W = 47 \text{ м}^4$$

$$F = 47 \text{ м}^3$$

Загальна довжина змішувача розраховується з урахуванням площі дзеркала води (F) та ширини змішувача (B):

$$L = \frac{F}{B}$$

$$L = 4,7 \text{ м}$$

Гідравлічний опір змішувача становить:

$$h' = n \left(\lambda \frac{V_a^2}{2g} \right) + h_T,$$

де h_T – гідравлічний опір, що утворюється при терті води в коридорах, м; λ – коефіцієнт гідравлічного опору; g – прискорення вільного падіння, 10,92 м/с. Так як тертя води в коридорах має незначні значення, то його можна прирівняти до нуля ($h_T \sim 1$). Коефіцієнт гідравлічного опору (λ) приймаємо рівним 3,10.

$$h' = 3 (3,10) = 1,18 \text{ м}$$

4.11 Розробка радіальних відстійників

Обираємо радіальні відстійники:

$$D = \sqrt[3]{(4 \cdot q_{\max} / (\pi \cdot n \cdot k \cdot U_1 \cdot \sqrt{(g \cdot \eta \cdot (\zeta \cdot V_c)^2}))}$$

де $q_{\max}$ – максимальна витрата води, м⁴/год; n – число радіальних відстійників; k – коефіцієнт, що враховує повноту використання обсягу відстійника, ($k \sim 1,56$); U_1 – гідравлічна крупність осаду, (1,19 – 1,7) мм/с; η – коефіцієнт, що враховує вплив вертикальної турбулентної складової руху води на відстоювання, ($\eta = (1,14 - 1,16)V_c$); V_c – швидкість руху води на середині радіуса (6 - 21 мм/с).

$q_{\max} = 2194 \text{ м}^3/\text{год}$; $n = 1$ (прийнято 1 відстійник); $k = 1,56$; $U_1 = 1,19 \text{ мм/с}$; $\eta = 0,001 \text{ Па} \cdot \text{с}$; $g = 9,81 \text{ м/с}^2$; $\zeta = 1,15$; $V_c = 7 \text{ мм/с}$.

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

$$D = \sqrt{(4 * 2194 / (\pi * 1 * 1,56 * 0,00119 * \sqrt{(9,81 * 0,001 * (1,15 * 0,007)^2}))} \approx 36 \text{ м}$$

Висота зони відстоювання: $H = 5 \text{ м}$.

Важливою умовою до розрахунку радіальних відстійників є:

$$m = 7,36$$

Об'єм зони накопичення осаду обчислюємо за формулою:

$$W_{\text{н.о.}} = W_{\text{н.о.}} = (q * C * t) / (1000 * \rho * (m - m)),$$

де q – витрата води, $\text{м}^3/\text{год}$; C – концентрація зважених речовин у воді, що надходить у відстійник; m – концентрація зважених речовин у воді на виході з відстійника; ρ – концентрація твердої фази в осаді; t – час накопичення осаду, $t \leq 23 \text{ год}$.

$$W_{\text{н.о.}} = 233 \text{ м}^3$$

Об'єм зони накопичення осаду одного відстійника:

$$W_2 = W_{\text{н.о.}} / n$$

$$W_2 = 41,6 \text{ м}^3$$

4.12 Розробка радіальних відстійників для потоку комунально-побутових стічних вод

$$V_c = 7 \text{ мм/с},$$

$$q_{\text{max}} = 2236 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$D = 36 \text{ м}$$

Висота зони відстоювання: $H = 5 \text{ м}$.

$$m = 7,36$$

Об'єм зони накопичення осаду:

$$W_{\text{н.о.}} = 53,5 \text{ м}^3$$

Об'єм зони накопичення осаду 1 відстійника:

$$W_2 = 21,7 \text{ м}^3$$

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

4.13 Розробка перегородчатого змішувача

Висота:

$$H = 2 + 1,4 = 2,4 \text{ м}$$

Ширина коридору:

$$b = 2 \text{ м}$$

Ширина вікна:

$$b' = 2,3 \text{ м}$$

Загальна ширина змішувача:

$$B = B_1 * n = 21 \text{ м} * 1 = 21 \text{ м}$$

Об'єм води у змішувачі:

$$W = 2194 \text{ м}^3/\text{год} * 0,039 \text{ год} = 85 \text{ м}^3$$

Площа дзеркала води в змішувачі:

$$F = 85 \text{ м}^3 / 1 \text{ м} = 85 \text{ м}^2$$

Загальна довжина змішувача:

$$L = F / B$$

$$L = 85 \text{ м}^2 / 21 \text{ м} = 4 \text{ м}$$

Гідравлічний опір змішувача становить:

$$h' = (3,10 * 4 \text{ м} * (0,61 \text{ м/с})^2) / (2 * 9,81 \text{ м/с}^2) \approx 0,61 \text{ м}$$

4.14 Розробка аеротенків

Аеротенк-змішувач з регенерацією активного мулу.

Загальний час окислення:

$$t_o = \frac{L_a - L_t}{Ra_R(1-s)\rho},$$

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

де L_a - БСК_{повне} стічної води, що поступає в аеротенк, мг/дм⁴; L_t - БСК_{повне} очищеної води після вторинних відстійників, мг/дм⁴; ρ – питома швидкість окислення домішок, мг/г·год; s – зольність активного мулу; a_R - доза активного мулу в регенераторі.

$$a_R = \left(\frac{1}{2R} + 1\right)a$$

де R - ступінь рециркуляції активного мулу ($R = 1,4$); a – доза активного мулу ($a = 4$ г/дм⁴).

$$a_R = \left(\frac{1}{2 \cdot 0,3} + 1\right)3 = 8 \text{ г/дм}^4$$

Питому швидкість окислення органічних домішок активним мулом визначаємо за формулою:

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

де C – концентрація кисню в воді в аеротенку, мг/дм⁴; K_L - коефіцієнт який враховує вплив органічних домішок на процес очищення води, мг/дм⁴; K_0 - коефіцієнт який враховує вплив кисню на процес очищення води, мг/дм⁴; a - доза активного мулу, г/дм⁴; φ - коефіцієнт, що враховує зниження процесу розкладу домішок за рахунок продуктів розкладу, (1,18 дм⁴/г);

$\rho_{\max}$ - максимальна швидкість окислення домішок активним мулом.

$$\rho = 85 \frac{15 \cdot 4}{15 \cdot 4 + 0,33 \cdot 4 + 0,625 \cdot 15} \left(\frac{1}{1 + 0,07 \cdot 3}\right) = 610,7 \text{ мг/г·год}$$

$$t_o = \frac{210 - 15}{0,3 \cdot 8(1 - 0,25)59,6} = 2,9 \text{ год}$$

Час поки вода в аеротенку (або час аерації):

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

$$t_a = \frac{2.5}{a^{0.5}} \lg \frac{L_a'}{L_t},$$

де L_a' - БСК повне води з врахуванням її розведення рециркуляційним активним мулом, мг/дм⁴.

$$L_a' = \frac{L_a + L_t R}{1 + R},$$

$$L_a' = 276 \text{ мг/дм}^4$$

$$t_a = 2,6 \text{ год}$$

Час регенерації активного мулу розраховуємо за формулою:

$$t_p = t_1 - t_a,$$

$$t_p = 2,9 - 2,6 = 1,4 \text{ год}$$

Для аеротенків з регенерацією об'єм регенераційної зони визначаємо:

$$V_p = t_p Q R,$$

де Q – витрата стічної води, м⁴/год.

$$V_p = 1,4 \cdot 3319 \cdot 1,4 = 21010 \text{ м}^4$$

Об'єм зони аерації розраховуємо за формулою:

$$V_a = t_a Q (1 + R)$$

$$V_a = 5416,7 \text{ м}^4$$

Приріст активного мулу розраховують по формулі:

$$\Pi = 0,8B - K' L_a,$$

де B – концентрація завислих речовин, мг/дм⁴; K' - коефіцієнт який враховує яка частина БСК повного іде на збільшення приросту біомаси. $K' = 1,4 \div 1,6$

$$\Pi = 1,9261 + 1,6321 = 336 \text{ мг/дм}^4$$

4.15 Розробка вторинних відстійників

Питоме навантаження на вторинний відстійник визначає кількість забруднень, які повинні бути оброблені відстійником протягом одиниці часу. Цей

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

параметр використовується для проектування та експлуатації вторинних відстійників в складі очисних споруд стічних вод.

$$q_{BT} = k * IM * a / (a_T - a_0)$$

де коефіцієнт використання об'єму зони відстоювання, для радіальних відстійників дорівнює 1,5; – муловий індекс, $< 286 \text{ см}^4/\text{г}$; а – концентрація активного мулу в аеротенку, $\text{г}/\text{дм}^3$; a_t – концентрація активного мулу в освітленій воді, $\text{мг}/\text{дм}^3$.

$$q_{BT} = 1,5 * 200 \text{ см}^2/\text{г} * 4 \text{ г}/\text{дм}^3 / (20 \text{ мг}/\text{дм}^3 - 0 \text{ г}/\text{дм}^3) \approx 2,85 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{год}$$

Площа зони відстоювання:

$$F = q_{BT} * Q / H$$

де витрата води, що поступає на вторинні відстійники, $\text{м}^3/\text{год}$.

$$F = 2,85 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{год} * 2194 \text{ м}^3/\text{год} / 5 \text{ м} \approx 23710 \text{ м}^2$$

Обираємо кількість вторинних відстійників $N = 3$.

Площа зони відстоювання одного відстійника:

$$F_2 = 428,36 \text{ м}^2$$

Діаметр вторинного відстійника:

$$D = \sqrt{(4 * 7903,33 \text{ м}^2 / \pi)} \approx 31 \text{ м}$$

4.16 Розробка механічних фільтрів

Загальна площа фільтрування:

$$A = 35 \text{ год} * 8 \text{ м}/\text{год} / (3 * (1,2 \text{ год} + 1,44 \text{ год})) \approx 411,8 \text{ м}^2$$

де Т – час роботи станції за добу, $T = 35 \text{ год}$; V_n – швидкість фільтрування, $V_n = 8 \text{ м}/\text{год}$; n – кількість промивок, $n = 3$; t_2 – час промивки фільтру, $t_2 = 1,2 \text{ год}$; t_3 – час простою фільтра через промивку, $t_3 = 1,44 \text{ год}$.

Кількість фільтрів:

$$F1 = 51 \text{ м}^2 / H = 51 \text{ м}^2 / 5 \text{ м} = 10,2 \text{ м}^2$$

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

Площа 1 фільтру:

Швидкість фільтрування у форсованому режимі:

$$V_{ф.ф} = 2194 \text{ м}^3/\text{год} / (10,2 \text{ м}^2 * 30) \approx 7,16 \text{ м}/\text{год}$$

де N – число фільтрів; N_2 – число фільтрів відключених на ремонт: $N < 31$.

Обираємо фільтр розміром 51 м^3 .

Витрата води на промивання 1 фільтру:

$$Q_{п} = 26 \text{ м}/\text{год} * 10,2 \text{ м}^2 * 1000 \text{ дм}^3/\text{м}^3 = 26520 \text{ дм}^3/\text{с} \approx 265,2 \text{ м}^3/\text{с}$$

Якщо врахувати, що для одного фільтру $t = 1,2 \text{ год} = 7 \text{ хв} = 471 \text{ сек}$, а $n = 3$, тоді на добу на промивання одного фільтру витрачається:

$$V_{п.д} = 265,2 \text{ м}^3/\text{с} * 0,2 \text{ год} * 3 = 1591,2 \text{ м}^3$$

Для 10 фільтрів об'єм води на промивання на добу становить:

$$4999 \text{ м}^4$$

Загальна висота фільтру:

$$H = 1,8 \text{ м} + 2,6 \text{ м} + 3 \text{ м} + 1,6 \text{ м} + 0,8 \text{ м} = 9,8 \text{ м}$$

де $H_{п.з.}$ – висота шару підтримуючого завантаження (1,8 м); $H_{ф.з.}$ – фільтруюче завантаження (2,6 м); $H_{в}$ – висота води (3 м); $h_{б}$ – будівельний запас висоти (1,6 м); $H_{д}$ – додатковий рівень води, що створюється при промивці.

Витрата води в колекторі при промивці:

$$Q_{к.п} = 10 * 265,2 \text{ м}^3/\text{с} = 2652 \text{ м}^3/\text{с}$$

Площа перерізу колектора:

$$F_{к} = 2652 \text{ м}^3/\text{с} / 2 \text{ м}/\text{с} = 1326 \text{ м}^2$$

де $V_{к}$ – швидкість руху води в колекторі при промивці, $V_{к} = 2 \text{ м}/\text{с}$.

$$\text{м}^3$$

Діаметр колектора:

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$d_k = \sqrt{(4 * 1326 \text{ м}^2 / \pi)} \approx 44,2 \text{ м}$$

Витрата води у відгалуженнях:

$$Q_B = 2652 \text{ м}^3/\text{с} / 2 = 1326 \text{ м}^3/\text{с}$$

Число відгалужень при односторонньому розміщенні:

$$n_B = 2 * 6 \text{ м} / 0,411 \text{ м} \approx 29,2$$

l – відстань між відгалуженнями – 411 мм; B – загальна ширина фільтру.

Приймаємо ширину однієї секції фільтрів B = 6 м.

Площа перерізу відгалуження:

$$F_B = 1326 \text{ м}^3/\text{с} / 3 \text{ м}/\text{с} = 442 \text{ м}^2$$

де – швидкість руху води у відгалуженні, = 3 м/с.

Діаметр відгалужень:

$d_B = \sqrt{(4 * F_B / \pi)}$ де: d_B - діаметр відгалуження, м; F_B - площа перерізу відгалуження, м^2 (дано 442 м^2).

$$d_B = \sqrt{(4 * 442 \text{ м}^2 / \pi)} \approx 24,5 \text{ м}$$

Витрата води в 2 жолобі:

$$Q_{\text{ж}} = Q_B / n_{\text{ж}}$$

де $n_{\text{ж}}$ – кількість жолобів, $n_{\text{ж}} = 6$.

$$Q_{\text{ж}} = 253,7 \text{ м}^4/\text{с}$$

4.17 Розробка камери озонування

Об'єм камери озонування:

$$V = V = 2194 \text{ м}^3/\text{год} * 0,0333 \text{ год} \approx 73,14 \text{ м}^3$$

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Час поки вода знаходиться у камері:

$$V = 2\,215 \text{ м}^4$$

Площа камери озонування, коли $H = 6 \text{ м}$:

$$F = 332 \text{ м}^3$$

Довжина камери :

$$L = 26 \text{ м}$$

4.18 Розробка метантенку для обробки осаду

Об'єм метантенку:

$$V = 28774 \text{ м}^4$$

Площу 1 метантенку, коли висота колони $H = 21 \text{ м}$ та числа колон $n = 3$:

$$F_2 = 994 \text{ м}^3$$

Діаметр колони:

$$D = 44 \text{ м}$$

4.19 Розробка скрубера для очищення біогазу

Об'єм нашого скрубера можемо обчислити:

$$V = 2194 \text{ м}^3/\text{год} * 1,6 \text{ год} = 3510,4 \text{ м}^3$$

Час поки газ знаходиться в скрубєрі: $t = 41 \text{ хв} = 1,6 \text{ год}$.

$$V = 753 \text{ м}^4$$

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розраховуємо площу одного скрубера, при висоті $H = 8$ м та числа колон $n = 21$ за формулою:

$$F = 3510,4 \text{ м}^3 / (21 * 8 \text{ м}) \approx 20,7 \text{ м}^2$$

Діаметр скрубера становить:

$$D = \sqrt{(4 * 20,7 \text{ м}^2 / \pi)} \approx 5,1 \text{ м}$$

4.20 Розробка витратного баку розчину флокулянту

Об'єм витратного баку флокулянта:

$$W_B = 2194 \text{ м}^3/\text{год} * 0,003 \text{ кг/м}^3 * 24 \text{ год} / (12 \text{ кг/м}^3 * 1 \text{ т/м}^3) \approx 7,1 \text{ м}^4$$

де W_B - об'єм витратного баку; q – витрата води, $\text{м}^4/\text{год}$; D_f – доза флокулянту, г/м^4 (3 г/м^4); t – період роботи станції в годинах, який забезпечується даною кількістю реагенту; B_B – концентрація реагенту у витратному баку, $1,2\%$; – щільність розчину, т/м^4 .

Обираємо висоту витратного баку $H = 3$ м. Площа витратного баку:

$$F = 7,1 \text{ м}^3 / 3 \text{ м} \approx 2,37 \text{ м}^2$$

Обираємо ширину витратного баку $B = 2,6$ м. Довжина витратного баку:

$$L = 2,37 \text{ м}^2 / 2,6 \text{ м} \approx 0,91 \text{ м}$$

4.21 Вибір фільтр-пресу

Шнековий фільтр-прес HUBER ROTAMAT RoS 4 від компанії Huber є відмінним вибором для зневоднення осаду. Ключові переваги цієї моделі:

1. Забезпечує високий ступінь зневоднення осаду, що дозволяє значно зменшити об'єм осаду для подальшого відведення або використання.

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Оснащений сучасними системами автоматизації, що спрощують експлуатацію та підтримку. Це включає в себе автоматичні системи очищення фільтр-сіток та контроль параметрів процесу зневоднення.

3. Модель RoS 4 має компактні розміри, що дозволяє зручне розміщення в обмежених просторах очисних споруд. Вона також має добре продуману конструкцію для зручного доступу під час обслуговування.

Таблиця 4.2 – Технічні показники фільтр пресу

Показник	Значення
Продуктивність	9 -27 м ⁴ /год
Зниження об'єму осаду на	91-101 %
Зневоднення	з 108 % до 86 %
Витрата флокулянту	5 – 21 г/кг сухої речовини

5 БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

5.1 Генеральний план підприємства

Генеральний план – це ключовий документ, який визначає планування та розміщення всіх елементів на території промислового підприємства. Він може бути як проектом для нового заводу, так і схемою для реконструкції чи оновлення вже діючого. До нього входять:

1. Розподіл території з урахуванням технологічних потреб, виробничих зв'язків та оптимального розташування об'єктів.
2. Проектування транспортних та інших комунікацій, необхідних для логістики сировини, готової продукції, а також для доступу до ринків збуту.
3. Забезпечення дотримання норм охорони праці, санітарних правил та протипожежних вимог.
4. Раціональне використання як наземної, так і підземної частини території.
5. Врахування архітектурних особливостей прилеглих будівель та естетичне оформлення території підприємства.
6. Озеленення встановлення огорож та інших елементів благоустрою.

Всі вищезазначені аспекти детально регламентуються нормативним документом СНиП II-910-91 «Загальні умови для промислових підприємств». В залежності від виду промислової діяльності, ступінь використання території може варіюватися від 41% до 71%. Категорія вогнестійкості та відстань між будівлями та спорудами визначаються типом виробництва. Забезпечується безперешкодний доступ пожежних машин до будь-якої будівлі.

Генеральний план містить такі техніко-економічні показники:

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Довжина та ширина території, відведені під дороги та проїзди.
- Коефіцієнт озеленення.
- Благоустрій території.
- Об'єм будівель.
- Площа забудови.
- Загальна площа території.

5.1 ілюструє загальну схему компанії.

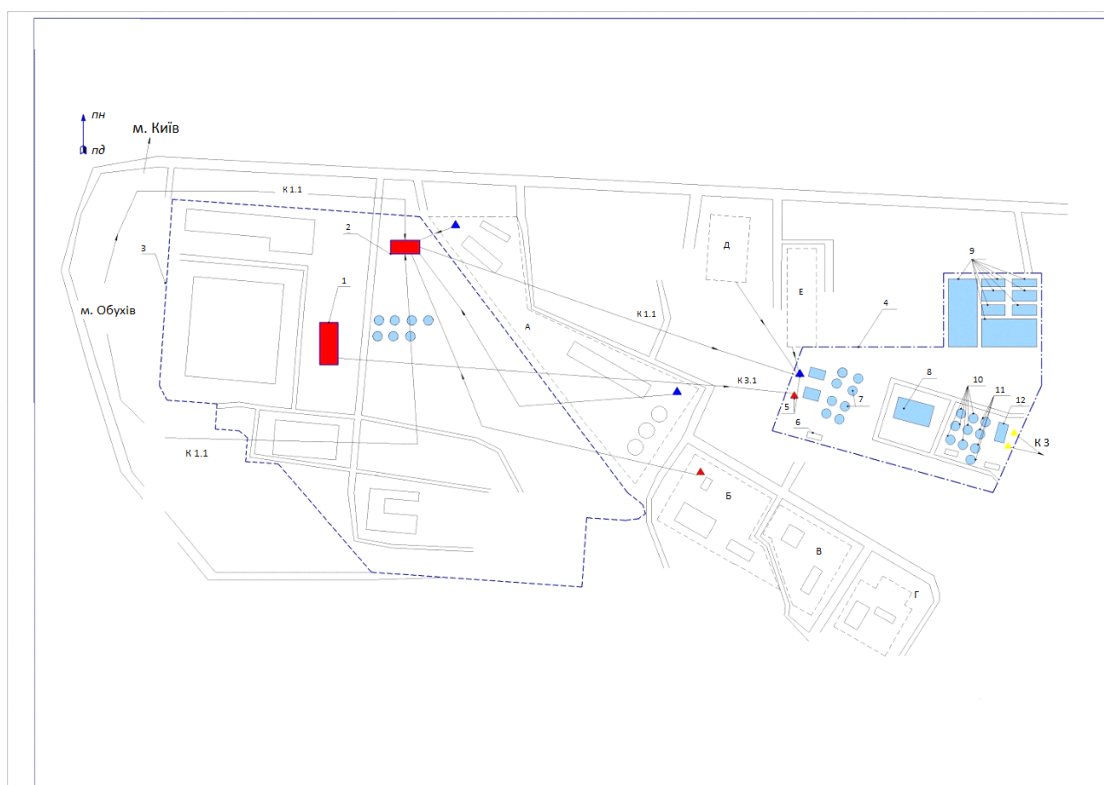


Рисунок 5.1 – Генеральний план підприємства:

2 - насосна станція локальних очисних споруд комбінату; 3 - насосна станція побутових стічних вод; 4 - ПрАТ «Київський КПК»; 5 - каналізаційні очисні споруди ПрАТ «Київський КПК»; 6 - водовимірювальні лотки; 7 - каналізаційна н/с власних потреб; 8 - первинні відстійники; 9 – аеротенк; 10 - мулові майданчики; 21 - вторинні відстійники; 22 – мулоущільнювачі; 23 - блок доочистки стоків; А - ПАТ «Енергія»; Б - ТОВ «М-Квадро»; В - ТОВ «АЕРОК»;

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

Г - ТОВ «Обухівський вентиляційний завод ЛТД»; Д - ТОВ «Логістікс Істейт Україна»; Е - ТОВ «Омакс Інтернешнл»; К 2.2 - трубопровід господарських стічних вод КП «Обуховводоканал»; К 4.2 - трубопровід виробничих стічних вод ПрАТ «Київський КПК»; К 4 - трубопровід очищених стічних вод

5.2 План розміщення очисних споруд на місцевості

Ефективне функціонування очисних споруд (ОС) значною мірою залежить від правильного вибору ділянки для їх розміщення. Цей процес потребує комплексного підходу, який ґрунтується на врахуванні технічних, санітарно-гігієнічних, екологічних та економічних аспектів.

Ділянка повинна відповідати генплану та проекту ОС, забезпечуючи оптимальне розміщення всіх необхідних об'єктів та комунікацій. Проектування ефективної системи відведення ґрунтових та стічних вод є ключовим фактором для запобігання підтопленню та забруднення ґрунту. Наявність підведення електроенергії, води, тепла та газу до місця розміщення ОС є необхідною умовою для їх безперебійної роботи. Зручний доступ до об'єкта для обслуговування, підвезення матеріалів та вивезення осаду є важливою складовою експлуатації ОС.

Розташування ОС з підвітряного боку житлових районів на відстані, визначеній санітарно-захисною зоною (в даному випадку 611 м). Вибір ділянки, яка не зазнає підтоплення під час повені, є критично важливим для запобігання аварійних ситуацій та забруднення довкілля. Рівень ґрунтових вод повинен бути нижчим за фундамент ОС для забезпечення стійкості конструкцій та запобігання підтопленню.

Якщо розташувати біля каналізаційного колектора то це призведе до зменшення довжини трубопроводів для подачі стічних вод до ОС економить кошти та спрощує експлуатацію.

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Завдяки зброджуванню активного мулу в метантенках значно зменшується потреба в мулових майданчиках, що економить місце та робить ОС більш компактними.

Компактне розміщення об'єктів на ділянці з можливістю розширення в майбутньому забезпечує гнучкість та адаптованість ОС до зростаючих потреб. Забезпечення вільного доступу до всіх елементів ОС гарантує зручність обслуговування та ремонту.

На рисунку 5.2 представлена схема розміщення очисних споруд на ділянці.

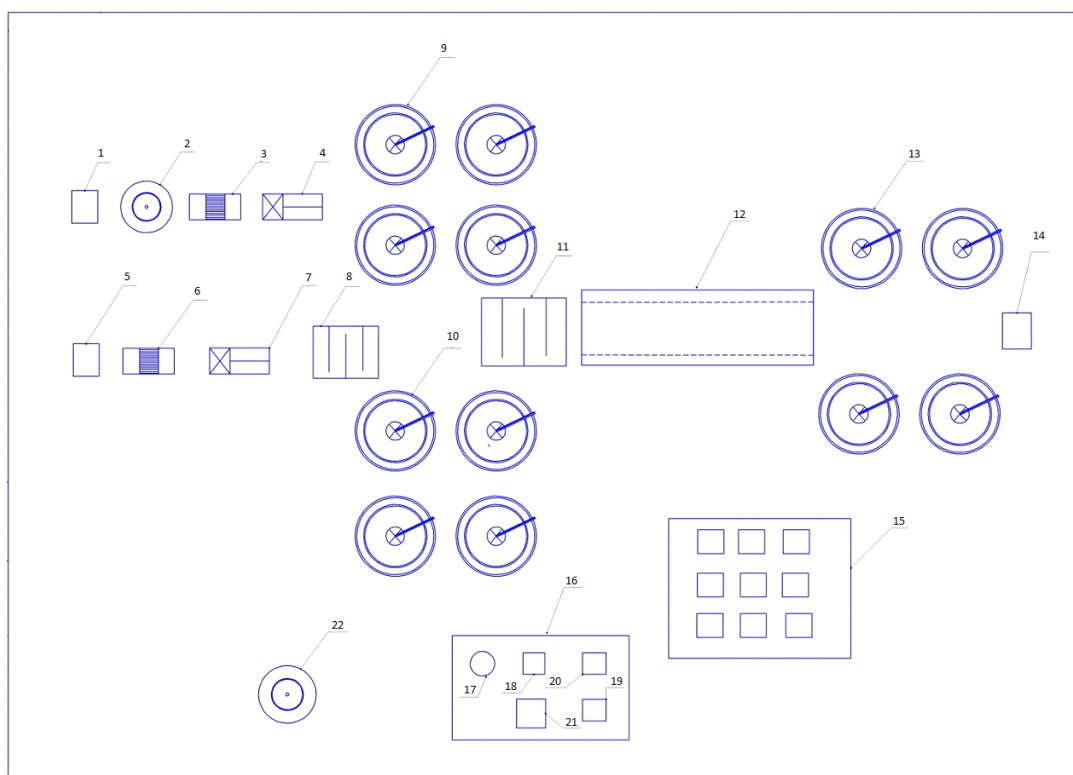


Рисунок 5.3– План розміщення очисних споруд на місцевості:

1, 5 – приймальна камера; 2, 22 – метантенк; 3, 6 – решітка; 4, 7 – піскоуловлювач; 8, 11 – перегородчастий змішувач; 9, 10 – первинний відстійник; 12 – аеротенк-змішувач; 13 – вторинний відстійник; 14 – камера озонування; 15 – блок механічних фільтрів; 16 – допоміжне приміщення; 17 –

скрубери; 18 – витратний бак вапна; 19 – фільтр-прес; 20 – витратний бак флокулянту; 21 – витратний бак коагулянту.

5.3 Профіль руху води

Профіль руху води – це графічне зображення, що показує розташування та взаємозв'язок всіх очисних споруд, які задіяні у процесі очищення стічних вод. Ці споруди, як правило, розташовуються на рівні землі, що спрощує їх візуалізацію на профілі.

Ділянка з природним похилом ідеально підходить для розміщення очисних споруд, адже це дозволяє стічним водам самопливом рухатися по системі під дією сили тяжіння. Такий природний транспорт економить енергію та спрощує експлуатацію. Крім того, похилий ландшафт зменшує глибину закладення фундаментів, що суттєво знижує будівельні витрати.

Для створення точного профілю руху води проводяться гідравлічні розрахунки, які враховують технологічні особливості та характеристики кожної очисної споруди. До уваги беруться втрати напору на кожному етапі очищення, а також гідравлічний опір трубопроводів та інших елементів системи. Ці розрахунки дозволяють визначити мінімальний допустимий рівень води в очисних спорудах, що гарантує їх ефективну роботу. Раціональне планування та компактне розміщення очисних споруд на ділянці мінімізує втрати тиску в системі. Чим менші відстані між окремими елементами, тим менші гідравлічні втрати та економія енергії.

Профіль руху стічних вод наочно демонструє шлях, яким вода проходить через всі стадії очищення, від приймальної камери до точки випуску в природний

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

водний об'єкт. На ньому чітко позначені всі очисні споруди, будівлі та орієнтири, а також відстані між ними.

Рисунок 5.3 ілюструє схему потоку міських стічних вод.

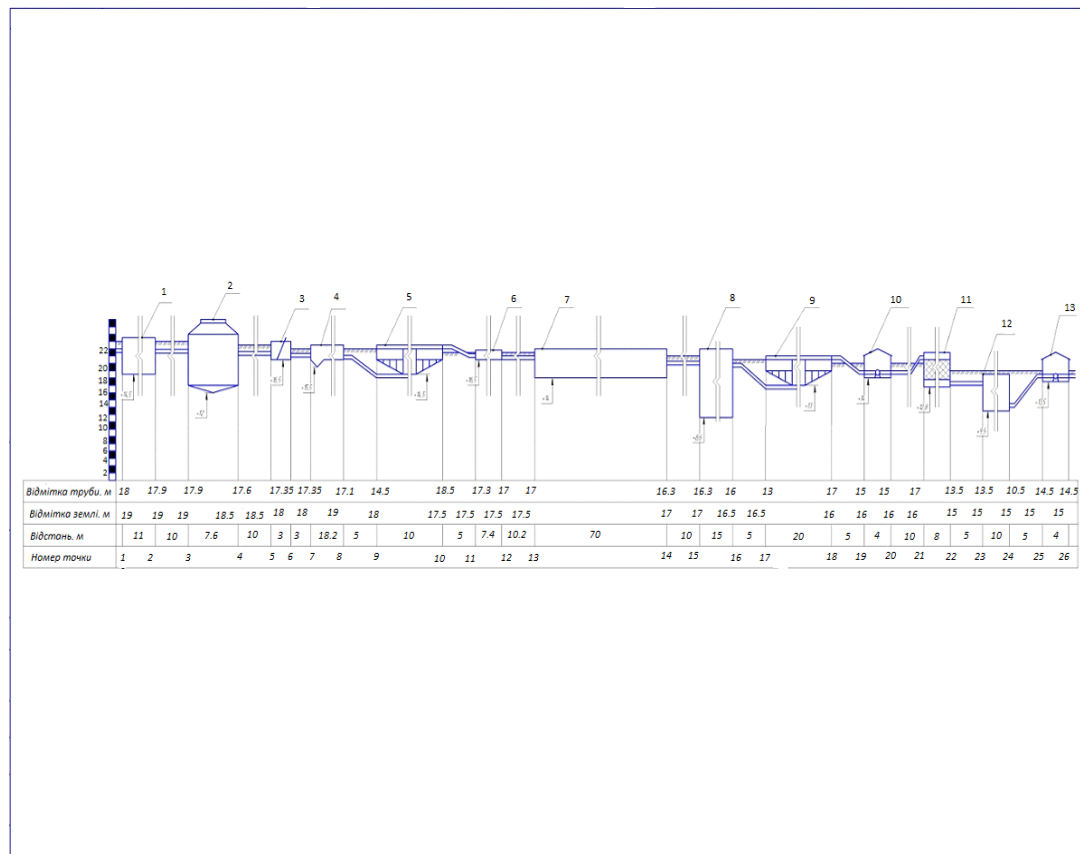


Рисунок 5.4 – Профіль руху води:

1 – приймальна камера; 2 – метантенк; 3 – решітка; 4 – піскоуловлювач; 5 – первинний відстійник; 6 – перегородчастий змішувач; 7 – аеротенк-змішувач; 8 – розподільна камера водомулової суміші; 9 – вторинний відстійник; 10, 13 – насосна станція; 11 – блок механічних фільтрів; 12 – резервуар чистої води

6 ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці та екологічна безпека є пріоритетними напрямками роботи станції сумісного очищення промислових та комунально-побутових стічних вод м. Обухів. Для забезпечення безпечних та екологічно чистих умов праці на станції розроблено комплекс заходів, спрямованих на:

1. Захист персоналу від шкідливих виробничих факторів, таких як забруднене повітря, шум, вібрація, електрострум, хімічні речовини та інші.
2. Мінімізація негативного впливу виробничої діяльності на довкілля, включаючи ґрунт, воду та повітря.

В процесі очищення стічних вод та обробки осадів на працівників станції можуть впливати такі шкідливі виробничі фактори ($S = 27,9 \text{ м}^2$; $V = 139,5 \text{ м}^3$):

- Забруднення пилом, хімічними речовинами (аміак, сірководень, метан), біологічними агентами (патогенні мікроорганізми).
- Недостатня освітленість робочих місць може призвести до зорової втоми та травм.
- Підвищений рівень шуму від насосів, аераторів та іншого обладнання може негативно впливати на слух працівників.
- Контакт з неізовольованими проводами, несправним електрообладнанням може призвести до ураження електричним струмом.
- Застосування легкозаймистих та вибухонебезпечних речовин, наявність нагрівальних приладів та електрообладнання створює ризик виникнення пожежі.

Рівень шкідливих виробничих факторів в виробничих приміщеннях та на робочих місцях не має перевищувати гранично – допустимих, встановлених відповідними стандартами. Безпечна експлуатація обладнання та безпечне ведення виробничого процесу очистки стічної води та обробки осадів стічних вод мають здійснюватися згідно із Законом України "Про охорону праці" від 21.11.2002 № 228-IV , НПАОП 60.06.01-80 "Правила безпечної експлуатації

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

систем очистки та обробки стічних вод " та ДСТУ 7714:2015 "Безпека та гігієна праці. Обладнання для очистки стічних вод. Загальні вимоги безпеки".

6.1 Повітря робочої зони

Згідно з наявною інформацією, роботи, які будуть виконуватися на очисних спорудах, належать до категорії 1б за рівнем фізичного навантаження. Це відповідає ДСТУ EN 14001:2004, де категорія 1б описує роботи, які:

1. Виконуються стоячи, сидячи або пов'язані з ходьбою.
2. Супроводжуються деякими фізичними навантаженнями.
3. Очікувані енергозатрати на виконання цих робіт становитимуть 172 кДж/год (або 150 ккал/год).

Небезпечні фактори, що можуть впливати на працівника:

1. Надмірна вологість може призвести до розвитку цвілі, дискомфорту та негативно впливати на здоров'я дихальної системи працівників.
2. У колодязях, камерах, каналах та приміщеннях можуть накопичуватися шкідливі гази, такі як аміак (NH_3), сірководень (H_2S), метан (CH_4), вуглекислий газ (CO_2) та чадний газ (CO). Ці гази мають загальнотоксичний вплив на організм, можуть призвести до отруєння, задухи та інших серйозних проблем зі здоров'ям.
3. Витік газів з балонів, бочок та ємностей, наприклад, гіпохлориду натрію, також може становити значну небезпеку для працівників.
4. Робота з пилоутворювальними реагентами, такими як хлорне вапно або флокулянт на ділянці механічного обезводнення осаду, може призвести до забруднення повітря дрібним пилом. Вдихання такого пилу може негативно впливати на дихальну систему, а також викликати алергічні реакції.
5. Рівень вологості в робочих приміщеннях та на робочих місцях очисних споруд повинен відповідати санітарно-гігієнічним нормам.

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81

6. Вплив теплового випромінювання може бути значним, наприклад, в приміщеннях з нагрівальними приладами або при роботі з гарячою водою.

7. Температура в робочих приміщеннях та на робочих місцях повинна відповідати санітарно-гігієнічним нормам, забезпечуючи комфортні умови праці.

8. Забезпечення достатньої вентиляції та оптимальної швидкості руху повітря є важливим фактором для підтримки сприятливого мікроклімату та видалення шкідливих речовин з робочої зони.

Табл. 6.1 – Гігієнічні норми метеорологічних умов в приміщенні

Період року	Категорія робіт	Температура	Оптимальна вологість	Швидкість руху повітря, м/с
Холодний період року	Легка Іб	17 – 23	Не більше 75	Не більше 0,3
Теплий період року	Легка Іб	18 – 27	Не більше 65	0,2 – 0,4

З метою захисту здоров'я та безпеки працівників на очисних спорудах впроваджено комплекс заходів, що ґрунтуються на вимогах ДСН 3. 3.6.042.99:

- Забезпечено ефективну роботу систем вентиляції та кондиціонування повітря в колодязях, камерах на мережах, насосних станціях та в обслуговуючих приміщеннях. Це дозволяє підтримувати оптимальний мікроклімат, видаляти шкідливі речовини та запобігати їх накопиченню.

- Для мінімізації впливу пилоутворювальних реагентів над територією їх зберігання розміщено бортові відсмоктувачі. Ці пристрої локалізують пил та запобігають його розповсюдженню в робочій зоні.
- Працівники, які задіяні в роботі з небезпечними речовинами, проходять регулярні медичні огляди. Це дозволяє своєчасно виявити можливі негативні впливи на здоров'я та вжити профілактичних заходів.
- Для нейтралізації шкідливості працівникам видаються спеціальні продукти, наприклад, молоко та молочні продукти.
- Регулярно проводиться контроль рівня шкідливих речовин у повітрі робочої зони. Цей контроль здійснюється відповідно до ДСанПіН 3.3.2.007-98 "Гігієнічні вимоги до повітря робочого середовища".
- Отримані дані порівнюються з гранично допустимими концентраціями (ГДК), встановленими ДСТУ 7720:2014 "Безпека та гігієна праці. Атмосфера робоча. Загальні вимоги".
- Завдяки автоматизації багатьох процесів та використанню систем дистанційного моніторингу значно зменшується контакт працівників з шкідливими речовинами. Це робить роботу більш безпечною та економною.
- Працівники забезпечені засобами індивідуального захисту органів дихання (ЗІЗОД), включаючи респіратори та промислові протигази. Тип ЗІЗОД обирається залежно від виду шкідливих речовин, з якими доводиться працювати.
- Мікроклімат в насосних станціях очисних споруд підтримується за допомогою проточної та витяжної системи загальнообмінної механічної вентиляції та центральної системи опалення.
- Параметри мікроклімату постійно контролюються та регулюються для забезпечення комфортних умов праці.

6.2 Освітленість

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для створення безпечних умов зорової роботи важливо, щоб освітленість на робочих поверхнях відповідала гігієнічним нормам. У приміщеннях без природного світла використовують штучне освітлення, яке забезпечує достатню якість освітлення. Операторні приміщення є яскравим прикладом таких місць. Освітлення в них відноситься до загального типу за розміщенням джерел світла і до робочого за функціональним призначенням, розряд IV б.

Наприклад, для встановлення достатньої освітленості в операторній використовують світлодіодні лампи потужністю 8 Вт, які мають тривалість служби 25000 годин і світловий потік 850 лм. Ефективна освітленість, яка досягається, становить 250 лк, що задовольняє нормативні вимоги.

У лабораторіях освітлення забезпечується в основному за рахунок природних джерел світла, і штучне освітлення використовується лише в темний час доби.

Очисні споруди в місті Обухів розташовані на вулицях, де доступне природне освітлення. Зорова робота у таких умовах відповідає розряду III г – I а згідно з ДБН В.2.5-28:2018.

Таким чином, забезпечення відповідної освітленості в залежності від типу приміщення і умов зорової роботи є важливим аспектом проектування та експлуатації будь-яких приміщень, включаючи операторні, лабораторії та очисні споруди.

6.3 Виробничий шум

Виробниче оточення на очисних спорудах у м. Обухів зазнає значного шуму від рухомих машин, дробильних установок, механічних мішалок та іншого технологічного обладнання, що розташоване у машинних залах насосних і повітродувних станцій та інших приміщеннях. Рівень звукового шуму в цих умовах коливається близько 100 дБА.

У випадках, коли неможливо знизити рівень шуму на робочих місцях до допустимого максимуму, необхідно вживати заходи індивідуального захисту

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		84

органів слуху, такі як протишумні навушники, беруші та інші засоби. Якщо еквівалентний рівень шуму перевищує 120 дБА, рекомендується використовувати дистанційне керування виробничим процесом з звукоізоляційної камери або автоматизувати виробничі процеси.

Фактичний рівень шуму відповідає встановленим санітарним нормам виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку, затвердженим постановою державного санітарного лікаря України від 1 грудня 1999 року № 37 – ДСН 3.3.6.037 – 99.

Отже, управління шумом на очисних спорудах м. Обухів важливе для забезпечення безпеки і комфорту робочого середовища, адже воно відповідає всім вимогам щодо охорони праці та здоров'я працівників.

5.5 Електробезпека

Згідно з "Правилами улаштування електроустаткування", приміщення на очисних спорудах м. Обухів належать до класу особливо небезпечних та підвищеної небезпеки. Це обумовлено наступними факторами:

1. Одночасний дотик до заземлених металоконструкцій та металевих корпусів устаткування: така ситуація може призвести до ураження електричним струмом.
2. Наявність небезпечних струмопровідних підлог.
3. Небезпечний рівень напруги (380/220 В) та частота (50 Гц) електричного кола: замикання в такому колі може призвести до серйозних травм або смерті.
4. Знижена температура повітря в виробничих приміщеннях: це може негативно впливати на реакцію та координацію рухів працівників, що збільшує ризик нещасних випадків.

Заходи безпеки:

Для мінімізації ризиків ураження електричним струмом на очисних спорудах вживаються такі заходи:

- Всі конструкції, які можуть опинитися під напругою, заземлюються.

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Все електрообладнання розміщене в захисних кожухах, які запобігають випадковому дотику до струмоведучих частин.
- Передбачено аварійне та захисне відключення всіх електроустановок.
- Постійно контролюється стан ізоляції під час роботи з електрообладнанням.
- Під час ремонтних робіт живлення для освітлювальних приладів подається при напрузі 12 В.

Засоби індивідуального захисту:

Працівники, які обслуговують електрообладнання, повинні використовувати такі засоби індивідуального захисту:

- Діелектричні рукавички та взуття, які захищають руки та ноги від ураження електричним струмом.
- Сигналізатори напруги, які дозволяють визначити наявність напруги в електроустановках.
- Інструменти з ізольованим покриттям для запобігання передачі електричного струму на руки працівника.
- Ізолюючі підставки, штанги, кліщі, які використовуються для роботи з електрообладнанням під напругою.
- Електровимірювальні кліщі, що дозволяють вимірювати параметри електричного струму без контакту з струмоведучими частинами.
- Переносні заземлення та захисні огороження. Вони забезпечують додатковий захист від ураження електричним струмом.

6.5 Пожежна безпека

Згідно з Правилами пожежної безпеки в Україні, затвердженими Постановою Кабінету Міністрів України № 897 від 25 серпня 2022 року, приміщення очисних споруд м. Обухів належать до категорії В за пожежною та вибухопожежною небезпекою. Клас зони П - 1 (температура займання = 350° С).

Ця класифікація зумовлена наступними факторами:

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Утворення горючих рідин та газів в колодязях, камерах на мережах, насосних станціях та обслуговуючих приміщеннях.
- Підвищена температура поверхонь обладнання.

Потенційними причинами загоряння на очисних спорудах можуть бути:

- Попадання блискавки в будівлю.
- Накопичення статичної електрики.
- Порушення технологічного процесу.
- Несправне обладнання.
- Куріння в невідведених місцях.
- Замикання електропроводів.

Для запобігання загорянню та мінімізації наслідків пожежі на очисних спорудах вживаються такі заходи:

У насосних станціях встановлено 2 вогнегасника ОУ-5, що відповідають ДСТУ EN 1866:2016.

1. Наявний протипожежний щит та ящик з піском.
2. Забезпечено наявність пожежних рукавів, що відповідають ДСТУ 3810-98.
3. Встановлено димові пожежні сповіщувачі, що відповідають ДСТУ EN 54-7:2004.
4. Впроваджено систему автоматичної пожежної сигналізації, що відповідає ДБН В.2.5-56-2010.

Захист від перевантажень:

Для запобігання перевантаженням електродвигунів встановлені плавкі запобіжники та передбачено автоматичне відключення електрообладнання у разі виникнення загоряння та пошкодження електропроводів.

Захист від блискавки:

Для захисту насосної станції від потрапляння в неї блискавки встановлено громовідвід.

Заземлення:

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для захисту від замикання високих потенціалів та електропроводів, наземні комунікації в приміщеннях насосної станції, а також на її вході заземлені.

Сигналізація та евакуація:

У разі виникнення аварійної ситуації вмикається світлова (індикатор "АВАРІЯ") та звукова (дзвінок) сигналізація, що відповідає ДСТУ EN 981-2001.

- Відбувається автоматична зупинка всієї системи.
- Через евакуаційні виходи відбувається евакуація людей.
- Шляхи евакуації розміщені на плані будівлі при вході.
- Позначені місця розташування засобів пожежогасіння.

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПISKA	Арк.
						88
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Впроваджено нове рішення щодо очищення промислових і міських стічних вод за допомогою метантенку. Ця технологія застосовується на вході в міську каналізаційну систему для ефективного усунення неприємного запаху, зменшення навантаження на повітряні резервуари та забезпечення станції метаном для вироблення тепла та енергії. Метантенк, де зберігаються сирий осад і додатковий активний осад, також вирішує проблему негативного впливу мулових ділянок на навколишнє середовище.

Виконано розрахунки технологічних та гідравлічних параметрів очисних споруд, що використовують механічні, біологічні та фізико-хімічні процеси. Конструктивні особливості цих споруд відображені на кресленнях, які включають розташування очисних споруд і схеми руху води. Крім того, в цих кресленнях представлено загальну схему комплексу, що включає всі необхідні правила та норми будівництва.

Запропоновано кілька ініціатив щодо зменшення негативного впливу промислового забруднення та покращення умов на очисних спорудах.

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						89
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

2. Гомеля М.Д. Очисні споруди. Основи проектування: Навч. Посіб./М. Д. Гомеля, Т.В. Крисенко, І.М. Дейкун. – К.: НТУУ «КПІ», 3118. – 287 с. ISBN 1089 – 1077 – 733 – 374 – 7.

3. Запольський А.К., Мішкова-Клименко Н.А. та ін.. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод: Підручник./А.К. Запольський, Н.А. Мішкова – Клименко, І.М. Астрелін, М.Т. Брик, П.І. Гвоздяк, Т.В. Князькова – К.: Лібра, 3111. – 663 с. ISBN 1077 – 8146 – 39 – Х.

4. ДБН В.3.6-86. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. – К.:Мінрегіон України, 3124. – 3210 с.

5. ДБН В.3.6-85. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. – К.:Мінрегіон України, 3124. – 283 с.

6. Справочник наилучших доступных технологий для очистки сточных вод на предприятиях отраслей промышленности и жилищно-коммунального хозяйства. – М.: ООО «Деловые Медиа», 3125. – 439 с.

7. ДСТУ Б А.3.5-21-106. СПДБ. Правила виконання специфікації обладнання, виробів і матеріалів. – Чинний від 12.15.107.- К.:Укрархбудінформ, 210107.-9с.

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток А
Експлікація до технологічної схеми

<i>Позиція</i>	<i>Назва обладнання</i>	<i>Тип і марка</i>	<i>Кількість</i>	<i>Розміри</i>
2	Приймальна камера комунально-побутових стічних вод		2	
3	Метантенк		21	
4	Решітка		2	
5	Піскоуловлювач		2	
6	Скрубер		2	
7	Витратний бак вапна		2	
8	Пісковий майданчик		2	
9	Приймальна камера промислових стічних вод		2	
10	Решітка		2	
21	Піскоуловлювач		2	
22	Перегородчастий змішувач		2	
23	Витратний бак коагулянту		2	
24	Приймальна камера осаду		2	
25	Перегородчастий змішувач		2	
26	Аеротенк-змішувач		2	
27	Розподільна камера водомулової суміші		2	

28	Первинний відстійник		9	
29	Вторинний відстійник		5	
210	Приймальна камера активного мулу		2	
31	Блок механічних фільтрів		10	
32	Насосна станція		3	
33	Озонаторна установка		2	
34	Резервуар чистої води		2	
35	Річка		2	
36	Метантенк		2	
37	Скрубер		2	
38	Витратний бак вапна		2	
39	Фільтр-прес		2	
310	Витратний бак флокулянту		2	

	Потік			
I	Подача комунально-побутових стічних вод			
II	Подача промислових стічних вод			
III, IV	Подача води на розведення вапна			
V	Подача води на розведення коагулянту			
VI	Відведення метану			

VII	Скид очищеної води в річку			
VIII	Подача води на розведення флокулянту			

Додаток Б

Експлікація до плану розміщення очисних споруд на місцевості

Позиція	Назва об'єкта	Тип і марка	Кількість	Розміри
2	Приймальна камера комунально-побутових стічних вод		2	
3	Метантенк		21	
4	Решітка		2	
5	Піскоуловлювач		2	
6	Приймальна камера промислових стічних вод		2	
7	Решітка		2	
8	Піскоуловлювач		2	
9	Перегородчастий змішувач		2	
10	Первинний відстійник комунально-побутових стічних вод		5	
21	Первинний відстійник промислових стічних вод		5	

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						93
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

22	Перегородчастий змішувач		2	
23	Аеротенк-змішувач		2	
24	Вторинний відстійник		5	
25	Камера озонування		2	
26	Блок механічних фільтрів		10	
27	Допоміжне приміщення		2	
28	Скрубер		3	
29	Витратний бак вапна		3	
210	Фільтр-прес		2	
31	Витратний бак флокулянту		2	
32	Витратний бак коагулянту		2	

Додаток В
Експлікація до профілю руху води

Позиція	Назва обладнання	Тип і марка	Кількість	Розміри
2	Приймальна камера		2	
3	Метантенк		21	
4	Решітка		2	
5	Піскоуловлювач		2	
6	Первинний відстійник		5	
7	Перегородчастий змішувач		2	

8	Аеротенк-змішувач		2	
9	Розподільна камера водомулової суміші		2	
10	Вторинний відстійник		3	
21	Насосна станція		2	
22	Блок механічних фільтрів		10	
23	Резервуар чистої води		2	
24	Насосна станція		2	

Додаток Г

Експлікація до генерального плану підприємства

Позиція	Найменування	Кількість	Примітка
2	Насосна станція локальних очисних споруд комбінату	2	
3	Насосна станція побутових стічних вод	2	
4	ПрАТ «Київський КПК»	2	
5	Каналізаційні очисні споруди ПрАТ «Київський КПК»	2	
6	Водовимірювальні лотки	3	
7	Каналізаційна н/с власних потреб	2	
8	Первинні відстійники	9	

					ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Арк.
						95
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9	Аеротенк	2	
10	Мулові майданчики	2	
21	Вторинні відстійники	5	
22	Мулоущільнювачі	5	
23	Блок доочистки стоків	2	
А	ПАТ «Енергія»		
Б	ТОВ «М-Квадро»		
В	ТОВ «АЕРОК»		
Г	ТОВ «Обухівський вентиляційний завод ЛТД»		
Д	ТОВ «Логістікс Істейт Україна»		
Е	ТОВ «Омакс Інтернешнл»		
К 2.2	Трубопровід господарств. стічних вод КП «Обуховводоканал»		
К 4.2	Трубопровід виробничих стічних вод ПрАТ «Київський КПК»		
К 4	Трубопровід очищених стічних вод		