

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**Факультет біотехнології і біотехніки
Кафедра екобіотехнології та біоенергетики**

До захисту допущено:

Завідувач кафедри

_____ Євгеній КУЗЬМІНСЬКИЙ
(підпис)

«__» _____ 2021р.

Дипломний проєкт

на здобуття ступеня бакалавра

**за освітньо-професійною програмою «Біотехнології»
спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія»**

на тему: «Біотехнологія очищення стічних вод нафтопереробного заводу»

Виконав:

студент IV курсу, групи БЕ-71

Саленко Андрій Володимирович _____

Керівник:

Доц., д.т.н. Козар Марина Юріївна _____

Консультант з проектування:

Проф., д.т.н, проф.,

Саблій Лариса Андріївна _____

Рецензент:

Посада, науковий ступінь, вчене звання,

Прізвище, ім'я, по батькові _____

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

Студент _____

Київ – 2021 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

Факультет біотехнології і біотехніки
Кафедра екобіотехнології та біоенергетики

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 162 «Біотехнології та біоінженерія»

Освітньо-професійна програма «Біотехнології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Євгеній КУЗЬМІНСЬКИЙ
(підпис) (ім'я, прізвище)

«__» _____ 2021р.

**ЗАВДАННЯ
на дипломний проєкт студенту
Саленку Андрію Володимировичу**

1. Тема проєкту «Біотехнологія очищення стічних вод нафтопереробного заводу»

керівник проєкту Козар Марина Юріївна, к.т.н., доцент,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «__» _____ 20__ р. № _____

2. Термін подання студентом проєкту _____

3. Вихідні дані до проєкту:

Q - витрата стічних вод, 40000 м³/доба. V_{ср}- середня швидкість течії води в річці між випуском стічних вод і розрахунковим створом 1,3 м/с; Н_{ср} - середня глибина річки на тій же ділянці 2, 9 м.; коефіцієнт звивистості річки 1,2; коефіцієнт, що залежить від місця і конструкції випуску стічних вод у водойму (при береговому – 1,0); L - відстань по фарватеру річки від місця випуску стічних вод до розрахункового створу 3500 м; Q - розрахункова витрата води в річці при 95% забезпеченості 17 м³/с; Сф - фонові концентрації завислих речовин у

воді річки до місця випуску стічних вод 16 мг/дм³; фонове значення БСК_{повн} у воді річки до місця випуску стічних вод, 4 мг/дм³.

4. Зміст пояснювальної записки:

Характеристика стічних вод нафтопереробних підприємств; характеристика анаеробного активного мулу; біохімічні основи технологічного процесу очищення води в метатенках; розрахунок необхідного ступеня очищення стічних нафтопереробного заводу; технологічна частина: вибір, розрахунок і характеристика споруд для очищення стічних вод нафтопереробного заводу; охорона праці й охорона довкілля.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо):

Технологічна схема біотехнології очищення стічних вод нафтопереробного заводу (А1); апаратурна схема біотехнології очищення стічних вод нафтопереробного заводу (А1); креслення метантенка (А1).

6. Консультанти розділів проекту*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Графічна частина дипломного проекту	д.т.н., проф. Саблій Л.А.		

7. Дата видачі завдання _____

* Консультантом не може бути зазначено керівника дипломного проекту.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Літературно-патентні дослідження: характеристика сировини (СВ) нафтопереробного заводу, огляд та аналіз існуючих технологій очищення СВ нафтопереробного заводу.	01.05.2020	
2	Обґрунтування вибору технології	10.05.2020	
3	Характеристика біологічного агента. Опис біохімічних основ процесу.	15.05.2020	
4	Виконання розрахунків, вибір схеми, способу і методів контролю. Виконання креслень апаратурної та технологічної схеми.	20.05.2020	
5	Підбір, розрахунок і характеристика основного та допоміжного обладнання. Виконання креслення основної споруди (метантенка).	25.05.2020	
6	Оформлення проекту	30.05.2020	
7	Підготовка до захисту	30.05.2020	

Студент

(підпис)

Андрій САЛЕНКО

Керівник проекту

(підпис)

Марина КОЗАР

РЕФЕРАТ

Дипломний проєкт складається з 67 сторінок пояснювальної записки та 3 аркушів креслень А1. Пояснювальна записка містить вступ, 5 розділів, що включають 4 рисунків та 8 таблиць, 26 посилань на літературні джерела та додаток.

Метою дипломного проєкту є вибір та обґрунтування найбільш оптимальної технологічної схеми для очищення виробничих стічних вод, а також розрахунок споруд біологічної очистки для очищення стічних вод нафтопереробного заводу.

В проєкті наведено характеристики стічних вод нафтопереробного заводу; розглянуто склад і властивості анаеробного активного мулу; обрано та обґрунтована технологія очищення стічних вод нафтопереробного заводу; за технологією виконано технологічну та апаратурну схему; розраховано необхідний ступінь очищення стічних вод та споруд біологічного очищення.

На підставі розрахованих параметрів розроблено креслення споруди – метантенку. Розраховано матеріальний баланс, вказано параметри контролю та описано заходи з охорони праці і охорони довкілля.

НАФТОПЕРЕРОБНИЙ ЗАВОД, СТИЧНА ВОДА, БІОЛОГІЧНЕ
ОЧИЩЕННЯ, АКТИВНИЙ МУЛ, АНАЕРОБНЕ СБРОДЖУВАННЯ,
МЕТАНТЕНК

ABSTRACT

The diploma project consists of 67 pages of explanatory note and 3 sheets of A1 drawings. The explanatory note contains an introduction, 5 sections, including 4 figures and 8 tables, 26 references and the appendix.

The main purpose of the diploma project is to choose and substantiate the most beneficial process flowsheet for industrial wastewater, as well as the calculation of biological treatment facilities for refinery wastewater treatment.

The project provides a description of refinery wastewater; the composition and characteristics of anaerobic activated sludge are considered; the technology of wastewater treatment of refinery is selected and substantiated; the technological and hardware scheme is executed according to the technology; the required degree of wastewater purification as well as biological treatment facilities are calculated.

The drawing of the methane-tank is developed based on the calculated parameters. The material balance is also calculated, control parameters are specified and measures on labor and environmental protection are described.

REFINERY, WASTEWATER TREATMENT, BIOLOGICAL
WASTEWATER TREATMENT, ACTIVE SLUDGE, ANAEROBIC
DIGESTION, METHANE-TANK

ЗМІСТ

ВСТУП	9
РОЗДІЛ 1. ВИБІР ТА ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД НАФТОПЕРЕРОБНОГО ЗАВОДУ.....	11
1.1. Характеристика стічних вод нафтопереробного заводу	11
1.2. Опис промислових стічних вод, що надходять на очищення.....	15
1.3. Аналіз технологій очищення стічних вод	16
1.4. Вибір технології очищення стічних вод нафтопереробного заводу.....	20
1.5. Характеристика біологічного агенту.....	24
РОЗДІЛ 2. БІОХІМІЧНІ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД НАФТОПЕРЕРОБНОГО ЗАВОДУ.....	27
2.1. Схема перебігу процесів зброджування осадів стічних вод у метантенку.....	27
2.2. Характеристика очищеної стічної води.....	29
РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	30
3.1. Сировина та матеріали	30
3.2. Опис технологічного процесу біологічного очищення стічних вод	31
3.3. Контроль виробництва.....	35
3.4. Матеріальний баланс.....	38
РОЗДІЛ 4. ВИБІР І ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЛАДНАННЯ	39
4.1. Розрахункові витрати стічних вод.....	39
4.2. Розрахунок необхідного ступеня очищення стічних вод	40
4.3. Розрахунок основних очисних споруд	42
Розділ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ	57
ВИСНОВКИ.....	59
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	61
ДОДАТОК А.....	64

					ЕКБ.БЕ7118.ДП				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЗМІСТ	Стадія	Арк.	Акрушів	
Розроб.		Саленко А.В..							
Конс.								7	67
Керів.		Козар М.Ю.				КПІ ім. Ігоря Сікорського,			
Затверд.									

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ

ПАР — поверхнево-активні речовини.

СПАР — синтетичні поверхнево-активні речовини.

ХСК — хімічне споживання кисню.

БСК — біологічне споживання кисню.

БСК_{повн} — повне біологічне споживання кисню.

КВП – контрольно-вимірювальні прилади;

МОР – мастильно-охолоджуючі рідини;

ТЕС – тетраетилсвинець;

НПЗ – нафтопереробні заводи;

СЖК – синтетичні жирні кислоти;

					ЕКБ.БЕ7118.ДП			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Саленко А.В..			Перелік умовних позначень та скорочень	Стадія	Арк.	Акрушів
Конс.								
							8	67
Керів.		Козар М.Ю.				КПІ ім. Ігоря Сікорського,		
Затверд.								

ВСТУП

Вода є надзвичайно важливою складовою усього живого. Так в організмі людини її частка складає близько 70-80 %, а в рослин може досягати 98 %. Вона широко застосовується в повсякденному житті людини. Приготування їжі чи задоволення санітарно-гігієнічних потреб було б неможливим без води [8].

Вода застосовується для вирощування сільськогосподарської продукції та переробки отриманої продукції на відповідні продукти харчування. В різних галузях промисловості вода може бути використана як реагент, теплоносіє, промивний засіб та навіть як сировина.

Здається, що більша частина Землі вкрита водою і її має вистачати. Проте відсоток прісної води на нашій планеті є досить незначним (близько 2,5%). Та навіть з цих 2,5% лише 0,3% знаходиться в річках та озерах, решта прісної води знаходиться в льодовиках та підземних водах [8].

Україна вважається маловодною країною, попри те ще на її території протікає 63 тисячі річок та міститься близько 40 тисяч озер і 1100 водосховищ. Причиною цього є забрудненість та непридатність водних ресурсів до водозбору питної води [7].

Останні дослідження вказують, що за кількістю питної води на душу населення Україна займає 125 місце з 180 країн. Найближчими сусідами за рейтингом є Чад та Судан, це дві африканські країни [8].

Наведені дані свідчать про, обмеженість запасів прісної води на території нашої держави. Через стрімкий розвиток господарської діяльності людини, значно збільшилися об'єми скидання забруднених вод, результатом яких є збільшення дефіциту прісної води.

					ЕКБ.БЕ7118.ДП				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ВСТУП	Стадія	Арк.	Акрушів	
Розроб.		Саленко А.В..							
Конс.								9	67
Керів.		Козар М.Ю.				КПІ ім. Ігоря Сікорського,			
Затверд.									

Одним з найнебезпечніших видів впливу на довкілля є забруднення навколишнього середовища нафтою та продуктами що є похідними від нафти. На сьогоднішній день нафтопродукти мають широке використання. До них відносять: палива, мастила, емульсії та розчинники, які використовують майже всі промислові та транспортні підприємства. Це означає, що вони містять нафтові забруднення. Для запобігання потрапляння нафтопродуктів у навколишнє середовище, з наведених підприємств, необхідно знешкодити стічні води. Технології, що існують сьогодні, неспроможні очистити стічні води від нафтопродуктів до сучасних норм. Тому існує потреба у вдосконаленні вже існуючих методів та створення нових підходів до очищення стічних вод від нафтопродуктів.

Метою дипломного проекту є вибір та обґрунтування біотехнології очищення стічних вод нафтопереробного заводу.

Для досягнення поставленої мети потрібно вирішити наступні завдання:

1. розглянути характеристику фізико-хімічного складу стічних вод нафтопереробного заводу, описати етапи утворення стічних вод підприємства;
2. проаналізувати існуючі технології локального очищення стічних вод нафтопереробного заводу та обрати технологію, що є більш ефективною;
3. охарактеризувати активний мул, як основний біологічний агент процесу анаеробного знешкодження осадів;
4. провести технологічні розрахунки: необхідного ступеня очищення стічних вод нафтопереробного заводу, основного та допоміжного обладнання;
5. запроектувати споруду для зброджування осадів та надлишкового активного мулу, розробити апаратурну та технологічну схеми очищення стічних вод нафтопереробного заводу;
6. навести основні вимоги щодо техніки безпеки та охорони праці та довкілля

					ЕКБ.БЕ7118.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

РОЗДІЛ 1. ВИБІР ТА ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД НАФТОПЕРЕРОБНОГО ЗАВОДУ

1.1. Характеристика стічних вод нафтопереробного заводу

Нафтопродукти є невід’ємним компонентом виробничих стічних вод. Поведінка нафтопродуктів залежить від їх походження, виду та товарного сорту. Нафта є джерелом товарних продуктів, до якого відносять змащувальні мастила, моторне та котельне паливо й інші. Найчастіше нафту розділяють на легку та важку, щільність яких дорівнює 0,9 т/м³ та 1,04 т/м³ відповідно. Нафта – це суміш органічних речовин, вміст яких не є сталим. Основними компонентами нафти є парафін, ароматичні вуглеводні та нафтен. Також до складу можуть входити різні смоли, асфальтени та сірка. Продукти що отримують з важкою та легкої нафти відрізняються, так з легкої отримують бензин та газ, а з важкої – мазут, бітум, дизельне паливо та інші мастильні матеріали.

За хімічним складом, нафта містить близько 80-87% вуглецю, 10-14% водню, 0-5% сірки, 0-3% кисню, 0-2% азоту. Нафту використовують лише після перегонки на фракції. З нафти виділяють багато цінних для промисловості речовин. Найпоширенішими з них є: нафталін, реактивне паливо, толуол, бензол, ксилол, різні масла, бітуми, гази крекінгу (бутан, пропилен, етилен, метан) і ін. Нафта широко використовується в хімічній промисловості для одержання пластмас, синтетичного каучуку, синтетичних волокон, жирів, спирту, органічних кислот, розчинників, мастильних матеріалів, білка і ін [1].

					ЕКБ.БЕ7118.ДП			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	РОЗДІЛ 1. ВИБІР ТА ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД НАФТОПЕРЕРОБНОГО ЗАВОДУ	Стадія	Арк.	Акрушів
Розроб.		Саленко А.В.						
Конс.							11	67
						КПІ ім. Ігоря Сікорського,		
Керів.		Козар М.Ю.						
Затверд.								

Особливе місце при розгляді питань, щодо очищення нафтовмісних стічних вод різних виробництв (нафтобаз, нафтопереробних заводів, промивально-пропарювальних станцій і т.д.) займають присадки-антидетонатори пального [2].

Тетраетилсвинець та пентакарбоніл заліза є одними з найбільш ефективних антидетонаторів бензину. Тетраетилсвинець (ТЕС) – високотоксична рідина, прозора на вигляд. Її хімічна формула має наступний вигляд $Pb(C_2H_5)_4$. Дана речовина використовується як присадка в деяких сортах автомобільного бензину з концентрацією 0,4-0,8 г/кг. ТЕС розчиняється у вуглеводнях, спиртах, ефірах та ацетоні, але є нерозчинною у воді. При довготривалому зберіганні палива в осад може потрапити до 15% окислів ТЕС, що потім потрапляє до стічних вод [3].

До складу дизельного палива входить суміш газових та газойльових фракцій крекінгу нафти. До котельного палива (мазуту) відносять залишкові продукти переробки нафти. Основними особливостями, що визначають поведінку нафтопродуктів у воді, є менша щільність нафтопродуктів (бензин - 0,70-0,76, дизельне паливо - 0,8-0,9, реактивне паливо - 0,8-0,85, для мазуту - 0,94-1,0 г/см³) та низька розчинність, так для бензинів у воді вона складає близько 20-30 мг/дм³, для гасу - 70-90 мг/дм³, а для важких фракцій вона практично дорівнює нулю. У той же час різні масла, смоли, мастильно-охолоджуючі рідини (МОР) мають щільність близьку до щільності води або трохи вище неї [3].

Найчастіше нафтопродукти, що потрапили у воду знаходяться у грубодисперсному стані. Через їх невелику щільність, вони виділяються на поверхні води та утворюють плавучу плівку. Значно менше нафтопродуктів утворює емульсію «нафта у воді» [1].

Нафтопереробні заводи (НПЗ), в залежності від якості вихідної нафти, глибини її переробки, номенклатури одержуваних товарів та застосування каталізаторів, поділяють на зводи наступних профілів:

- паливного з неглибокою переробкою нафти. Продуктами таких заводів є дизельне паливо, автомобільний бензин, мазут, авіаційний керосин, бітум;
- паливного з глибокою переробкою. Продукція ідентична до заводів першого профілю, але мазут зазнає вторинної термічної переробки, результатом якої є високоякісний бензин та нафтовий кокс;
- паливно-мастильного з неглибокою переробкою нафти. Продукція така ж, як і на заводах першого профілю, але з мазуту отримують технічні мастила;
- паливно-нафтохімічного з глибокою переробкою нафти й одержанням із проміжної вихідної сировини (рідкі і газоподібні фракції нафти) нафтохімічних продуктів - етилену, поліетилену, поліпропілену, бутилових спиртів і інші [2].

На нафтопереробних заводах існують дві основні системи виробничої каналізації. Вміст забруднюючих речовин, що містяться у стічних водах двох систем наведений у таблиці 1.1 [1].

Таблиця 1 Показники забруднень стічних вод НПЗ [3]

Показник забруднення	Величина	
	В стічних водах I системи	В стічних водах II системи
Завислі речовини, мг/дм ³	200 – 350	600 – 800
Нафтопродукти, мг/дм ³	1000 – 2500	3000 – 5000
Сухий залишок, мг/дм ³	1000 – 1500	5000 – 6000
ПАР, мг/дм ³	5 – 20	80 – 100
Феноли, мг/дм ³	3 – 15	2 – 4
Амонійний азот, мг/дм ³	25 – 30	20 – 30
ХСК, мг/дм ³	400 – 850	600 – 800
БСК _{повн} , мг/дм ³	250 – 550	300 – 500
pH	7,8 – 8,6	7,5 – 7,8

Допустимим показником для оборотних вод є вміст: 25 – 30 мг/дм³ нафтопродуктів, 25 мг/дм³ завислих речовин, 500 мг/дм³ сульфатів (у воді, що

поповнює, 130 мг/дм³), 300 мг/дм³ хлоридів (у воді, що поповнює, 50 мг/дм³), значення БСК_{повн} - 25 мг О₂/дм³ [4].

При переробці сірчистих нафт і при очищенні нафтопродуктів лугом (залужування) на ряді установок утворюються концентровані сірчано-лужні стічні води. Для них характерні наступні показники:

- вміст нафтопродуктів на рівні 3000 - 4000 мг/дм³;
- вміст сульфідів та сульфогідратів на рівні 25000 – 30000 мг/дм³;
- вміст їдкого натру 12000 - 15000 мг/дм³;
- ХСК= 85000 - 100000 мг О₂/дм³;
- БСК_{повн} = 50000- 70000 мг О₂/дм³;
- рН - до 14.

Деякі нафтопереробні заводи мають каталізаторні фабрики, що утворюють маточні розчини. Дані розчини мають до 80 - 90 г/дм³ сірчаноокислого амонію, до 85 - 100 г/дм³ азотноокислого і сірчаноокислого натрію і до 1 г/дм³ азотної кислоти [1].

Нафтомістні нейтральні виробничі та виробничо – зливні стічні води відводяться та очищуються за допомогою першої системи каналізації. Солевміст цих вод має не перевищувати 2000 мг/дм³. Для вод, що містять нафту, нафтопродукти та нафтові емульсії, солі чи інші реагенти використовують другу систему каналізації. До неї, в залежності від види та концентрації забруднюючих речовин відносять самостійні мережі:

- 1) кислих стічних вод, що забруднені мінеральними кислотами та солями;
- 2) органічно забруднених стічних вод нафтохімічного підприємства;
- 3) стічних вод з великим вмістом тетраетиленсвинцю;
- 4) січних вод з вмістом парафіну та органічних кислот, переважно це води, що утворюються при виробництві синтетичних жирних кислот (СЖК);
- 5) сірчано – лужних вод, утворені при залужуванні нафтопродуктів;
- 6) нафтосолемісних вод, що утворюються в установках для підготовки нафти та зливальних естакад [2].

1.2. Опис промислових стічних вод, що надходять на очищення

Для очищення надходить 40000 м³ стічних вод нафтопереробного заводу. Характеристика промислових стічних вод, що утворюються на нафтопереробному заводі наведена в таблиці 1.2.1.

Таблиця 1.2.1 – Показники забруднень стічних вод нафтопереробного заводу до, під час та після очистки.

Показник	До механічної очистки	До біологічної очистки	Після повного біологічного очищення
Завислі речовини, мг/дм ³	350	106,75	8
ХСК, мг/дм ³	600	480	7,5
БСК _{повн} , мг/дм ³	550	467,5	5
рН	8,5	8,5	7,5
Нафтопродукти, мг/дм ³	2500	20	20

Із таблиці видно, що стічні води нафтопереробного мають досить високі показники ХСК та БСК_{повн}. СВ мають пройти через очисні споруди, після чого будуть скинуті до водойми.

1.3. Аналіз технологій очищення стічних вод

Для очищення стічних вод, що є забрудненими нафтою, широко використовуються метод електрофлотації та напірної флотації.

Технологія очищення за допомогою напірної флотації

Даний метод дозволяє контролювати ефективність очищення стічних вод, а установки для напірної флотації простими та надійними при експлуатації. Контроль над ступенем очищення здійснюється за допомогою коагулянтів.

Процес очищення стічних вод даним методом здійснюється в дві стадії. Перша стадія включає насичення стічної води повітрям за підвищеного тиску. Друга стадія включає виділення розчиненого газу під тиском. Установки для напірної флотації мають продуктивність від 5 до 2000 м³/год. Час перебування стічних вод у напірній ємкості складає 10 – 15 хв, та 10-20 хв у флотаційній камері.

За технологічною схемою, що представлена на (рис. 1.3.1) очищення стічної води відбувається наступним чином: стічні води по трубопроводу подаються до приймального баку, звідки прямують до нафтовловлювача. Потім стічна вода поступає у проміжний резервуар, звідки за допомогою насоса перекачується у напірний бак. Саме з напірного баку вода потрапляє до флотатору, в якому виділяються бульбашки із завислими речовинами нафти й утворюють шар піни, що насичений нафтою. Також у флотаторі здійснюється осадження важких завислих речовин. Далі очищена стічна вода поступає на міські очисні споруди. Коагулянт з осередку перекачується насосом на освітлювальний фільтр. Освітлена вода направляється в центральний бак-мірник коагулянту, звідки насосом коагульована вода прямує далі в приймальний відсік флотатора [5].

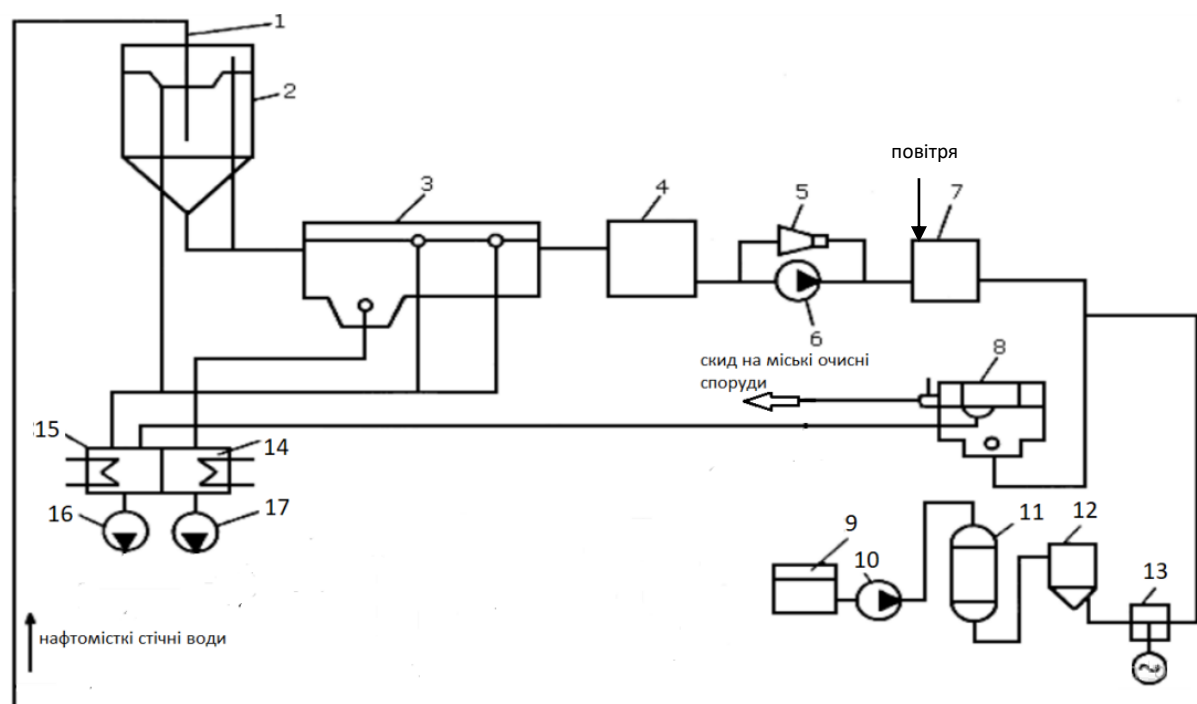


Рис. 1.3.1 - Технологічна схема очищення нафтовмісних стічних вод напірною флотацією: 1 - трубопровід нафтовмісних вод; 2 - приймальний бак-відстійник; 3 - нафтовловлювач; 4 - проміжний резервуар; 5 - ежектор насиченої води повітрям; 6 - насос; 7 - напірний бак; 8 - флотатор; 9 - осередок коагулянту; 10- насос перекачування коагулянту; 11 - освітлювальний фільтр коагулянту; 12 - бак-мірник коагулянту; 13 - насос-дозатор коагулянту; 14 - ємність збору осаду; 15 - ємність збору уловлених нафтопродуктів; 16 - насос подачі уловлених нафтопродуктів на спалювання; 17 - насос подачі осаду в накопичувачі [5].

Для коагуляції використовують сульфат алюмінію, витрата якого залежить від ступеня забрудненості води і складає близько 300 – 800 мг/дм³.

Показники стічної води при очищенні методом напірної флотації представлені у таблиці 1.3.2.

Таблиця 1.3.2 Показники вихідного і кінцевого значень стічних вод при очистці напірною флотацією [5]

Забруднюючі речовини, мг/дм ³	Вхід на установку, мг/дм ³	Концентрація речовин після очищення, мг/дм ³
Нафтопродукти	2500	250
Завислі речовини	350	25
ПАР	80	15
БСК _{повн}	550	150
ХСК	600	240

Технологія очищення за допомогою методу електрофлотації

Запропонована технологічна схема локального очищення стічних вод представлена на рис.1.3.3.

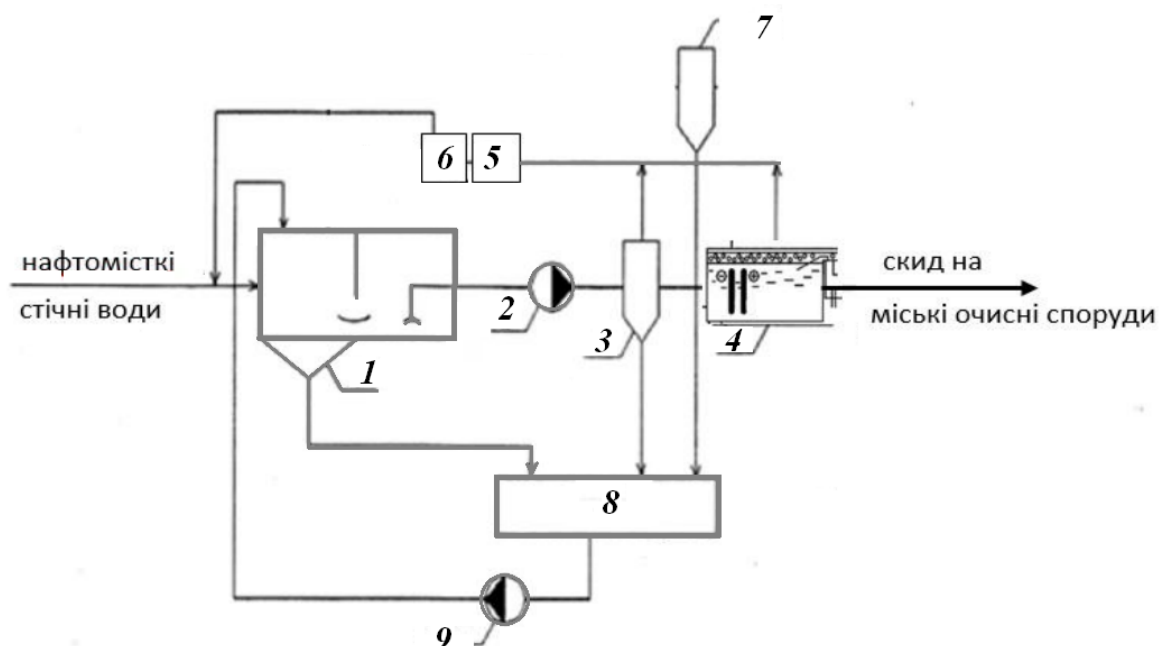


Рис. 1.3.3 - Схема очищення нафтовмісних стічних вод за допомогою методу електрофлотації: 1 – накопичувач - усереднювач; 2 – насос; 3 – гідроциклон; 4 – електрофлотатор; 5 – накопичувач нафтошламу; 6 – гідрофобний фільтр; 7 – відстійник промивних вод; 8 – шламові майданчики; 9 – дренажний насос.

Установки очищення стічної води за допомогою методу електрофлотації застосовують для невеликого об'єму стічної води. Їх застосовують для

очищення поверхневого стоку з територій підприємств для зниження концентрації нафтопродуктів та мастил. За допомогою даного методу можна видаляти домішки, що перебувають у різних станах (розчинений, емульгований, суспендований).

До накопичувача-усереднювача потрапляють стічні води, що забруднені нафтою. Саме тут відокремлюються великі зважені частинки, що потрапляють до шламового майданчику. Вода із накопичувача-усереднювача подається насосною станцією до гідроциклону. На ньому відділяються емульговані нафтопродукти. Вони потрапляють на шламові майданчики. Отримана вода підлягає подальшій очистці на електрофлотаторі. На цій споруді здійснюється перенос забруднюючих часток з рідини на поверхню з допомогою пухирців газу. Під час процесу електролізу вони утворюються на електродах, та поступово відриваються від них. Під час спливання пухирців на поверхню, вони зіштовхуються із забруднюючими частинками. За допомогою молекулярних та електростатичних сил, пухирці та забруднюючі частинки злипаються.

Вугільний фільтр використовують для доочищення від розчинених органічних сполук. Показники ефективності даного методу можна переглянути в таблиці 1.3.4.

Таблиця 1.3.4 – Концентрація речовин до та після очищення стічних вод за допомогою методу електрофлотації [6].

Забруднюючі речовини, мг/дм ³	Показники очищеної стічної води електрофлотатором, мг/дм ³	
	Вихідне	Кінцеве
Нафтопродукти	2500	125
Завислі речовини	350	15
ПАР	80	10
БСК _{повн}	550	100
ХСК	600	230

Результати отримані з таблиць вказують на те, що більш ефективною є технологія очистки стічних вод методом електрофлотації. До переваг даного методу можна віднести:

- простота виготовлення обладнання;
- простота обслуговування обладнання;
- здатність регулювання ступеня очищення води;
- висока дисперсність пухирців газу (ефективна взаємодія з домішками).

До недоліків відносять низький ступінь насичення води бульбашками (до 2 л на 1 м³ рідини), через що існує необхідність в збільшенні тривалості флотації. Також, при очищенні стічних вод даним методом, існує небезпека виникнення вибухонебезпечних речовин. Через що потрібно забезпечити безпечні умови експлуатації обладнання [6].

1.4. Вибір технології очищення стічних вод нафтопереробного заводу

При виборі технології очищення для стічних вод нафтопереробного заводу було враховано норми для скиду до рибогосподарської водойми. Норми скиду наведені у таблиці 1.4.1.

Таблиця 1.4.1 – Норми скиду стічних вод до рибогосподарської водойми.

Показник	Вміст
pH	6,5-8
Завислі речовини, мг/дм ³	42,4
БСК _{повн} , мг/дм ³	22,63
ХСК, мг/дм ³	39
Нафтопродукти, мг/дм ³	20

Проаналізувавши вищезгадані технології, можна стверджувати, що їх застосування не буде ефективним та не дозволить скидати очищені води до водойм. Існує необхідність у створенні комбінованої комплексної технології, що міститиме як біологічне очищення та і фізико-хімічне. Завдяки такому поєднанню кожен із методів може ефективно вирішити поставлені завдання.

На рисунку зображена схема очищення стічних вод нафтопереробного заводу. Схема розрахована на витрату стічних вод обсягом – 40 000 м³/добу.

Технологічна схема складається з двох частин. До першої частини входять споруди, що забезпечують очищення стічних вод. До другої відносять споруди, що здійснюють обробку осадів.

Перший етап очистки стічних вод нафтопереробного заводу здійснюється на решітках та пісковловлювачах. На решітках затримуються великі відходи, що підлягають спалюванню. Дрібніші частинки та пісок затримуються на пісковловлювачах, звідки потрапляють на піскові майданчики [11].

З пісковловлювачів СВ потрапляє до нафтоуловлювача, на якому затримується основна маса нафтопродуктів, що відводиться до нафтозбірного резервуару. Обезводнені нафтопродукти перекачуються до сировинних резервуарів.

Грубодисперсні домішки відділяють на первинних відстійниках. Де вони під дією гравітаційних сил спливають на поверхню чи осідають на дно. Первинні відстійники обладнані спеціальними пристроями для збирання спливаючих домішок. Осад з відстійника надходить до метантенку [12].

Освітлена стічна вода за допомогою насоса потрапляє до напірного баку. Саме тут, під тиском 0,3-0,5 Мпа, відбувається насичення стічних вод киснем. Насичена повітрям вода прямує до флотатору, де пухирці повітря, що виділилися зі стічних вод, спливають разом із частками забруднень.

Біологічна очистка здійснюється на аеротенках, оскільки він забезпечує більшу якість очистки стічних вод, при витраті у 40 000 м³/добу. Суміш стічних вод та активного мулу потрапляють на вторинні відстійники, в яких відокремлюють очищену воду від мулу. Рециркуляційний активний мул повертається до аеротенку, решта – надлишковий активний мул, прямує на мулоущільнювач.

Освітлена стічна вода потрапляє на завершальну стадію очистки стічних вод - знезараження. Ця стадія є необхідним, оскільки освітлені стічні води містять яйця гельмінтів і патогенну мікрофлору. Знезараження здійснюють за

					ЕКБ.БЕ7118.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

допомогою хлорної води, яку готують з рідкого хлору. Вміст хлору у хлорній воді має становити 7-10 г/дм³. Хлорну воду змішують зі стічною водою у змішувачі, а сам процес знезараження СВ відбувається у контактному резервуарі [13].

Утилізація осадів здійснюється у метантенку, що працює у термофільному режимі. Під час зброджування осадів утворюється метан, що прямує до газгольдерів. Зброджений осад промивають та ущільнюють. З метою покращення водовіддаючих властивостей осад обробляють розчином хлорида заліза (III) та гашеним вапном, після чого осад подається на фільтр-преси.

1.5. Характеристика біологічного агенту

Під час очищення стічних вод утворюються тверді осади (в первинних відстійниках) та НАМ. Вони містять 60 – 90% органічних сполук, до складу яких входять білки, вуглеводи та ліпіди. Через велику небезпеку швидкого загнивання твердих відходів, необхідно шукати шлях їх утилізації. Одним із найефективніших способів утилізації твердих осадів є їх стабілізація за допомогою анаеробного зброджування в метантенках. В метантенках вони можуть зброджуватися за допомогою анаеробних бактерій.

Анаеробні мікроорганізми дуже тісно пов'язані між собою, але їх відносини дещо відрізняються від стосунків у трофічних ланцюгах аеробних процесів, які відбуваються переважно за принципом «хижак–жертва». В процесах метанового бродіння трофічні ланцюги побудовані на використанні продуктів метаболізму одних груп бактерій іншими [9].

На перших двох стадіях працюють первинні анаероби, на останніх двох працюють вторинні анаероби. Продукти життєдіяльності первинних анаеробів є продуктами споживання для вторинних анаеробів. Багато факторів впливають на швидкість проходження кожної стадії метанового бродіння. До факторів відносять: температуру, вміст кисню у реакторі, діапазон значень рН

середовища, наявність токсичних та інгібуючих речовин тощо. На різних стадіях їх оптимальні значення є різними. Деякі анаеробні мікроорганізми здатні пригнічувати діяльність інших мікроорганізмів, так кислототворні та метанотворні мікроорганізми пригнічують діяльність один одного [9].

На першій стадії метанового бродіння працюють наступні види бактерій: целлюлозолітичні та цукролітичні (*Clostridium Bacteroides, Butyrivibrio, Ruminococcus, Acetivibrio, Lactobacillus* тощо); протеолітичні (*Clostridium Peptococcus, Bifi dobacterium, Staphylococcus* тощо); ліполітичні (*Clostridium Micrococcus, Ruminicoccus, Bulyrivibrio* тощо). Оптимальними умовами для мікроорганізмів даної стадії є ті, за яких добре руйнуються органічні сполуки [10].

Під час кислотогенної фази працюють переважно такі види бактерій: кислотогенні гідролітичні (*Clostridium, Bacteroides, Butyrivibrio, Micrococcus, Ruminococcus, Acetivibrio, Lactobacillus Peptococcus, Bifi dobacterium Staphylococcus* тощо); сульфатредуючі (*Desulfovibrio, Desulfotomaculum тощо*); денітрифікуючі (*Lactobacillus, Streptococcus* тощо). Вони ферментують мономери утворені на попередній стадії, до жирних кислот, амінокислот, спиртів та піровиноградної кислоти. Бактерії, що здійснюють процес, є досить невибагливими. Оптимальними умовами для наведених видів бактерій є рН на рівні 6,5-5,0 та атмосферний тиск. За таких умов метан майже не виділяється, а CO₂ переходить у вільну форму.

Стадія ацетогенезу здійснюється за допомогою двох видів бактерій. Перші утворюють оцтову кислоту з продуктів кислотоутворення. Тут працюють ацетогенні бактерії та β-окислювачі, що переважно розкладають жирні кислоти довгого ланцюга та леткі жирні кислоти (ЛЖК) – *Syntrophomonas, Syntrophobacter, Clostridium* тощо. До другого типу мікроорганізмів відносять сульфатредуючі бактерії – *Desulfovibrio, Desulfotomaculum* тощо. Вони утворюють оцтову кислоту з водню та CO₂ [10].

Стадія метанового бродіння виконується за допомогою двох видів бактерій. Перші утворюють метан з оцтової кислоти. До першого виду мікроорганізмів відносять бактерії видів *Methanosaeta* та *Methanosarcina*. Завдяки наведеним бактеріям утворюється близько 72% метану у біогазі.

Другий тип бактерій утворює решту метану. До бактерій другого типу відносять *Methanobacterium*, *Methano-brevibacter*, *Methanococcus*, *Methanomicrobium*, *Methanogenium*, *Methanosarcina* тощо. Наведені мікроорганізми утворюють метан шляхом відновлення вуглекислого газу воднем. Жорстке анаеробне середовище є необхідною умовою для існування метаногенних бактерій. Вже за концентрації кисню на рівні 0,01 мг/дм³ бактерії гинуть [10].

РОЗДІЛ 2. БІОХІМІЧНІ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД НАФТОПЕРЕРОБНОГО ЗАВОДУ

2.1. Схема перебігу процесів зброджування осадів стічних вод у метантенку

Процес анаеробного збродження речовин здійснюється в декількох стадіях. На рис 2.1 наведено схему метаногенезу на якій можна спостерігати рух вуглецю при деградації складних органічних сполук.

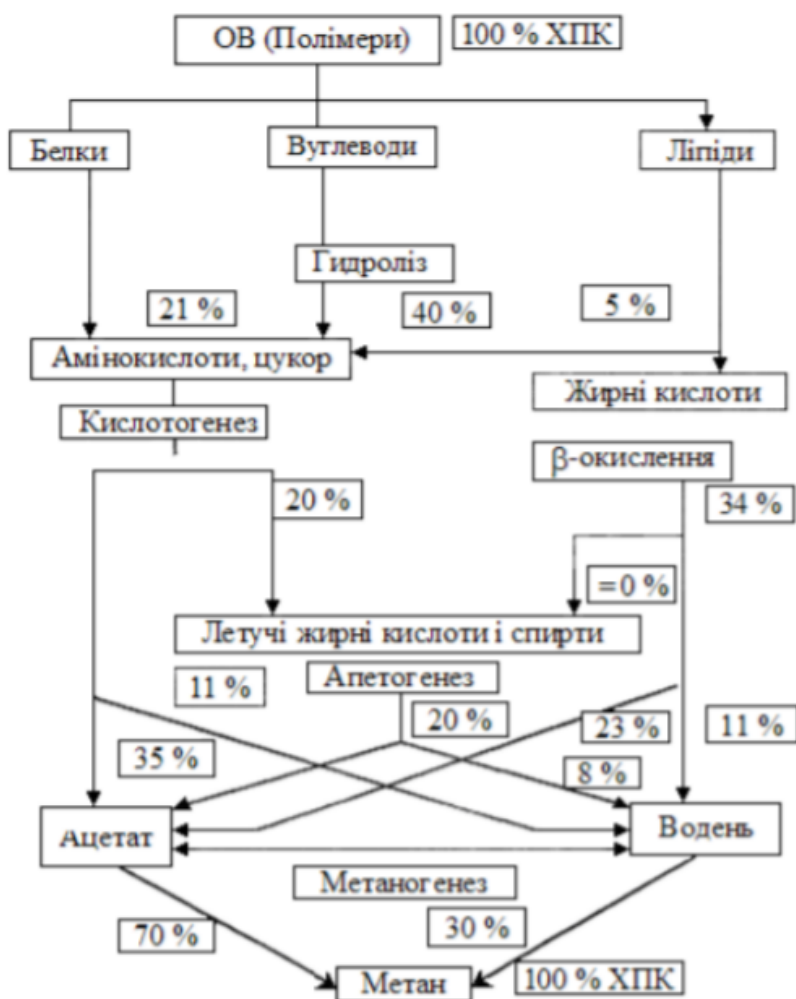


Рисунок 2.1 – Схема метаногенезу [14]

					ЕКБ.БЕ7118.ДП		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Саленко А.В.				РОЗДІЛ 2. БІОХІМІЧНІ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД НАФТОПЕРЕРОБНОГО ЗАВОДУ	Стадія	Арк.
Конс.							Акрушів
Керів.	Козар М.Ю.					27	67
Затверд.						КПІ ім. Ігоря Сікорського,	

Перша стадія – гідроліз органічних речовин. Стадія здійснюється за допомогою целюлозолітичних, цукролітичних, протеолітичних та ліполітичних бактерій. Вони розщеплюють високомолекулярні сполуки до більш простіших (жирні кислоти, прості полісахариди, амінокислоти). Під час першої стадії температура стабілізації не відіграє значну роль, тому можна нагрівати осад для здійснення наступних етапів [10].

Кислотогенез – друга стадія метанового збродження. Його здійснюють кислотогенні, гідролітичні, сульфатредукуючі та денітрифікуючі бактерії. Результатом даної стадії є жирні кислоти довгого ланцюга (ЖКДЛ), амінокислоти, спирти, піровиноградна кислота (піруват CH_3COCOON). Оптимальними умовами для даної стадії є атмосферний тиск та pH на рівні 5 – 6,5. Саме за таких умов CO_2 переходить до вільної форми, а метан не виділяється завчасно.

Третьою стадією збродження органічних речовин є ацетогенез. Він здатний проходити двома шляхами але в обох випадках утворюється оцтова кислота. За першого шляху вона утворюється з амінокислот, спиртів та ЛЖК. Наступна формула описує процес:



Другий шлях утворення ацетату здійснюється бактеріями другого типу з водню та CO_2 . Це відбувається за формулою:



Останньою стадією є метаногенез. Як і ацетогенз він здійснюється двома шляхами. Їх можна описати наступними формулами:



Як можна побачити із формули 2.3, в першому випадку синтез метану здійснюється шляхом розщеплення оцтової кислоти, тоді як в другому випадку він утворюється з вуглекислого газу та водню. Більша частина метану

утворюється у метантенку завдяки першому шляху (72%), решта утворюється за другим шляхом [10].

2.2 Характеристика очищеної стічної води

Результатом технології очищення стічних вод нафтопереробного заводу є очищені стічні води що відповідають наступним нормам:

- концентрацію завислих речовин має становити $C_{зр} = 15 \text{ мг/дм}^3$;
- рН має знаходитися в межах 6,5 – 8,5;
- концентрація азоту не більше 10 мг/дм^3 ;
- вміст хлоридів не більше 350 мг/дм^3 ;
- вміст сульфатів не більше 500 мг/дм^3 ;
- БСК_{повн} не перевищує $15 (\text{мг O}_2)/\text{дм}^3$;
- колі-індекс не вище 1000 при вмісті залишкового хлору $1,5 \text{ мг/дм}^3$.

Також очищена стічна вода має не містити небезпечних для довкілля речовин та відповідати всім органолептичним показникам.

РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Сировина та матеріали

Характеристика сировини та матеріалів, що беруть участь у біологічному очищенні, наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Характеристика сировини та матеріалів

Назва	Параметри контролю	Показник
Забруднені стічні води нафтопереробного заводу	ДБН В.2.5-75:2013	Витрата СВ - 40 000 м ³ /доб; Концентрація завислих речовин – 350 мг/дм ³ ; ХСК – 600 мг/дм ³ ; БСК – 550 мг/дм ³ ; Нафтопродукти – 2500 мг/дм ³ ; Температура в межах норми (>40°C).
Хлор рідкий	ДСТУ 6718-93.	Концентрація хлору більше 99,6%
Трихлорид заліза	ТУ У 24.1-05444552-045-2005	Вміст хлориду заліза має становити 40%
Гашене вапно	ДСТУ 1692-95	Вміст СаО на рівні 85%
Осад	СанПіН 2.1.7.57396	Відсутність патогенної мікрофлори; рН – 5,5 – 8,5

					ЕКБ.БЕ7118.ДП			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Стадія	Арк.	Акрушів
Розроб.		Саленко А.В..						
Конс.								
							30	67
Керів.		Козар М.Ю.				КПІ ім. Ігоря Сікорського,		
Затверд.								

3.2 Опис технологічного процесу біологічного очищення стічних вод

ДР1. Підготовка повітря для аерації.

На даному етапі виконується наступні стадії:

- стиснення повітря;
- видалення завислих частинок з повітря;
- регулювання температури;
- регулювання вологості.

ДР1.1 Забір повітря.

Виконується забір за допомогою виносних труб, над землею на висоті близько 4-6 метрів.

ДР1.2 Фільтрування повітря.

Здійснюється за допомогою тканини Петрянова (ФПП-15-3,0), з ефективністю очищення 98%.

ДР1.3 Компресування повітря.

За допомогою повітродувки здійснюється компресування повітря. Продуктивність повітродувки становить 5 - 190 м³/хв. Робочий тиск становить 2,5 кПа. На даній стадії здійснюють технологічний контроль тиску за допомогою манометра.

ДР2 Підготовка хлорної води.

Для знезараження стічних вод застосовують хлорну воду. Приготування хлорної води здійснюється за наступною методикою. Рідкий хлор транспортують до станції очисних споруд, де його переводять в газоподібний стан та розчиняють його у воді. Утворений розчин фільтрують від пилу, та перекачують до редукційного клапану. Розрахункова доза активного хлору становить 3 г/м³ води. Вміст хлору у хлорній воді 7-10 г/дм³. Здійснюється технологічний контроль – концентрації активного хлору у воді.

ДР3 Підготовка розчинів для коагуляції.

Для обробки НАМ та осадів СВ використовують FeCl₃ та гашене вапно.

					ЕКБ.БЕ7118.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

ДРЗ.1 Підготовка розчину FeCl_3 . Готують розчин марки Б, що відповідатиме ТУ 6-18-33-85. Концентрація хлориду заліза становить 5%.

ДРЗ.2 Підготовка розчину гашеного вапна. Розчин готують шляхом розчинення негашеного вапна у воді. Концентрація розчину становить 10%. Застосовують для корекції рівня рН.

ТП 4. Механічне очищення стічної води.

ТП. 4.1. Очищення на решітках

На решітках здійснюється перший етап відділення крупного сміття (Ганчірки, гілля, шматки паперу, пластмасовий посуд та тара). Швидкість стічної води при проходженні решіток становить 0,8-1,0 м/с. На даній стадії механічного очищення проводять технічний контроль пропускної здатності ґраток. Передбачається встановлення типових решіток з механічним очищенням типу РМУ-1. Кількість прозорів у решітці - 21, а їх розмір - 16 мм. Пропускна здатність - до 50000 м³/добу [16].

ТП 4.2 Очищення на пісковловлювачах.

Пісковловлювачі забезпечують нормальну роботу відстійників та наступних очисних споруд. Завдяки пісковловлювачу здійснюється видалення піску та інших важких мінеральних речовин з стічної води. Оптимальна швидкість руху води в горизонтальних пісכולовках 0,15-0,3 м/с, гідравлічна крупність затриманого піску складає 18,7-24,2 м/с, на виході з пісכולовок кожна секція обладнана гідравлічним затвором. Для видалення піску секції пісכולовок обладнані скребковим механізмом, за допомогою якого пісок згрібається з днища та підводиться до бункера, що розташований на початку секції. Видалення піску із бункера здійснюється періодично (двічі на добу) гідроелеватором. На піскові майданчики видаляється піскова пульпа. Дренаж з яких відводиться до решіток [17].

ТП 4.3 Очищення за допомогою нафтоуловлювачів.

Для очистки стічних вод нафтопереробного заводу використовують нафтовловлювачі. Це прямокутні споруди, в яких відбувається відділення

					ЕКБ.БЕ7118.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

нафти від стічних вод за рахунок різниці їх щільності. Швидкість руху води у нафтовловлювачах змінюється у межах 0,005–0,01 м/с. Для часток нафти діаметром 80-100 мкм швидкість спливання дорівнює 1–4 мм/с [18].

ТП 4.4 Очищення в первинних відстійниках.

Первинні відстійники запобігають підвищеному приросту активного мулу в аеротенках, завдяки зниженню концентрації завислих речовин до 150 мг/л. Ефективність видалення завислих речовин становить 69,5 %. Передбачається встановлення радіальних відстійників діаметром 24 м. з діаметром розподільного пристрою 1,6 м.

ТП 4.5 Насичення стічної води повітрям в напірному баці.

Стічні води змішуються з повітрям, та потрапляють до напірного баку з робочим тиском 0,3-0,5 МПа.

Нагнітання стічної води та її очищення за допомогою прямої флотації.

ТП 4.6 Очищення за допомогою прямої флотації

Насичена повітрям вода із сатуратора прямує у флотаційну камеру, де пухирці повітря, що виділилися зі стічних вод, спливають разом із частками забруднень [18].

ТП 5. Біологічне очищення в аеротенку.

Стічні води та активний мул подаються на вході до аеротенку. Із стадії За схемою активний мул подається безпосередньо на вхід в аеротенк, туди ж подається і підлягає біологічному очищенню стічна вода після первинного відстоювання. До аеротенку підводиться стиснуте повітря від повітродувної станції для аерування суміші і підтримки АМ у завислому стані. Повітря подається зі стадії ДР1. Аеротенк має прямокутну форму з продовжними перегородками по яким мулова суміш протікає від входу в аеротенк до виходу з нього при постійному перемішуванні та насиченні киснем. На цій стадії контролюється інтенсивність аерації та температура стічної води [19].

ТП 6. Відстоювання у вторинних відстійниках.

					ЕКБ.БЕ7118.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Вода з ТП 5 потрапляє до вторинного відстійника. Відстоювання відбувається протягом 1,5 годин. До аеротенку повертається РАМ. НАМ прямує на стадію ПВ 8.1.

ТП 7. Знезараження очищеної стічної води хлоруванням.

ТП 7.1 Змішування очищеної води з хлором.

До змішувача подається стічна вода та хлор із стадії ДР 2. Концентрація останнього має бути на рівні 3 мг/дм³.

ТП 7.2 Знезараження в контактному резервуарі.

Знезараження стічної води відбувається в контактному резервуарі. Час контакту СВ з активним хлором становить 30 хв. Очищена вода скидається до водойми, також вона використовується на стадії ДР 3.1 та ДР 3.2.

ПВ8 Обробка надлишкового активного мулу та осадів.

ПВ 8.1 Ущільнення активного мулу.

Для зниження вологості АМ передбачена стадія ущільнення. Осад під дією сили гравітації осідає на дно споруди та видаляється насосом на подальшу обробку. Тривалість ущільнення становить 10 годин. Мулова вода поступає до ТП 5 [7].

ПВ 8.2 Збродження осаду та мулу.

Збродження осаду відбувається в термофільному режимі. Відповідно до розрахунків було прийнято 2 метантенки, з такими характеристиками: корисний об'єм – 2500 м³ ; діаметр — 17,5 м; висота верхнього конуса складає 2,5 м; висота циліндричної частини — 8,5 м; висота нижнього конуса — 3,05 м. Добова доза завантаження метантенку становить 19%.

ПВ 8.3 Промивання зброджених осадів.

Стадія проходить в камері промивки осаду протягом 30 хв. Для промивання осадів використовується очищена вода від стадії ТП7.2.

ПВ 8.4 Ущільнення осадів.

Ущільнення здійснюється з метою зменшення вологості осаду. Здійснюється протягом чотирьох годин. Мулова вода перекачується до ТП 4.1.

					ЕКБ.БЕ7118.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

ПВ 8.5 Коагуляція зброджених осадів.

Для коагуляції використовується 10%-ий попередньо підготовлений на стадії ДР3.1 розчин хлориду заліза (III), що взаємодіє з гашеним вапном з ДР3.2 для коригування рН та стимуляції ефективної коагуляції, з утворенням пластівців гідроксиду заліза (III), що з'єднується з частинками осаду, які осідають на дно [21].

ПВ 8.6 Зневоднення осаду на фільтр-пресах.

Осад, що пройшов стадію коагуляції потрапляє на фільтр-преси. Тиск фільтрації 0,3 мПа. Після зневоднення осаду на фільтр-пресах, його вологість становить 70%. Утворений фільтрат прямує до стадії ТП4 .1.

ПВ 9 Підсушування осаду на аварійних мулових майданчиках.

У випадку аварії на станції механічного зневоднення для підсушування осаду зі стадії ПВ 8,6 передбачені мулові майданчики на 20% від річної кількості осаду, що надходить на станцію. Осад на вивезення [23].

ПВ 10. Підсушування піску на піскових майданчиках.

На майданчики поступає піщана пульпа від ТП 4.2, яка після зневоднення підлягає вивезенню. Дренажна вода перекачується до ТП 4.1.

ЗВ 11. Збір газу в газгольдері.

Зі стадії ПВ 8.2 біогаз прямує до газгольдерів. Передбачено встановлення двох газгольдерів з об'ємом 1000 м³, діаметром резервуару становить - 14 500 мм, а його висота - 15 400 мм. Тривалість перебування біогазу становить 4 години.

3.3 Контроль виробництва

В таблиці 3.4.1 вказані основні параметри та методи їх контролю, що застосовуються у технологічному процесі. Контроль цих параметрів забезпечує високу ефективність очищення стічних вод. Він допоможе вчасно виявити відхилення від допустимих норм, знайти причину несправності обладнання чи недотримання регламенту [23].

Таблиця 3.4.1 – Контроль відбору проб під час очищення стічних вод нафтопереробного заводу

Стадія процесу на якому береться проба	Параметр	Періодичність отримання проб	Норма та відхилення від неї	Метод аналізу
Стічна вода до очищення	Витрата стічних вод, м ³ /добу	Кожної доби	40 000 ±3%	Вимірювання за допомогою акустичного витратоміру
	Завислі речовини, мг/дм ³	Середньодобова проба та проби кожних 2 години	<375 мг/дм ³	Вимірювання за допомогою гравіметричного методу
Стічна вода, що пройшла механічне очищення	pH	Кожної доби	6,5- 8,5	Вимірювання за допомогою електрометра
	Температура	Кожної доби	>40 °С	Вимірювання за допомогою технічного термометра
Стічна вода, що пройшла стадію первинного відстоювання	Завислі речовини, мг/дм ³	Кожної доби	>150 ±5%	Вимірювання за допомогою гравіметричного методу
	БСК _{повн} , мг/дм ³	Кожної доби	>467,5 мг/дм ³	Вимірювання за допомогою методу відбору проб з подальшим титруванням
Стічна вода після очищення в аеротенку	Температура	Середньодобова проба та проби кожних 2 години	>30 °С	Вимірювання за допомогою технічного термометра
	pH	Середньодобова проба та проби кожних 2 години	6,5- 8,5	Вимірювання за допомогою pH - метра

	Склад АМ	Кожної доби		Лабораторний контроль за допомогою мікроскопу
Стічна вода після вторинного відстоювання	Вологість НАМ, %	Кожної доби	< 99%	Вимірювання за допомогою методу лабораторного відстоювання
	Завислі речовини, мг/дм ³	Кожної доби	15-20 мг/дм ³	Вимірювання за допомогою гравіметричного методу
Очищена стічна вода	БСК _{повн} , мг/дм ³	Кожної доби	<15	Відбір проб та їх титрування
	Завислі речовини, мг/дм ³	Кожної доби	<15	Вимірювання за допомогою гравіметричного методу
	Концентрація хлору, мг/дм ³	Кожної години	>1,5	Вимірювання за допомогою концентратоміру
	Розчинений кисень, мг/дм ³	Кожної доби	>6,0	Вимірювання за методом йодометричного титрування за Вінклером
Підготовка хлорної води	Масова концентрація хлору, г/дм ³	Кожної години	10	Вимірювання за допомогою концентратоміру
Підготовка розчину гашеного вапна	Масова концентрація гашеного вапна, г/дм ³	Кожної години	10	Вимірювання за допомогою концентратоміру
Підготовка хлорида заліза (ІІІ)	Масова концентрація хлориду заліза (ІІІ), г/дм ³	Кожної години	10	Вимірювання за допомогою концентратоміру

3.4 Матеріальний баланс

Розрахунки показників матеріального балансу наведені в таблиці 3.4.1.

Таблиця 3.4.1 – Матеріальний баланс очищеної стічної води нафтопереробного заводу

№	Стадія процесу	Використано			Отримано		
		Назва сировини, матеріалів та напівпродуктів	Кількість		Назва сировини, матеріалів та напівпродуктів	Кількість	
			т/добу	м³/добу		т/добу	м³/добу
1	Очищення на пісковловлювачі	Стічні води заводу	40000	40000	СВ заводу	39994	39996,25
					Пісок	5,625	3,75
		Втрати				0,375	
		Всього	40000	40000		40000	40000
2	Очищення у первинних відстійниках	Стічні води заводу	39994	39994	Освітлені СВ	39760	39760
					Осад	234	234
		Втрати				0,01	
		Всього	39994	39994			
3	Очищення у аеротенку	Освітлена СВ	39760	39760	СВ після очистки в аеротенку	50815	50815
		РАМ	11055				
					Приріст НАМ	840	
		Втрати					
		Всього	50815			51655	

РОЗДІЛ 4. ВИБІР І ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЛАДНАННЯ

4.1. Розрахункові витрати стічних вод

Згідно завдання середня витрата стічних вод нафтопереробного заводу складає:

$$Q_{\text{сер.год}} = \frac{Q_{\text{сер.доб}}}{24} = \frac{40000}{24} = 1666,6 \text{ м}^3/\text{год} \quad (4.1)$$

Середньосекундна витрата стічних вод:

$$Q_{\text{сер.с.}} = \frac{Q_{\text{сер.доб}}}{24 \cdot 3600} = \frac{40000}{24 \cdot 3600} = 0,462 \text{ м}^3/\text{с}. \quad (4.2)$$

Середньосекундна витрата в дм^3 становить:

$$q_{\text{сер.с.}} = Q_{\text{сер.с.}} \cdot 1000 = 0,462 \cdot 1000 = 462 \text{ дм}^3/\text{с}. \quad (4.3)$$

Максимальна та мінімальні секундні витрати стічних вод становлять:

$$q_{\text{max.с.}} = K_{\text{max.}} \cdot q_{\text{сер.с.}} = 1,51 \cdot 462 = 697,6 \text{ дм}^3/\text{с}. \quad (4.4)$$

$$q_{\text{min.с.}} = K_{\text{min.}} \cdot q_{\text{сер.с.}} = 0,65 \cdot 740 = 481 \text{ дм}^3/\text{с}. \quad (4.5)$$

де $q_{\text{сер.с.}}$ – середньосекундна витрата промислових стічних вод, $\text{м}^3/\text{доб}$;

K_{max} – максимальний коефіцієнт нерівномірності водовідведення.

K_{min} – мінімальний коефіцієнт нерівномірності водовідведення.

Максимальна витрата стічних вод:

$$Q_{\text{max}} = q_{\text{max.с.}} \cdot 3,6 = 697,6 \cdot 3,6 = 2511 \text{ дм}^3/\text{с}. \quad (4.6)$$

					ЕКБ.БЕ7118.ДП			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	РОЗДІЛ 4. ВИБІР І ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЛАДНАННЯ	Стадія	Арк.	Акрушів
Розроб.		Саленко А.В.						
Конс.								
							39	67
Керів.		Козар М.Ю.				КПІ ім. Ігоря Сікорського,		
Затверд.								

4.2 Розрахунок необхідного ступеня очищення стічних вод

Коефіцієнт турбулентної дифузії, який показує змішування стічної води з водою річки:

$$E = \frac{V_{cp} \cdot H_{cp}}{200} = \frac{1,3 \cdot 2,9}{200} = 0,0188 \quad (4.7)$$

де V_{cp} – середня швидкість течії води в річці між випуском стічних вод і розрахунковим створом, м/с (1,3 м/с, згідно завдання); H_{cp} – середня глибина річки на тій же ділянці, м (2,9 м, згідно завдання).

Коефіцієнт, що враховує гідравлічні умови змішування стічних вод з водою річки:

$$\alpha = \phi \cdot \xi \cdot \sqrt[3]{\frac{E}{Q_{сер.с.}}} = 1,2 \cdot 1,0 \cdot \sqrt[3]{\frac{0,0188}{0,462}} = 0,41 \quad (4.8)$$

де ϕ – коефіцієнт звивистості річки (1,2 – згідно завдання); ξ – коефіцієнт, що залежить від місця і конструкції випуску стічних вод у водойму (при береговому – 1,0); q – середньосекундна витрата стічних вод, що скидаються у водойму, м³/с.

Коефіцієнт змішування стічних вод з річковою водою:

$$\gamma = \frac{1 - e^{-\alpha \sqrt[3]{L}}}{1 + \left(\frac{Q}{Q_{сер.с.}}\right) e^{-\alpha \sqrt[3]{L}}} = \frac{1 - e^{-0,41 \sqrt[3]{3500}}}{1 + \left(\frac{17}{0,462}\right) e^{-0,41 \sqrt[3]{3500}}} = 0,93 \quad (4.9)$$

де L – відстань по фарватеру річки від місця випуску стічних вод до розрахункового створу, м (3500 м – згідно завдання); Q – розрахункова витрата води в річці при 95% забезпеченості, м³/с (17 м³/с – згідно завдання); q – середньосекундна витрата стічних вод, що скидаються у водойму, м³/с.

Гранично-допустима концентрація завислих речовин в очищеній стічній воді, що скидається у водойму, становить:

$$C_{зр}^{дон} = p \cdot \left(\frac{\gamma \cdot Q}{Q_{сер.с.}} + 1 \right) + C_{\phi} = 0,75 \cdot \left(\frac{0,93 \cdot 17}{0,462} + 1 \right) + 16 = 42,4 \text{ мг/дм}^3, \quad (4.10)$$

де p – приріст концентрації завислих речовин у водоймі після випуску стічних вод, мг/дм³ (0,75 г/м³); C_{ϕ} – фонова концентрація завислих речовин у воді річки до місця випуску стічних вод, мг/дм³ (16 мг/дм³ – згідно завдання).

Допустиме значення БСК_{повн} стічних вод, що скидаються у водойму:

$$C_{БСК}^{дон} = \frac{\gamma \cdot Q}{Q_{сер.с.}} \cdot \left(\frac{C_{БСК}^{н}}{10^{-k \cdot t}} - C_{БСК}^{\phi} \right) + \frac{C_{БСК}^{н}}{10^{-k \cdot t}} =$$

$$= \frac{0,93 \cdot 17}{0,462} \cdot \left(\frac{4,5}{10^{-0,09 \cdot 0,031}} - 4 \right) + \frac{4,5}{10^{-0,09 \cdot 0,031}} = 22,63 \text{ мг/дм}^3, \quad (4.11)$$

де $C_{БСК}^{дон}$ – значення БСК_{повн}, яке повинно бути досягнуто в процесі очищення стічних вод, мг/дм³; $C_{БСК}^{н}$ – гранично-допустиме значення БСК_{повн} у розрахунковому створі річки, 4,5 мг/дм³; $C_{БСК}^{\phi}$ – фонове значення БСК_{повн} у воді річки до місця випуску стічних вод, мг/дм³ (4 мг/дм³ – згідно завдання); k – константа швидкості споживання кисню у суміші річкової та стічних вод, 0,087 доба⁻¹; t – тривалість переміщення води від місця випуску до розрахункового створу становить:

$$t = \frac{L}{V_{ср} \cdot 24 \cdot 3600} = \frac{3500}{1,3 \cdot 24 \cdot 3600} = 0,031 \text{ доб} \quad (4.12)$$

де L – відстань по фарватеру річки від місця випуску стічних вод до розрахункового створу, м (3500м – згідно завдання); $V_{ср}$ – середня швидкість течії води в річці між випуском стічних вод і розрахунковим створом, м/с (1,3 м – згідно завдання).

Розрахунок допустимого БСК_{повн} стічних вод, що скидаються у водойму, за розчиненим у воді киснем, без урахування поверхневої реаерації водойми. Потрібна концентрація розчиненого кисню у воді річки для літніх умов буде забезпечена, якщо БСК_{повн} стічних вод не буде перевищувати величину:

$$C_{БСК}^{O_2} = \frac{\gamma \cdot Q}{0,4 \cdot Q_{сер.с.}} \cdot ((O_{\phi} - 0,4 \cdot C_{БСК}^{\phi} - O_{min}) - \left(-\frac{O_{min}}{0,4}\right)) = \frac{0,93 \cdot 17}{0,4 \cdot 0,462} \cdot (6 - 0,4 \cdot 4 - 4) - \frac{4}{0,4} = 24,22 \text{ мг/дм}^3 \quad (4.13)$$

де $C_{БСК}^{O_2}$ – БСК_{повн} стічних вод, яке потрібно досягнути в процесі очищення, мг/дм³; O_{ϕ} – фонові концентрації розчиненого кисню у воді річки до місця випуску стічних вод, мг/дм³ (6 мг/дм³ – згідно завдання); O_{min} – найменша концентрація розчиненого кисню, яка повинна бути забезпечена у водоймі, 4 мг/дм³; $C_{БСК}^{\phi}$ – фонове значення БСК_{повн} у воді річки до місця випуску стічних вод, мг/дм³ (4 мг/дм³ – згідно завдання); 0,4 – коефіцієнт для перерахунку БСК_{повн} у БСК₂.

За розрахункові значення БСК_{повн} приймаємо менше з двох отриманих у попередніх розрахунках. Отримане значення концентрації завислих речовин (42,4 мг/дм³) свідчить про достатність повного біологічного очищення, значення БСК_{повн} (22,63 мг/дм³) свідчить також про достатність повного біологічного очищення, бо повне біологічне очищення дозволяє досягти значень БСК_{повн}=15 мг/дм³, $C_{зр}$ =15 мг/дм³.

4.3. Розрахунок основних очисних споруд

Розрахунок первинних відстійників

Приймається тип відстійника – радіальний, визначається в залежності від пропускної здатності очисних споруд. Ефективність відстоювання обумовлюється тим, що на біологічне очищення рекомендується подавати воду з вмістом завислих речовин, який не перевищує 150 мг/дм³. Ефективність видалення завислих речовин у первинних відстійниках обчислюється за формулою:

$$E_{set} = \frac{C_{зр}^n - C_{зр}^к}{C_{зр}^n} \cdot 100\% = \frac{350 - 150}{350} \cdot 100 = 57\%, \quad (4.3.1)$$

де C_{zp}^n - початкова концентрація завислих речовин на вході в споруду, мг/дм³; C_{zp}^k - концентрація завислих речовин на виході зі споруди, мг/дм³.

Тривалість відстоювання стічних вод, при якій забезпечується необхідний ефект прояснення стічних вод становить: $t_{set} = 710$ с [15].

Гідравлічна крупність частинок, які будуть затримуватись у первинних відстійниках, становить:

$$U_o = \frac{1000 \cdot K_{set} \cdot H_{set}}{\alpha \cdot t_{set} \cdot \left(\frac{K_{set} \cdot H_{set}}{h} \right)^{n_2}} = \frac{1000 \cdot 0,45 \cdot 3,0}{1,056 \cdot 710 \left(\frac{0,45 \cdot 3,0}{0,5} \right)^{0,149}} = 1,17 \text{ мм/с}, \quad (4.3.2)$$

де K_{set} - коефіцієнт використання зони об'єму, залежить від типу відстійника – 0,45; H_{set} – робоча глибина відстійника, залежить від типу відстійника (для радіального 3,0 м); α - коефіцієнт, що враховує температуру стічних вод – 1,056; t_{set} – тривалість відстоювання, 710 с; h – висота циліндра, 0,5 м; n_2 – показник степеня, який залежить від агломерації частинок, приймається 0,149 [4,15].

Визначаємо продуктивність первинного відстійника. Для радіального типу відстійників:

$$q_{set} = 2,8 \cdot K_{set} \cdot (D^2 - d^2) (U_o - v) = 2,8 \cdot 0,45 (18^2 - 1,4^2) (1,17 - 0) = 474,75 \text{ м}^3 / \text{год}, \quad (4.3.3)$$

де D – діаметр відстійника 18 м; d – діаметр розподільного пристрою радіального відстійника 1,4 м; v – турбулентна складова приймається в залежності від швидкості руху стічних вод у споруді 0 мм/с [4].

Кількість первинних відстійників визначається за формулою:

$$N = \frac{Q_{vax}}{q_{set}} = \frac{698,7}{474,75} = 1,47 \text{ шт} \quad (4.3.4)$$

де Q_{max} – максимальна витрата суміші стічних вод, м³/год.

Приймаємо 2 радіальних відстійників діаметром 18 м.

Розраховуємо фактичну продуктивність одного відстійника типу ТП 902-2-362.83 діаметром 18 м:

					ЕКБ.БЕ7118.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

$$q_{\phi} = \frac{Q_{\max}}{N_{\phi}} = \frac{698,7}{2} = 349,35 \text{ м}^3 / \text{год}. \quad (4.3.5)$$

Фактична гідравлічна крупність затриманих частинок становить:

$$U_o^{\phi} = \frac{q_{\phi}}{2,8 \cdot K_{\text{set}} \cdot (D^2 - d^2)} = \frac{349,35}{2,8 \cdot 0,45 \cdot (18^2 - 1,4^2)} = 0,86 \quad (4.3.6)$$

мм/с.

Фактична тривалість перебування стічних вод у первинному відстійнику становить:

$$t_{\text{set}}^{\phi} = \frac{1000 \cdot K_{\text{set}} \cdot H_{\text{set}}}{U_o^{\phi} \cdot \alpha \cdot \left(\frac{K_{\text{set}} \cdot H_{\text{set}}}{h} \right)^{n_2}} = \frac{1000 \cdot 0,45 \cdot 5,0}{0,86 \cdot 1,056 \left(\frac{0,45 \cdot 3,0}{0,5} \right)^{0,149}} = 2136 \text{ с}. \quad (4.3.7)$$

Фактична ефективність прояснення стічних вод при $C_{\text{поч}}$ і t_{set}^{ϕ} становить:
 $E^{\phi} = 69,5\%$.

При отриманому E^{ϕ} концентрація завислих речовин:

$$C_{\text{зр}}^{\kappa, \phi} = C_{\text{зр}}^n - \frac{E^{\phi} \cdot C_{\text{зр}}^n}{100} = 350 - \frac{69,5 \cdot 350}{100} = 106,75 \text{ мг} / \text{дм}^3. \quad (4.3.8)$$

Маса сухої речовини осаду, що затримується у первинних відстійниках, становить:

$$M_{\text{oc}} = \frac{(C_{\text{зр}}^n - C_{\text{зр}}^{\kappa, \phi}) \cdot Q_{\text{сер.доб}} \cdot K}{10^6} = \frac{(350 - 106,75) \cdot 40000 \cdot 1,2}{10^6} = 11,7 \text{ т} / \text{добу}, \quad (4.3.9)$$

де $Q_{\text{сер.доб}}$ – витрата стічних вод, м³/доб; $K=1,2$ – коефіцієнт, що враховує збільшення об'єму осаду за рахунок крупних часток зависі, які не виявляються при відборі проб для аналізу.

Добовий об'єм осаду:

$$V = \frac{100 \cdot M_{\text{oc}}}{100 - W_{\text{oc}}} = \frac{100 \cdot 11,7}{100 - 95} = 234 \text{ м}^3, \quad (4.3.10)$$

де W_{oc} – вологість осаду, %.

Розрахунок аеротенка

Згідно [4], при концентрації $БСК_{повн} < 500 \text{ мг/дм}^3$ приймаємо аеротенк-витиснювач з регенерацією активного мулу ($БСК_{повн} > 150 \text{ мг/дм}^3$).

Попередньо приймаємо дозу активного мулу в зоні аерації, що знаходиться в межах $2\text{-}4,5 \text{ г/дм}^3$ та значення мулового індексу $70\text{-}100 \text{ см}^3/\text{г}$. Для прийнятих значень визначається ступінь рециркуляції активного мулу:

$R = \frac{a_a}{\frac{1000}{J} - a_a} = \frac{2,5}{\frac{1000}{85} - 2,5} = 0,27,$	(4.3.11)
--	----------

де a_a – доза мулу, що дорівнює $2,5 \text{ г/дм}^3$; J – муловий індекс, який становить $85 \text{ см}^3/\text{г}$.

Доза активного мулу в регенераторі визначається за формулою:

$a_p = a_a \cdot \left(\frac{1}{2R} + 1 \right) = 2,5 \cdot \left(\frac{1}{2 \cdot 0,27} + 1 \right) = 7,12 \text{ г/дм}^3.$	(4.3.12)
--	----------

Концентрація органічних забруднень за $БСК_{повн}$ в суміші стічних вод та циркуляційного активного мулу визначається за формулою:

$L_{\text{сум}} = \frac{C_{\text{сум,БСК}}^a + C_{\text{БСК}}^k \cdot R}{1 + R} = \frac{467,5 + 15 \cdot 0,3}{1 + 0,3} = 363 \text{ мг/дм}^3,$	(4.3.12)
--	----------

де $C_{\text{сум,БСК}}^a$ – показник $БСК_{повн}$ стічних вод, що надходять в аеротенк, з врахуванням зниження БСК після первинного відстоювання на 10-15%, мг/дм^3 ; $C_{\text{БСК}}^k$ – показник $БСК_{повн}$ в очищеній воді після повного біологічного очищення, мг/дм^3 .

Тривалість обробки стічних вод в аеротенку визначається за формулою:

$t_a = \frac{2,5}{\sqrt{a_a}} \cdot \lg \frac{L_{\text{сум}}}{C_{\text{БСК}}^k} = \frac{2,5}{\sqrt{2,5}} \cdot \lg \frac{363}{15} = 2,2 \text{ год.}$	(4.3.13)
---	----------

Питома швидкість окиснення забруднень активним мулом визначається за формулою:

$\rho = \rho_{max} \frac{C_{BCK}^{\kappa} \cdot C_o}{C_{BCK}^{\kappa} \cdot C_o + K_L \cdot C_o + K_o \cdot C_{BCK}^{\kappa}} \cdot \frac{1}{1 + \varphi \cdot a_p} =$ $33 \frac{15 \cdot 3}{15 \cdot 3 + 33 \cdot 3 + 1,81 \cdot 15} \cdot \frac{1}{1 + 0,17 \cdot 7,1} = 3,9 \frac{мг}{г \cdot год},$	(4.3.14)
---	----------

Де $\rho_{max} = 33$ мг/(г·год) – максимальна швидкість окиснення стічних вод [4, табл.40]; C_o – концентрація розчиненого кисню в муловій суміші, яка приймається 3 мг/дм³; K_L - константа, яка характеризує властивості органічних забруднень, складає 33 мг·БПК_{повн}/дм³; K_o – константа, яка характеризує вплив кисню, становить 1,81 мгО₂/дм³ [4, табл.40]; φ - коефіцієнт інгібування продуктами розпаду активного мулу, складає 0,17 дм³/г [4, табл.40].

Тривалість окиснення органічних забруднень визначається за формулою:

$t_o = \frac{C_{сум, BCK}^a - C_{BCK}^{\kappa}}{a_p (1 - S) \cdot \rho \cdot R} \cdot \frac{15}{T_{сер.р}} = \frac{467,5 - 15}{7,1(1 - 0,3) \cdot 3,9 \cdot 0,27} \cdot \frac{15}{21} = 61,8 год,$	(4.3.15)
--	----------

де S – зольність активного мулу, приймається 0,3; $T_{сер.р}$ – середньорічна температура стічних вод, становить 21 °С.

Тривалість регенерації активного мулу:

$t_p = t_o - t_a = 61,8 - 2,2 = 59,6 год.$	(4.3.16)
--	----------

Середня тривалість перебування стічних вод в системі аеротенк-регенератор буде дорівнювати:

$t_{сер} = (1 + R) \cdot t_a + t_p \cdot R = (1 + 0,27) \cdot 2,2 + 59,6 \cdot 0,27 = 18,8 год.$	(4.3.17)
--	----------

Середня доза активного мулу в системі аеротенк-регенератор визначається за формулою:

$a_{сер} = \frac{a_a (1 + R) \cdot t_a + a_p \cdot R \cdot t_p}{t_{сер}} = \frac{2,5(1 + 0,27) \cdot 2,2 + 7,1 \cdot 0,27 \cdot 59,6}{18,8} = 6,4 г / дм^3.$	(4.3.18)
--	----------

Навантаження на активний мул при прийнятих вихідних даних буде складати:

$q_m = \frac{24(C_{сум, BCK}^a - C_{BCK}^{\kappa})}{a_{сер} \cdot (1 - S) \cdot t_{сер}} = \frac{24(467,5 - 15)}{6,4 \cdot (1 - 0,3) \cdot 18,8} = 128,8 \frac{мг}{г \cdot добу}.$	(4.3.19)
--	----------

З урахуванням навантаження на активний мул визначається фактичне значення мулового індексу, згідно [4,табл.41], яке становить: $I_{\phi}=74 \text{ см}^3/\text{г}$.

При фактичному значення мулового індексу ступінь рециркуляції становитиме:

$$R^{\phi} = \frac{a_a}{\frac{1000}{I_m} - a_a} = \frac{2,5}{\frac{1000}{74} - 2,5} = 0,22$$

Розрахунок вважається завершеним, коли нове значення R_{ϕ} не перевищує попереднього або відрізняється від нього в межах точності розрахунку 5%.

Робочий об'єм аеротенка та регенератора визначається за формулами:

$$W_a = (1 + R) \cdot t_a \cdot Q_{\max} = (1 + 0,27) \cdot 2,2 \cdot 2511 = 7015 \text{ м}^3; \quad (4.3.20)$$

$$W_p = t_p \cdot R \cdot Q_{\max} = 59,6 \cdot 0,27 \cdot 2511 = 4040 \text{ м}^3, \quad (4.3.21)$$

де $Q_{\max}$ – максимальна витрата суміші стічних вод, $\text{м}^3/\text{год}$.

Загальний об'єм становить:

$$W = W_a + W_p = 7015 + 4040 = 11055 \text{ м}^3. \quad (4.3.22)$$

Об'єм однієї секції складає:

$$W_1 = \frac{W}{N} = \frac{11055}{2} = 5527,5 \text{ м}^3. \quad (4.3.23)$$

Приймається трьохкоридорний аеротенк з 2 секціями з робочою глибиною $H=4,4\text{м}$; шириною секцій $B=6\text{м}$.

Довжина секції становить:

$$L = \frac{W}{B \cdot H \cdot N \cdot n_k} = \frac{11055}{4,4 \cdot 6 \cdot 2 \cdot 3} = 69,8 \text{ м}, \quad (4.3.24)$$

де N – кількість секцій аеротенка, шт.; n_k – кількість коридорів у секції, шт.

Визначається розподіл рециркуляційного активного мулу зі співвідношення:

$$\frac{W_p}{W} = \frac{4040}{11055} \cdot 100 = 36\%. \quad (4.3.25)$$

Приріст активного мулу в аеротенку розраховується за формулою:

$$P = 0,8 \cdot C_{3P}^{\kappa, \phi} + K_P \cdot C_{\text{сум, БСК}}^a = 0,8 \cdot 106,75 + 0,3 \cdot 467,5 = 225,6 \text{ мг / дм}^3, \quad (4.3.26)$$

де $C_{3P}^{\kappa, \phi}$ – концентрація завислих речовин, що надходить в аеротенк, мг/дм³; K_P – коефіцієнт приросту активного мулу, становить 0,3.

Аеротенки обладнуються системою аерації. Приймається дрібнобульбашкова система аерації, її розрахунок полягає у визначенні питомої витрати повітря на аерацію, яка визначається за формулою:

$$q_{\text{нов}} = \frac{q_o \cdot (C_{\text{сум}}^{\text{блк}} - L_w)}{K_1 K_2 K_3 K_T (C_a - C_o)} = \frac{1,1 \cdot (467,5 - 15)}{1,37 \cdot 2,52 \cdot 0,59 \cdot 1,08 \cdot (10 - 3)} = 12,8 \text{ м}^3/\text{м}^3, \quad (4.3.27)$$

де q_o – питома витрата кисню повітря, що приймається при повному біологічному очищенні 1,1 мг/дм³;

K_1 – коефіцієнт, який враховує тип аератора і приймається для дрібнобульбашкової аерації в залежності від співвідношення площі аерованої зони та аеротенка ($f_{a,з}/f_a = 20,9/341 = 1,37$) [4, табл.42]; K_2 – коефіцієнт, який залежить від глибини занурення аераторів [4, табл.43], (дод. К.10); K_3 – коефіцієнт якості води для стічних вод [4, табл.44], (дод. К.9);

K_T – коефіцієнт, що враховує температуру стічних вод, який визначається в залежності від середньомісячної температури стічних вод ($T_{\text{сер.р}}$) за виразом:

$$K_T = 1 + 0,02 \cdot (T_{\text{сер.р}} - 20) = 1 + 0,02 \cdot (21 - 20) = 1,08, \quad (4.3.28)$$

де C_a – розчинність кисню повітря у воді, яка визначається в залежності від глибини занурення аераторів (h_a) за формулою:

$$C_a = (1 + \frac{h_a}{20,6}) \cdot C_T = (1 + \frac{4,4}{20,6}) \cdot 8,3 = 10 \text{ мг/дм}^3, \quad (4.3.29)$$

де C_T – розчинність кисню у воді в залежності від температури та атмосферного тиску, становить $8,3 \text{ мг/дм}^3$ [4]; C_o – середня концентрація кисню в аеротенку, яку приймають 2 мг/дм^3 .

Інтенсивність аерації мулової суміші в аеротенку визначається за формулою:

$$I = \frac{q_{\text{пов}} \cdot H}{t_{\text{сее}}} = \frac{12,8 \cdot 4,4}{4} = 14 \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{год}), \quad (4.3.30)$$

де H – глибина аеротенка, м.

В регенераторах рекомендується приймати кількість аераторів у 2 рази більшою, ніж в аеротенках, тоді інтенсивність аерації буде складати: в аеротенку - $I_a = 0,67 I_{\text{сер}}$, у регенераторі - $I_p = 1,33 I_{\text{сер}}$.

$$I_p = 1,33 \cdot I = 1,33 \cdot 14 = 18 \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{год}), \quad (4.3.31)$$

$$I_a = 0,67 \cdot I = 0,67 \cdot 14 = 9,4 \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{год}), \quad (4.3.32)$$

Загальна витрата повітря, яке подається в аеротенк, визначається за середньою витратою стічних вод за час аерації в години максимального припливу:

$$Q_{\text{пов}}^{\text{сер}} = q_{\text{пов}} \cdot Q_{\text{max}} = 12,8 \cdot 2511 = 32140 \text{ м}^3 / \text{год} \quad (4.3.33)$$

Розрахунок вторинних відстійників після аеротенків

Вторинні відстійники служать для затримання активного мулу після аеротенків, число яких варто приймати не менше трьох за умови, що усі відстійники є робочими. Доцільно приймати вторинні відстійники того ж типу, що і первинні. Розрахунок вторинних відстійників здійснюється за гідравлічним навантаженням на одиницю площі поверхні, яке для відстійників після аеротенків визначається за формулою:

$$q = \frac{4,5 \cdot K_{\text{відст.}} \cdot H_{\text{з.в.}}^{0,8}}{(0,1 \cdot J_{\text{м}}^{\phi} \cdot a_a)^{0,5-0,01 \cdot a_t}} = \frac{4,5 \cdot 0,4 \cdot 3,1^{0,8}}{(0,1 \cdot 74 \cdot 3)^{0,5-0,01 \cdot 15}} = 1,5, \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{год}), \quad (4.3.34)$$

де $K_{\text{відст.}}$ - коефіцієнт використання об'єму відстійників, що приймається для радіальних - 0,4, вертикальних - 0,35 і горизонтальних відстійників - 0,45;

					ЕКБ.БЕ7118.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

$H_{з.в.}$ - глибина зони відстоювання, м; J_m^ϕ – фактичне значення мулового індексу, $см^3/г$; a_a - концентрація активного мулу в аеротенку, $г/дм^3$; a_t - концентрація активного мулу у воді після відстоювання (15 мг/дм^3), $мг/дм^3$.

Загальна площа поверхні вторинних відстійників визначається за форм

$$F_{відст..} = \frac{Q_{max}}{q} = \frac{2511}{1,5} = 1674, \text{ м}^2, \quad (4.3.35)$$

де Q_{max} – максимальна витрата стічних вод з врахуванням рециркуляційної витрати (при необхідності), $м^3/год$.

Кількість вторинних відстійників приймається не менше трьох, усі відстійники - робочі.

Приймаємо такі розміри відстійника за типовим проектом 902-2-88/75:

- діаметр – 24 м;
- глибина – 3,7 м;
- діаметр трубопроводу (підвідного) – 1200 мм;
- діаметр трубопроводу (відвідного) – 700 мм;
- об'єм зони (мулової) – 280 м^3 ;
- об'єм зони (відстійника) – 1400 м^3

Розрахунок мулозгущувача

Приріст активного мулу в аеротенку розраховується за формулою:

$$P = 0,8 \cdot C_{зр}^{\kappa, \phi} + K_P \cdot C_{\text{сум, БСК}}^a = 0,8 \cdot 106,75 + 0,3 \cdot 467,5 = 225,65 \text{ мг} / \text{дм}^3 \quad (4.3.36)$$

де $C_{зр}^{\kappa, \phi}$ – концентрація завислих речовин в стічній воді, що надходить в аеротенк, $мг/дм^3$; $C_{\text{сум, БСК}}^a$ – показник БСК_{повн} стічної води, що надходить в аеротенк, $мг/дм^3$ (85% від $C_{\text{сум, БСК}}$); K_P – коефіцієнт приросту активного мулу, становить 0,3.

Максимальна годинна витрата надлишкового активного мулу

					ЕКБ.БЕ7118.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

визначається за формулою:

$$q_{\text{нам}} = \frac{1,3 \cdot \Pi \cdot Q_{\text{сум.доб}}}{24 \cdot C_{\text{НАМ}}} = \frac{1,3 \cdot 225,65 \cdot 40000}{24 \cdot 6700} = 72,9 \text{ м}^3 / \text{год}, \quad (4.3.37)$$

де $Q_{\text{сум.доб.}}$ – добова витрата виробничих стічних вод, м³/добу;
 $C_{\text{НАМ}}$ – концентрація надлишкового активного мулу, яка приймається рівною дозі активного мулу у регенераторі, 6700 мг/дм³; 1,3 – коефіцієнт сезонної нерівномірності приросту активного мулу.

Доза активного мулу в регенераторі визначається за формулою:

$$a_p = a_a \cdot \left(\frac{1}{2R} + 1 \right) = 2,5 \cdot \left(\frac{1}{2 \cdot 0,3} + 1 \right) = 6,7 \text{ г} / \text{дм}^3, \quad (4.3.38)$$

де значення a_a – доза мулу, що дорівнює 2,5 г/дм³; R – ступінь рециркуляції активного мулу, при видаленні активного мулу з вторинних відстійників за допомогою мулососів має бути не менше 0,3, тому для подальших розрахунків приймаємо $R=0,3$.

Витрата мулової рідини, яка утворюється під час ущільнення мулу, визначається за формулою:

$$q_{\text{мр}} = \frac{q_{\text{нам}} \cdot (W_{\text{ну}} - W_{\text{ущ}})}{100 - W_{\text{ущ}}} = \frac{72,9 \cdot (99,4 - 97)}{100 - 97} = 58,3 \text{ м}^3 / \text{год}, \quad (4.3.39)$$

де $W_{\text{ну}}$ – вологість неущільненого мулу, 99,4%; $W_{\text{ущ}}$ – вологість ущільненого мулу, 97%.

Годинна витрата ущільненого мулу складає:

$$q_{\text{ущ}} = q_{\text{нам}} - q_{\text{мр}} = 72,9 - 58,3 = 14,6 \text{ м}^3 / \text{год}. \quad (4.3.40)$$

При розрахунку радіальних мулозгущувачів визначають корисну площу поверхні за формулою:

$$F_{\text{м}} = \frac{q_{\text{нам}}}{q_0} = \frac{72,9}{0,3} = 243 \text{ м}^2 \quad (4.3.41)$$

де q_0 – розрахункове навантаження на одиницю площі поверхні, м³/(м²·год), яке приймається 0,3 при концентрації активного мулу 5 г/дм³.

Кількість мулозгущувачів приймається не менше двох. Діаметр

					ЕКБ.БЕ7118.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

мулозгущувача визначають з виразу:

$$D = \sqrt{4F_m / (\pi \cdot N)} = \sqrt{4 \cdot 243 / (\pi \cdot 2)} = 12,4 \text{ м} \quad (4.3.42)$$

де N – кількість мулозгущувачів.

Радіальні мулозгущувачі влаштовують на базі типових вторинних відстійників.

Приймаємо мулозгущувач на базі радіального вторинного відстійника з такими параметрами:

- діаметр – 18 м;
- глибина – 3,7 м;
- діаметр трубопровода – 800 мм підвідного;
– 500 мм, відвідного;
- об'єм мулової зони – 160 м³;
- об'єм зони відстійника – 788 м³.

Висоту зони ущільнення мулу визначають за формулою:

$$H_{\text{ущ}} = q_o \cdot t = 0,3 \cdot 10 = 3, \text{ м}, \quad (4.3.43)$$

де t – тривалість ущільнення активного мулу, год, приймається 10 год при концентрації НАМ 5 г/дм³.

Розрахунок загальної витрати осадів

Для розрахунку метантенка або аеробного стабілізатора потрібно визначити витрату сухої речовини осаду:

$$O_{\text{сх}} = \frac{C_{\text{ЗР}}^{\text{сум}} \cdot E \cdot k \cdot Q_{\text{сум.доб}}}{10^8} = \frac{350 \cdot 69,5 \cdot 1,1 \cdot 40000}{10^8} = 10,7 \text{ т / доб} \quad (4.3.44)$$

де $C_{\text{ЗР}}^{\text{сум}}$ – концентрація завислих речовин у виробничих стічних водах, 350 мг/дм³; E – ефект затримання завислих речовин у первинних відстійниках, 69,5 %; k – коефіцієнт, що враховує крупні частинки, які не уловлюються при відборі проб 1,1; $Q_{\text{сум.доб}}$ – розрахункова витрата стічних вод, 40000 м³/добу.

Визначається витрата надлишкового активного мулу:

					ЕКБ.БЕ7118.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

$$M_{\text{сyx}} = \frac{Q_{\text{сyx,доб}} \cdot (П - b)}{10^6} = \frac{40000 \cdot (225,65 - 15)}{10^6} = 8,4 \text{ м / доб} \quad (4.3.45)$$

де $П$ – приріст активного мулу, мг/дм^3 ; b – концентрація активного мулу в стічній воді на виході із вторинних відстійників, 15 мг/дм^3 .

Витрату беззольної речовини осаду ($O_{\text{без}}$) та надлишкового активного мулу ($M_{\text{без}}$) визначають за формулами:

$$O_{\text{без}} = \frac{O_{\text{сyx}} \cdot (100 - B_{\text{oc}}) \cdot (100 - Z_{\text{oc}})}{10^4} = \frac{10,7 \cdot (100 - 5) \cdot (100 - 30)}{10^4} = 7,11 \text{ м / доб} \quad (4.3.46)$$

$$M_{\text{без}} = \frac{M_{\text{сyx}} \cdot (100 - B_{\text{м}}) \cdot (100 - Z_{\text{м}})}{10^4} = \frac{8,4 \cdot (100 - 5) \cdot (100 - 30)}{10^4} = 5,58 \text{ м / доб} \quad (4.3.47)$$

де B_{oc} та $B_{\text{м}}$ – гігроскопічна вологість осаду та активного мулу, яка приймається 5 %; Z_{oc} та $Z_{\text{м}}$ – зольності, відповідно, осаду та активного мулу, які для побутових стічних вод приймають рівними 30%.

Витрати осаду та активного мулу фактичної вологості за умови, що їх густина дорівнює 1 т/м^3 , визначають за формулами:

$$V_{\text{oc}} = \frac{100 \cdot O_{\text{сyx}}}{(100 - W_{\text{oc}})} = \frac{100 \cdot 10,7}{(100 - 95)} = 214 \text{ м}^3 / \text{доб} \quad (4.3.48)$$

$$V_{\text{м}} = \frac{100 \cdot M_{\text{сyx}}}{(100 - W_{\text{м}})} = \frac{100 \cdot 8,4}{(100 - 97)} = 280 \text{ м}^3 / \text{доб} \quad (4.3.49)$$

де W_{oc} – вологість осаду, яка приймається: при самопливному видаленні – 95%; $W_{\text{м}}$ – вологість ущільненого мулу, 97 % [10].

Вміст сухої речовини у осаді:

$$S_{\text{сyx}} = O_{\text{сyx}} + M_{\text{сyx}} = 10,7 + 8,4 = 19,1 \text{ м / доб}. \quad (4.3.50)$$

Вміст беззольної речовини осади:

$$S_{\text{без}} = O_{\text{без}} + M_{\text{без}} = 7,11 + 5,58 = 12,7 \text{ м / доб}. \quad (4.3.51)$$

Загальна витрата осаду та активного мулу буде складати:

$$V_{\text{заг}} = V_{\text{oc}} + V_{\text{м}} = 214 + 280 = 494 \text{ м}^3 / \text{доб}. \quad (4.3.52)$$

Загальна вологість суміші осаду та активного мулу буде дорівнювати:

$$W_{заг} = 100 \cdot \left(1 - \frac{S_{сyx}}{V_{заг}}\right) = 100 \left(1 - \frac{19,1}{494}\right) = 96,1\%. \quad (4.3.53)$$

Загальна зольність суміші осаду та активного мулу буде дорівнювати:

$$Z_{заг} = \left[1 - \frac{S_{без}}{O_{сyx} \cdot \left(\frac{100 - B_{ос.}}{100}\right) + M_{сyx} \cdot \left(\frac{100 - B_{м.}}{100}\right)} \right] \cdot 100 = 30, \%. \quad (4.3.54)$$

Розрахунок метантенка

Робочий об'єм метантенка визначається за формулою:

$$V_{мет} = \frac{100 \cdot V_{заг.}}{D} = \frac{100 \cdot 494}{19} = 2600 \text{ м}^3, \quad (4.3.55)$$

де D – добова доза завантаження осаду в метантенк 19%, яка приймається в залежності від режиму зброджування та середньої вологості завантажуваного осаду (термофільний режим $W_{заг} = 97\%$)

При наявності в стічних водах поверхнево-активних речовин прийняту дозу завантаження необхідно перевірити за формулою:

$$D^{ПАР} = \frac{10 \cdot D_{гр}^{ПАР}}{C_{ПАР} \cdot (100 - W_{заг})} = \frac{10 \cdot 65}{7,2 \cdot (100 - 97)} = 30\% \quad (4.3.56)$$

де $D_{гр}^{ПАР}$ – гранично допустиме завантаження робочого об'єму метантенків ПАР, яке приймається рівним 65 г/(м³·добу); $C_{ПАР}$ – концентрація поверхнево-активних речовин в осаді.

Концентрація поверхнево-активних речовин в суміші осаду та активного мулу визначається за виразом:

$$C_{ПАР} = \frac{(a_o \cdot O_{сyx} + a_m \cdot M_{сyx})}{S_{сyx}} = \frac{(9 \cdot 10,7 + 5 \cdot 8,4)}{19,1} = 7,2 \text{ мг/г}, \quad (4.3.57)$$

де a_o та a_m – концентрація ПАР в осаді та в активному мулі, 9 та 5 мг/г відповідно, яка приймається в залежності від концентрації ПАР у стічній воді (10 мг/дм³).

Приймаємо 2 метантенка з такими параметрами:

- Корисний об'єм – 2500 м³;
- діаметр – 17,5м;

- висота верхнього конуса – 2,5 м;
- висота циліндричної поверхні – 8,5 м;
- висота нижнього конуса – 3,05 м.

Максимально можливий розпад беззольної речовини суміші осаду та активного мулу визначається за формулою:

$$R_{ep} = \frac{(R_o \cdot O_{bez} + R_m \cdot M_{bez})}{S_{bez}} = \frac{(53 \cdot 7,11 + 44 \cdot 5,58)}{12,7} = 49\%, \quad (4.3.58)$$

де R_o та R_m – максимально можливий розпад беззольної речовини осаду та активного мулу, який складає, відповідно, 53 та 44 %.

Фактичний розпад беззольної речовини буде складати:

$$R = R_{ep} - (D^\phi \cdot K_p) = 49 - (19 \cdot 0,17) = 45,7\%, \quad (4.3.59)$$

де K_p – коефіцієнт, який залежить від вологості та режиму зброджування, 0,17; D^ϕ – фактична доза завантаження метантенка, 19 %.

Кількість беззольної та сухої речовини в збродженій суміші буде складати:

$$S_{bez}^{zb} = \frac{S_{bez} \cdot (100 - R)}{100} = \frac{12,7 \cdot (100 - 45,7)}{100} = 6,9m / \text{доб}; \quad (4.3.60)$$

$$S_{сух}^{zb} = (S_{сух} - S_{bez}) + S_{bez}^{zb} = (19,1 - 12,7) + 6,9 = 13,3m / \text{доб}. \quad (4.4.61)$$

Зольність та вологість збродженої суміші визначаються за формулами:

$$Z_{заг}^{zb} = 100 \cdot \left(1 - \frac{100 \cdot S_{bez}^{zb}}{S_{сух}^{zb} (100 - B_r)} \right) = 100 \cdot \left(1 - \frac{100 \cdot 6,9}{13,3(100 - 5)} \right) = 45,3\%, \quad (4.3.62)$$

$$W_{заг}^{zb} = 100 \cdot \left(1 - \frac{S_{сух}^{zb}}{V_{заг}} \right) = 100 \cdot \left(1 - \frac{13,3}{494} \right) = 97,3\%, \quad (4.3.63)$$

де B_r – гігроскопічна вологість збродженої суміші, яка приймається 5 %.

При метановому зброджуванні осаду утворюється біогаз із розрахунку на 1 г газу на 1 г розкладеної беззольної речовини. Об'ємна вага газу (ρ_g) складає 1 кг/м³. Тоді витрата утвореного біогазу буде складати:

$$Q_{\Gamma} = \frac{1000 \cdot q_{\epsilon} \cdot S_{\text{без}}^{\text{зб}}}{\rho_{\epsilon}} = \frac{1000 \cdot 1 \cdot 6,9}{1_{\epsilon}} = 6900 \text{ м}^3 / \text{доб}, \quad (4.3.64)$$

де q_{Γ} – питомий вихід газу, який становить 1 м³ на 1 кг беззольної речовини осаду, що розпався в процесі зброджування.

Для регулювання тиску і зберігання газу у складі очисних споруд передбачаються газгольдини «мокрого типу», об'єм яких розраховується на 2-4 години перебування газу (t_{Γ}).

$$V_{\Gamma} = \frac{Q_{\Gamma} \cdot t_{\Gamma}}{24} = \frac{6900 \cdot 4}{24} = 1150 \text{ м}^3. \quad (4.3.65)$$

Приймаємо 2 газгольдини із параметрами:

- об'єм газгольдера – 1000 м³;
- діаметр резервуара – 14 500 мм;
- висота газгольдера – 15400 мм.

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ

Правила охорони праці створені для зменшення ризику отримання травм працівниками. На нафтопереробному заводі існує багато небезпек та шкідливих факторів, які можуть негативно вплинути на робітників. Закон України "Про охорону праці" характеризує основні положення щодо здійснення конституційного права громадян на захист свого життя та здоров'я у процесі зайнятості; регулює відносини між адміністрацією та працівником незалежно від форми власності; встановлення єдиного порядку організації охорони праці в Україні [24].

Четверта стаття Закону України «про охороні праці» вказує, що політика в області охорони праці визначається відповідно Конституції України Верховною Радою України і направлена на створення належних, безпечних і здорових умов праці, запобігання нещасним випадкам і професійним захворюванням.

Порушення чи недотримання законів про охорону праці несе за собою дисциплінарну, адміністративну або кримінальну відповідальність. (ст. 44 Закону "про охорону праці") [25].

Під час роботи з устаткуванням водоочисних станцій, необхідне дотримання наступних умов:

1. Усі водопровідно-каналізаційні споруди мають відповідати вимогам ДБН В.2.5-67:2013. Про опалення, вентиляцію та кондиціювання [26].
2. На очисних спорудах має бути вільний доступ до всіх засувок, клапанів та іншого обладнання. Передбачається облаштування робочих проходів із огороженням не менше 1 м.
3. Устаткування, через яке проходить електричний струм має бути заземленим.

					ЕКБ.БЕ7118.ДП			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ	Стадія	Арк.	Акрушів
Розроб.		Саленко А.В..						
Конс.								
							57	67
Керів.		Козар М.Ю.				КПІ ім. Ігоря Сікорського,		
Затверд.								

4. Під час зберігання і використання рідкого хлору, аміаку, сірчистого газу і кислот, що "димлять", необхідно дотримуватися вимог СПП СДЯВ та НАПБ [25].
5. Лише за письмовим дозволом можна проводити роботи колодязях та камерах насосної станції.
6. Усі водопровідно-каналізаційні споруди, склади реагентів і підсобні приміщення повинні відповідати вимогам СНиП 2.04.05-91.

Закон України про охорону навколишнього середовища регулює відносини у галузі охорони навколишнього середовища. До основних принципів вищезгаданого закону відносять:

- при здійсненні господарської чи управлінської діяльності мають дотримуватися екологічні норми та обмеження щодо використання природних ресурсів;
- поєднання заходів стимулювання і відповідальності у справі охорони навколишнього природного середовища;
- запровадження екологічного податку, плати за спеціальне використання води, плати за спеціальне використання лісових ресурсів, плати за користування надрами відповідно до податкового кодексу України;
- безоплатність загального та платність спеціального використання природних ресурсів для господарської діяльності.

Очисні споруди нафтопереробного заводу здійснюють очищення промислових стоків до норм їх скиду. Під час очистки показники БСК та ХСК значно знижуються, це призводить до менш інтенсивного цвітіння вод. Побічним продуктом знешкодження осадів є біогаз. Перед споживанням біогаз проходить попереднє очищення, а його спалювання викликає невелику кількість небезпечних речовин. Також використання біогазу сприяє збереженню природних ресурсів.

ВИСНОВКИ

1. Розглянуто характеристику фізико-хімічного складу стічних вод нафтопереробного заводу та етапи утворення стічних вод підприємства.

2. Проаналізовано існуючі технології очищення стічних вод нафтопереробного заводу та обрано технологію з флотацією і біологічним очищення в аеротенку.

3. Охарактеризовано анаеробний мул, основними представниками якого є: целлюлозолітичні та цукролітичні (*Clostridium Bacteroides, Butyrivibrio, Ruminococcus, Acetivibrio, Lactobacillus* тощо); протеолітичні (*Clostridium Peptococcus, Bifi dobacterium, Staphylococcus*) та ліполітичні бактерії (*Clostridium Micrococcus, Ruminicoccus, Bulyrivibrio*).

4. Проведені технологічні розрахунки: необхідного ступеня очищення стічних вод нафтопереробного заводу, основного та допоміжного обладнання.

5. Розроблено апаратурну та технологічну схеми очищення стічних вод нафтопереробного заводу Запроектовано споруду для зброджування осадів та надлишкового активного мулу. Обрано метантенк за типовим проектом з корисним об'ємом – 2500 м³, діаметром – 17,5 м, висотою верхнього конуса – 2,5 м, висотою циліндричної поверхні – 8,5 м, висотою нижнього конуса – 3.05 м.

6. Наведено основні вимоги щодо техніки безпеки та охорони праці та довкілля.

					ЕКБ.БЕ7118.ДП			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ВИСНОВКИ	Стадія	Арк.	Акрушів
Розроб.		Саленко А.В..						
Конс.								
							59	67
Керів.		Козар М.Ю.				КПІ ім. Ігоря Сікорського,		
Затверд.								

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРНИХ ПОСИЛАНЬ

1. Общая химическая технология. В 2-х частях. Учебник для вузов. Ч. II. Важнейшие химические производства. / И.П. Мухленова, А.Я. Авербух, Д.А. Кузнецов.-Изд. 3-е, перераб. и доп. – М.:Высш. школа, 1977.-288 с.
2. Лазорин С.Н., Папков Г.И., Литвиненко В.И. Обезвреживание отходов коксохимических заводов / С.Н. Лазорин, Г.И. Папков, В.И. Литвиненко.– М.: Металлургия. – 1977.– 241 с.
3. Самохин В.Н. Канализация населенных мест и промышленных предприятий. Справочник проектировщика. / Н.И. Лизачев, И.И. Ларин, С.А. Хаскин и др. – 2-е изд. перераб. и доп. - М.: Стройиздат, 1981. – 639 с.
4. ДБН В.2.5-75:2013 Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – К.: Мін. регіонального розвитку та житлово - комунального господарства України, 2013. – 96 с.
5. Кагасов В. М. Дербышева Е. К. Очистка сточных вод коксохимических предприятий. / В.М. Кагасов, Е.К. Дербышева, - Екатеринбург: Полиграфист, 2003. — 189 с.
6. Общая химическая технология: Учебн. для техн. Вузов / А.М. Кутепов, Т.И. Бондарева, М.Г. Беренгартен. – 2-е изд., испр. И доп. – М.: Высш. шк., 1990. – 520 с.
7. Обухов Є.В. Показники забезпеченості населення України водними ресурсами на початку 2019 року. URL: <https://uhe.gov.ua/sites/default/files/2019-08/10.pdf>.
8. Хвесик М.А. Водні ресурси – інвестиція сьогодення і перспектива майбутнього. URL: http://www.investplan.com.ua/pdf/1_2009/3.pdf.
9. Гюнтер Л.И. Метантенки / Л.И. Гюнтер, Л.Л. Гольдфарб. – М.: Стройиздат, 1991. – 280 с.

					ЕКБ.БЕ7118.ДП			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРНИХ ПОСИЛАНЬ	Стадія	Арк.	Акрушів
Розроб.		Саленко А.В..						
Конс.								
							60	67
Керів.		Козар М.Ю.				КПІ ім. Ігоря Сікорського,		
Затверд.								

10. Шаманський С.Й. Екологічно безпечний процес утилізації осадів стічних вод авіапідприємств із отриманням біогазу. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/84122479.pdf>.
11. Когановский А.М. Очистка и использование сточных вод в промышленном водоснабжении / А.М. Когановский, Н.А. Клименко / – М.: Химия, 1983. – 288 с.
12. Колобанов С. К., Ершов А. В., Кигель М. Е. Проектирование очистных сооружений канализации. - Киев, «Будівельник», 1977. – 224 с.
13. Ковальчук В. А. Очистка стічних вод / В. А. Ковальчук – Рівне: ВАТ «Рівненська друкарня», – 2002. – 622 с. – ISBN 966-7358-24-0.
14. Куріс Ю.В. Метаногенез і технологічні схеми отримання біогазу / Ю. В. Куріс // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – №10 (92). – 2011. – с. 41-45.
15. Саблій Л.А. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Біотехнології очищення води» напряму підготовки 6.051401 - біотехнологія. Електронне видання. Уклад.: Саблій Л.А., Бойчук С.Д., Жукова В.С. – К.: НТУУ «КПІ», 2013.–58с.
16. Т. С. Айрапетян Конспект лекцій з дисциплін «очистка побутових стічних вод» та «споруду та обладнання водовідведення» (Модуль 2. Очистка стічних вод) (для студентів 4 курсу денної та 5 курсу заочної форм навчання напрямів підготовки 6.060101 «Будівництво» (спеціальність «Водопостачання та водовідведення») та 6.060103 – «Гідротехніка (Водні ресурси)» Харків – ХНУМГ – 2014
17. Гіроль М. М. Технології водовідведення промислових підприємств: Навчальний посібник. – Рівне: НУВГП, 2013. – 625 с.
18. Айрапетян Т. С. Технологія очистки промислових стічних вод. Навчальний посібник – Харків – ХНУМГ ім. О. М. Бекетова – 2017. – 51 с.

19. Саблій Л. А. Фізико-хімічне та біологічне очищення висококонцентрованих стічних вод: Монографія. – Рівне: НУВГП, 2013. – 291 с.
20. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Біотехнологія очищення води» напряму підготовки 6.051401 – біотехнологія, Електронне видання . Уклад.: Саблій Л.А, Бойчук С.Д., Жукова В. С. – К.: НТУУ «КПІ», 2013.- 58с.
21. Кафедра биотехнологии Е.Д. Гельфанд доктор технических наук, профессор Основы биологической очистки сточных вод. Лекция для студентов – г. Архагельськ – 2012 – 12с.
22. Туровский И.С. Обработка осадков сточных вод. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.:Стройиздат, 1982. – 223 с.
23. Свистунов Ю.А. Водоотведение и очистка сточных вод (часть I) курс лекций для студентов специальности «Инженерные системы сельскохозяйственного водоснабжения, обводнения и водоотведения» /Ю.А. Свистунов. –Краснодар: Куб.ГАУ, 2007. – 133 с.
24. Закон України “Про охорону праці” / Законодавство України про охорону праці. - К. Нова редакція 2002 р. 2.
25. Ярова І.Я. Охорона праці. Спеціальні розділи, 2007. – 76 с
26. НПАОП 60.1-1.01-04 —Про затвердження Правил охорони праці під час експлуатації водопровідно-каналізаційних споруд на залізничному транспорті. Чинний від 2.11.2004 р: Редакція від 02.12.2007. – Київ: Державний комітет України по нагляду за охороною праці, 2007.

ДОДАТОК А

Специфікація обладнання

Позиція	Найменування	К-сть	Маса кг	Примітки
1	3	4	5	6
ПЗ-1	Повітрезабірник, діаметр труби 300 мм, висота складає 4 м.	2		Збірний
Ф-2	Фільтр попередньої очистки, $E_{\phi}=98\%$	4		Збірний
В-3	Повітродувка потужністю 250 кВт, продуктивність якої становить 140 м ³ /хв	2		Збірний
Н-5, Н-7, Н- 9, Н-14	Відцентровий насос			Збірний
Р-4	Реактор місткістю 5 м ³ для приготування хлорної води.	2		Нержавіюча сталь 12Х18Н10 Т

ЕКБ.БЕ7118.ДП

					ЕКБ.БЕ7118.ДП		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДОДАТОК А		
Розроб.	Саленко А.В.						
Конс.							
Керів.	Козар М.Ю.						
Затверд.							
					Стадія	Арк.	Акрушів
						63	67
					КПІ ім. Ігоря Сікорського,		

Р-6	Реактор з мішалкою, для приготування розчину коагулянта. Місткість реактора становить - 5 м³.	2		Нержавіюча сталь 12Х18Н10 Т
Р-8	Реактор для приготування розчину гашеного вапна з мішалкою, місткістю 5 м³.	2		Нержавіюча сталь 12Х18Н10 Т
Р-10	Решітки зі швидкість потoku 0,8 м/с, розмір прорізів 0,016 м.	2	1690	Збірний
П-11	Пісковловлювач з середньою швидкістю руху 0,3 м³/добу	2		Збірний
Н-12	Нафтоуловлювачі із швидкістю руху води у межах 0,005–0,01 м/с.	2		Збірний
В-13	Первинний відстійник радіальний з діаметром 18м, діаметром розподільчого пристрою 1,4 м. Тривалість відстоювання 2136 с, ефект освітлення 69,5%.	2		Збірний
НБ-15	Напірний бак з робочим тиском 0,3-0,5 МПа	2		Нержавіюча сталь 12Х18Н10 Т

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЕКБ.БЕ7118.ДП

Арк.

64

Ф-16	Радіальний флотатор глибина якого 3м, тривалість перебування води в якому – 0,5 год. Ефективність флотації становить 50%.	2		Збірний
А-17	Аеротенк глибиною 4,4 м, доза мулу – 2,5 г/дм ³ . Система аерації дрібнобульбашкова, глибинно-напірного типу.	2		Збірний
В-18	Вторинний відстійник, діаметром 24 м, глибина 3,7 м.	3		Збірний
Р-19	Реактор для змішування хлорної води зі стічною	2		Неіржав. сталь 12Х18Н10 Т
КР-20	Контактний резервуар глибиною 3,2 м, широною 6 м, з продуктивністю 65 тис. м ³ /доб	2		Збірний
МУ-21	Мулоущільнювач з тривалістю ущільнення 10 год, вологість ущільненого НАМ 97%.	2		Збірний

	Діаметр – 18 м; глибиною – 3,7 м.			
М-23	Метантенк з корисним об'ємом – 2500 м ³ , діаметром – 17,5 м, висотою верхнього конуса – 2,5 м, висотою циліндричної поверхні – 8,5 м.	2		Неіржав. сталь 12Х18Н10 Т
Р-24	Резервуар для промивання осаду. Час промивання – 30 хв.	2		Збірний
МУ-25	Мулоущільнювач з тривалістю ущільнення 12 год, вологість ущільненого осаду 96,1%	2		Збірний
КР-26	Контактний резервуар для змішування осаду з коагулянтами	2		Збірний
ФП-27	Стрічковий фільтр-прес з потужністю 3 кВт, шириною стрічок 900 мм, швидкість стрічок 7 м/хв.	4		Збірний
ММ-28	Аварійний муловий майданчик, вологість осаду 70-80%.	2		

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЕКБ.БЕ7118.ДП

Арк.

66

ПМ-29	Пісковий майданчик для підсушування піщаної пульпи.	2		
Г-30	Газгольдер з об'ємом – 1000 м ³ , діаметром резервуара – 14 500 мм, висота газгольдера – 15400 мм	2		