

**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: «Очищення стічних вод міста Маріуполь та машинобудівного заводу з
використанням аеробного процесу»**

Виконала:

студентка IV курсу, групи БЕ-71

Копійчук Ірина Романівна _____

Керівник:

Проф. каф. екобіотехнології та

біоенергетики, д.т.н.,

Саблій Лариса Андріївна _____

Рецензент:

доц. кафедри промислової

біотехнології, к.б.н., доц.

Орябінська Лариса Борисівна _____

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

Студентка _____

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
Копійчук Ірина Романівна**

1. Тема проєкту «Очищення стічних вод міста Маріуполь та машинобудівного заводу з використанням аеробного процесу»

керівник проєкту Саблій Лариса Андріївна проф. каф. екобіотехнології та біоенергетики, д.т.н., затверджені наказом по університету від,
затверджені наказом по університету від «___» _____ 20__ р. № _____

2. Термін подання студентом проєкту _____

3. Вихідні дані до проєкту:

розрахункова витрати стічних вод 135000 м³/добу, з них побутових 70 м³/доб.
Характеристика річки, в яку скидаються стічні води: розрахункова витрата 95% забезпеченості 20 м³ , швидкість течії річки при розрахунковій витраті 2 м/с , середня глибина річки 1,5 м, коефіцієнт звивистості 1,5, вид водокористування господарсько-питна, концентрація кисню в воді влітку 8,0 мг/дм³, концентрація завислих речовин 20 мг/дм³, БСК_{повн} 2 мг/дм³; відстань по фарватеру річки до найближчого пункту водокористування 2,5 км; температура суміші стічних вод, що поступають на очисні споруди: середньорічна 18°C, середньозимова 16°C, середньомісячна за літній період 20°C, мінімальна середньомісячна 15°C.

4. Зміст пояснювальної записки:

Характеристика стічних вод машинобудівного заводу; характеристика аеробного активного мулу; обґрунтування технології локального очищення стічної води машинобудівного заводу; біохімічні основи технологічного процесу очищення води; розрахунок показників суміші стічних вод міста Маріуполь та машинобудівного заводу; технологічна частина: вибір, розрахунок та характеристика обладнання для очищення суміші стічних вод міста Маріуполь та машинобудівного заводу; охорона праці й охорона довкілля.

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

Технологічна схема біотехнології очищення стічних вод машинобудівного заводу та міста Маріуполь (A1); апаратурна схема біотехнології очищення стічних вод машинобудівного заводу та міста Маріуполь (A1); креслення аеротенка-витиснювача (A1).

6. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Пошук літературних джерел		
2	Вивчення умов формування та складу стічних вод машинобудівного заводу. Аналіз існуючих технологій попереднього очищення, вибір і обґрунтування ефективнішої технології.		
3	Вибір технології біологічного очищення суміші стічних вод машинобудівного заводу та міста Маріуполь. Опис біологічного агента. Огляд перебігу біохімічних процесів в аеротенку. Характеристика кінцевого продукту.		
4	Розрахунок матеріального балансу. Розрахунки обладнання, витрат, концентрацій забруднень, необхідного ступеня очищення стічних вод, загальної витрати осадів.		
5	Розробка технологічної, апаратурної схеми, креслення аеротенка-витиснювача.		

6	Написання висновків.		
7	Охорона праці та довкілля.		
8	Оформлення пояснювальної записки та графічної частини.		

Студент

_____ Ірина КОПІЙЧУК
(підпис)

Керівник проєкту

_____ Лариса САБЛІЙ
(підпис)

РЕФЕРАТ

Дипломний проєкт складається із 61 сторінок пояснювальної записки та 3 аркушів креслень А1. Пояснювальна записка складається із: вступ, 5 розділів, які включають 4 рисунки та 9 таблиць, висновки, 28 літературних посилань та додатки.

Метою дипломного проєкту є вибір та обґрунтування технології очистки стічних вод на машинобудівному заводі та у місті Маріуполь та спроектувати очисні споруди.

В проєкті наведено характеристику стічних вод машинобудівного заводу; розглянуто склад і властивості аеробного активного мулу; обрано та обґрунтовано технологію локальної очистки стічних вод машинобудівного заводу; виконано технологічну та апаратурну схеми; розраховано необхідний ступінь очищення стічних вод та споруд біологічного очищення.

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

СТІЧНІ ВОДИ, БІОЛОГІЧНЕ ОЧИЩЕННЯ, МАШИНОБУДІВНИЙ ЗАВОД, АЕРОТЕНК, АКТИВНИЙ МУЛ, ЗАВИСЛІ РЕЧОВИНИ, БІОХІМІЧНЕ СПОЖИВАННЯ КИСНЮ, ЛОКАЛЬНЕ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД.

ABSTRAKT

The diploma project consists of 61 pages of explanatory note and 3 sheets of drawings A1. The explanatory note consists of: introduction, 5 sections, which include 4 figures and 9 tables, conclusions, 28 references and appendices.

The purpose of the diploma project is to select and substantiate the technology of wastewater treatment at the machine-building plant and in the city of Mariupol and to design treatment facilities.

The project describes the wastewater of the machine-building plant; the composition and properties of aerobic activated sludge are considered; the technology of local wastewater treatment of the machine-building plant is selected and substantiated; technological and hardware schemes are executed; the required degree of wastewater treatment and biological treatment facilities is calculated.

Based on the calculated parameters, a drawing of the building - aerotank - was developed. The material balance is calculated, control parameters are specified and measures on labor protection and environmental protection are described.

WASTEWATER, BIOLOGICAL TREATMENT, MACHINE-BUILDING PLANT, AEROTENK, ACTIVE MUD, SUSPENDED SUBSTANCES, BIOCHEMICAL CONSUMPTION OF OXYGEN.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ. ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ	11
1.1 Характеристика стічних вод машинобудівного заводу	11
1.2 Обґрунтування вибору технології попереднього очищення	13
стічних вод машинобудівного заводу	13
1.3 Аналіз літератури щодо технологій попереднього очищення стічних вод машинобудівного заводу	13
1.3.1 Технології очистки стічних вод пральні машинобудівного заводу	13
1.3.2 Технології очистки стічних вод їдальні машинобудівного заводу	15
1.4. Вибір технології попереднього очищення стічних вод машинобудівного заводу	17
1.5 Технологія біологічної очистки стічних вод міста Маріуполь.....	19
1.6 Характеристика біологічного агента	20
РОЗДІЛ 2. БІОХІМІЧНІ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ	23
2.1. Схема перебігу процесів	23
2.2. Характеристика кінцевого продукту.	24
РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	25
3.1 Сировина та матеріали	25
3.2 Опис технологічного процесу.....	26
3.3 Контроль виробництва	31
3.4 Матеріальний баланс.....	35
РОЗДІЛ 4. ВИБІР І ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЛАДНАННЯ	38
4.1 Розрахункові витрати стічних вод	38
4.2 Розрахунки необхідного ступеня очищення стічних вод	40
Необхідний ступінь очищення стічних вод:	41
4.3 Розрахунки очисних споруд.....	43

					ЕКБ.БЕ7107.ДП					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	Зміст			Лім.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Копійчук І.Р.								
Перевір.		Саблій Л. А..							7	61
Реценз.								КПІ ім. Ігоря Сікорського, ФБТ		
Н. Контр.										
Затверд.										

4.3.1 Розрахунок первинних відстійників.	43
4.3.2 Розрахунок аеротенка	46
4.3.3 Розрахунок вторинних відстійників після аеротенків	50
4.4 Проектування аеротенка-витиснювача	50
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ОХОРОНА ДІВКІЛЛЯ	52
ВИСНОВКИ	54
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	55
ДОДАТКИ	58

					ЕКБ.БЕ7107.ДП	Арк.
						8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

З кожним роком все більше зростає кількість міст, збільшується попит у людей на різні пристрої для полегшення життя, через це будують більше промислових підприємств. Так, як зокрема в Україні не ведеться належне спостереження за тим, що скидається в атмосферу та водойми, ми можемо бачити стан багатьох річок, опади нестандартного забарвлення, неприємний запах на вулицях міст чи сіл.

Машинобудівні заводи посідають значне місце у сучасному світі. Жодна людина не може уявити своє життя без транспорту. Кожного року попит на машини збільшується.

Дане підприємство використовує воду, яка забруднюється небезпечними речовинами, і перевищують дозволену концентрацію. Тому, перед тим, як скидати виробничі стічні води у міську каналізацію, треба ретельно очищати воду від домішок на локальних очисних станціях.

На міські очисні станції, окрім вод з промислових підприємств, надходять побутові води із людських помешкань, дрібних підприємств та води після опадів. Їх також потрібно очищати для подальшого використання.

Метою даного дипломного проєкту є вибір та обґрунтування технології очистки стічних вод на машинобудівному заводі та у місті Маріуполь та спроектувати очисні споруди.

Для того, щоб виконати поставлену мету, потрібно виконати такі завдання:

- визначити склад стічних вод машинобудівного заводу;
- характеризувати складові стічних вод машинобудівного заводу;

					ЕКБ.БЕ7107.ДП			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	Вступ			
Розроб.	Копійчук І.Р.							
Перевір.	Саблій Л. А.							
Реценз.								
Н. Контр.								
Затверд.								
					Літ.	Арк.	Акрушів	
							9	61
					КПІ ім. Ігоря Сікорського ФБТ			

- розглянути технології попередньої очистки стічних вод машинобудівного заводу;
- обрати найефективнішу технологію попереднього очищення стічних вод машинобудівного заводу до норм скиду у мережу водовідведення міста Маріуполь;
- обґрунтувати та обрати технологію біологічного очищення стічних вод міста Маріуполь;
- розрахувати очисні споруди обраної технології та прийняти типові рішення;
- спроектувати технологічну та апаратурну схеми обраної технології для очищення стічних вод міста Маріуполь;
- спроектувати розрахований аеротенк на A1;
- навести заходи по охороні праці та техніці безпеки.

					ЕКБ.БЕ7107.ДП	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ. ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ

1.1 Характеристика стічних вод машинобудівного заводу

Машинобудівний завод – це підприємство, на якому відбувається виготовлення чи збір машин.

На виробництві відбувається лиття, кування, нагрівання, виплавка, вирізання різноманітних запчастин та їхнє спаювання, склеювання в потрібно конструкцію.

Вода є важливою на будь-якому виробництві і машинобудівний завод тут не виключення. Вода використовується на багатьох етапах. В основному це вода для охолодження виготовлених запчастин, підігріву матеріалів, промивки деталей, яка забруднюється маслами та мастильно-охолоджуючою рідиною (МОР). Також, на підприємстві значну частину стічних вод займають води з пральні, їдальні, душових [1].

Вода, яка містить МОР, може використовуватися кілька разів до певного рівня забруднення. Така вода не очищується на локальній очисній станції, а утилізується і її відправляють на спеціалізовану станцію очистки.

На заводі є прямоточна система водопостачання. Так як очищається тільки вода з пральні, їдальні, душових. Окремо створені очисні споруди для пральні і душових, та для їдальні, бо їхні утворені води відрізняються.

Стічні води з їдальні мають високий показник СПАР, та перевищений вміст жирів (таблиця 1.2). Стічні води пральні висококонцентровані за фосфатами, СПАР та мають перевищений вміст завислих речовин, та лужне середовище (таблиця 1.1).

					ЕКБ.БЕ7107.ДП		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат			
Розроб.	Копійчук І.Р.				РОЗДІЛ 1.ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ . ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ	Літ.	Арк.
Перевір.	Саблій Л.А.						11
Реценз.						КПІ ім. Ігоря Сікорського, ФБТ,	
Н. Контр.							
Затверд.							

Таблиця 1.1 —Показники стічних вод пральні та душових
машинобудівного заводу [18]

Показники	Усереднені значення	Значення норм скиду у місті Маріуполь
ХСК, мг O ₂ /дм ³	125,0	500,0
Завислі речовини, мг/дм ³	81,0	300,0
pH	10,4	7,5
Фосфати, мг/дм ³	9,0	3,6
СПАР, мг/дм ³	9,67	1,1

Таблиця 1.2 – Показники стічних вод їдальні машинобудівного заводу[23]

Показники	Усереднені значення	Значення норм скиду у каналізацію міста Маріуполь
ХСК, мг O ₂ /дм ³	610,0	500,0
БСК, мг O ₂ /дм ³	400,0	250,0
Завислі речовини, мг/дм ³	100,0	300,0
Жири, мг/дм ³	150,0	30,0
pH	6,4	7,5
СПАР, мг/дм ³	1,5	1,1

Отже, дані показники перевищують норми скиду у міську каналізацію, тому необхідна попередня локальна очистка води, щоб скинути у каналізацію міста. Основними забруднюючими речовинами у стічних водах заводу у пральнях є фосфор та СПАР, а у їдальні – БСК та жири.

					ЕКБ.БЕ7107.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

1.2 Обґрунтування вибору технології попереднього очищення стічних вод машинобудівного заводу

Для очищення стічних вод машинобудівного заводу використовуємо очищення у локальній очисній станції до показників норм скиду у систему водовідведення міста Маріуполь.

При виборі технології очищення потрібно опиратися на ефективність технології, економічність та як технологія впливає на екологію навколишнього середовища.

При очищенні стічних вод машинобудівного заводу найбільшу частину складають механічні домішки, які забираються за допомогою решіток, жирословачів. Так, як у воді міститься велика кількість фосфору, то краще застосовувати коагуляцію-флотацію. Обраний фізико-хімічний метод знизить концентрацію забруднень стічних вод до норм, і тоді можна буде очищену воду скидати у міську каналізацію.

1.3 Аналіз літератури щодо технологій попереднього очищення стічних вод машинобудівного заводу

1.3.1 Технології очистки стічних вод пральні машинобудівного заводу

Технологія мембранної очистки стічної води

Очистку води у даній технології здійснюють за допомогою мікрофільтрації. У якості мікрофільтра використовують мембрану з тонких керамічних трубок.

Перед тим як вода потрапляє до мікрофільтра, то вона проходить через усереднювач, щоб концентрація речовин у всій воді стала однаковою.

Тоді вже потрапляє до мікрофільтра. Стічна вода подається на зовнішню частину трубок. Пермеат, тобто очищена вода, відводиться у середину трубок, щоб це сталося, то подається зворотне повітря під тиском, яке виштовхує воду, а домішки утилізуються [21].

					ЕКБ.БЕ7107.ДП	Арк.
						13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дане явище називається зворотним осмосом. Під час зворотного осмосу використовують напівпроникну мембрану та тиск, під дією якого вода проникає через мембрану. У результаті утворюється ретенант, який можна утилізувати та з нього виготовити добрива, а очищена вода відправляється до каналізації [22].

Очищена вода має такі показники: ХСК – 105 мг/дм³, фосфати – 1,0 мг/дм³, ЗР – 0,5 мг/дм³ [21].

Технологія із двоступеневим флотатором та безнапірним фільтром

Основними забруднювачами води є фосфати та СПАР, які перевищують допустимі норми. Тому для їх видалення використовується флотатор із двома камерами та безнапірний фільтр, схема яких зображена на рисунку 1.1.

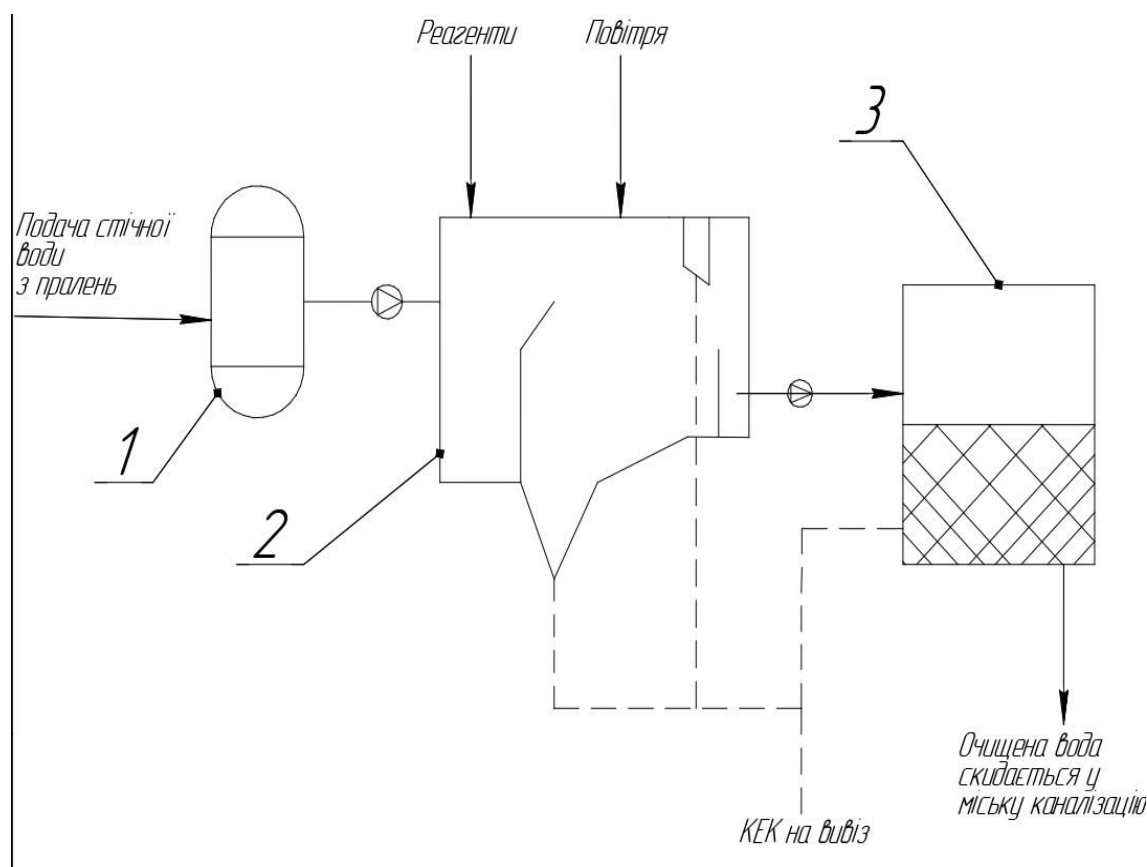


Рисунок 1.1 – Схема технології із напірним флотатором та безнапірним фільтром

1 – усереднювач; 2 – флотатор; 3 – безнапірний фільтр.

					ЕКБ.БЕ7107.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Спочатку забруднена вода потрапляє в усереднювач так, як на різних етапах прання ти при пранні різного одягу, виділяється відмінна кількість певної речовини.

Тоді усереднена вода надходить до першої камери флотатора. Тут відбувається безнапірна флотація із додаванням коагулянтів та флокулянтів. Ці реагенти послаблюють гідрофільні властивості завислих речовин та СПАР, це призводить до того, що ЗР та СПАР можуть прилипати до бульбок повітря та з легкістю видалятися за допомогою флотації. У якості коагулянта використовують Al_2O_3 , а замість флокулянта – поліакриламід. У першу камеру подається повітря, утворюється піна із СПАР та ЗР, яку видаляють гідравлічним методом. Піна відводиться у відстійники, а вода переходить до другої камери [18].

У другій камері здійснюється більш глибока очистка. Тут відбувається довший контакт води з киснем та реагентами, що дозволяє більше видалити СПАР та ЗР.

Після флотатора вода потрапляє у фотохімічний реактор, там фотохімічним методом окиснюється СПАР, і відбувається їхня деструкція з утворенням нерозчинного осаду, який видаляється на безнапірних фільтрах. І отримуємо очищену воду, яку можна скидати у каналізацію.

Провівши очистку води, показники стали такими: ЗР – $6,0 \text{ мг/дм}^3$, ХСК – $19,5 \text{ мг/дм}^3$, СПАР – $0,55 \text{ мг/дм}^3$, фосфати – $0,05 \text{ мг/дм}^3$ [18].

Дана технологія є набагато дешевшою та краще очищає стічну воду, ніж мембранна технологія.

1.3.2 Технології очистки стічних вод їдальні машинобудівного заводу

Метод електрокоагуляції

Установка електрокоагуляційного методу, який зображений на рисунку 1.2, складається із електрохімічного реактора та сепаратора. Поєднання цих апаратів з легкістю може відділити жир від воли.

					ЕКБ.БЕ7107.ДП	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

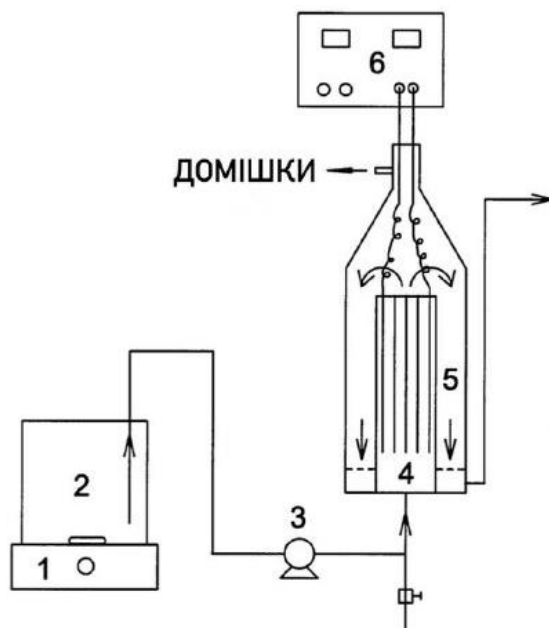


Рисунок 1.2 –Технологія очищення стічної води з використанням електрокоагуляції:

1 – мішалка; 2 – резервуар для подачі стічної води; 3 – насос; 4 – електрохімічний реактор; 5 – сепаратор; 6 – блок живлення постійного струму.

Спочатку забруднена вода потрапляє до резервуару з мішалкою, для того щоб рівномірно були розподілені усі компоненти. Тоді за допомогою насоса перекачується до електрохімічного реактора. На реакторі прикріплено 6 електродів, за допомогою них у воді появляються катіони алюмінію. Катіони діють як коагулянти, тобто знижують стійкість забруднюючих частинок, та при певному рН утворюються пластівці гідроксидів [24].

Тоді ця суміш потрапляє у сепаратор, де через різницю густин зверху утворюється шар пластівців, а знизу залишається вода. Тоді через верхню трубу забираються домішки, а знизу випускається чиста вода.

У результаті виділяється вода із такими значеннями: ХСК – 25,0 мг/дм³, жири – 3,5 мг/дм³, БСК – 66,0 мг О₂/дм³, ЗР – 15,0 мг/дм³ [23].

Метод ультрафільтрації

Під час даного методу очистка, вода потрапляє під великим тиском до фільтра. Там вона проходить через систему мембран.

					ЕКБ.БЕ7107.ДП	Арк.
						16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Пори мембран є меншими за клітини вірусів, тому домішки не можуть пройти через пори. Відповідно вода очищається від всіх жирів та домішок. Схема процесу ультрафільтрації зображена на рисунку 1.3.

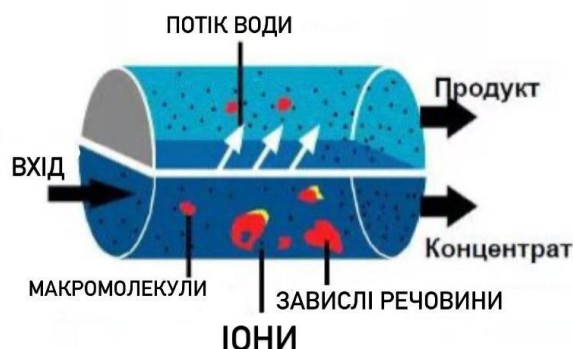


Рисунок 1.3 – Схема процесу ультрафільтрації

Після очистки стічної води, досягли таких результатів: рН – 7,5, БСК – 60,0 мг O_2 /дм³, ХСК – 140 мг/дм³, ЗР – 5,7 мг/дм³, жири – 1,0 мг/дм³ [20].

Дана технологія є менш ефективною, тому обираємо електрокоагуляцію, яка є компактною та не дорогою у використанні і краще очищає.

1.4. Вибір технології попереднього очищення стічних вод машинобудівного заводу

Проаналізувавши існуючі методи очистки стічних вод машинобудівного заводу, було обрано для води після пральні рисунок 1.1, а для очистки води після їдальні – рисунок 1.3. Дані технології є недорогими, займають не багато місця, очищають воду до потрібних норм скиду краще, ніж інші.

Концентрації забруднюючих речовин в стічних водах до і після локальної очистки на підприємстві наведено у таблиці 1.3 та 1.4.

					ЕКБ.БЕ7107.ДП	Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.3 —Показники стічних вод пральні до та після попереднього очищення двоступінчастим флотатором та безнапірним фільтром

Показники	До очистки	Після очистки
ХСК, мг/дм ³	125,0	19,5
ЗР, мг/дм ³	81,0	6,0
рН	10,4	7,0
Фосфати, мг/дм ³	9,0	0,05
СПАР, мг/дм ³	9,67	0,55

Таблиця 1.4 –Показники стічних вод ідальні до та після попереднього очищення за технологією ультрафільтрації.

Показники	До очистки	Після очистки
ХСК, мг/дм ³	610,0	110,0
БСК ₅ , мг О ₂ /дм ³	400,0	66,0
СПАР, мг/дм ³	1,5	0,5
Жири, мг/дм ³	150,0	3,5
ЗР, мг/дм ³	100,0	15,0
рН	6,4	7,0

У результаті очистки води обраними технологіями, було очищено воду до потрібних норм скиду у каналізацію міста Маріуполь.

Для подальших розрахунків будуть використовуватися усереднені значення очищеної води після двох різних технологій очистки.

Таблиця 1.4 – Показники очищеної стічної води для скиду у міську каналізацію

Показники	Усереднені значення
БСК _{повн} , мг О ₂ /дм ³	60,0
ХСК, мг/дм ³	80,0

ЗР, мг/дм ³	10,0
Жири, мг/дм ³	3,5
Фосфати, мг/дм ³	0,05
рН	7,0
СПАР, мг/дм ³	0,5

1.5 Технологія біологічної очистки стічних вод міста

Маріуполь

Для очищення стічних вод міста Маріуполь було обрано технологічну схему (рисунок 1.5.1), враховуючи витрати стічної води, яка потрапляє на очистку. Витрата стічної води за добу міста Маріуполь становить –

135 000 м³/добу.

Після того, як забруднена вода пройшла очищення на локальній очисній станції машинобудівного заводу, вона потрапляє до приймальної камери.

З приймальної камери стічні води направляються на механічну очистку на решітках 1, де затримується сміття, величина якого, залежить від розміру прозорів решіток, та потрапляє у пісковловлювачі 2 для забору мінеральних домішок [3].

У первинному відстійнику 3 відбувається освітлення води, у зв'язку з тим, що осаджуються нерозчинні домішки, які мають більшу густину, ніж вода. Далі для біологічної очистки обираємо аеротенк так, як при витраті стічної води більше 40 000 м³/добу, біофільтр буде не ефективним. За допомогою активного мулу відбувається очистка води у аеротенку 4 [4].

Очищена вода з активним мулом переміщається до вторинного відстійника 5. Очищена вода далі проходить знезараження хлорною водою і скидається у водойму.

Сирий осад, який затримується в первинних відстійниках, та активний мул, який затримується у вторинних відстійниках, відправляються у аеробний

					ЕКБ.БЕ7107.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

стабілізатор 11 для стабілізації [5]. Стабілізований активний мул відправляється на дегельмінтизацію, згущування, пресування та складається на спеціально відведених майданчиках для зневодненого осаду.

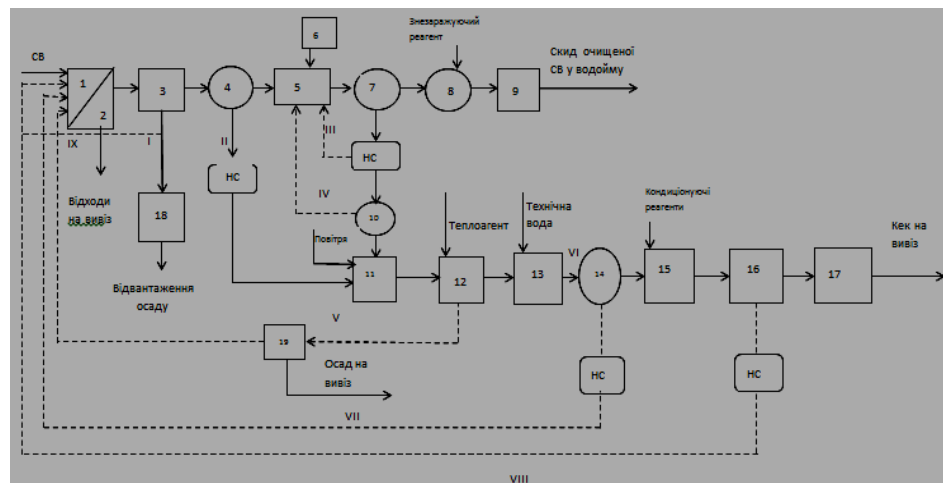


Рисунок 1.5.1 – Схема очищення стічних вод міста Маріуполь та машинобудівного заводу

1 – решітки; 2 – пісковловлювач; 3 – первинний відстійник; 4 – аеротенк; 5 – повітродувна станція; 6 – вторинний відстійник; 7 – змішувач; 8 – контактний резервуар; 9 – ущільнювач НАМ; 10 – аеробний стабілізатор, куди підводиться повітря з повітрянодувної станції 6; 11 – камера дегельмінтизації; 12 – камера промивання осаду; 13 – згущувач осаду; 14 – камера коагуляції (зневоднення осаду); 15 – фільтр-прес; 16 – майданчик для складування зневодненого осаду; 17 – піскові майданчики; 18 – аварійні мулові майданчики; НС – насосна станція.

I – осад на піскові майданчики; II – сирий осад до аеробного стабілізатора; III – рециркуляційний активний мул; IV – мулова вода; V – аварійний скид-стабілізованого осаду на аварійні мулові майданчики; VI – стабілізований осад до мулозгущувача; VII – мулова вода в канал перед решітками; VIII, IX – дренажна вода в канал перед решітками.

1.6 Характеристика біологічного агенту

Активний мул – це скупчення бактерій та найпростіших мікроорганізмів,

					ЕКБ.БЕ7107.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

які очищають забруднену воду. Активний мул складається із живих організмів та субстрату. До субстрату відносяться відмерлі водорості та інші тверді залишки. Вид живих організмів залежить від складових, температури, рН води.

Для того, щоб активний мул очищав воду необхідна постійна подача кисню, та контроль рівня температури та рН. При недостатчі кисню, починає погіршуватися робота мулу, тому потрібно слідкувати за наявністю надлишкового мулу і видаляти його [25].

На субстраті спочатку появляються бактерії, тоді вони виділяють речовини, які стимулюють розвиток найпростіших. Ця речовина є склеюючою, тому активний мул утворюється комочками 3-150 мкм. Чим більші комочки активного мулу, тим швидше вони осідають, очистивши воду. Стан АМ показує його муловий індекс [8].

Різноманітність організмів у АМ дозволяють легко реагувати на зміну концентрації забруднюючих речовин, та продовжувати ефективно очищати.

До мікроорганізмів, які є в АМ відносяться такі роди: *Actinomyces*, *Arthrobacter*, *Bacillus*, *Bacterium*, *Corynebacterium*, *Desulfotomaculum*, *Desulfovibrio*, *Micrococcus*, *Pseudomonas*, *Sarcina* та інші.

Багато видів організмів можуть бути шкідливими при очистці води. Наприклад, *Sphaerotilus natans* є нитчастою бактерією, при велику утворенні вона заважає активному мулу осаджуватися, тому вода погано очищається.

Гриби є важливими під час очистки, вони є активним мінералізаторами, але їх легко можна поплутати із водоростями чи нитчастими бактеріями. Переважно ростуть плісняві гриби. При великій кількості грибів виникають проблеми при очистці води, вони перешкоджають осадженню АМ.

Водорості виконують основну роль при очистці стічної води. Вони мінералізують органічні з'єднання. Дозволять знешкодити сполуки з фосфором та азотом. Хоч в аеротенках водорості використовуються дуже рідко.

					ЕКБ.БЕ7107.ДП	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Найпростіші харчуються бактеріями та завислими речовинами, що освітлює воду та позбавляє шкідливих речовин, також вони слугують індикаторами, які визначають наявність різних сполук.

Наприклад, якщо у воді появляється *Амoeba Utaх*, то значить вода є забрудненою, а при появі *A. Radiosa* це означає, що вода є чистою.

При появі великої кількості джгутиків це свідчить про погану роботу очисної споруди чи малу кількість кисню.

Наявність певного організму може свідчити про появу у воді якоїсь сполуки, чи про несправність обладнання, чи при поганій очистці, чи свідчення про те, що вода є чистою.

					ЕКБ.БЕ7107.ДП	Арк.
						22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2. БІОХІМІЧНІ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

2.1. Схема перебігу процесів

Аеробна очистка води відбувається в аеротенках за допомогою активного мулу. Основну роль в очистці відіграють бактерії. На очисних станціях очищається вода від всіх органічних та неорганічних сполук, які можуть зашкодити.

Під час знешкодження мікроорганізмами шкідливих речовин з води відбуваються різні біохімічні процеси.

В аеротенк потрапляє забруднена вода та активний мул. АМ від верхньої частини осідає вниз, під час цього завислі речовини прилипають до поверхні пластівців та осідають на дно. Далше відбувається адсорбція сполук на поверхні АМ та поглинання сорбованих речовин всередину клітини.

Після потрапляння у клітину, всередині відбуваються біохімічні процеси, де за допомогою ферментів, складні сполуки розщеплюються до простих з'єднань.

У результаті розщеплення складних сполук можуть утворюватися різні речовини. Наприклад, під час розщеплення жири під дією ліпази можуть розщепити до гліцерину та кислоти. Гліцерин далі окиснюється до піровиноградної кислоти та потрапляє до циклу трикарбонових кислот, де перетворюється на вуглекислий газ та воду. А жирна кислота повільно повільно розщеплюється за допомогою коферменту А [28].

Під час процесу окиснення етилового спирту за допомогою ацетокислих бактерій утворюється оцтова кислота та вода. Кислота вилучається та відправляється на виготовлення оцту.

					ЕКБ.БЕ7107.ДП				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	РОЗДІЛ 2. БІОХІМІЧНІ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ	Лім.	Арк.	Акрушіє	
Розроб.		Копійчук І.Р.							
Перевір.		Саблій Л.А.					23	61	
Реценз.						КПІ ім. Ігоря Сікорського, ФБТ,			
Н. Контр.									
Затверд.									

Білки розчіпляються за допомогою протеолітичних ферментів на пептидні ланцюги і окремі амінокислоти. Після гідролізу продукти розкладу білка стають доступними для мікроорганізмів.

Нуклеїнові кислоти під дією нуклеаз розчіпляються на окремі нуклеотиди. Бактерії, які мінералізують нуклеотиди, звільняють звідти залишки фосфатної кислоти, а бактерії роду *Mycobacterium* розкладають азотисті основи нуклеотидів і утворюють сечовину та органічні кислоти, які потім мінералізуються до аміака, двоокис вуглецю та воду.

2.2. Характеристика кінцевого продукту.

У кінцевому результаті біологічного очищення міських стічних вод міста Маріуполь та машинобудівного заводу отримана очищена стічна вода. Вода є очищеною до норм концентрацій речовин, які забруднюють, які вказано у таблиці 2.1. Це норми скиду в систему водовідведення міста.

Після очищення виходить чиста вода без шкідливих речовин, яку можна скидати у господарсько-питну водойму.

Таблиця 2.1 Норми концентрацій забруднюючих речовин для скиду у річку Кальміус [19]

Показники якості стічних вод		Одиниця виміру	Максимально допустиме значення показника (концентрація в пробі стічних вод споживача)
1.	Завислі речовини	мг/дм ³	21,9
2.	БСК ₅	мгО ₂ /дм ³	4,3
3.	БСК _{повн}	мгО ₂ /дм ³	5,7
4.	ХСК	мгО ₂ /дм ³	24,1
5.	Фосфати(PO ₄ ³⁺)	мг/дм ³	1,55
6.	СПАР	мг/дм ³	0,5
7.	Жири рослинні та тваринні	мг/дм ³	10,0
8.	рН	-	7,5

РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Сировина та матеріали

Таблиця 3.1 – Характеристика сировини, матеріалів та напівпродуктів, які використовуються під час біологічної очистки

Назва продукту	Документ, яким проводиться контроль даної продукції	Показники та їх значення, які перевіряються документом у продукції
Сировина:		
Стічні води з машинобудівного заводу та міста Маріуполь	ДБН В.2.5-75:2013	Витрата води за добу; температура води не більше 40°C; рН води 6,5 – 8,5; Концентрація ЗР, ХСК, БСК, СПАР; Вміст жирів та фосфору.
Водопровідна вода	ДСТУ 7525:2014 Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості	Колір води; запах води; відсутність шкідливих мікроорганізмів; показники ХСК, БСК та інших; жорсткість води
Допоміжна сировина:		

					ЕКБ.БЕ7107.ДП				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					
Розроб.	Копійчук І.Р.				РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Літ.	Арк.	Акрушів	
Перевір.	Саблій Л.А.						25	61	
Реценз.						КПІ ім. Ігоря Сікорського, ФБТ,			
Н. Контр.									
Затверд.									

Негашене вапно	ДСТУ Б В.2.7-90:2011	Вміст СаО; зовнішній вигляд – білий порошок, який погано розчиняється у воді.
Хлорид заліза	ТУ У 24.1-05444552-045-2005 ТУ У 24.1-03341374-001:2008	Колір розчину – темно-червоне забарвлення; вміст хлориду заліза у розчині.
Напівпродукт:		
Осад	СанПіН 2.1.7.57396	Яйця гельмінтів -- 0; патогенні м/о – 0; рН – 5,5 – 8,5; зольність 30%.

3.2 Опис технологічного процесу

У даній технології піддається очищенню стічні води міста Маріуполь та машинобудівного заводу об'ємом 135 000 м³/добу.

ДР1 Підготовка аераційного повітря.

Для того, щоб підготувати аераційне повітря до використання, потрібно його стиснути та видалити з повітря частинки пилу. Проконтролювати вологість та температуру повітря.

ДР1.1 Забір повітря з атмосфери.

Забір повітря відбувається на висоті 4-6 м, це здійснюється виносними трубами повітрезабірника. Температура атмосферного повітря коливається між -20°C до 40°C.

ДР 1.2 Фільтрування повітря.

Повітря очищається через фільтр Петрянова для затримання пилу. Температура повітря не повинна перевищувати 60°C. Ефективність очищення складає 98% [7].

					ЕКБ.БЕ7107.ДП	Арк.
						26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДР 1.3 Компресування повітря .

Для того щоб стиснути повітря його потрібно компресувати повітродувкою. Проводять контроль тиску манометром. Стиснене повітря подається у аеротенк і в аеробний стабілізатор.

ДР 2 Підготовка хлорної води.

Для виготовлення хлорної води спочатку хлор, який знаходиться у рідкому стані, переводять у хлор газ, потім хлор-газ і водопровідну воду, яка пройшла контроль згідно ДСТУ, змішують та використовують. Рідкий хлор не використовують, бо в нього мала розчинність. Хлор використовують для обробки стічних вод На даній стадії потрібно здійснювати контроль концентрації активного хлору у воді. Хлорна вода відправляється до ТП8, де відбувається знезараження очищеної води.

ДР 3 Підготовка розчину хлориду заліза (ІІІ).

Для обробки надлишкового активного мулу та осадів стічних вод , використовують хлорид заліза (ІІІ) як коагулянт. Концентрація коагулянту у розчині становить 5-10 %. Розчин готується відповідно до ДБН. Після виготовлення відправляється на стадію ПВ 9.4, де відбувається коагуляція осаду. На даній стадії ведеться контроль якості речовини.

ДР 4 Підготовка розчину гашеного вапна

Гашене вапно виготовляється згідно ДБН. Негашене вапно розбавляється у водопровідній воді. На стадій ведеться контроль концентрації СаО та якості сировини. За допомогою виготовленого гашеного вапна змінюється значення рН від кислого до нейтрального на стадії ПВ 9.4.

ТП 5 Механічне очищення стічних вод.

ТП 5.1 Проціджування СВ через решітки.

Очисні решітки встановлюються для вилучення зі стічних вод великих домішок. Так, як під час проходження води по трубах до очисної станції, вода забруднюється різними залишками, які можуть значно зашкодити роботі станції. Швидкість потоку рідини крізь апарат становить - 0,8-1,0 м/с [8]. Відходи, які утворилися, скидаються до вихідного лотка для вивезення. На

					ЕКБ.БЕ7107.ДП	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

цьому етапі відбувається контроль здатності ґраток пропускати воду, це значення має становити не менше 60%.

ТП 5.2 Очищення на пісковловлювачах.

Пісколовловлювачі використовують для затримання мінеральних домішок, при великій витраті стічної води на добу краще використовувати вертикальні пісковловлювачі, швидкість руху яких становить 0,15 - 0,3 м/с. Гідравлічна крупність затримання піску $\Gamma_k = 13,2 - 24,2$ мм/с [17]. Піщана пульпа, яка утворилася, відводиться на піскові майданчики ПВ 11 і після висушування вивозиться, а дренажна вода відправляється на повторну очистку до ТП 5.1.

ТП 5.3 Первинне відстоювання.

Стічні води після проходження решіток і пісковловлювачів містять велику кількість завислих речовин. Для того, щоб знешкодити підвищення приросту активного мулу в аеротенках, встановлюються радіальні первинні відстійники. Концентрація ЗР не має перевищувати 150 мг/дм³.

Осад, який утворився, відправляється ПВ 9.1 для ущільнення, а в подальшому для аеробної стабілізації. Дати технологічні параметри! Продуктивність одного відстійника дорівнює $q_{set} = 1105 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$, ефект затримання ЗР – $E_{set} = 30,9\%$, гідравлічна крупність затриманих ЗР – $U_o = 1,53 \frac{\text{мм}}{\text{с}}$.

ТП 6 Біологічне очищення стічних вод.

ТП 6.1 Очищення стічних вод в аеротенку.

Від ТП 5.3 вода проходить для очищення в аеротенку-витиснювачі з регенератором. Аеротенк являє собою довгий залізобетонний басейн, через який проходить потік води. Процеси окиснення відбуваються за участю активного мулу. Циркуляційний активний мул подається на початок першого коридору аеротенка. До аеротенку підводиться стиснуте повітря із ДР 1.3. На цій стадії ведеться контроль інтенсивності аерації, рН стічної води і температури. Доза активного мулу в аеротенку становить 3 г/дм³, доза АМ в

					ЕКБ.БЕ7107.ДП	Арк.
						28
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

регенераторі – $a_p = 8 \text{ г/дм}^3$, тривалість аерації – $t_a = 8 \text{ г/дм}^3$,
 тривалість регенерації – $t_p = 4,2 \text{ год.}$, витрата повітря – $Q_{\text{пов}}^{\text{сер}} = 87270 \frac{\text{м}^3}{\text{год.}}$,
 приріст активного мулу в аеротенку 185 мг/дм^3 . [8].

ТП 7 Відстоювання у вторинному відстійнику.

Вода після очищення в аеротенку із надлишковим активним мулом потрапляє до вторинного радіального відстійника. Рециркулюючий активний мул повертається на вхід до аеротенку ТП 6.1. Надлишковий активний мул, що накопичується у вторинному відстійнику направляється на стадію ПВ 9.1 для ущільнення надлишкового активного мулу. Рециркуляційний активний мул подається в аеротенк ТП 6.1. [12]. Концентрація ЗР в очищеній воді становить 15 мг/дм^3 , БСК_{повн} очищеної води – 15 мг/дм^3 . Навантаження на вторинний відстійник – $q_m = 343 \frac{\text{мг}}{\text{г}} \cdot \text{добу}$, муловий індекс становить $J = 80 \frac{\text{см}^3}{\text{г}}$.

ТП 8 Знезараження очищеної стічної води.

Із стадії ДР 2 подається хлорна вода для знезараження очищеної води. У резервуар потрапляє очищена вода, та подається хлорна вода, де відбувається знезараження води від патогенних мікроорганізмів. Час знезараження стічної води хлорною водою становить 30 хв. Доза активного хлору становить 3 мг/дм^3 . Очищена вода після хлорування скидається у водойму.

ПВ 9 Обробка осаду та надлишкового активного мулу.

ПВ 9.1 Ущільнення надлишкового активного мулу

На даному етапі знижується вологість надлишкового активного мулу, який поступив із ТП 7 та ТП 5.3, до 96 – 97% це зменшить об'єм осадів та полегшить подальшу обробку осаду. Мулова вода відправляється до ТП 5.1 для повторної очистки [13]. Ущільнення відбувається протягом 10 годин.

ПВ 9.2. Аеробна стабілізація ущільненого надлишкового активного мулу і осаду

Аеробна стабілізація призначена для обробки надлишкового активного мулу, який надходить з аеротенків і відділяється у вторинних відстійниках на стадії ТП 7 та сирого осаду з первинних відстійників на стадії ТП 5.3, але перед

					ЕКБ.БЕ7107.ДП	Арк.
						29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

тим як ці осади потрапляють до аеробного стабілізатора, вони проходять етап ущільнення для легшого наступного використання. Біохімічному розпаду піддається біля 65-80% беззольної речовини активного мулу. Процес триває 8 діб при температурі 26,5°C, витрата повітря становить 10200 м³/год. Ведеться контроль повітря, температури та рН.

ПВ 9.3 Дегельмінтизація.

Для дегельмінтизації ущільненого стабілізованого осаду з ТП 9.4 відбувається обробка паром від ДР 2 при температурі 65±1°C, протягом 20 хвилин [14]. На даній стадії ведеться контроль температури. Очищений стабілізований осад від патогенних мікроорганізмів та гельмінтів відправляється до ПВ 9.4.

ПВ 9.4 Коагуляція ущільненого осаду.

В якості реагенту для коагуляції використовуємо 10%-ий попередньо підготовлений на стадії ДР3 розчин хлориду заліза (ІІІ). При його застосуванні рН має становити 6,5-8, за температури 20-25 °С. Також використовують для підлучення розчин гашеного вапна С=10%, який виготовлений на стадії ДР 4 [15]. Ведеться контроль температури та рівня рН.

ПВ 9.5 Зневоднення на фільтр-пресі.

Фільтрування здійснюється через тканину, яка закріплюється на пластмасових рамках, ущільнення досягається гідроциліндром з ручним приводом. Тиск фільтрації 0,3 мПа. Фільтрат зливається в лоток, а зневоднений осад після зняття тиску струшується з фільтрувальної тканини в пересувний контейнер. У результаті фільтрації утворюється фільтрат з мінімальною кількістю завислих речовин та зневоднений осад з вологістю 70-85%. Фільтрат відправляється на повторну очистку ТП 5.1, а зневоднений осад вивозять.

ПВ 10 Підсушування осаду на аварійних мулових майданчиках.

Стабілізований осад з ПВ 9.4 відводять для підсушування та зберігання, у разі несправності фільтр-пресу, на мулові майданчики. Підсушений осад вивозиться з очисної станції, а дренажна вода направляється на повторну

					ЕКБ.БЕ7107.ДП	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

очистку до ТП 5.1 [16].

ПВ 11 Підсушування на піскових майданчиках.

На даному етапі проходить випаровування вологи з поверхні шару піщаної пульпи з ТП 5.2. Підсушений пісок вивозиться з очисної станції, а дренажна вода направляється для повторної очистки до ТП 5.1.

3.3 Контроль виробництва

На основних етапах очистки стічних вод відбувається контроль виробництва для забезпечення виготовлення якісної продукції. Це допоможе вчасно виявити, на якому етапі є несправність приладу.

Таблиця 3.2 – Контроль проб на основних етапах очисної станції

№	Назва стадії процесу	Параметри, які контролюються	Частота контролю проби	Норма виміру та її відхилення	Метод контролю	Тип приладу, яким збирається проба; визначення показників
1	Стічна вода міста Маріуполь та попередньо очищена машинобудівного заводу	Витрата стічної води, м ³ /д.	1 раз за добу	135000 ± 3%	К _т	Вимірюється акустичним витратоміром.
		ЗР, мг/дм ³	Кожні 2 години, і раз на добу визначається середньодобове значення		К _х	Вимірюється гравіметричним методом.
		БСК _{пов} , мг/дм ³	2 рази в тиждень		К _х	Вимірюється методом відбору проби з титруванням після інкубації п днів
		pH	Кожні 2 години, і раз на добу визначається середньодобове значення	6,5-8,5 ± 0.05	К _х	Вимірюється рН-метром
		Температура, °С	Кожні 2 години, і раз на добу визначається	Не більше 40°С	К _т	Вимірюється термометром.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЕКБ.БЕ7107.ДП	
						Арк. 31

			середньодобове значення			
2	Підготовка аераційного повітря	Робочий тиск нагнітання у повітродувці, МПа	1 раз за добу	2,5 ± 2,5%	К _т	Вимірюється манометром
3	Виготовленн я хлорної води	Масова концентрація хлору, г/дм ³	1 раз за добу	85 ± 10-15%	К _х	Вимірюється концентратомір ом, який визначить концентрацію хлору у розчині
4	Підготовка розчину ферум хлориду (III)	Масова концентрація ферум хлориду (III), мг/дм ³	1 раз за добу	10 ± 10 - 15%	К _х	Вимірюється концентратомір ом, який визначить концентрацію ферум хлориду у розчині
5	Підготовка розчину гашеного вапна	Масова концентрація гашеного вапна, мг/дм ³	1 раз за добу	10 ± 10-15%	К _х	Вимірюється концентратомір ом
6	Стічна вода після решіток	Температур а, °С	1 раз за добу	Не більше 40	К _т	Вимірюється термометром
7	Стічна вода після пісковловлю вача	Масова концентрація мінеральних домішок на виході, мг/дм ³	1 раз за добу	0,8 ± 5 %	К _т	КНД 211.1.4.045-95
8	Стічна вода після первинного відстійника	Масова концентраці я ЗР на виході, мг/дм ³	Кожні 2 години, і раз на добу визначається середньодобове значення	> 150 ±5%	К _т	КНД 211.1.4.039-95
9	Очищення в аеротенку	рН	Кожні 2 години, і раз на добу визначається середньодобове значення	6,5-8,5 ±0,05	К _х	Вимірюється рН- електрометром
		Муловий індекс, см ³ /г	1 раз за добу	100- 120	К _т	Вимірюється методом відбору проби з титруванням після інкубації
						Арк.
						32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЕКБ.БЕ7107.ДП	

						п днів
		Температура, °С	Кожні 2 години, і раз на добу визначається середньодобове значення	18-20	К _Т	Вимірюється термометром
10	Очищення у вторинному відстійнику	Температура, °С	Кожні 2 години, і раз на добу визначається середньодобове значення	20-30	К _Т	Вимірюється термометром
		Масова концентрація ЗР, мг/дм ³	1 раз за добу	15	К _Х	Вимірюється гравіметричним методом
		Вологість надлишкового активного мулу, %	3 рази за тиждень	99,2-99,8	К _Т	Методика контролю за роботою очисних споруд, визначається датчиком вологості
11	Дезінфекція води хлорною водою	Доза активного хлору, %	1 раз за добу	5	К _Х	Вимірюється концентратоміром, який визначає концентрацію активного хлору у розчині
12	Очищена стічна вода	Температура, °С	Кожні 2 години, і раз на добу визначається середньодобове значення	18-20	К _Т	Вимірюється термометром
		рН	Кожні 2 години, і раз на добу визначається середньодобове значення	6,5-8,5	К _Х	Вимірюється рН-електрометром
		Масова концентрація ЗР, мг/дм ³	1 раз за добу	>15	К _Х	Вимірюється гравіметричним методом
		БСК _{повн} , мг/дм ³	1 раз за добу	>15	К _Х	КНД 211.1.4.024-95

13	Ущільнення осаду	Вологість, %	1 раз на тиждень	97-98	К _т	Методика контролю за роботою очисних споруд, визначається датчиком вологості
14	Аеробна стабілізація ущільненого осаду	Вологість, %	1 раз за тиждень	97-98	К _т	Методика контролю за роботою очисних споруд, визначається датчиком вологості
		Температура, °С	Кожні 2 години, і раз на добу визначається середньодобове значення	35	К _т	Вимірюється термометром
		Мікроскопіювання осаду	1 раз за тиждень		К _х	Досліджується за допомогою мікроскопа
15	Дегельмінтизація	Температура, °С	Кожні 2 години, і раз на добу визначається середньодобове значення	65±0,1%	К _т	Вимірюється термометром
16	Ущільнення осаду	Вологість, %	1 раз за тиждень	96	К _т	Методика контролю за роботою очисних споруд, визначається датчиком вологості
17	Коагуляція ущільненого осаду	Вміст ферум хлориду (III), %	1 раз за добу	2,8	К _х	Вимірюється дозатор-витратоміром
		Вміст негашеного вапна, %	1 раз за добу	5,6	К _х	Вимірюється дозатор-витратоміром

18	Зневоднення ущільненого осаду	Вологість, %	1 раз за тиждень	70%	К _т	Методика контролю за роботою очисних споруд, визначається датчиком вологості
----	-------------------------------------	-----------------	---------------------	-----	----------------	---

3.4 Матеріальний баланс

Для того, щоб розрахувати матеріальний баланс технологічного процесу, було розраховано такі дані: максимальну витрату стічних вод – 8233 м³/добу, концентрацію ЗР (217 мг/дм³) та БСК (250 мг/дм³) у суміші.

Визначаємо скільки стічної води надходить до біохімічної станції кожної години:

$$m_{\text{св}} = Q_{\text{св}} \cdot \rho_{\text{св}} = 8233 \cdot 1000 = 8\,233\,000 \frac{\text{кг}}{\text{год}} \quad (3.1)$$

Маса ЗР, які містяться у стічній воді:

$$m_{\text{зр}} = Q_{\text{св}} \cdot C_{\text{сум.ЗР}} = 8233 \cdot 0,217 = 1\,786,6 \text{ кг/год} \quad (3.2)$$

Можна припускати, що маса органічних речовин дорівнює БСК.

Маса органічних речовин, які містяться у стічній воді:

$$m_{\text{орг.реч.}} = Q_{\text{св}} \cdot C_{\text{сум.БСК}} = 8233 \cdot 0,250 = 2\,058,3 \text{ кг/год} \quad (3.3)$$

Матеріальний баланс первинного відстійника

Ефективність очистки води у первинному відстійнику складає $E = 30,9\%$, вологість осаду – 95%.

Маса ЗР, що осіли:

$$m_{\text{ЗР}}^{\text{осів}} = \frac{m_{\text{зр}} \cdot E}{100\%} = \frac{1786,6 \cdot 30,9}{100} = 552,1 \text{ кг/год.} \quad (3.4)$$

Маса ЗР, які залишились у воді:

$$m_{\text{ЗР}}^3 = m_{\text{зр}} - m_{\text{ЗР}}^{\text{осів}} = 1786,6 - 552,1 = 1234,5 \frac{\text{кг}}{\text{год}} \quad (3.5)$$

Маса вологого осаду становить:

$$m_{\text{в.с.}} = \frac{m_{\text{ЗР}}^{\text{осів}} \cdot 100\%}{100\% - W} = \frac{552,1 \cdot 100\%}{100\% - 95\%} = 11042 \text{ кг/год} \quad (3.6)$$

Маса води, яка вийшла після первинного відстійника:

					ЕКБ.БЕ7107.ДП	Арк.
						35
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$m_{CB}^{ocib} = m_{CB} - m_{B.C.} = 8233000 - 11042 = 8221958 \text{ кг/год} \quad (3.7)$$

Матеріальний баланс аеротенку:

Кількість зворотнього активного мулу, необхідного для біологічного очищення:

$$m_{ам} = D_{ам} \cdot Q_{CB} = 3 \cdot 8233 = 24699 \text{ кг/год} \quad (3.8)$$

де $D_{ам}$ – доза активного мулу, 3 кг/м³;

Маса вологого активного мулу ($\phi = 98 \%$) становить:

$$m_{B.AM} = \frac{m_{AM} \cdot 100\%}{100\% - W} = \frac{24699 \cdot 100\%}{100\% - 98\%} = 1\,234\,950 \text{ кг/год} \quad (3.9)$$

Приріст активного мулу становить 185 мг/дм³. Маса активного мулу, яка приростає:

$$m_{пр.АМ} = П \cdot Q_{CB} = 0,185 \cdot 8233 = 1523 \text{ кг/год} \quad (3.10)$$

Ефективність очищення в аеротенку складає 96%.

Маса видалених органічних речовин становить:

$$m_{орг.реч} = m_{орг.реч} \cdot E = 2058,3 \cdot 0,96 = 1976 \text{ кг/год} \quad (3.11)$$

Маса ЗР у воді після аеротенку:

$$m_{ЗР}^a = m_{AM} + m_{ЗР} + m_{пр.АМ} = 24699 + 1234,5 + 1523 = 27457 \text{ кг/год} \quad (3.12)$$

Матеріальний баланс вторинного відстійника:

Ефективність відділення при цьому становить $E = 87 \%$, а вологість осаду 98 %.

Маса активного мулу та ЗР, що осіли:

$$m_{AM ос.} = m_{AM,ЗР} \cdot E = 27457 \cdot 0,87 = 23887,2 \text{ кг/год} \quad (3.13)$$

Маса вологого осаду:

$$m_{B.ос.} = \frac{m_{AMос.} \cdot 100\%}{100\% - 98\%} = \frac{23887 \cdot 100\%}{2\%} = 1194358 \frac{\text{кг}}{\text{год}} \quad (3.14)$$

Маса води, яка виходить із вторинного відстійника:

$$m_{ВВ ОВ} = m_{a.ОВ} - m_{B.ос.} = 9458431 - 1194358 = 8264073 \text{ кг/год} \quad (3.15)$$

Маса активного мулу, що залишився у воді :

$$m_{AMзал.} = m_{ЗР}^a - m_{AMос.} = 27457 - 23887 = 3570 \text{ кг/год} \quad (3.16)$$

					ЕКБ.БЕ7107.ДП	Арк.
						36
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.3 – Матеріальний баланс.

Прихід	Кг/год	Витрата	Кг/год
Первинний відстійник:			
Стічна вода, яка поступила до первинного відстійника	8 233 000	Вода після первинного відстійника	8 221 958
ЗР	1 786,6	ЗР	1 234,5
		Вологий осад	11 042
Усього	8 233 000		8 233 000
Аеротенк:			
Стічна вода після первинного відстійника	8 221 958	Вода після очищення	9 456 455
ЗР	1 234,5	ЗР	27 457
Зворотний АМ	1 234 950	Видалені речовини	1 976
АМ	24 699		
Вода	1 210 251		
Приріст АМ	1 523		
Усього	9 458 431		9 458 431
Вторинний відстійник:			
Вода після аеротенку	9 456 455	Вода після очищення	8 264 073
ЗР	27 457	Дисперсні частинки	3 570
		Вологий осад	1 194 358
		АМ	23 887,2
		Волога	1 170 470,8
Усього	9 456 455		9 456 455

РОЗДІЛ 4. ВИБІР І ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЛАДНАННЯ

4.1 Розрахункові витрати стічних вод

Згідно завдання середні добові витрати стічних вод міста Маріуполь Q_m і машинобудівного підприємства Q_{mn} складають: $Q_m = 135\,000 \text{ м}^3 / \text{доб}$ і $Q_{mn} = 70 \text{ м}^3 / \text{доб}$.

Середньогодинна витрата стічних вод:

$$Q_{\text{сер.год.}} = \frac{Q_{\text{сер.доб.}}}{24} = \frac{135\,000}{24} = 5\,625 \text{ м}^3 / \text{год.} \quad (4.1)$$

Середньосекундна витрата стічних вод:

$$Q_{\text{сер.с}} = \frac{Q_{\text{сер.доб.}}}{24 \cdot 3600} = \frac{135\,000}{24 \cdot 3600} = 1,56 \text{ м}^3 / \text{с.} \quad (4.2)$$

Середньосекундна витрата в дм^3 становить:

$$q_{\text{сер.с.}} = Q_{\text{сер.с}} \cdot 1000 = 1,56 \cdot 1000 = 1560 \text{ дм}^3 / \text{с.} \quad (4.3)$$

Максимальна та мінімальні секундні витрати стічних вод становлять:

$$q_{\text{max.с.}} = K_{\text{max}} \cdot q_{\text{сер.с.}} = 1,466 \cdot 1560 = 2287 \text{ дм}^3 / \text{с.} \quad (4.4)$$

$$q_{\text{min.с.}} = K_{\text{min}} \cdot q_{\text{сер.с.}} = 0,693 \cdot 1560 = 1081 \text{ дм}^3 / \text{с.} \quad (4.5)$$

де $q_{\text{сер.с}}$ – середньосекундна витрата господарсько-побутових стічних вод;

$K_{\text{max}}, K_{\text{min}}$ – загальний максимальний і мінімальний коефіцієнти

відповідно нерівномірності водовідведення стічних вод. Визначається в

залежності від середньої витрати стічних вод: $K_{\text{max}} = 1,466$; $K_{\text{min}} = 0,693$ [11, табл. 2].

					ЕКБ.БЕ7107.ДП³⁸		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат			
Розроб.	Копійчук І.Р.				Розділ 4. Вибір і характеристика обладнання	Літ.	Арк.
Перевір.	Саблій Л. А.						61
Реценз.						КПІ ім. Ігоря Сікорського, ФБТ,	
Н. Контр.							
Затверд.							

Максимальна витрата стічних вод:

$$Q_{max} = 3,6 \cdot q_{max.c.} = 3,6 \cdot 2287 = 8\,233,1 \text{ м}^3/\text{год.} \quad (4.6)$$

Концентрація забруднень господарсько-побутових стічних вод визначається за формулою:

$$C = \frac{a \cdot N}{Q_{поб.}}, \frac{\text{мг}}{\text{дм}^3}, \quad (4.7)$$

де a – кількість забруднюючих речовин на одного жителя, г/добу, яка визначається за [11, табл. 25] і приймається: 65 г/добу завислих речовин; 75 г/добу – БСК_{повн}; 2,5 г/добу – ПАР;

N – кількість жителів міста, визначається з врахуванням норми водовідведення – 300 дм³/добу·люд;

$$N = \frac{Q_{поб}}{300} \cdot 1000 = \frac{134\,930 \cdot 1000}{300} = 450\,000 \text{ людей} \quad (4.8)$$

$Q_{поб.}$ – витрата господарсько-побутових стічних вод, м³/доб.

Концентрація завислих речовин у господарсько-побутових стічних водах:

$$C_{ЗР} = \frac{a_{ЗР} \cdot N}{Q_{поб}} = \frac{65 \cdot 450\,000}{134\,930} = 216,78 \text{ мг/дм}^3 \quad (4.9)$$

Концентрація органічних речовин за БСК_{повн} у господарсько-побутових стічних водах:

$$C_{БСК} = \frac{a_{БСК} \cdot N}{Q_{пов}} = \frac{75 \cdot 450\,000}{134\,930} = 250,13 \text{ мг/дм}^3 \quad (4.10)$$

Концентрація ПАР у господарсько-побутових стічних водах:

$$C_{ПАР} = \frac{a_{ПАР} \cdot N}{Q_{поб}} = \frac{2,5 \cdot 450\,000}{134\,930} = 8,34 \text{ мг/дм}^3 \quad (4.11)$$

Концентрація забруднень у суміші господарсько-побутових та виробничих стічних вод визначається за формулою:

$$C_{сум} = \frac{C_{пов} \cdot Q_{пов} + C_{вир} \cdot Q_{вир}}{Q_{пов} + Q_{вир}} \quad (4.12)$$

де $C_{вир}$ – концентрація забруднень у виробничих стічних водах після їх очищення на локальних очисних спорудах, мг/дм³;

		$Q_{вир}$ – витрата виробничих стічних вод, м ³ /доб.			Арк. 39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	
ЕКБ.БЕ7107.ДП					

Концентрація завислих речовин у суміші стічних водах:

$$C_{\text{сум.ЗР}} = \frac{C_{\text{ЗР}} \cdot Q_{\text{пов}} + C_{\text{вир.ЗР}} \cdot Q_{\text{вир}}}{Q_{\text{пов}} + Q_{\text{вир}}} = \frac{216,78 \cdot 134930 + 10 \cdot 70}{134930 + 70} = 217 \frac{\text{мг}}{\text{дм}^3} \quad (4.13)$$

Концентрація органічних речовин за БСК_{повн} у суміші стічних водах:

$$C_{\text{сум.БСК}} = \frac{C_{\text{БСК}} \cdot Q_{\text{пов}} + C_{\text{вир.БСК}} \cdot Q_{\text{вир}}}{Q_{\text{пов}} + Q_{\text{вир}}} = \frac{250,13 \cdot 134930 + 60 \cdot 70}{134930 + 70} = 250 \frac{\text{мг}}{\text{дм}^3} \quad (4.14)$$

Концентрація ПАР у суміші стічних водах:

$$C_{\text{сум.ПАР}} = \frac{C_{\text{ПАР}} \cdot Q_{\text{пов}} + C_{\text{вир.ПАР}} \cdot Q_{\text{вир}}}{Q_{\text{пов}} + Q_{\text{вир}}} = \frac{8,34 \cdot 134930 + 0,5 \cdot 70}{134930 + 70} = 8 \frac{\text{мг}}{\text{дм}^3} \quad (4.15)$$

4.2 Розрахунки необхідного ступеня очищення стічних вод

Річка Кальміус, в яку скидаються стічні води, має такі характеристичні дані: розрахункова витрата 95% забезпеченості дорівнює 20 м³/с, при цьому швидкість течії дорівнює 2 м/с, середня глибина становить 1,5 м, а коефіцієнт звивистості – 2,5. Річка за типом водокористування є господарсько-питна. Концентрація кисню влітку у річці Кальміус становить 8 мг/дм³, завислих речовин – 25 мг/дм³, БСК_{повн} – 2 мг/дм³. Середня температура води влітку -- 20°C.

Річка, яка знаходиться біля міста Маріуполь відноситься до господарсько-питного типу водокористування, що має наступні вимоги до води [9]:

1. Приріст вмісту завислих речовин < 0,25 мг/дм³;
2. Біохімічна потреба в кисні – < 3 мг/дм³;
3. Розчинений кисень – > 4 мг/дм³.

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

$$E = \frac{V_{\text{ср}} \cdot H_{\text{ср}}}{200} = \frac{2 \cdot 1,5}{200} = 0,015, \quad (4.16)$$

де $V_{\text{ср}}$ - середня швидкість течії води в річці між випуском стічних вод і розрахунковим створом 2 м/с;

$H_{\text{ср}}$ - середня глибина річки на тій же ділянці прийнято 1,5 м.

					ЕКБ.БЕ7107.ДП	40 Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$\alpha = \varphi \cdot \xi \cdot \sqrt[3]{\frac{E}{Q_{\text{серс}}}} = 1,9 \cdot 1,5 \cdot \sqrt[3]{\frac{0,015}{1,56}} = 0,6 \quad (4.17)$$

де φ - коефіцієнт звивистості річки, рівний відношенню відстані по фарватеру від місця випуску стічних вод до розрахункового створу до відстані між цими пунктами по прямій. Приймаємо $\varphi = 1,9$;

ξ - коефіцієнт, що залежить від місця і конструкції випуску стічних вод у водойму - 1,5;

$Q_{\text{серс}}$ - середньосекундна витрата стічних вод, що скидаються у водойму, м³/с.

Коефіцієнт змішування стічних вод з річковою водою визначається за формулою:

$$\gamma = \frac{1 - e^{-\alpha^2 \sqrt{L}}}{1 + \left(\frac{Q}{Q_{\text{серс}}}\right) e^{-\alpha^2 \sqrt{L}}} = \frac{1 - e^{-0,6^2 \sqrt{3000}}}{1 + \left(\frac{20}{1,56}\right) e^{-0,6^2 \sqrt{3000}}} = 0,99 \quad (4.18)$$

де L - відстань по фарватеру річки від місця випуску стічних вод до розрахункового створу 3000 м;

Q - розрахункова витрата води в річці при 95% забезпеченості дорівнює 20 м³/с;

$Q_{\text{серс}}$ - середньосекундна витрата стічних вод, що скидаються у водойму, м³/с.

Необхідний ступінь очищення стічних вод:

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

$$C_{\text{зр}}^{\text{доп}} = p \cdot \left(\frac{\gamma \cdot Q}{Q_{\text{серс}}} + 1 \right) + C_{\text{ф}} = 0,25 \cdot \left(\frac{0,99 \cdot 20}{1,56} + 1 \right) + 25 = 28,2 \text{ мг/дм}^3 \quad (4.19)$$

де p - приріст концентрації завислих речовин у водоймі після випуску стічних вод, 0,25 мг/дм³, враховуючи тип річки;

$C_{\text{ф}}$ - фонові концентрації завислих речовин у воді річки до місця випуску стічних вод 25 мг/дм³.

					ЕКБ.БЕ7107.ДП	Арк.
						41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$C_{\text{БСК}}^{\text{доп}} = \frac{\gamma \cdot Q}{Q_{\text{серс}}} \cdot \left(\frac{C_{\text{БСК}}^{\text{н}}}{10^{-kt}} - C_{\text{БСК}}^{\text{ф}} \right) + \frac{C_{\text{БСК}}^{\text{н}}}{10^{-kt}} = \frac{0,99 \cdot 20}{1,56} \left(\frac{3}{10^{-0,1 \cdot 0,017}} - 2 \right) + \frac{3}{10^{-0,1 \cdot 0,017}} = 15,56 \text{ мг/дм}^3 \quad (4.20)$$

Де $C_{\text{БСК}}^{\text{доп}}$ - значення БСК_{повн}, яке повинно бути досягнуто в процесі очищення стічних вод, мг/дм³;

$C_{\text{БСК}}^{\text{н}}$ - гранично-допустиме значення БСК_{повн} у розрахунковому створі річки, 3 мг/дм³, що визначається за типом водокористування.

$C_{\text{БСК}}^{\text{ф}}$ - фонове значення БСК_{повн} у воді річки до місця випуску стічних вод 2 мг/дм³;

k - коефіцієнт швидкості споживання кисню у суміші річкової і стічних вод. Цей показник залежить від температури влітку наступним чином:

T, °C	0	5	9	12	15	18	20	22	24
K	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,1	0,11	0,12

Температура води річки в яку скидаються стічні води влітку згідно з завданням T= 20 °C, звідси k =0.1 [10].

t - тривалість переміщення води від місця випуску до розрахункового створу становить:

$$t = \frac{L}{V_{\text{ср}} \cdot 24 \cdot 3600} = \frac{3000}{2 \cdot 24 \cdot 3600} = 0,017 \text{ доб.} \quad (4.21)$$

де L - відстань по фарватеру річки від місця випуску стічних вод до розрахункового створу 3000 м;

$V_{\text{ср}}$ - середня швидкість течії води в річці між випуском стічних вод і розрахунковим створом 2 м/с.

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

					ЕКБ.БЕ7107.ДП	Арк.
						42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C_{\text{БСК}}^{\text{O}_2} = \frac{\gamma \cdot Q}{0,4 \cdot Q_{\text{серс}}} \cdot (O_{\text{ф}} - 0,4 \cdot C_{\text{БСК}}^{\text{ф}} - O_{\text{min}}) - \frac{O_{\text{min}}}{0,4} = \frac{0,99 \cdot 20}{0,4 \cdot 1,56} \cdot$$

$$(8 - 0,4 \cdot 2 - 4) - \frac{4}{0,4} = 91,54 \text{ мг/дм}^3 \quad (4.22)$$

де $C_{\text{БСК}}^{\text{O}_2}$ - БСК_{повн} стічних вод, яке потрібно досягнути в процесі очищення, мг/дм³;

$O_{\text{ф}}$ - фонові концентрації розчиненого кисню у воді річки до місця випуску стічних вод 7,6 мг/дм³;

O_{min} - найменша концентрація розчиненого кисню, яка повинна бути забезпечена у водоймі 4 мг/дм³;

$C_{\text{БСК}}^{\text{ф}}$ - фонові значення БСК_{повн} у воді річки до місця випуску стічних вод 2 мг/дм³;

Отримане значення концентрації завислих речовин 28,2 мг/дм³ свідчить про достатність повного біологічного очищення, значення БСК_{повн} 15,6 мг/дм³ свідчить також про достатність повного біологічного очищення, бо повне біологічне очищення дозволяє досягти значень БСК_{повн} = 15 мг/дм³, $C_{\text{зр}} = 15$ мг/дм³ [11].

4.3 Розрахунки очисних споруд

Для механічного очищення стічних вод згідно з технологією рис. 1.5.1 використовуються первинні відстійники, ґратки та пісковловлювачі.

4.3.1 Розрахунок первинних відстійників.

Первинні відстійники використовують для видалення із стічних вод завислих речовин. Тип первинного відстійника вибирається в залежності від продуктивності очисної станції. Так, як у місті Маріуполь витрата води становить 135 00 м³/добу, то приймається радіальний [12].

Ефективність видалення завислих речовин у первинних відстійниках обчислюється за формулою:

$$E_{\text{set}} = \frac{C_{\text{зр}}^{\text{п}} - C_{\text{зр}}^{\text{к}}}{C_{\text{зр}}^{\text{п}}} \cdot 100\% = \frac{217 - 150}{217} \cdot 100\% = 30,9\% \quad (4.23)$$

де $C_{\text{зр}}^{\text{п}}$ - початкова концентрація завислих речовин на вході в споруду - 217 мг/дм³; $C_{\text{зр}}^{\text{к}}$ - концентрація завислих речовин на виході зі споруди - 150, мг/дм³.

					ЕКБ.БЕ7107.ДП	Арк.
						43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ефективність E_{set} відстоювання обумовлюється тим, що на біологічне очищення рекомендується подавати воду з вмістом завислих речовин, який не перевищує 150 мг/дм^3 .

Тривалість відстоювання стічних вод, при якій забезпечується необхідний ефект прояснення стічних вод, визначається за додатком К[10, табл. К.2] і становить: $t_{set}=512 \text{ с}$.

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

$$U_0 = \frac{1000 \cdot K_{set} \cdot H_{set}}{\alpha \cdot t_{set} \cdot \left(\frac{K_{set} \cdot H_{set}}{h}\right)^{n_2}} = \frac{1000 \cdot 0,45 \cdot 3,4}{1 \cdot 512 \cdot \left(\frac{0,45 \cdot 3,4}{0,5}\right)^{0,6}} = 1,53 \frac{\text{мм}}{\text{с}}, \quad (4.24)$$

де $K_{set} = 0,45$ - коефіцієнт використання зони об'єму, залежить від типу відстійника. Приймаємо радіальний тип ; H_{set} – робоча глибина відстійника, залежить від типу відстійника і дорівнює $3,4 \text{ м}$; α - коефіцієнт, що враховує температуру стічних вод [10, табл. К.3], $\alpha = 1,00$; t_{set} – тривалість відстоювання, 512 с ; h – висота лабораторного циліндра, $h = 0,5 \text{ м}$; n_2 – показник степеня, який залежить від агломерації частинок і дорівнює $0,5$, приймається за [10, табл. К.4].

Визначаємо продуктивність первинного відстійника. Для радіального типу відстійників:

$$q_{set} = 2,8 \cdot K_{set} \cdot (D^2 - d^2) (U_0 - v) = 2,8 \cdot 0,45 \cdot (40^2 - 2,0^2)(1,53 - 0) = 3077 \text{ м}^3/\text{год}. \quad (4.23)$$

де $D = 40$ – діаметр відстійника, м ; $d = 2,0$ – діаметр розподільного пристрою радіального відстійника чи центральної труби вертикального відстійника, м [10, табл. К.5]; $v = 0$ - турбулентна складова в залежності від швидкості руху стічних вод у споруді 5 мм/с [10, табл. К.6].

При визначенні розмірів відстійників доцільно орієнтуватися на розміри типових споруд. Кількість відстійників повинна бути не менша двох. Кількість первинних відстійників визначається за формулою:

$$N = \frac{Q_{max}}{q_{set}} = \frac{8233,1}{3077} = 2,7 \text{ шт}. \quad (4.24)$$

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

					ЕКБ.БЕ7107.ДП	Арк.
						44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо 3 первинних радіальних відстійника типу ТП 902-2-383.83 діаметром 40 м.

Розраховуємо фактичну продуктивність одного відстійника діаметром 40м:

$$q_{\phi} = \frac{Q_{\max}}{N_{\phi}} = \frac{8233,1}{3} = 2744 \text{ м}^3/\text{год.} \quad (4.25)$$

Фактична гідравлічна крупність затриманих частинок становить:

$$U_0^{\phi} = \frac{q_{\phi}}{2,8 \cdot K_{\text{set}} \cdot (D^2 - d^2)} = \frac{2744}{2,8 \cdot 0,45 \cdot (40^2 - 2,0^2)} = 1,36 \text{ мм/с.} \quad (4.26)$$

Фактична тривалість перебування стічних вод у первинному відстійнику становить:

$$t_{\text{set}}^{\phi} = \frac{1000 \cdot K_{\text{set}} \cdot H_{\text{set}}}{U_0^{\phi} \cdot \alpha \cdot \left(\frac{K_{\text{set}} \cdot H_{\text{set}}}{h}\right)^{n_2}} = \frac{1000 \cdot 0,45 \cdot 3,4}{1,36 \cdot 1 \cdot \left(\frac{0,45 \cdot 3,4}{0,5}\right)^{0,5}} = 642,9 \text{ с.} \quad (4.27)$$

Фактична ефективність прояснення стічних вод при $C_{\text{поч}}$ і t_{set} становить [10, табл. К.2] : $E^{\phi}=44,3\%$.

При отриманому E^{ϕ} концентрація завислих речовин:

$$C_{\text{зр}}^{\text{к.}\phi} = C_{\text{зр}}^{\text{п}} - \frac{E^{\phi} \cdot C_{\text{зр}}^{\text{п}}}{100} = 217 - \frac{44,3 \cdot 217}{100} = 96,13 \text{ мг/дм}^3 \quad (4.28)$$

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

$$M_{\text{ос}} = \frac{(C_{\text{зр}}^{\text{п}} - C_{\text{зр}}^{\text{к.}\phi}) \cdot Q_{\text{сер.доб}} \cdot K}{10^6} = \frac{(217 - 96,13) \cdot 135000 \cdot 1,2}{10^6} = 19,6 \text{ т/добу} \quad (4.29)$$

Де $Q_{\text{сер.доб}}$ – витрата стічних вод, $\text{м}^3/\text{доб.}$; $K = 1,2$ – коефіцієнт, що враховує збільшення об'єму осаду за рахунок крупних часток зависі, які не виявляються при відборі проб для аналізу.

Добовий об'єм осаду:

$$V = \frac{100 \cdot M_{\text{ос}}}{100 - W_{\text{ос}}} = \frac{100 \cdot 19,6}{100 - 95} = 392 \text{ м}^3 \quad (4.30)$$

де $W_{\text{ос}} = 95$, вологість осаду, %

Таким чином, приймаються 3 первинних відстійників радіального типу діаметром 40 м типу ТП 902-2-383.83 і з діаметром 2,0 м розподільного пристрою радіального відстійника.

					ЕКБ.БЕ7107.ДП	Арк.
						45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.3.2 Розрахунок аеротенка

Після первинного відстійника значення БСК_{повн} зменшилося на 15%, тому тепер становить 212,5 мг/дм³. Згідно ДБН, при концентрації БСК_{повн} < 500 мг/дм³ приймаємо аеротенк-витиснювач з регенерацією активного мулу (БСК_{повн} > 150 мг/дм³).

Попередньо приймаємо дозу активного мулу в зоні аерації 3 г/дм³ та значення мулового індексу 80 см³/г. Для прийнятих значень визначається ступінь рециркуляції активного мулу:

$$R = \frac{a_a}{\frac{1000}{J} - a_a} = \frac{3}{\frac{1000}{80} - 3} = 0,3 \quad (4.31)$$

де a_a – доза мулу, що дорівнює 3 г/дм³; J – муловий індекс, який становить 80 см³/г.

Доза активного мулу в регенераторі визначається за формулою:

$$a_p = a_a \cdot \left(\frac{1}{2R} + 1 \right) = 3 \cdot \left(\frac{1}{2 \cdot 0,3} + 1 \right) = 8 \text{ г/дм}^3 \quad (4.32)$$

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

$$L_{\text{сум}} = \frac{C_{\text{сумБСК}}^a + C_{\text{БСК}}^k \cdot R}{1 + R} = \frac{212,5 + 15 \cdot 0,3}{1 + 0,3} = 166,92 \text{ мг/дм}^3 \quad (4.33)$$

де $C_{\text{сумБСК}}^a$ – показник БСК_{повн} стічних вод 212,5, що надходять в аеротенк, мг/дм³; $C_{\text{БСК}}^k$ – показник БСК_{повн} в очищеній воді після повного біологічного очищення, мг/дм³.

Тривалість обробки стічних вод в аеротенку визначається за формулою:

$$t_a = \frac{2,5}{\sqrt{a_a}} \cdot \lg \frac{L_{\text{сум}}}{C_{\text{БСК}}^k} = \frac{2,5}{\sqrt{3}} \cdot \lg \frac{166,92}{15} = 1,52 \text{ год.} \quad (4.34)$$

Питома швидкість окиснення забруднень активним мулом визначається за формулою:

$$\rho = \rho_{\text{max}} \frac{C_{\text{БСК}}^k \cdot C_o}{C_{\text{БСК}}^k \cdot C_o + K_L \cdot C_o + K_o \cdot C_{\text{БСК}}^k} \cdot \frac{1}{1 + \varphi \cdot a_p} \quad (4.33)$$

$$= 85 \cdot \frac{15 \cdot 2}{15 \cdot 2 + 33 \cdot 2 + 0,625 \cdot 15} \cdot \frac{1}{1 + 0,07 \cdot 8} = 15,5 \frac{\text{мг}}{\text{г} \cdot \text{год}}$$

					ЕКБ.БЕ7107.ДП	Арк.
						46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $\rho_{max}=85$ мг/(г·год) – максимальна швидкість окиснення стічних вод; C_o – концентрація розчиненого кисню в муловій суміші, яка приймається 2 мг/дм³; K_L - константа, яка характеризує властивості органічних забруднень, складає 33 мг·БПК_{повн}/дм³; K_o – константа, яка характеризує вплив кисню, становить 0,625 мгО₂/дм³; ϕ - коефіцієнт інгібування продуктами розпаду активного мулу, складає 0,07 дм³/г [11, табл.40].

Тривалість окиснення органічних забруднень визначається за формулою:

$$t_o = \frac{C_{\text{сумБСК}}^a - C_{\text{БСК}}^k}{a_p(1-S) \cdot \rho \cdot R} \cdot \frac{15}{T_{\text{сер.р}}} = \frac{212,5 - 15}{8 \cdot (1 - 0,3) \cdot 15,5 \cdot 0,3} \cdot \frac{15}{20} = 5,7 \text{ год.} \quad (4.34)$$

де S – зольність активного мулу, приймається 0,3; $T_{\text{сер.р}}$ – середньорічна температура стічних вод, становить 20 °С.

Тривалість регенерації активного мулу:

$$t_p = t_o - t_a = 5,7 - 1,52 = 4,2 \text{ год.} \quad (4.35)$$

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

$$t_{\text{сер}} = (1+R) \cdot t_a + t_p \cdot R = (1+0,3) \cdot 1,8 + 5,5 \cdot 0,3 = 4,2 \text{ год.} \quad t_{\text{сер}} = (1+R) \cdot t_a + t_p \cdot \quad (4.36)$$

$$R = (1 + 0,3) \cdot 1,52 + 4,2 \cdot 0,3 = 3,2 \text{ год.}$$

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

$$a_{\text{сер}} = \frac{a_a(1+R) \cdot t_a + a_p \cdot R \cdot t_p}{t_{\text{сер}}} = \frac{3 \cdot (1 + 0,3) \cdot 1,8 + 8 \cdot 0,3 \cdot 6,7}{3,2} \quad (4.37)$$

$$= 7,2 \text{ г/дм}^3$$

Навантаження на активний мул при прийнятих вихідних даних буде складати:

$$q_m = \frac{24(C_{\text{сум,БСК}}^a - C_{\text{БСК}}^k)}{a_{\text{сер}} \cdot (1-S) \cdot t_{\text{сер}}} = \frac{24(253-15)}{4,2 \cdot (1-0,3) \cdot 4} = 343 \text{ мг/г} \cdot \text{добу.} \quad (4.38)$$

З урахуванням навантаження на активний мул визначається фактичне значення мулового індексу, згідно [11,табл.41], яке становить: $I_\phi=74,3$ см³/г.

При фактичному значення мулового індексу ступінь рециркуляції становитиме:

					ЕКБ.БЕ7107.ДП	Арк.
						47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$R^{\phi} = \frac{a_a}{\frac{1000}{I_m} - a_a} = \frac{3}{\frac{1000}{74,3} - 3} = 0,29 \quad (4.39)$$

Значення R_{ϕ} не перевищує попереднього більше ніж на 5%.

Робочий об'єм аеротенка та регенератора визначається за формулами:

$$W_a = (1 + R) \cdot t_a \cdot Q_{max} = (1 + 0,3) \cdot 1,8 \cdot 8233 = 19265 \text{ м}^3 \quad (4.40)$$

$$W_p = t_p \cdot R \cdot Q_{max} = 5,5 \cdot 0,3 \cdot 8233 = 13584 \text{ м}^3 \quad (4.41)$$

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

Загальний об'єм становить:

$$W = W_a + W_p = 19265 + 13584 = 32849 \text{ м}^3 \quad (4.42)$$

Об'єм однієї секції складає:

$$W_1 = \frac{W}{N} = \frac{32849}{4} = 8212 \text{ м}^3 \quad (4.43)$$

Приймається чотирьохкоридорний аеротенк з 4 секціями з робочою глибиною $B = 4,4 \text{ м}$; шириною секцій $H = 6 \text{ м}$ [29].

Довжина секції становить:

$$L = \frac{W}{B \cdot H \cdot N \cdot n_k} = \frac{8212}{6 \cdot 4,4 \cdot 4 \cdot 4} = 19 \text{ м} \quad (4.44)$$

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

Визначається розподіл рециркуляційного активного мулу зі співвідношення:

$$\frac{W_p}{W} = \frac{13584}{32849} \cdot 100\% = 41\% \quad (4.45)$$

Приріст активного мулу в аеротенку розраховується за формулою:

$$P = 0,8 \cdot C_{зр}^{kf} + K_p \cdot C_{сумБСК}^a = 0,8 \cdot 217 + 0,3 \cdot 212,5 = 237,35 \text{ мг/дм}^3 \quad (4.46)$$

де $C_{зр}^{kf}$ – концентрація завислих речовин, що надходить в аеротенк, мг/дм^3 ; 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:

$$q_{пов} = \frac{q_o \cdot (C_{сум}^{бпк} - L_w)}{K_1 K_2 K_3 K_T (C_a - C_o)} = \frac{1,1 \cdot (250 - 15)}{1,68 \cdot 2,08 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot (10,3 - 2)} = 10,6 \text{ м}^3/\text{м}^3 \quad (4.47)$$

де q_o – питома витрата кисню повітря, що приймається при повному

					ЕКБ.БЕ7107.ДП	Арк.
						48
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

біологічному очищенні 1,1 мг/дм³; K₁– коефіцієнт, який враховує тип аератора і приймається для дрібнобульбашкової аерації в залежності від співвідношення площі аерованої зони та аеротенка (f_{a.з}/f_a) [10, дод. К]; K₂– коефіцієнт, який залежить від глибини занурення аераторів (дод. К.10); K₃– коефіцієнт якості води для міських стічних вод (дод. К.9); K_T – коефіцієнт, що враховує температуру стічних вод, який визначається в залежності від середньомісячної температури стічних вод (T_{сер.р}) за виразом:

$$K_T = 1 + 0,02 \cdot (T_{\text{сер.р}} - 20) = 1 + 0,02 \cdot (20 - 20) = 1 \quad (4.48)$$

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

$$C_a = \left(1 + \frac{h_a}{20,6}\right) \cdot C_T = \left(1 + \frac{3}{20,6}\right) \cdot 9,02 = 10,3 \frac{\text{мг}}{\text{дм}^3} \quad (4.49)$$

де C_T– розчинність кисню у воді в залежності від температури та атмосферного тиску, становить 8,33 мг/дм³ [10, дод. К.11]; C_o– середня концентрація кисню в аеротенку, яку приймають 2 мг/дм³.

Інтенсивність аерації мулової суміші в аеротенку визначається за формулою:

$$I = \frac{q_{\text{пов}} \cdot H}{t_{\text{свв}}} = \frac{10,6 \cdot 4,4}{3,2} = 14,6 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год}) \quad (4.50)$$

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_{сер}, у регенераторі - I_p = 1,33 I_{сер}.

$$I_p = 1,33 \cdot I = 1,33 \cdot 14,6 = 19,4 \frac{\text{м}^3}{\text{м}^2 \cdot \text{год}} \quad (4.51)$$

$$I_a = 0,67 \cdot I = 0,67 \cdot 14,6 = 9,8 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год}) \quad (4.52)$$

Отримані значення мають бути в межах I_a^{min} < I_a, I_p < I_a^{max}. Згідно [11, табл.42 і табл.43] приймаємо I_a^{min} = 3,3 м³/(м²год), I_a^{max} = 20 м³/(м²год).

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

					ЕКБ.БЕ7107.ДП	Арк.
						49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_{\text{пов}}^{\text{сер}} = q_{\text{пов}} \cdot Q_{\text{max}} = 10,6 \cdot 8233 = 87269,8 \text{ м}^3/\text{год} \quad (4.53)$$

4.3.3 Розрахунок вторинних відстійників

Проводиться розрахунок вторинних радіальних відстійників. Розрахунок вторинних відстійників здійснюється за гідравлічним навантаженням на одиницю площі поверхні, яке для відстійників після аеротенків визначається за формулою:

$$q = \frac{4,5 \cdot K_{\text{відст}} \cdot H_{\text{з.в.}}^{0,8}}{(0,1 \cdot J_{\text{м}}^{\Phi} \cdot a_{\text{а}})^{0,5-0,01 \cdot a_{\text{т}}}} = \frac{4,5 \cdot 0,4 \cdot 3^{0,8}}{(0,1 \cdot 74,3 \cdot 3)^{0,5-0,01 \cdot 15}} = 1,5 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год}) \quad (4.54)$$

де $K_{\text{відст}}$ - коефіцієнт використання об'єму відстійників, що приймається 0,4; $H_{\text{з.в.}}$ - глибина зони відстоювання, м; $J_{\text{м}}^{\Phi}$ – фактичне значення мулового індексу, $\text{см}^3/\text{г}$; $a_{\text{а}}$ - концентрація активного мулу в аеротенку, $\text{г}/\text{дм}^3$; $a_{\text{т}}$ - концентрація активного мулу у воді після відстоювання ($15 \text{ мг}/\text{дм}^3$), $\text{мг}/\text{дм}^3$.

Загальна площа поверхні вторинних відстійників визначається за формулою:

$$F_{\text{відст}} = \frac{Q_{\text{max}}}{q} = \frac{8233}{1,5} = 5488,7 \text{ м}^2 \quad (4.55)$$

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

Кількість вторинних відстійників:

$$N = \frac{F_{\text{відст}} \cdot 4 \cdot K}{\pi \cdot D^2} = \frac{5488,7 \cdot 1 \cdot 4}{3,14 \cdot 40^2} = 4,4 \text{ шт.} \quad (4.56)$$

Приймаємо 5 радіальних відстійника ТП 902-2-90/75 із діаметром 40 м та глибиною 4,35 м.

4.4 Проектування аеротенка-витиснювача

За розрахунками вище було обрано аеротенк-витиснювач за типовим проектом 902-2-179. Обрана споруда має такі характеристики:

- Загальний об'єм – 32849 м^3 ;
- Кількість коридорів — 4 шт.;
- Робоча глибина — 4,4 м;
- Кількість секцій — 4 шт.;

					ЕКБ.БЕ7107.ДП	Арк.
						50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Робочий об'єм секції — 8212 м³;
- Ширина коридору — 6 м;
- Довжина секції — 19 м.

					ЕКБ.БЕ7107.ДП	Арк.
						51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ

Охорона праці є невід'ємною частиною кожного підприємства для забезпечення безпечної роботи працівникам. За вимогами складається список правил поведінки на підприємстві для збереження здоров'я працівників та навколишнього середовища.

На машинобудівному заводі та очисній станції міста Маріуполь є багато факторів, які можуть погіршити роботу людей та згубити їхнє здоров'я. Підвищена пильність, рівень шуму, робота із хімічними речовинами різного характеру, робота із електричними приладами – все це може зашкодити працівникам, якщо не створити певні правила роботи та не дотримуватися їх.

Для прикладу, що потрібно виконувати:

- повітря повинне очищатися кожні 3 години за допомогою витяжок, якщо в повітрі не має шкідливих речовин, та працювати весь час поки працівники працюють із небезпечною речовиною; потрібно регулярно проводити вологі прибирання;
- освітлення в приміщенні повинне відповідати нормам та сприяти нормальній роботі зору, щоб працівник міг бачити що він робить, рекомендують застосовувати комбіноване освітлення [26];
- всі прилади наділені вібраційними механізмами, які утворюють шум, що також впливає погано на людей, тому потрібно біля кожного такого приладу встановлювати щось, що буде пригнічувати вібрації, наприклад, використовувати спеціальні підставки чи кожухи [27];
- в усіх приміщеннях повинні бути протипожежні засоби;
- при роботі на очисній станції усі прилади мають бути закритого типу;

					ЕКБ.БЕ7107.ДП		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>	РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ		
<i>Розроб.</i>	<i>Копійчук І.Р.</i>						
<i>Перевір.</i>	<i>Саблій Л.А.</i>						
<i>Реценз.</i>							
<i>Н. Контр.</i>							
<i>Затверд.</i>							
					<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
						52	61
					КПІ ім. Ігоря Сікорського, ФБТ,		

- кожен, хто знаходиться на виробництві має мати спецодяг, який убезпечить перебування там;
- потрібно кожного дня перед початком роботи перевіряти працездатність приладів;
- обережно працювати з електричними приладами.

Охорона довкілля є важливим пунктом не тільки для безпечної роботи працівників, а і для безпеки людей, які проживають поблизу. На очисних станціях потрібно доводити усі показники води до норм скиду у річку, щоб уберегти всіх від поширення шкідливих речовин. Треба старатися створювати безвідходне підприємство, щоб корисно використовувати те, що може забруднити довкілля. Якщо таке неможливо зробити, то влаштувати правильну утилізацію без загрози для середовища.

					ЕКБ.БЕ7107.ДП	Арк.
						53
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У результаті виконання дипломного проєкту було:

- визначено склад стічних вод машинобудівного заводу;
- характеризувано складові стічних вод машинобудівного заводу;
- розглянуто технології попередньої очистки стічних вод машинобудівного заводу;
- обрано найефективнішу технологію попереднього очищення стічних вод машинобудівного заводу до норм скиду у мережу водовідведення міста Маріуполь;
- обґрунтовано та обрано технологію біологічного очищення стічних вод міста Маріуполь;
- розраховано очисні споруди обраної технології та прийняти типові рішення;
- спроектовано технологічну та апаратурну схеми обраної технології для очищення стічних вод міста Маріуполь;
- спроектовано розрахований аеротенк на A1;
- наведено заходи по охороні праці та техніці безпеки.

					ЕКБ.БЕ7107.ДП			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат				
Розроб.	Копійчук І.Р.				Висновок		Літ.	Арк.
Перевір.	Саблій Л.А.							54
Реценз.								61
Н. Контр.							КПІ ім. Ігоря Сікорського, ФБТ,	
Затверд.								

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Тарасов Е. В. Очистка сточных вод машиностроительных предприятий / Е. В. Тарасов. // Известия МГТУ "МАМИ". – 2010. – №1(9).
2. Кримець Г. В. ОЧИСТКА СІЧНИХ ВОД ВІД ФОСФОРОВІСНИХ ПОЛЮТАНТІВ / Г. В. Кримець, І. М. Астрелін, О. С. Федоров. // Праці Одеського політехнічного університету. – 2013. – №3(42).
3. Таварткіладзе І. М. Водовідведення. Очистка стічних вод. У 2-х книгах. Книга 1. Очистка міських та промислових стічних вод / І. М. Таварткіладзе, О. М. Нечипер. – Київ: КНУБА, 2014. – 252 с.
4. Ковальчук В.А. Очистка стічних вод / В.А. Ковальчук / – Рівне: ВАТ «Рівненська Друкарня», 2002. – 622 с.
5. Колобанов С. К., Ершов А. В., Кигель М. Е. Проектирование очистных сооружений канализации. - Киев, «Будівельник», 1977. – 224 с. Зм. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 44 ЕКБ.БЕ6116.ПЗ.
6. Правила приймання стічних вод до системи централізованого водовідведення м. Маріуполя затверджені рішенням виконкому міської ради від 22.10.2018 №465
7. Колобанов С. К., Ершов А. В., Кигель М. Е. Проектирование очистных сооружений канализации. - Киев, «Будівельник», 1977. – 224 с. Зм. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 44 ЕКБ.БЕ6116
8. Карманов А. П. Технология очистки сточных вод [Електронний ресурс] / А. П. Карманов, И. Н. Полина // Сыктывкарского лесного института. – 2015. – Режим доступа до ресурсу: <http://lib.sfi.komi.com>.

					ЕКБ.БЕ7107.ДП		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат			
Розроб.	Копійчук І.Р.				Перелік використаних джерел		
Перевір.	Саблій Л. А.						
Реценз.							
Н. Контр.							
Затверд.							
						Літ.	Арк.
							Акрушів
							55 61
						КПІ ім. Ігоря Сікорського ФБТ	

9. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения, М.:1988.– 68 с.
10. 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.
11. ДБН В.2.5-75:2013 Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – К.: Мін. регіонального розвитку та житловокомунального господарства України, 2013. – 96 с.
12. Айрапетян Т. С. "Очистка побутовых стічних вод" та " Споруди та обладнання водовідведення" / Т. С. Айрапетян. – Харків: ХНУМГ, 2014. – 121 с.
13. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения, М.:1988.– 68 с.
14. 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.
15. Кафедра биотехнологии Е.Д. Гельфанд доктор технических наук, профессор Основы биологической очистки сточных вод .Лекция для студентов
16. Туровский И.С. Обработка осадков сточных вод. – 2-е изд., перераб. И доп. – М.:Стройиздат, 1982. – 223 с.
17. ВОДООТВЕДЕНИЕ И ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД (часть I) курс лекций для студентов специальности «Инженерные системы сельскохозяйственного водоснабжения, обводнения и водоотведения» Краснодар, 2007.
18. Зубко А. Л. Очистка сточных вод прачечного комбината от поверхностноактивных веществ / А. Л. Зубко, Ю. И. Штонда. // Харьковская электротехническая компания. – С. 8.

					ЕКБ.БЕ7107.ДП	Арк.
						56
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

19. РЕГІОНАЛЬНА ДОПОВІДЬ ПРО СТАН НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА В ДОНЕЦЬКІЙ ОБЛАСТІ У 2019 РОЦІ. // ДЕПАРТАМЕНТ ЕКОЛОГІЇ ТА ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ. – 2019. – С. 220.

20. Treatment of restaurant wastewater using ultrafiltration and nanofiltration membranes / S.Zulaikha, W. J. Lau, A. F. Ismail, J. Jaafar. – 2013. – С. 5.

21. Sostar-Turk S. Laundry wastewater treatment using coagulation and membrane filtration / S. Sostar-Turk, I. Petrinic, M. Simonic. – 2004. – С. 12.

22. Семінська О. О. Очищення міських стічних вод мембранними методами / О. О. Семінська, Д. Д. Кучерук, М. М. Балакіна. // Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського НАН України, Київ. – 2016.

23. Xueming C. Separation of pollutants from restaurant wastewater by electrocoagulation / C. Xueming, C. Guohua, Po Lock Yue. // Separation and Purification Technology. – 2000. – С. 12.

24. Мацнев А. І. Водовідведення на промислових підприємствах / А. І. Мацнев, Л. А. Саблій. – Рівне, 1998. – 218 с.

25. Сидорова Л. П. Очистка сточных и промышленных вод / Л. П. Сидорова, А. Н. Снигирева. – Екатеринбург, 2017. – 127 с.

26. ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення

27. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.

28. Голубовская Э. К. Биологические основы очистки воды / Э. К. Голубовская. – Москва, 1978. – 257 с.

29. Канализация населенных мест и промышленных предприятий. Справочник проектировщика. М.: Стройиздат, 1981.-639 с.

					ЕКБ.БЕ7107.ДП	Арк.
						57
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

Додаток А

Позиція	Позначення	Найменування	К-сть	Маса, кг	Примітки
1	2	3	4	5	6
ПЗ-1		Повітрязабірник, діаметр труби 300 мм, висота складає 4 м.	2		Збірний
Ф-2		Фільтр попередньої очистки, ефективність очищення складає 85%	4		Збірний
В-3		Повітродувка потужністю 250 кВт, продуктивність 140 м ³ /хв	2		Збірний
Н-5, Н-7, Н-9		Насос відцентровий			Збірний
Р-4		Реактор для приготування хлорної води з пневматичним перемішуванням, місткістю 5 м ³	2		Нержавіюча сталь 12Х18Н10Т
Р-6		Реактор для приготування розчину коагулянта з мішалкою, місткістю 5 м ³ .	2		Нержавіюча сталь 12Х18Н10Т
Р-8		Реактор для приготування гашеного вапна з мішалкою, місткістю 5 м ³	2		Нержавіюча сталь 12Х18Н10Т

					ЕКБ.БЕ7107.ДП						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат							
Розроб.	Копійчук І.Р.				Додатки			Літ.	Арк.	Акрушів	
Перевір.	Саблій Л.А.									58	61
Реценз.								КПІ ім. Ігоря Сікорського. ФБТ.			
Н. Контр.											
Затверд.											

РД-10	РММВ-1000	Решітки-дробарки зі швидкість потоку 0,9 м/с, розмір прорізів 0,016 м. Пропускна здатність більше 60%.	2	1690	Збірний
П-11		Пісковловлювач з середньою швидкістю руху 0,3 м ³ /добу	2		Збірний
В-12		Первинний відстійник радіальний з діаметром розподільчого пристрою 1,6 м, гідравлічна глибина 4,4, висота зони осаду 0,3 м. Тривалість відстоювання 678 с.	3		Збірний
А-13		Аеротенк глибиною 4,4 м, аерація - 3 г/дм ³ . Система аерації глибиннонапірного типу.	2		Збірний
В-14		Вторинний відстійник, діаметром 24 м, глибина 2 м.	4		Збірний
С-15		Біологічний ставок розміром 0,4 га, глибина 1 м.	3		Збірний

Р-16		Реактор для змішування хлорної води зі стічною типу «Лоток Паршала» шириною 600 м, довжиною 13,63 м	2		Нержавіюча сталь 12Х18Н10Т
КР-17		Контактний резервуар глибиною 3,2 м, шириною 6 м, з продуктивністю 65 тис. м ³ /доб	2		Збірний
АС-18		Аеробний стабілізатор з робочим об'ємом секції 6968 м ³ , довжина секції 66 м, ширина коридору 6 м, робоча глибина 4,4 м, кількість секцій 2 шт	1		Збірний
МУ-19		Мулоущільнювач з тривалістю ущільнення 4 год, вологість ущільненого осаду 95%	4		Збірний
КД-20		Камера дегільмінтизації довжиною 4 м, шириною 1,2 м, продуктивність 0,5 м ³ /год	2		Нержавіюча сталь 12Х18Н10Т

					ЕКБ.БЕ7107.ДП	Арк.
						60
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ф-21		Стрічковий фільтр-прес з потужністю 3 кВт, шириною стрічок 900 мм, швидкість стрічок 7 м/хв.	8		Збірний
ММ-22		Аварійний муловий майданчик, вологість осаду 70-80%.	2		
ПМ-23		Пісковий майданчик для підсушування піщаної пульпи. Навантаження $3 \text{ м}^3/\text{м}^2$	2		

					ЕКБ.БЕ7107.ДП	Арк.
						61
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		