

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

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

«На правах рукопису»
УДК _____

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри
_____ Кузьмінський Є.В.

“ ___ ” _____ 2019р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

зі спеціальності 162 Біотехнології та біоінженерія,
(код і назва)

на тему: Біологічне очищення стічних вод виноробної промисловості

Виконала: студентка 2 курсу, групи БЕ-81мп
(шифр групи)

Чорномисюк Ольга Вадимівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Науковий керівник к.т.н., доцент Щурська Катерина Олександрівна

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Консультант _____

(назва розділу)

_____ (науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

_____ (назва розділу)

_____ (науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

Рецензент _____

(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент _____

(підпис)

Київ – 2019 року

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

Факультет біотехнології і біотехніки
Кафедра екобіотехнології та біоенергетики

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність 162 Біотехнології та біоінженерія,

спеціалізація «екологічна біотехнологія та біоенергетика»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Кузьмінський Є.В.

«__» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студенту

Чорномисюк Ольги Вадимівни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації «Біологічне очищення стічних вод виноробної промисловості»,

науковий керівник дисертації к.т.н., доцент Щурська Катерина
Олександрівна (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

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

2. Термін подання студентом дисертації _____

3. Об'єкт дослідження Анаеробно-аеробна технологія очищення стічних вод

4. Предмет дослідження Використання анаеробно-аеробної технології очистки стічних вод на виноробному підприємстві

5. Перелік завдань, які потрібно розробити: навести характеристику фізико-хімічного складу стічних вод виноробного заводу; виконати аналіз існуючих технологій очищення стічних вод виноробної промисловості; обрати технологію біологічного очищення стічних вод виноробної промисловості до норм скиду у річку; провести технологічні розрахунки очисних споруд біологічного очищення; розробити технологічну та апаратурну схеми анаеробно-аеробної технології очистки стічних вод; розробити схему автоматизації аеротенку; розрахувати техніко-економічні показники анаеробно-аеробної технології очистки стічних вод винзаводу.

6. Орієнтовний перелік ілюстративного матеріалу: технологічна схема, апаратурна схема, креслення головної споруди

7. Орієнтовний перелік публікацій _____

8. Консультанти розділів дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Економічна частина	к.е.н., доцент Ткаченко Тетяна Петрівна		
Охорона праці	доцент Гусєв Аркадій Миколайович		

9. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Обґрунтування та вибір технології біологічного очищення стічних вод винзаводу		
2	Біохімічні основи технологічного процесу		
3	Технологічна частина		
4	Вибір та характеристика обладнання		
5	Розроблення стартап-проекту		
6	Автоматизація виробництва		
7	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях		
8	Оформлення дисертації		
9	Підготовка до захисту. Попередній захист.		

Студент

_____ (підпис)

_____ (ініціали, прізвище)

Науковий керівник дисертації

_____ (підпис)

_____ (ініціали, прізвище)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 102 с. , 5 рис., 30 табл., 46 посилань.

В роботі обрано та обґрунтовано анаеробно-аеробну технологію очистки стічних вод виноробної промисловості. Було обрано зброджування в анаеробному UASB-реакторі з наступною аеробною очисткою в аеротенку-витиснювачі. Розраховано параметри та розроблено креслення головного апарату – аеротенка. Розраховано матеріальний баланс процесу, наведено і описано технологічну схему очистки стічних вод, розроблено схему автоматизації біологічної стадії очистки, вказано точки і параметри контролю етапів процесу, які необхідні для забезпечення якості кінцевої продукції, охорони праці і довкілля.

СТІЧНІ ВОДИ, БІОЛОГІЧНЕ ОЧИЩЕННЯ, АНАЕРОБНО-АЕРОБНА
ТЕХНОЛОГІЯ, UASB-РЕАКТОР, БІОГАЗ

ABSTRACT

The explanatory note contains 102 p, 5 figures, 30 tables, 46 references.

Anaerobic-aerobic technology of sewage treatment of the wine industry has been selected and described in the work. Fermentation in the anaerobic UASB reactor has been selected, followed by aerobic purification in the aeration tank. The parameters were calculated and the drawing of the main apparatus - aeration tank - was developed. The material balance of the process is calculated, the technological scheme of sewage treatment have been presented and described, the scheme of automation of the biological stage of purification is developed, the points and parameters of control of the process stages, which are necessary for ensuring the quality of the final product, occupational safety and environment were specified.

WASTE WATER, BIOLOGICAL PURIFICATION, ANAEROBIC-AEROBIC TECHNOLOGY, UASB-REACTOR, BIOGAS

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1. ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР ТЕХНОЛОГІЇ БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ВИНЗАВОДУ.....	10
1.1 Характеристика виробничих стічних вод виноробної промисловості	10
1.1.1 Умови формування стічних вод на підприємстві.....	10
1.1.2 Витрати стічних вод і нерівномірність їх відведення.....	12
1.1.3 Характеристика стічних вод виноробної промисловості.....	14
1.2 Вибір технології попереднього очищення стічних вод виноробного заводу	15
1.2.1 Аналіз технологій очищення стічних вод виноробних заводів.....	15
1.2.2 Вибір технології попереднього очищення стічних вод виноробного підприємства.....	21
1.3. Розрахункові витрати і концентрації забруднюючих речовин стічних вод винзаводу.....	24
1.4 Розрахунок необхідного ступеня очищення стічних вод	25
1.4.1. Нормативи якості води у водоймі.....	25
1.4.2. Розрахунковий коефіцієнт змішування стічних вод з водою річки.....	25
1.4.3 Необхідний ступінь очищення стічних вод.....	26
1.5 Характеристика біологічного агента	28
1.5.1 Характеристика активного мулу.....	28
1.5.2 Характеристика анаеробного мулу.....	30
РОЗДІЛ 2. БІОХІМІЧНІ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ	32
2.1 Перебіг процесів в аеротенку.....	32
2.2 Метаболізм деяких речовин.....	36
2.3. Характеристика кінцевого продукту.....	40
РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	41
3.1 Опис технологічної схеми біологічного очищення стічних вод.....	41
3.2 Контроль виробництва.....	45
3.3 Матеріальний баланс.....	49
РОЗДІЛ 4. ВИБІР ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЛАДНАННЯ	51
4.1. Технологічні розрахунки основних споруд.....	51
4.2. Характеристика обраного аеротенка.....	58

					<i>ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ</i>									
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ЗМІСТ									
Розроб.		Чорномисюк О.В								Літ.	Арк	Аркушів		
Конс.											6	102		
Керівн.		Щурська К.О.								КПІ імені Ігоря Сікорського ФБТ, БЕ-81мп				
Затверд.														

РОЗДІЛ 5. РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП-ПРОЕКТУ	60
5.1. Резюме: конкретизація бізнес-ідеї, мети стартапу, об'єкту дослідження, місця розробки у інноваційному ланцюжку цінності.....	60
5.2 Аналіз внутрішнього середовища підприємства.....	63
5.3 Аналіз зовнішнього середовища підприємства.....	64
5.4. Визначення ключових факторів успіху проекту.....	65
5.5. Визначення потенційних споживачів.....	66
5.6 Ризики і страхування розробки.....	67
5.7 Ціна інноваційної пропозиції на ринку.....	68
5.8 Концепція бізнес-моделі проекту та карта бізнес процесів.....	74
5.9 Розрахунок собівартості продукту і вартості проекту.....	75
 РОЗДІЛ 6. АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА.....	 79
6.1 Автоматичне регулювання.....	79
6.2 Технологічна сигналізація та захист.....	81
6.3 Специфікація засобів автоматизації.....	82
 РОЗДІЛ 7. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	 85
7.1. Повітря робочої зони.....	86
7.2 Виробниче освітлення.....	87
7.3. Захист від виробничого шуму та вібрації.....	88
7.4. Електробезпека.....	88
7.5. Пожежна безпека.....	90
7.6. Безпека технологічних процесів та обслуговування обладнання.....	91
 ВИСНОВКИ.....	 92
 ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	 94
 ДОДАТОК А.....	 99

ВСТУП

Виноробна промисловість – галузь харчової промисловості, що виробляє виноградні та плодоягідні вина, шампанське, коньяки, міцні напої з яблучного спирту (кальвадос, меришор та ін.). Основні райони виноградарства і виноробства в Україні це Миколаївська, Одеська, Закарпатська, Херсонська та Запорізька області. В Україні виноробні культури займають 120 000 гектарів, щорічна продукція дорівнює близько 1,2 гектолітрів вина.

По витраті води на одиницю випускаючої продукції харчова промисловість, в тому числі і виноробна, займає одне з першій місць серед галузей народного господарства. В середньому підприємства первинного виноробства скидають за добу близько 20 тис. м³ стічних вод, які представляють собою серйозну загрозу для навколишнього середовища, в зв'язку з чим проблема її очистки, знезараження і утилізації особливо актуальна.

Безвідходна переробка і використання вторинних продуктів виноробства представляє на сьогодні великий інтерес в зв'язку з можливістю отримання з них нові корисні продукти, а також як спосіб зменшення забруднень навколишнього середовища. Тому в останній час на підприємствах бродильних підприємств приділяється більше уваги безвідходній переробці вторинних продуктів виробництва.

В процесі виробничої діяльності підприємств з виробництва вина утворюються стічні води, що містять велику кількість органічних речовин та завислих часток та мають слабокислу реакцію. Але комплексне очищення таких вод не тільки унеможливило їх негативний вплив на стан навколишнього середовища, але і дає змогу отримати додатковий енергоносій – біогаз.

					<i>ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ</i>							
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата								
Розроб.		Чорномисюк О.В			ВСТУП			Літ.	Арк	Аркушів		
Конс.									8	102		
Керівн.		Щурська К.О.						КПІ імені Ігоря Сікорського ФБТ, БЕ-81мп				
Затверд.												

Таким чином, вирішення проблеми утилізації стічних вод виноробства має велике практичне і соціальне значення, так як направлено на отримання нових корисних продуктів і на охорону навколишнього середовища.

Метою магістерської дисертації є обґрунтування та вибір технології очищення стічних вод виноробного заводу до норм скиду в поверхневі водойми.

Для вирішення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- 1) навести характеристику фізико-хімічного складу стічних вод виноробного заводу, біологічного агента, біохімічні основи технологічного процесу;
- 2) виконати аналіз існуючих технологій очищення стічних вод виноробної промисловості;
- 3) обрати технологію біологічного очищення стічних вод виноробної промисловості до норм скиду в річку;
- 4) провести технологічні розрахунки очисних споруд біологічного очищення;
- 5) розробити технологічну та апаратурну схеми анаеробно-аеробної технології очистки стічних вод;
- 6) проаналізувати шкідливі виробничі фактори на виробництві та шляхи їх вирішення;
- 7) розробити схему автоматизації аеротенку;
- 8) розрахувати техніко-економічні показники анаеробно-аеробної технології очистки стічних вод винзаводу.

					<i>ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ</i>	Арк.
						9
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

РОЗДІЛ 1. ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР ТЕХНОЛОГІЇ БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ВИНЗАВОДУ

1.1 Характеристика виробничих стічних вод виноробної промисловості

1.1.1 Умови формування стічних вод на підприємстві

До підприємств виноробної промисловості відносяться заводи виноградового соку, первинного виноробства, шампанських вин, коньячного спирту, а також винні заводи міського типу [1].

В склад заводів даного типу входять такі цехи: переробки винограду, обробки виноматеріалів і витримки марочних вин, утилізації. Технологічний процес включає переробку винограду, бродіння сусла, обробку виноматеріалів і переробку відходів виноробства з відгонкою спирту і виділенням винно-кислого вапна [1].

Вода в цехах заводів первинного виноробства витрачається на охолодження установок безперервного зброджування, дефлегматорів та холодильників брагоперегонних апаратів, на охолодження компресорів і конденсаторів холодильної станції, розведення дріжджових осадів, промивка осаду дріжджової барди, миття технологічного обладнання, ємкостей та трубопроводів, кондиціонування повітря, на лабораторні та господарсько-побутові потреби [6].

Система водопостачання – прямоточна або зворотна, з наступним використанням охолоджуючих вод від дефлегматорів і холодильників для екстракції вижимом і розведення дріжджових осадів в цеху утилізації, з поверненням конденсату в котельню [1].

Як відомо, на всіх підприємствах харчової промисловості в результаті виробничої діяльності утворюються різноманітні за кількісним і якісним

					<i>ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ</i>			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Чорномисюк О.В			Обґрунтування та вибір технології біологічного очищення стічних вод винзаводу	Літ.	Арк	Аркушів
Конс.							10	102
Керівн.		Щурська К.О.				КПІ імені Ігоря Сікорського ФБТ, БЕ-81мп		
Затверд.								

складом стічні води, склад яких особливо складний на виробництвах бродильних виробництв, в тому числі і на підприємствах первинного виноробства. Основу стоків виноробного виробництва складають стоки від переробки винограду, віджимки, сульфатованих осадів, дріжджових осадів, охолоджуючих і лютерних вод, від миття ємкостей та обладнання [5].

Заводи первинного виноробства виробляють вина з фруктові сировини. Стічні води тут утворюються з промивних і змивних вод, які містять забруднюючі речовини у вигляді стебел, останків листя, невеликих часток пошкоджених фруктів [1].

Стічні води заводів первинного виноробства відносяться до найбільш забруднених в харчовій промисловості. Такі води мають кислу реакцію рН середовища, а в їх хімічному складі переважають білки, редуковані цукри, органічні кислоти, амінокислоти, фенольні речовини і т.д. [2].

Таблиця 1.1

Джерела утворення стічних вод і каналізаційні мережі

Завод	Джерела утворення стічних вод	Каналізаційні мережі
Первинного виноробства	Стічні води від миття обладнання, трубопроводів, підлог	Каналізаційні мережі виробничих і господарсько-побутових стічних вод
	Стічні води від охолодження дріжджової розводки в апаратах і сепараторах, а також переливна вода від баків	Каналізаційна мережа умовно чистих виробничих, дощових стічних вод
	Господарського-побутові стічні води	Виробничо-дощова каналізаційна мережа
	Дощові води	Виробничо-дощова каналізаційна мережа

Крім того, в промивних водах міститься велика кількість виноградних віджілок (із пресів), а від промивання фільтрувальної тканини у воді залишається певний відсоток виноградного суслу. При таніно-желатиновому покращенні суслу утворюються колоїди, що містять білок у вигляді мулу. Для видалення із виноградного суслу сполук металу (свинець) і стійкої білкової «каламуті» використовують «червону кров'яну» сіль. Щоб вивести миш'як використовують оксид заліза (Fe_2O_3). Осади, які утворюються в центрифугах, пресах та інших апаратах скидають до стічних вод і таким чином збільшують степінь її забруднення. Промивні води центрифуг, приладів, апаратів в залежності від використовуваних фруктів стають дещо кислими, мають ароматичний запах і певну кількість зважених речовин, частину яких можна видалити шляхом відстоювання. В загально масу стічних вод потрапляють господарсько-побутові води підприємства. Джерела утворення стічних вод на підприємствах виноробної промисловості наведені в табл. 1.1 [1].

1.1.2 Витрати стічних вод і нерівномірність їх відведення

За витратами води на одиницю продукції, яка випускається, виноробна промисловість займає одне з перших місць серед галузей народного господарства. Високий рівень споживання сприяє великий об'єм утворення стічних вод, при цьому вони мають високу ступінь забруднення домішками мінерального і органічного походження і являють загрозу для навколишнього середовища. Стічні води виноробної промисловості представляють собою стійку колоїдну систему, яка містить велику кількість зважених частинок, а також всі нелеткі органічні і мінеральні компоненти, які властиві вихідному вину в розчиненому стані [3].

За добу підприємства первинного виноробства скидають до 20 тис. м³ стічних вод, які являють серйозну загрозу для навколишнього середовища, у зв'язку з чим проблема її очистки, знешкодження і утилізації шкідливих речовин особливо актуальна [5].

Скид стічних вод з урахуванням зворотної системи водопостачання

					<i>ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ</i>	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

складає 0,083 м³ на 1 дкл вина, з них виробничих – 0,08 м³ і господарсько-побутових – 0,003 м³. Коефіцієнт нерівномірності притоку стічних вод літом та зимою дорівнює одиниці [1].

При переробці винограду скид стічних вод з урахуванням зворотної системи водопостачання складає 1,14 м³ на 1 т винограду; з них виробничих – 0,74 м³, господарсько-побутових – 0,02 і умовно чистих – 0,38 м³. В період виноробства при виробництві 1 дкл вина утворюється стічних вод відповідно 0,05 м³; 0,04-0,001 і 0,009 м³ [1].

Концентрація забруднень стічних вод змінюється протягом року, що пов'язано із сезонністю переробки винограду і з виноробством (табл. 1.2) [1].

Таблиця 1.2

Зміна загального стоку і забруднень в залежності від сезону роботи винних заводів

Показник	Пора року		
	Осінь	Зима	Весна
Утворення стічних вод, м ³ /доба	27,7	30,7	29,5
БСК ₅ , м ³ /доба	224,8	321,0	53,7
Еквівалентне число жителів, 1 люд.	3977	5938	998

Отже, коливання показників концентрації забруднень в стічних водах виноробної промисловості спричинене сезонністю виробництва, і залежить від природно-кліматичних умов. Сировина швидко псується і є малотранспортабельним продуктом. Вона повинна бути реалізована або перероблена невдовзі після збирання. Звідси випливає, що сезон переробки винограду досить короткий порівняно із сезонними переробками інших видів сільськогосподарської продукції.

1.1.3 Характеристика стічних вод виноробної промисловості

Води виноробних підприємств відрізняються високим вмістом завислих речовин, розчинених органічних сполук, великими величинами БСК і ХСК (табл. 1.3, табл.1.4) [4].

Щороку на кожному заводі бродильного виробництва скидаються концентровані, мало очищені стічні води з ХСК до 10 кг/м³. При цьому стоки підприємств по переробці винограду містять, окрім цукрів і кислот, що легко окиснюються, і достатньо токсичні фенольні речовини (наприклад, 20 мг/дм³ лейкоціанідолу смертельні для золотистого карпа) [5].

Таблиця 1.3

Характеристика стічних вод винзаводів

Стічні води	t, °C	pH	Вміст завислих речовин, мг/дм ³	БСК ₅ , мгО ₂ /дм ³	БСК _п , мгО ₂ /дм ³	ХСК, мгО ₂ /дм ³
Транспортно-мийні	10	9,0	1200	700	1000	1750
Після замочування сировини і транспортування	20	6,1	610	450	620	1000
Від промивки сировини	18	6,1	680	312	1214	3500
Від гідротранспорту винограду	18	6,1	2350	523	1300	3400
Від миття:						
-сит	18	6,5	150	450	850	2400
-обладнання	60	6,5	510	700	1150	2100
цеху бродіння сировини						
-дріжджевих апаратів	20	6,8	50	160	350	630
Гоподарсько-побутові	25	7,0	250	250	300	360

Склад і концентрація забруднень в стічних водах заводів первинного
виноробства [6]

Показник	Стічні води до очистки	Показник	Стічні води до очистки
Температура, °С	19	Лужність загальна, мг-екв/л	6,9
Прозорість по шрифту, см	1,9	Залишок, мг/дм ³ : сухий прожарений	7500 1500
Завислі речовини, мг/л	2860	Cl ⁻ , мг/дм ³	243
Запах, бал	3	SO ₄ ²⁻ , мг/дм ³	93
Поріг розведення до зникнення, кратність: запаху кольору	10 5	Біогенні елементи, мг/дм ³ : фосфор (у вигляді P ₂ O ₅) азот (амонійний)	7 32
pH	6,2	ХСК, мгО ² /дм ³	3997
Колір	Жовто-зелений	БСК _{повн} , мгО ² /дм ³	1970

Стічні води виноробної промисловості мають кислу реакцію рН середовища, мають високі показники завислих речовин, в їх хімічному складі переважають білки, редуковані цукри, органічні кислоти, амінокислоти та фенольні речовини, чим і пояснюється висока різниця в значеннях ХСК та БСК.

1.2 Вибір технології попереднього очищення стічних вод виноробного заводу

1.2.1 Аналіз технологій очищення стічних вод виноробних заводів

Стічні води виноробного підприємства очищуються на комунальних очисних спорудах (стоки міських винних заводів) і на власних очисних спорудах (стоки підприємств, які знаходяться в селищах або сільських місцевостях) [1].

Очищення стічних вод виноробної промисловості може відбуватися механічним чи фізико-хімічним способами, які передбачають застосування

									Арк.
									15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ				

коагулянтів у вигляді вапна і в сукупності з солями заліза або алюмінію. Експериментальні дані по нейтралізації і коагуляції стоків вказують на ефективність зниження завислих речовин на 70-80% і в деяких випадках – до 90% [1].

Механічним способом стічні води перероблюються на решітках, пісковловлювачах і відстійниках. При повній біологічній очистці в якості первинних служать вертикальні відстійники і при механічній очистці – двоярусні. Підвищити ефективність роботи споруд механічного очищення стічних вод можливо за рахунок регулювання рН і коагулювання стоків [1]. Після цього стічні води направляються на очищення у анаеробний біореактор, де відбувається вилучення основної маси забруднювальних речовин в анаеробних умовах під впливом організмів активного мулу. При цьому утворюється біогаз, який може бути використаний для забезпечення енергетичних потреб очисної станції [1].

Для остаточного вилучення забруднювальних речовин із стічної рідини застосовуються аеротенки I та II ступенів. Після аеробного очищення з аеротенків відводиться муловодяна суміш у вторинні відстійники, де відокремлюється активний мул від стічних вод. Надлишковий активний мул (НАМ) подається в метантенк на зброджування для отримання додаткового біогазу. Циркулюючий активний мул (ЦАМ) після регенерації повертається в аеротенк для підтримання у ньому постійної концентрації. Перед скиданням у природні водойми очищені стічні води необхідно дезінфікувати. Таким чином, анаеробно-аеробне очищення дозволяє зменшити забрудненість стічних вод за ХСК - на 98,2%, за БСК - на 99,8% [7].

Останнім часом все більшої популярності набувають біологічні способи очищення [7]. Біологічна очистка стоків винних заводів може відбуватися в природних умовах, на полях фільтрації, зрошення, на біологічних ставках, накопичувачах з наступним використанням стічних вод на зрошення, а в штучно створених умовах – на біофільтрах, аеротенках (рис. 1.2.1) [1].

					<i>ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ</i>	Арк.
						16
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док.ум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

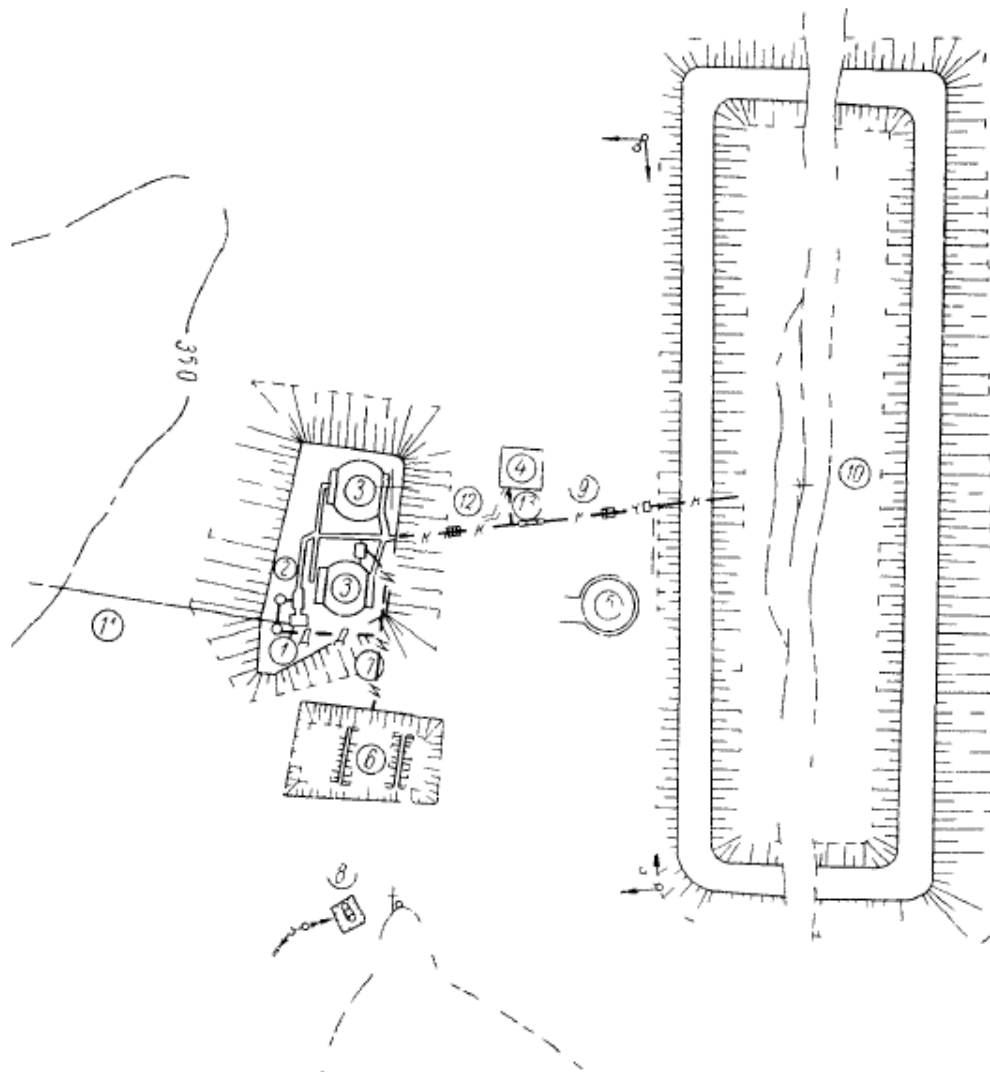


Рис. 1.2.1 Схема очисних споруд зі збиранням очищених стічних вод в накопичувачі з наступним використанням на зрошування: 1 – усереднювач, 2 – пісковловлювач, 3 – двоярусні відстійники, 4 – хлораторна, 5 – насосна станція перекачки стічних вод на зрошення, 6 – мулові майданчики, 7 – мулопровід, 8 – трансформаторна підстанція, 9 – скидний колектор освітлених вод, 10 – накопичувач стічних вод, 11 – напірний водопровід господарсько-фекальних стоків, 12 – водопровід для хлораторної, 13 – хлоропровід [6].

Високоєфективними спорудами в системі очистки стічних вод заводів є біологічні ставки. Так, на винному заводі «Золота балка» (Крим) при вихідному БСК₅, що дорівнює 91-186 мг/дм³, тільки за 5 діб було відмічено зниження його до 12-21 мг/дм³, що відповідає 75,8 – 88,6% [1].

Біологічна очистка стічних вод заводів в штучно створених умовах можлива тільки сумісно з очисткою господарсько-побутових стічних вод або при

										Арк.
										17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ					

умові попередньої підготовки стоків (нейтралізація активної реакції середовища рН і збагачення стоків біогенними елементами у вигляді солей, азоту, фосфору) [6].

Застосування біологічної очистки стічних вод Іршавського винного заводу показано на рис. 1.2.2.

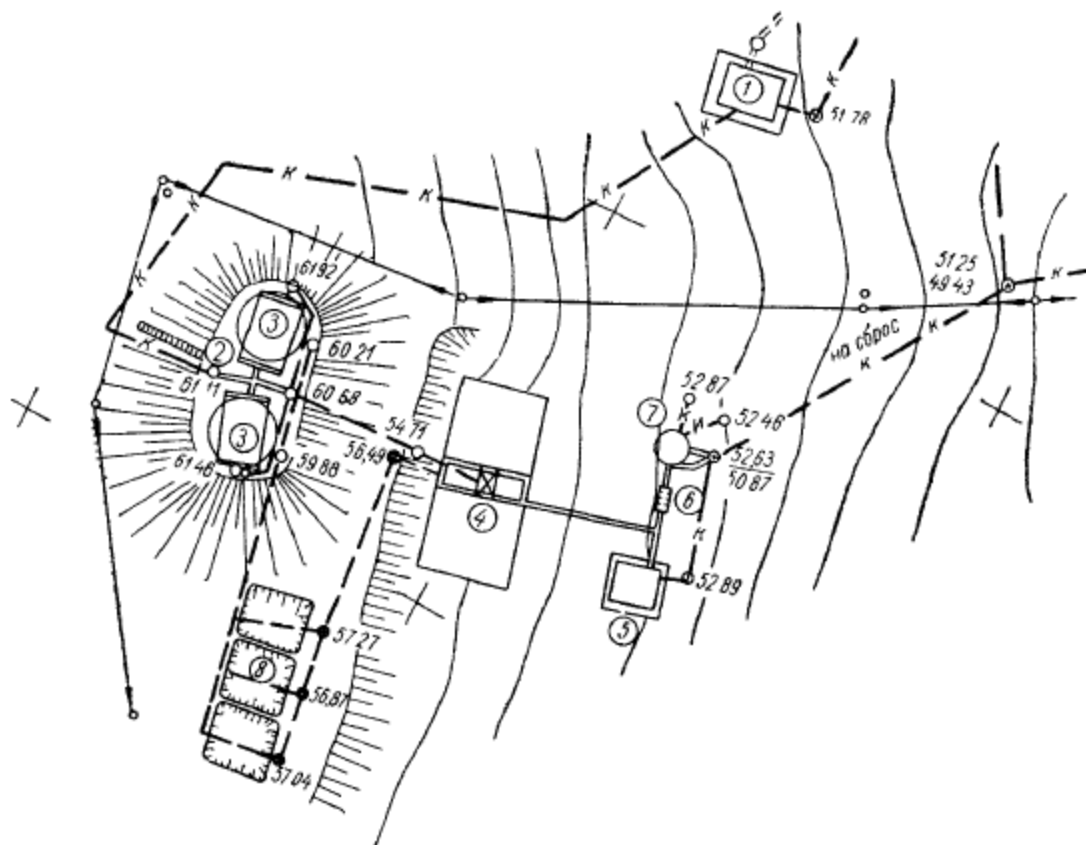


Рис. 1.2.2 Схема очисних споруд біологічної очистки стічних вод Іршавського винного заводу: 1 – насосна станція, 2 – розподіляючий колодязь, 3 – двоярусні відстійники, 4 – біофільтр, 5 – хлораторна, 6 – йорж-змішувач, 7 – вторинний відстійник, 8 – мулові майданчики [6].

Очистка стоків на біофільтрах за даними 10 винних заводів (Русько-Полянський, Іршавський, Краснопартизанський, Другий Сімферопольський, Сакський, Багеровський, Золоте Поле, Первомайський, Виноградний, Жемчужний) виявилась малоефективною. Відсутність азоту і фосфору в стічних водах, низькі показники активної реакції середовища, що сягають рН=4-4,5, значна різниця між ХСК і БСК стоків – все це ускладнює, а в деяких випадках

повністю виключає можливість роботи біофільтрів. Тому для налагодження роботи біофільтрів в стічні води вводиться нейтралізуючий розчин, частіше всього $\text{Ca}(\text{OH})_2$, а додавання солей амонію і фосфору збагачувало стоки біогенними елементами. Така підготовка стоків давала уже більш задовільні результати: БСК₅ на біофільтрі знижувалось на 75 – 70%, а на вторинному відстійнику – на 25 – 30% [6].

Припинення подачі реагентів, що забезпечують нейтралізацію і збагачення стічних вод біогенними добавками, відразу ж порушувало нормальний режим експлуатації біологічного фільтру. В цьому випадку біологічний фільтр виконував роль механічного окиснювача з накопиченням в загрузці фільтра завислих речовин. Це призводило до поступового замулювання тіла біофільтра аж до повної зупинки фільтрації через завантаження [6].

Істотним недоліком в експлуатації біологічних фільтрів на винних заводах є сезонність надходження стоків зі значними перервами в подачі стічних вод на очисні споруди. Відстійники дають позитивні результати тільки в тому випадку, якщо стічні води проходять попередню обробку по вирівнюванню рН [6].

Найбільш широко розповсюджена очистка стоків за допомогою аеробних мікроорганізмів, яка здійснюється в біофільтрах і біоставках. Правда, ці технології мають суттєві недоліки, особливо при обробці концентрованих стічних вод: високі енергозатрати на аерацію і проблеми, пов'язані з обробкою і утилізацією великої кількості надлишкового мулу, який має низьку здатність віддавати воду. Повсюдне використання технологій природної тривалої сушки мулу на майданчиках призводить до відчуження значної площі родючих земель і погіршення екологічної обстановки. Виключити ці недоліки аеробних технологій можливо за допомогою попередньої анаеробної обробки стічних вод методом метанового бродіння: при цьому виключаються затрати на аерацію і можливе отримання цінного енергоносія – метану [2].

На сьогодні для очистки стічних вод виноробної промисловості у всьому світі достатньо широко застосовують UASB-реактори (реактори з висхідним

					<i>ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ</i>	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

потоком рідини через шар гранульованої біомаси). Застосування UASB-реакторів дозволяє швидко (за 10-12 год) видаляти до 90% органічних речовин стічних вод [2].

Об'єм UASB-реактора розділений на зони зброджування, газовідокремлення і відстоювання стічної води [34].

У зоні зброджування знаходиться шар анаеробного активного мулу, який підтримується у завислому стані висхідним потоком біогазу й стічної води. Стічну воду подають на очищення в нижню частину реактора розподільною системою. Під час її висхідного руху через шар мулу відбувається розкладення органічних забруднень з утворенням біогазу висхідний потік трифазної суміші (біогаз-рідина-мул) розділяється в зоні газовідокремлення, розташованій у верхній частині реактора. Біогаз відводять на утилізацію, відокремлений мул осідає в зону зброджування, а очищена вода самопливом відводиться з біореактора [34].

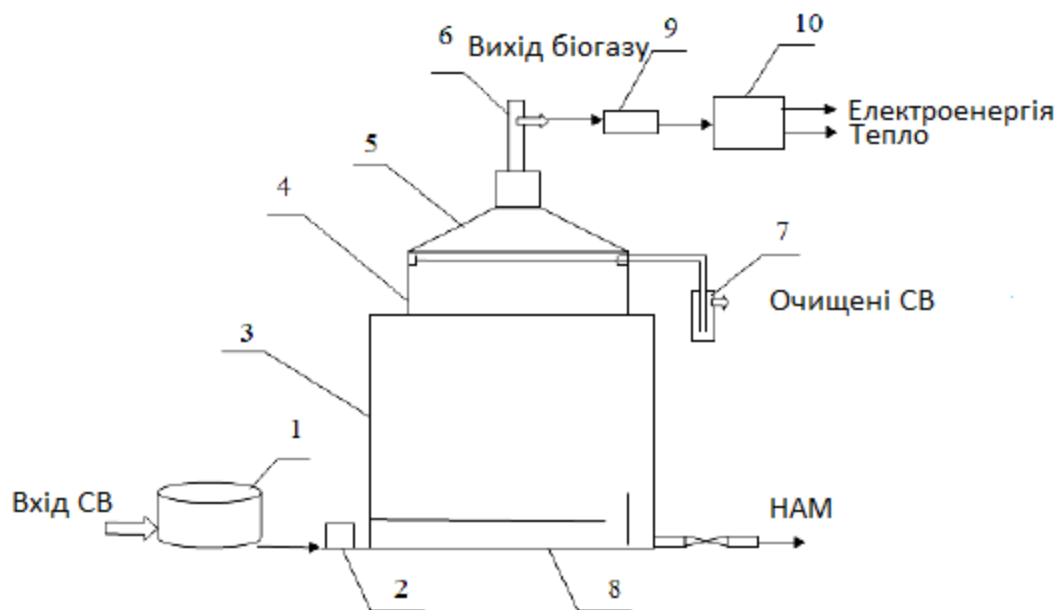


Рис. 1.2.3 Схема очищення стічних вод в UASB-реакторі (реактор з висхідним потоком рідини через шар гранульованої біомаси): 1 - резервуар-накопичувач; 2 - насос; 3 - камера зброджування; 4 - камера накопичення очищених стічних вод; 5 - збирна камера; 6 - газова труба; 7 - трубопровід для відведення очищених стічних вод; 8 - розподільний колектор; 9 - апарат висушування біогазу; 10 - когенераційна установка [10].

Результати отриманих досліджень були випробувані в якості пілотного проекту на науково-виробничому підприємстві «Агросвіт», Іллічівський район, Одеса. Процес очищення стічних вод проводився згідно рис. 1.2.3.

Стічні води надходять з реактору нейтралізації в резервуар-накопичувач 1. Стічні води насосом 2 через розподільний колектор 8 перекачують в камеру зброджування 3. Зброджування відбувається протягом 6 год, при температурі 35-37 °С і рН = 6,8-7,2 з утворенням бульбашок біогазу, які піднімаються вгору в збірну камеру 5 і надходять через газову трубу 6 в апарат для висушування біогазу 9, а потім в когенераційну установку 10. Відведення стічних вод здійснюється через трубопровід 7 [10].

1.2.2 Вибір технології попереднього очищення стічних вод виноробного підприємства

Проаналізувавши технології біологічного очищення стічних вод винзаводу, які були розглянуті в попередньому розділі, було обрано технологію очистки, що представлена на рис. 1.2.4, яка включає в себе анаеробну очистку в біореакторах з утворенням біогазу і наступну аеробну очистку.

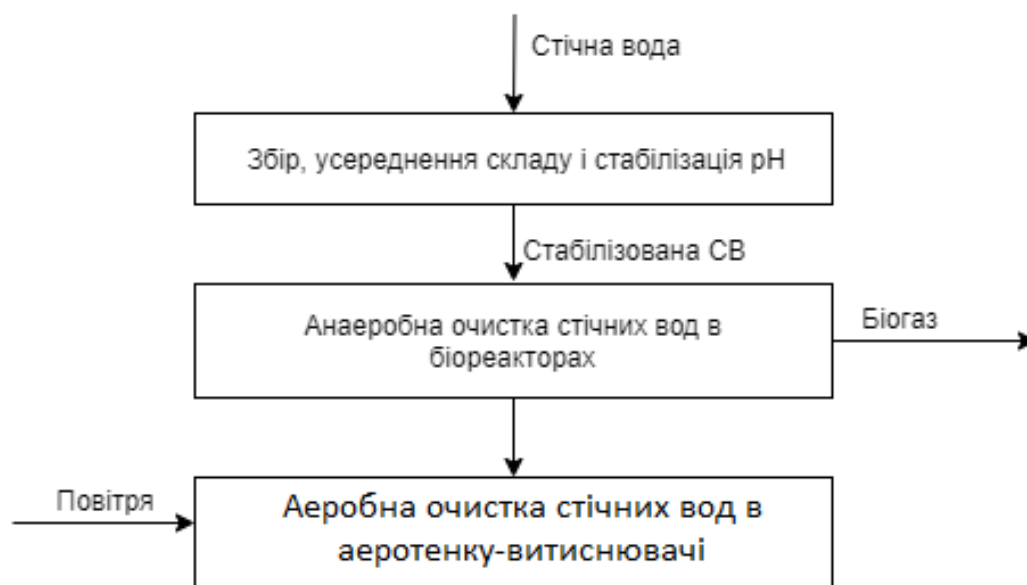


Рис. 1.2.4 Принципова технологічна схема двоступінчастої очистки стічних вод [9].

В даній технології стічна вода з приймальної камери потрапляє на механічну очистку, яка дає можливість видалити з води нерозчинні мінеральні та органічні забруднення.

Після механічного очищення стічна вода надходить в резервуар-накопичувач разом із подрібненими гроно для підтримання оптимального співвідношення C:N, яке має становити 1:0,1.

Анаеробна стадія очищення концентрованих стічних вод потребує в забезпеченні оптимальної температури процесу 35-37 °С. Під час метаногенезу утворюється біогаз, який можна утилізувати і тим самим економити витрату основного палива для забезпечення виробничих цілей [9].

Після анаеробної очистки стічні води будуть відноситись до класу концентрованих, так як їх показник ХСК буде перебувати в межах 1200-1300 мг $O_2/дм^3$ [9].

Друга заключна стадія очищення стічних вод – аеробна. Проводиться з використанням повітря і мікроорганізмів [9].

Біологічне очищення стічних вод проводиться в безперервному потоці, який підвищує продуктивність обладнання, полегшує умови роботи обслуговуючого персоналу, дозволяє автоматизувати всі процеси [9].

Використання сучасних біореакторів дає можливість підтримувати високу концентрацію біомаси в зоні бродіння (60-80 г/дм³), підвищити навантаження до 17-18 кг ХСК $O_2/м^3$ метантенка і скоротити тривалість очищення до 1,5 -2 доби. Інтенсифікація швидкості споживання органічних і мінеральних речовин підвищує ефективність очищення за рахунок зменшення капітальних витрат на спорудження метантенків [9].

Таким чином, за основними показниками ХСК і БСК анаеробно-аеробна очистка дозволяє зменшити забрудненість стічних вод на 98,2% і 99,8% відповідно [9].

Розроблена технологія має великі переваги перед існуючими тому, що дозволяє очищати стічні води з будь-якої концентрацією забруднюючих речовин, скоротити тривалість очищення з 500 до 90 год., зменшити капітальні витрати на

					<i>ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ</i>	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

будівництво очисних споруд, отримати додаткове паливо – біогаз і активний мул, як добриво для сільського господарства [9].

Така технологія є перспективною, так як дозволяє очистити стічні води на 92% від початкового забруднення, а також отримати додатковий енергоносій – біогаз та органічні добрива. А також використання даної технології дозволить довести стоки до норми скиду в водойми.

В таблиці 1.5 наведено основні показники забруднень до очистки стічних вод винзаводу.

Таблиця 1.5

Характеристика стічних вод виноробної промисловості очистки

Показники забрудненості	Концентрація в мг/дм ³
	До очистки
Завислі речовини	2100-6100
БСК _{повн}	1440-2500
ХСК	3294-4700
NH ₄ ⁺	32
ПАР	36
pH*	5,0-6,3

* - безрозмірна величина

Отже, аналіз технологій очищення стічних вод в Україні показав, що всі існуючі технології були засновані ще в 70-80х роках минулого століття, є недостатньо ефективними, і потребують модернізації та реконструкції. Застосування анаеробно-аеробної технології дозволяє отримати концентрації забруднень, які не перевищують гранично допустимі концентрації для відведення виробничих стічних вод до норм скиду у водойму.

1.3. Розрахункові витрати і концентрації забруднюючих речовин стічних вод винзаводу

Згідно завдання, середня витрата стічних вод міста і підприємства складає
 $Q_{сер.доб.} = 20000 \text{ м}^3/\text{доб.}$

Середньогодинна витрата стічних вод:

$$Q_{сер.год} = \frac{Q_{сер.доб.}}{24} = \frac{20000}{24} = 833,3 \text{ м}^3/\text{год} \quad (1.3.1)$$

Середньосекундна витрата стічних вод:

$$Q_{сер.с} = \frac{Q_{сер.доб.}}{24 \cdot 3600} = \frac{20000}{24 \cdot 3600} = 0,231 \text{ м}^3/\text{с} \quad (1.3.2)$$

Середньосекундна витрата в дм^3 становить:

$$q_{сер.с} = Q_{сер.с} \cdot 1000 = 0,231 \cdot 1000 = 231,4 \text{ дм}^3/\text{с} \quad (1.3.3)$$

Максимальна секундна витрата стічних вод становить:

$$q_{max.с} = K_{max} \cdot q_{сер.с} = 1,56 \cdot 0,231 = 0,36 \text{ м}^3/\text{с} \quad (1.3.4)$$

$$q_{min.с} = K_{min} \cdot q_{сер.с} = 0,61 \cdot 0,231 = 0,14 \text{ м}^3/\text{с} \quad (1.3.5)$$

де $q_{сер.с}$ – середньосекундна витрата господарсько-побутових стічних вод, $\text{м}^3/\text{с}$;
 K_{max} і K_{min} – коефіцієнти нерівномірності водовідведення згідно ДБН п. 7.1.6 і становить 1,56 та 0,61 відповідно.

$Q_{сер.с}$	100	300	500	1000	Більше 5000
K					
K_{max}	1,6	1,55	1,5	1,4	1,44
K_{min}	0,59	0,62	0,66	0,69	0,71

За методом лінійної інтерполяції, враховуючи значення середньосекундних витрат коефіцієнти становлять $K_{min} = 0,61$, $K_{max} = 1,56$.

Розрахунок максимальної годинної витрати:

$$Q_{max год} = 3,6 \cdot q_{max} = 3,6 \cdot 360,9 = 1299,5 \text{ дм}^3/\text{год}$$

					ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.4 Розрахунок необхідного ступеня очищення стічних вод

1.4.1. Нормативи якості води у водоймі

Необхідний ступінь очищення розраховується за методом Фролова-Родзілера. Згідно завдання, водойма відноситься до рибогосподарського водокористування. У розрахунковому створі за течією річки на 1 км від найближчого пункту водокористування повинні забезпечуватися наступні показники якості води [12]:

- завислі речовини $< 0,25 \text{ мг/дм}^3$;
- біохімічна потреба в кисні $\leq 3 \text{ мг/дм}^3$ при температурі $200 \text{ }^\circ\text{C}$;
- розчинений кисень $\geq 4 \text{ мг/дм}^3$ (в літній період).

1.4.2. Розрахунковий коефіцієнт змішування стічних вод з водою річки
Коефіцієнт турбулентної дифузії, який показує змішування стічної води з водою річки, визначається за формулою:

$$E = \frac{V_{cp} \cdot H_{cp}}{200} = \frac{1,3 \cdot 2,5}{200} = 0,016, \quad (1.4.1)$$

де V_{cp} - середня швидкість течії води в річці між випуском стічних вод і розрахунковим створом – 1,3 м/с (згідно завдання); H_{cp} - середня глибина річки на тій же ділянці – 2,5 м (згідно завдання).

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

$$\alpha = \phi \cdot \xi \cdot \sqrt[3]{\frac{E}{Q_{ср.с.}}} = 1,4 \cdot 1,5 \cdot \sqrt[3]{\frac{0,016}{0,231}} = 0,86, \quad (1.4.2)$$

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 – 1,4; ξ – коефіцієнт, що залежить від місця і конструкції випуску стічних вод у водойму при русловому випуску – 1,5; q – середньосекундна витрата стічних вод, що скидаються у водойму – 0,231, $\text{м}^3/\text{с}$.

Коефіцієнт змішування стічних вод з річковою водою визначається за формулою:

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

$$\gamma = \frac{1 - e^{-\alpha \sqrt[3]{L}}}{1 + \left(\frac{Q}{Q_{сер.с.}}\right) e^{-\alpha \sqrt[3]{L}}} = \frac{1 - e^{-0,86 \sqrt[3]{3000}}}{1 + \left(\frac{20}{0,231}\right) e^{-0,86 \sqrt[3]{3000}}} = 0,999, \quad (1.4.3)$$

де L – відстань по фарватеру річки від місця випуску стічних вод до розрахункового створу, м (згідно завдання – 3 км); Q - розрахункова витрата води в річці при 95% забезпеченості, м³/с (згідно завдання = 20 м³/с).

1.4.3 Необхідний ступінь очищення стічних вод

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

$$C_{зр}^{доп} = p \cdot \left(\frac{\gamma \cdot Q}{Q_{сер.с.}} + 1\right) + C_{\phi} = 0,75 \cdot \left(\frac{0,999 \cdot 20}{0,231} + 1\right) + 15 = 80,6 \text{ мг/дм}^3, \quad (1.4.4)$$

де p – приріст концентрації завислих речовин у водоймі після випуску стічних вод, мг/дм³ (0,75 г/м³); C_φ – фонові концентрації завислих речовин у воді річки до місця випуску стічних вод, мг/дм³ (згідно завдання = 15 мг/дм³).

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

$$C_{БСК}^{доп} = \frac{\gamma \cdot Q}{Q_{сер.с.}} \cdot \left(\frac{C_{БСК}^н}{10^{-k \cdot t}} - C_{БСК}^{\phi}\right) + \frac{C_{БСК}^н}{10^{-k \cdot t}} = \quad (1.4.5)$$

$$= \frac{0,999 \cdot 20}{0,231} \cdot \left(\frac{6}{10^{-0,09 \cdot 0,0267}} - 5,2\right) + \frac{6}{10^{-0,09 \cdot 0,0267}} = 78,1 \text{ мг/дм}^3,$$

де C_{БСК}^{доп} - значення БСК_{повн}, яке повинно бути досягнуто в процесі очищення стічних вод, мг/дм³; C_{БСК}^φ - фонові значення БСК_{повн} у воді річки до місця випуску стічних вод, мг/дм³ (згідно завдання = 5,2 мг/дм³ , C_{БСК}^н - гранично-допустиме значення БСК_{повн} у розрахунковому створі річки (дорівнює 6 мг/дм³), γ - коефіцієнт змішування стічних вод з річковою водою (дорівнює 0,999), k – константа швидкості споживання кисню у суміші річкової та стічних вод, доба⁻¹ (11, табл. К.1,); цей показник залежить від температури влітку наступним чином [4]:

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

Згідно завдання, температура вод річки в літній період становить 18°C, отже $k=0,09$.

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

$$t = \frac{L}{V_{cp} \cdot 24 \cdot 3600} = \frac{3000}{1,3 \cdot 24 \cdot 3600} = 0,0267 \text{ доб}, \quad (1.4.6)$$

де L – відстань по фарватеру річки від місця випуску стічних вод до розрахункового створу, м; V_{cp} – середня швидкість течії води в річці між випуском стічних вод і розрахунковим створом, м/с.

Розрахунок допустимого $BCK_{повн}$ 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 $BCK_{повн}$ стічних вод не буде перевищувати величину:

$$C_{BCK}^{O_2} = \frac{\gamma \cdot Q}{0,4 \cdot Q_{сер.с.}} \left(O_{\phi} - 0,4 C_{BCK}^{\phi} - O_{min} \right) - \frac{O_{min}}{0,4} = \frac{0,999 \cdot 20}{0,4 \cdot 0,231} (6,5 - 0,4 \cdot \quad (1.4.7)$$

$$4 - 4) - \frac{4}{0,4} = 184,6 \text{ мг/дм}^3$$

де $C_{BCK}^{O_2}$ - $BCK_{повн}$ стічних вод, яке потрібно досягнути в процесі очищення, мг/дм³; O_{ϕ} –фонова концентрація розчиненого кисню у воді річки до місця випуску стічних вод, мг/дм³ (згідно завдання = 6,5); O_{min} – найменша концентрація розчиненого кисню, яка повинна бути забезпечена у водоймі, 4 мг/дм³; C_{BCK}^{ϕ} - фонове значення $BCK_{повн}$ у воді річки до місця випуску стічних вод, мг/дм³ (згідно завдання – 4); 0,4 – коефіцієнт для перерахунку $BCK_{повн}$ у BCK_2 [11].

За розрахункове значення $BCK_{повн}$ приймаємо менше з двох отриманих у попередніх розрахунках. Отримане значення концентрації завислих речовин (80,6 мг/дм³) свідчить про достатність повного біологічного очищення, значення $BCK_{повн}$ (78,1 мг/дм³) свідчить також про достатність повного біологічного очищення, бо повне біологічне очищення дозволяє досягти значень $BCK_{повн}=15$ мг/дм³, $C_{зр}=15$ мг/дм³.

					ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.5 Характеристика біологічного агента

1.5.1 Характеристика активного мулу

Активний мул – це біоценоз, який штучно вирощений при аерації стічних вод, населений найпростішими, бактеріями та багатоклітинними тваринами, які перероблюють забруднюючі речовини і очищують стічні води в результаті окиснення органічних речовин. Окиснення органічних речовин в аеротенку відбувається за рахунок життєдіяльності мікроорганізмів, які утворюють пластівці активного мулу [13].

У біоценозах активного мулу наявні представники шести відділів: бактерії, гриби, діатомові, зелені, синьо-зелені, еугленові мікроводорості і дев'яти таксономічних груп мікрофауни: джгутиконосці, саркодові, інфузорії, первиннопорожнинні і вториннопорожнинні черви, черевовійчасті черви, коловертки, тихоходки, павукоподібні [13].

Бактерії. Представлені трьома основними формами: коки, палички та спірили.

Видовий склад їх належить до родів *Bacillus*, *Actinomyces*, *Arthrobacter*, *Corynebacterium*, *Micrococcus*, *Desulfotomaculum*, *Pseudomonas*, *Sarcina* [14]. Вони виконують провідну роль у процесах вилучення зі стічної води розчинених, колоїдних і великих органічних забруднень, адаптують біоценоз до нових умов, підтримують життєздатність активного мулу. Бактерії відрізняються надзвичайно лабільним обміном. Вони краще за пристосовуються до несприятливих навколишніх умов. При надходженні на очисні споруди стічних вод, які містять токсичні речовини, єдиними мешканцями споруди залишаються бактерії. Вони більш стійкі до дії отруйних речовин та легше адаптуються до застосування нових джерел живлення [13].

Окрім гетеротрофних бактерій, які засвоюють органічні речовини, в очисних спорудах наявні літотрофні організми – сіркобактерії, нітрифікуючі бактерії, тіонові бактерії. Нітрифікуючі бактерії функціонують переважно в кінці процесів біологічної очистки, коли створені найбільш сприятливі умови для їх росту та функціонування. Тіонові бактерії зустрічаються в тих спорудах, які

					ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

призначені для очистки стічних вод, що мають відновлені сполуки сірки. Сіркобактерії на очисних спорудах функціонують в присутності сірковмісних органічних речовин.

Гриби. В основному зустрічаються цвілеві вищі гриби, такі як *Fusarium*, *Nematosporangium*, іноді нижчі гриби (*Mucor*) та дріжджі [13].

Вони володіють гетеротрофним типом живлення, деякі з них відносяться до активних мінералізаторів, через що в процесах очищення гриби відіграють важливу роль. Спухання активного мулу може викликатися масовим розвитком грибів в споруді.

Найпростіші (*Protozoa*). На очисних спорудах зустрічаються представники трьох класів найпростіших, це джгутикові, саркодові і інфузорії [13]. Їх функція заключається у тому, що вони не беруть участі у споживанні органічних речовин, але регулюють видовий і віковий склад активного мулу та підтримують його на оптимальному рівні. При поглинанні великої кількості бактерій найпростіші сприяють виходу певної кількості бактеріальних екзоферментів, які концентруються в слизовому шарі мулу і беруть участь у розщепленні забруднень.

Джгутикові (*Mastigophora*). Це безбарвні малі одноклітинні організми, які мають тонку оболонку. Розміри в основному не більше 10-20 мкм. Харчуються бактеріями і деякими розчиненими органічними сполуками. Розвиваються у великих кількостях тільки в дуже брудних стічних водах. В очисних спорудах масовий розвиток їх спостерігається у період їх запуску.

Інфузорії (*Ciliata*). Складні за будовою з усіх найпростіших (є оболонка, постійна форма тіла; на передньому кінці розташований ротовий отвір). Характерна ознака організмів цього класу – наявні війки. Живляться бактеріями, засвоюють колоїдні та дрібнодисперсні органічні забрудники. Індикатори роботи очисних споруд (зміна концентрації органічних забрудників, рівня рН, розчиненого кисню, температури води) [13].

Серед інших тваринних мікроорганізмів організмів в очисних спорудах також присутні: щетинкові черви (*Oligochaeta* і *Polychaeta*), круглі черви

									Арк.
									29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ				

(*Nematoda*) та коловертки (*Rotatoria*). В основному зустрічаються різні коловертки.

Активний мул являє собою складну екосистему, до якої входить велика кількість представників мікрофлори і мікрофауни. Головною технологічною властивістю є здатність до утворення міцних пластівців, які швидко осідають. Мікроорганізми є біоідентифікаційними методами моніторингу характеру забруднюючих речовин у стічних водах, а також ефективним індикатором виявлення якості активного мулу.

1.5.2 Характеристика анаеробного мулу

Метанове бродіння – це безкиснева біологічна конверсія органічної речовини в біогаз, який складається в основному із метану і вуглекислоти [22].

Анаеробне перетворення будь-якої складної органічної речовини в біогаз проходить через чотири послідовні стадії [20]:

- стадія гідролізу (розщеплення) складних біополімерних молекул на більш прості оліго- і мономери;
- стадія ферментації (бродиння) – це розпад мономерів до ще більш простих речовин - нижчих кислот і спиртів;
- ацетогенна стадія, на якій утворюються безпосередні попередники метану;
- метаногенна стадія, яка веде до кінцевого продукту деградації складних органічних речовин - метану.

Гідроліз здійснюється екзогенними ферментами, які виділяються в міжклітинне середовище різними гідролітичними мікроорганізмами, основними представниками яких є бактерії роду *Peptococcus*, *Bifidobacterium*, *Staphylococcus*, *Eubacterium* [20].

Ферментативні бактерії є складною сумішшю багатьох видів мікроорганізмів, велика частина яких є облігатними анаеробами і найкраще функціонує в діапазоні рН 4,0-6,5. Домінуючими формами виступають анаеробні мезофільні бактерії *Bacteroides*, *Clostridium*, *Butyrivibrio*, *Eubacterium*,

					ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

Bifidobacterium, Lactobacillus і деякі інші [20].

Розкладання продуктів кислотогенної стадії здійснюється облігатними протон-відновлюючими або облігатно-синтрофними бактеріями.

Завершують процес утворення метану метаноутворюючі бактерії (метогени), які є облігатними анаеробами. Для метаногенів найбільш сприятливими умовами функціонування є значення рН-середовища 6.6-7.6, сталість температури і тиску, відсутність світла. Крім цього, для забезпечення життєдіяльності чистих культур метаногенів в першу чергу необхідний найсуворіший анаеробіоз.

Отже, в результаті аналізу існуючих технологій було обрано анаеробно-аеробну технологію очистки стічних вод виноробної промисловості з початковим анаеробним зброджуванням в біореакторі типу UASB та наступною аеробною очисткою в аеротенку.

					<i>ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ</i>	Арк.
						31
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

РОЗДІЛ 2. БІОХІМІЧНІ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

2.1 Перебіг процесів в аеротенку

Для того щоб відбувалися процеси біохімічного окиснення органічних речовин, які знаходяться в стічних водах, їм необхідно потрапити усередину клітин мікроорганізмів. До поверхні клітин органічні речовини надходять за рахунок конвективної і молекулярної дифузії, а усередину клітин - дифузією через напівпроникні цитоплазматичні мембрани, яка виникає внаслідок різниці концентрацій речовин у клітині і поза нею. Однак велика частина речовин потрапляє усередину клітин за допомогою специфічних білків-переносників. Речовина-переносник утворює розчинний комплекс, який дифундує через мембрану в клітину, де він розпадається, а білок-переносник включається в новий цикл переносу [26].

Основну роль у процесі очищення стічних вод відіграють процеси перетворення речовини, які протікають усередині клітин мікроорганізмів. Ці процеси закінчуються окисненням речовини з виділенням енергії і синтезом нових речовин з витратою цієї ж енергії [26].

Усередині клітин мікроорганізмів відбувається безперервний і складний процес хімічних перетворень. У суворій послідовності, з великою швидкістю протікає велике число реакцій. Швидкість реакцій і їх послідовність залежать від виду і складу ферментів, що виконують роль каталізаторів. Ферменти прискорюють тільки ті реакції, що протікають мимовільно, але з дуже малою швидкістю [26].

Ферменти (або ензими) являють собою складні білкові сполуки з молекулярною масою, яка досягає сотень тисяч і мільйонів. За будовою молекули ферментів поділяють на одно- і двокомпонентні. Перші з них є

					<i>ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ</i>			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Чорномисюк О.В			Біохімічні основи технологічного процесу	Літ.	Арк	Аркушів
Конс.							32	102
Керівн.		Щурська К.О.			КПІ імені Ігоря Сікорського ФБТ, БЕ-81мп			
Затверд.								

простими білками - протеїнами, другі - складними білками - протеїдами, молекула яких складається з двох частин: перша частина, білкова, називається носієм, чи апоферментом, друга - небілкова, називається коферментом. Кофермент володіє каталітичною активністю, а білковий носій збільшує його активність [26].

Каталітичні реакції протікають на поверхні молекул ферментів, на якій виникають активні центри. У порівнянні з хімічними каталізаторами ферменти діють в більш "м'яких умовах": при невисоких температурах, нормальному тиску і реакції середовища, близької до нейтральної. Іншою особливістю ферментів є те, що кожен з них взаємодіє тільки з визначеною хімічною сполукою і каталізує одне з багатьох перетворень, яким піддається дана хімічна сполука. При зміні складу і концентрації речовин необхідні ферменти іншого складу [26].

Таким чином, певну реакцію каталізує один відповідний фермент. При цьому продукт однієї реакції служить субстратом для наступної. Все це є істотною відмінністю ферментного каталізу [26].

Швидкість біохімічних реакцій визначається активністю ферментів, що залежить від температури, рН і присутності в стічній воді різних речовин. З підвищенням температури швидкість ферментативних реакцій підвищується, але до певної межі. Для кожного ферменту є оптимальна температура, вище якої швидкість реакції буде спадати. Для руйнування складної суміші органічних речовин необхідно 80-100 різних ферментів [26].

До активаторів, які підвищують активність ферментів, відносять багато вітамінів і катіонів Ca^{2+} , Mg^{2+} , Mn^{2+} . У той же час солі важких металів, синільна кислота та антибіотики є інгібіторами, які блокують активні центри ферменту, перешкоджаючи його реакції із субстратом, тобто різко знижують активність. Швидкість утворення і розпаду ферментів залежить від умов росту мікроорганізмів і визначається швидкістю надходження в клітку речовин, які затримують або активують біохімічні процеси [26].

Клітини кожного виду мікроорганізмів мають визначений набір ферментів. Деякі з них незалежно від субстрату постійно присутні в клітинах. Такі ферменти

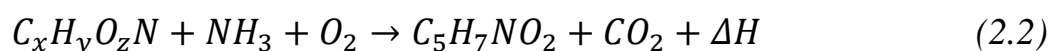
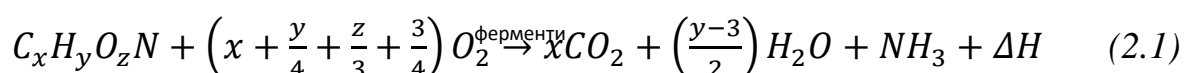
					<i>ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		33

називаються конститутивними. Інші ферменти синтезуються в клітинах унаслідок змін в навколишньому середовищі, наприклад, зміни в складі концентрації забруднень стічних вод. Ці ферменти з'являються в період пристосування організмів до зміни середовища, тому називаються адаптивними [26].

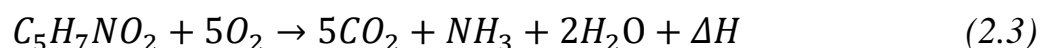
Якщо в стічних водах знаходиться декілька речовин, то процес окиснення буде залежати від вмісту і структури всіх розчинених органічних речовин. У першу чергу будуть окиснюватися ті речовини, які можуть служити постачальником клітинного матеріалу й енергії. Інші речовини споживаються мікроорганізмами в залежності від набору ферментів з рівними чи різними швидкостями окиснення чи одночасно послідовно. Порядок окиснення речовин сказується на тривалості очищення стічних вод. При послідовному окисненні речовин тривалість очищення визначається сумою тривалості окиснення кожної речовини окремо [26].

Усередині клітин хімічні сполуки піддаються різним анаболічним і катаболічним перетворенням. Анаболічні перетворення призводять до синтезу нових клітинних компонентів, а катаболічні є джерелом необхідної для клітин енергії [26].

Сумарні реакції біохімічного окиснення в аеробних умовах схематично можна представити в наступному виді:



Реакція (2.1) показує характер окиснення речовини для задоволення енергетичних потреб клітини, реакція (2.2) - для синтезу клітинної речовини. Витрати кисню на ці реакції складають БПК_{повн.} стічної води. Якщо процес окиснення проводити і далі, то починається перетворення клітинної речовини:

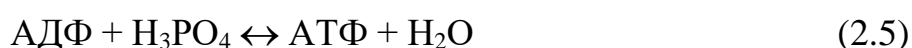


де: $C_xH_yO_zN$ - всі органічні речовини стічних вод; $C_5H_7NO_2$ - середнє співвідношення основних елементів у клітинній речовині бактерій; ΔH - теплота

					ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

реакції [26].

Загальна витрата кисню на чотири реакції приблизно вдвічі більше, ніж на (2.3) і (2.4). Як видно з реакцій, хімічні перетворення є джерелом необхідної для мікроорганізмів енергії. Живі організми здатні використовувати тільки зв'язану хімічну енергію. Універсальним переносником енергії в клітині є аденозинтрифосфорна кислота (АТФ), яка утворюється в ході реакції приєднання залишку фосфорної кислоти до молекули аденозиндифосфорної кислоти (АДФ):



Велике число біохімічних реакцій здійснюється за допомогою коферменту А. Кофермент А (чи КоА, КоА-SH, кофермент ацилювання) є похідним γ -меркаптоетиламіда пантотенової кислоти і нуклеотиду – аденозин-3,5-дифосфату ($\text{C}_{21}\text{H}_{36}\text{O}_{167}\text{P}_3\text{S}$). Його молекулярна маса 767,56. Чистий КоА - білий аморфний порошок, добре розчинний у воді, є сильною кислотою, який з важкими металами утворює нерозчинні у воді меркаптиди, він легко окиснюється (I_2 , H_2O_2 , KMnO_4 , а також киснем повітря) з утворенням дисульфідів, особливо в присутності слідів важких металів. КоА активує карбонові кислоти, утворює з ними проміжні сполук, бацилпохідні КоА [26].

Мікроорганізми здатні окиснити багато органічних речовин, але для цього потрібно різний час адаптації. Легко окиснюються бензойна кислота, етиловий і аміловий спирти, гліколі, хлоргідриди, гліцерин, анілін, ацетон, складні ефіри й інше. Так, одно-, дво- і трьохатомні спирти, а також вторинні спирти добре окиснюються, а третинні спирти окиснюються з невеликою швидкістю. Різною швидкістю окиснення володіють хлорпохідні органічні сполуки, а нітросполуки погано окиснюються. Наявність функціональних груп збільшує здатність до біологічного руйнування сполук у такій послідовності: $-\text{CH}_3$, $-\text{OOCCH}_3$, $-\text{CHO}$, $-\text{CH}_2\text{OH}$, $-\text{CHOH}$, $-\text{COOH}$, $-\text{CN}$, $-\text{NH}_2$, $-\text{OHCOOH}$, $-\text{SO}_3\text{H}$.

Наявність подвійного зв'язку в деяких випадках полегшує біологічне розкладання сполук. Зі збільшенням молекулярної маси речовин швидкість біологічного окиснення зменшується. Поверхнево-активні речовини

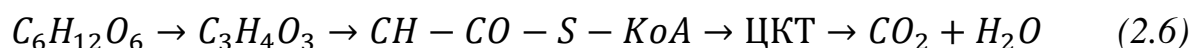
					<i>ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

окиснюються з різною швидкістю. Установлено, що речовини, що знаходяться в стічних водах у колоїдному чи дрібно дисперсному стані, окиснюються з меншою швидкістю, чим речовини, розчинені у воді. У стічних водах із суміші речовин у першу чергу окиснюються ті речовини, що краще засвоюються мікроорганізмами [26].

2.2 Метаболізм деяких речовин

Окиснення органічних речовин до CO_2 і H_2O відбувається в кілька стадій.

Окиснення вуглеводів описується складною схемою:



Цикл трикарбоновых кислот (цикл Кребса, цикл лимонної кислоти, ЦТК) складається із серії послідовних реакцій, які прискорюються десятьма різними ферментами [26].

Ацетил-КоА під дією ферменту конденсується з щавлево-оцтовою кислотою, утворює лимонну кислоту, що під дією ферменту ізомеризується в цис-аконитову кислоту, а потім у ізолимонну кислоту, що піддається окисному декарбоксілюванню. Цей процес протікає в дві стадії: спочатку відбувається дегідрування ізолимонної кислоти з утворенням щавлевобурштинової кислоти, що потім декарбоксілюється, перетворюючись в кетоглутарову кислоту. Далі відбувається окисне декарбоксілювання кетоглутарової кислоти й утворюється сукцинил-КоА, що перетворюється у вільну бурштинову кислоту. Далі йде дегідрування бурштинової кислоти з утворенням фумарової кислоти, що перетворюється в яблучну кислоту. Після дегідрування виникає щавлево-оцтова кислота, що може знову конденсуватися з ацетил-КоА ($\text{CH}_3\text{-CO-S-CoA}$) [26].

Окиснення метану і етанолу.

Метан окиснюється за схемою:

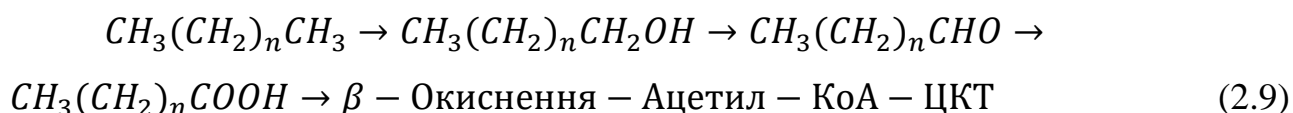


Етиловий спирт мікроорганізми перетворюють в оцтову кислоту, що після реакції з ацетил-КоА включається в ЦТК:

					<i>ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ</i>	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

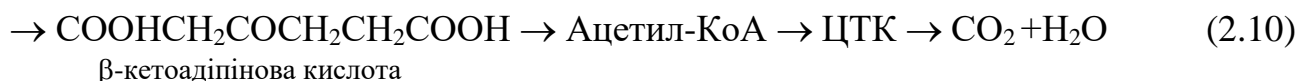


Окиснення вуглеводнів здійснюється в такий спосіб:



Шляхи метаболізму ароматичних сполук дуже різноманітні. Розпад цих сполук зв'язаний з розривом кільця. На це бактеріям потрібно кисень. Розрізняють три типи розриву ароматичного кільця. По першому типі кільце розривається між двома сусідніми гідроксильованими атомами вуглецю. Наприклад, під дією ферменту розрив кільця пірокатехіна приводить до утворення цис, цис-муконової кислоти. Цим шляхом розпадаються фенол, бензойна кислота, нафталін, фенантрен, антрацен [26].

Окиснення фенолу починається з його гідроксилювання в ортоположенні, при цьому утвориться пірокатехін (дифенол) [26].



Більшість ароматичних сполук утворить спочатку пірокатехін (чи пірокатехінову кислоту), що перетвориться в β-кетoadіпінову кислоту. Ця кислота за участю КоА включається в цикл трикарбонових кислот [26].

Другий шлях розриву кільця ароматичних сполук - це розрив зв'язку між гідроксильованим і негідроксильованим вуглецевими атомами. У цьому випадку під дією ферменту пірокатехін розпадається на напівальдегід 2-оксимуконової кислоти, що далі перетворюється в оцтову, щавлево-оцтову, мурашину (ацетальдегід) кислоти [26].

					Арк.
					37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ

Третій шлях характеризується розривом кільця між гідроксильованим атомом вуглецю й атомом вуглецю, до якого приєднана карбоксильна чи інша група.

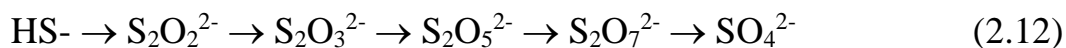
Окиснення сірчистих речовин.

Сірку, сірководень, тіосульфати, політіонати й інші сірчисті сполуки сірчані бактерії окиснюють до сірчаної кислоти і сульфатів. Наявність у стічній воді азоту, фосфору, калію і невеликих кількостей заліза, магнію, міді, цинку, бора, марганцю й інших речовин у деяких випадках сильно інтенсифікує розвиток сірчаних і тіонових бактерій. Тіонові бактерії розкладають сірководень, сірку, тіосульфат і ін. Кінцевий продукт окиснювання - сірчана кислота чи сульфати [26].

Процес окиснення сірчистих сполук тіоновими бактеріями може бути представлений наступними схемами:



або:



Установлено, що окиснювання сульфідів кальцію йде швидше, ніж сульфідів натрію.

При окисненні сірководню спочатку утвориться сірка, що накопичується в клітках у виді запасної речовини:



Потім при недоліку H_2S йде реакція:

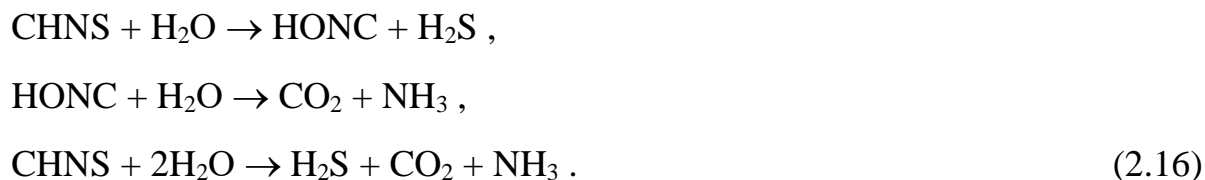


Відновлення сульфатів - основний шлях утворення сірководню в природі. Відновлюються й органічні сполуки:



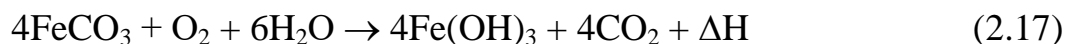
При окисненні тіоціанатів (роданідів) спочатку утворюються сульфідні і ціанати. Ціанати далі гідролізуються до CO_2 і NH_3 , а сульфідні окиснюються до сульфатів:

					<i>ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

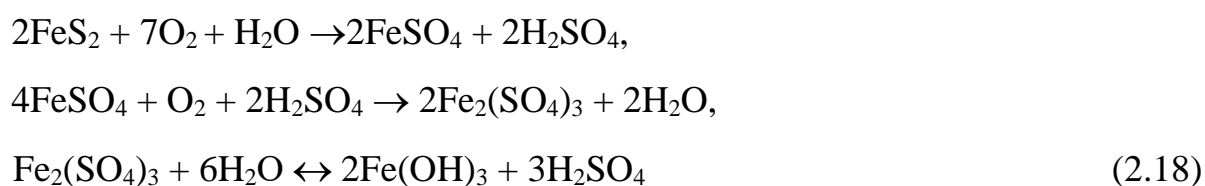


Окиснення заліза та марганцю.

Залізобактерії одержують енергію в результаті окиснювання солей двовалентного заліза до сполук тривалентного заліза:



Маються мікроорганізми, що відновлюють Fe^{3+} до Fe^{2+} :



Двовалентний марганець окиснюється в чотирьохвалентний:



Солі важких металів згубно впливають на бактерії, але є такі мікроорганізми, що відрізняються стійкістю й адаптуються [26].

					<i>ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ</i>	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3. Характеристика кінцевого продукту

Кінцевим продуктом очищених стічних вод виноробної промисловості є очищена стічна вода до норм скиду у водойму згідно з допустимими значеннями концентрацій. Дана вода є безпечною, не шкідливою за хімічним складом. Має задовільні органолептичні властивості.

Таблиця 2.1.

Характеристика стічних вод виноробної промисловості до та після
очистки

Показники забрудненості	Концентрація	
	До очистки	Після очистки
Завислі речовини, мг/дм ³	2100-6100	80,6
БСК _{повн} , мг/дм ³	1440-2500	78,1
Азот амонійний, мг/дм ³	32	15
Температура, °С	18	15
рН	5,0-6,3	7,4

РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Опис технологічної схеми біологічного очищення стічних вод

ДР 1 Підготовка повітря до аерації

ДР 1.1 Забір повітря

Здійснюється забір атмосферного повітря за допомогою труб, що знаходяться за межами повітродувної станції, з точкою забору 4-6 м вище рівня землі при мінімальній температурі $t_{\min} = -20^{\circ}\text{C}$ і максимальній температурі $t_{\max} = +40^{\circ}\text{C}$.

ДР 1.2 Компресування повітря

В ході даного процесу відбувається стискання повітря під тиском, який менший за атмосферний. Для компресування повітря застосовують повітродувки з продуктивністю від 2 до 190 м³/хв. Із стисненим повітрям до 2,5 бар (2,5кПа).

ДР 1.3 Фільтрування повітря

Повітря, яке забирається з атмосфери за допомогою компресора, проходить через повітрозбірник і для попереднього очищення подається на фільтр попередньої очистки. На цьому фільтрі повітря очищується від механічних частинок та пилу. Ефективність очищення від крупнодисперсної фракції становить 99,5 %. Повітря направляється на технологічні стадії ТП 8.2, ТП 8.3.

Фільтрувальним матеріалом є тканина з максимальним діаметром часток, що затримуються 1,8 мкм, максимально допустимою температурою 60°C й ефективністю очищення 98%.

ДР 2 Підготовка водного розчину хлору

Для обробки побутових стічних вод з метою їх знезараження використовують хлорну воду, яка готується шляхом змішування

					<i>ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ</i>			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Чорномисюк О.В			Технологічна частина	Літ.	Арк	Аркушів
Конс.							41	102
Керівн.		Щурська К.О.			КПІ імені Ігоря Сікорського ФБТ, БЕ-81мп			
Затверд.								

газоподібного хлору та технічної води. Внаслідок малої розчинності рідкого хлору у воді, його спочатку переводять у газоподібний стан після чого проводять розчинення. Цей процес відбувається у спеціальних спорудах – реакторах-змішувачах. Підготовлена хлорна вода надходить до стадії знезараження очищеної води.

ДР 3 Приготування розчину $FeCl_3$

Для приготування розчину $FeCl_3$ з концентрацією $C=5\%$, його змішують з водопровідною водою та подають до стадій фізико-хімічного очищення і обробки осадів як коагулянт.

ДР 4 Приготування розчину $Ca(OH)_2$

Для врегулювання рН стічних вод як підлужуючий реагент використовують розчин гашеного вапна з концентрацією $C=1\%$, який подають до стадії фізико-хімічного очищення.

ТП 5 Стадія механічної очистки

ТП 5.1 Очищення на решітках

Решітки є першим елементом всіх технологічних схем очищення стічних вод. Вони встановлюються в розширених каналах перед пісковловлювачами. Очисні решітки призначені для вилучення із стічних вод великогабаритного сміття: пластмасової тари, залишок овочів і фруктів. Відходи, що утворюються, надходять на ТПВ. На даному етапі здійснюється технічний контроль.

ТП 5.2 Очищення на пісковловлювачах

Пісковловлювачі встановлюють перед відстійниками. Вони є обов'язковими, оскільки пісок та інші важкі мінеральні речовини негативно впливають на роботу відстійників. Піщана пульпа направляється на піскові майданчики.

ТП 6 Усереднення концентрації забруднюючих речовин

Концентрації забруднень у стічних водах виноробних підприємств характеризуються значними коливаннями у часі, що пов'язано із сезонністю переробки винограду і з виноробством. Метою усереднення є створення таких умов, за яких стічні води на виході з усереднювача матимуть середню

					<i>ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

концентрацію забруднень.

ТП 7 Нейтралізація стічних вод

Для підвищення ефективності роботи споруд механічного очищення стічних вод застосовують врегулювання рН. Відпрацьовані хімічні реагенти надходять на знешкодження.

ТП 8 Біологічне очищення стічних вод

ТП 8.1 Очищення стічних вод в анаеробному біореакторі

До анаеробного біореактору надходить стічна вода та мулова суміш із нітрифікатору. Процес повинен проходити без доступу кисню, процес перемішування забезпечується пропелерними мішалками протягом 6 годин.

ТП 8.2 Очищення стічних вод в аеротенку

В аеротенк з регенерацією, подається стічна вода після перебування в анаеробного біореакторі, попередньо підготовлене повітря для аерації та частина рециркуляційного активного мулу з вторинного відстійника. На даному етапі здійснюється технічний, хімічний та мікробіологічний контроль.

ТП 9 Відстоювання у вторинних відстійниках

З виходу аеротенку вода із надлишковим активним мулом потрапляє до розподільчого каналу вторинних відстійників, а потім на розподільчу чашу кожної групи відстійників і через водозлив з широким порогом – до самих відстійників. Відстоювання відбувається протягом 1,5 годин. Рециркулюючий активний мул повертається на вхід до аеротенку. Надлишковий активний мул, що накопичується у вторинному відстійнику вилучається і направляється на стадію обробки осадів.

ТП 10 Знезараження очищеної стічної води

Знезараження води проводиться шляхом обробки побутових стічних вод хлорною водою із стадії ДР 2. Час контакту стічної води з хлорною водою становить 30 хв.

ПВ 11 Обробка сирого осаду та надлишкового активного мулу

ПВ 11.1 Ущільнення НАМ

Метою даного етапу є зниження вологості осаду до 96-97 %, що зменшити

					<i>ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

об'єми осадів, полегшить його подальшу обробку і дозволить зменшити розміри наступних споруд обробки осадів.

Для відділення мулової води стабілізованого мулу передбачена стадія ущільнення. Мул під своєю вагою осідає на дно та видаляється насосом на подальшу обробку.

ПВ 11.2 Збродження в метантенку

Метантенк призначений для стабілізації сирих осадів з первинних відстійників, що відокремлюються в процесах очищення стічних вод. Біохімічний процес стабілізації здійснюється в анаеробних умовах при мезофільних умовах ($t=30-35^{\circ}\text{C}$) і являє собою розклад органічних речовини осаду в результаті життєдіяльності складного комплексу мікроорганізмів до кінцевих продуктів, в основному метану та діоксиду вуглецю. Газ, що утворюється в процесі зброджування подається в газгольдери для накопичення.

ПВ 11.3 Дегельмінтизація

Метою даного етапу є знезараження зброженого осаду на станції очистки стічних вод.

ПВ 11.4 Коагуляція та флокуляція осаду

Для зміни структури та покращення водовіддаючих властивостей осад обробляються розчином коагулянта – FeCl_3 концентрацією $C=5\%$. При його застосуванні рН має становити 6,5-8, за температури 20-25°C. Також використовують для підлучення розчин гашеного вапна $C=1\%$. Реагенти подаються від ДР 3 та ДР 4.

ПВ 11.5 Зневоднення осаду на фільтр-пресі

Осад з метантенку поступає фільтр-преси для зневоднення. Робочий тиск 0,16 мПа, здійснюється технічний контроль тиску. Утворений фільтрат подається в голову очисних споруд на решітки, а утворений осад на майданчики для збереження або на полігон для поховання.

ЗВ 12 Підсушування осаду на аварійних мулових майданчиках

Осад, який пройшов усі стадії його переробки надходить на мулові майданчики для підсушування. В основі даного процесу лежить гравітаційне

					<i>ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

проціджування води, а також випаровування вологи з поверхні шару осаду. Підсушений осад вивозиться з очисної станції, а дренажна вода направляється в голову очисних споруд ТП 7.1.

ЗВ 13 Підсушування піщаної пульпи на піскових майданчиках

В основі даного процесу лежить гравітаційне проціджування води крізь пісок, а також випаровування вологи з поверхні шару осаду. Підсушений пісок вивозиться з очисної станції, а дренажна вода направляється в голову очисних споруд ТП 7.1.

ЗВ 14 Збір, очистка і зберігання біогазу

На даному етапі відбувається відведення біогазу, що утворився в метантенках і його підготовка до використання у когенераційних установках.

ЗВ 14.1 Спалювання біогазу в когенераційній установці

3.2 Контроль виробництва

В процесі очищення каналізаційних стоків на очисній станції відбувається постійний контроль на всіх стадіях процесу для визначення ефективності кінцевого результату. Даний контроль здійснюється за допомогою відбору проб та їх аналізу.

Таблиця 3.1 Точки і параметри контролю

№	Стадія процесу	Параметр, що контролюється	Частота контролю	Норми технологічного режиму	Метод контролю параметра, тип приладу
1	2	3	4	5	6
1	Стічні води заводу та міста	Витрата стічних вод, м ³ /добу	1 раз на добу	90 000	Акустичний витратомір
		pH	Кожні 2 години і 1 раз на добу (середньодобова проба)	5,0-6,3	Іономір лабораторний
		Температура, °C	Кожні 2 години і 1 раз на добу	18	Вимірювання термометром
					Арк.
<i>ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ</i>					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	45

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4	5	6
		БСК _{повн.} , мг/дм ³	2 рази на тиждень	3200	КНД 211.1.4.039-5
		Масова концентрація завислих речовин, мг/дм ³	1 раз на добу	2000	КНД 211.1.4.039- 95
		Масова концентрація азоту амонійного, мг/дм ³	1 раз в денну зміну	0,6	КНД 211.1.4.03 9 - 9 5
2	Підготовка аераційного повітря	Робочий тиск нагнітання в повітродувку, МПа	1 раз на годину	0,16	Манометр
3	Підготовка хлорної води	Масова концентрація хлору, г/дм ³	1 раз на добу	3	Концентратомір КОХ-1
4	Приготування розчину коагулянту FeCl ₃	Масова концентрація FeCl ₃	1 раз на добу	5	Концентратомір КОХ - 1

					ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4	5	6
5	Підготовка підлужуючого реагента	Масова концентрація Ca(OH)_2	1 раз на добу	1	Концентратомір КОХ - 1
6	Очищення стічних вод на решітках	Масова концентрація домішок	1 раз на добу		КНД 211.1.4.03 9 - 9 5
7	Очищення стічних вод в анаеробному біореакторі	Масова концентрація БСК на виході, $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$	Кожні 2 години і 1 раз на добу	3200	КНД 211.1.4.03 9 - 9 5
8	Очищення в аеротенку	Муловий індекс, $\text{см}^3/\text{г}$	1 раз на добу	Не менше 100, не більше 120	Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд
		Температура, °С	Кожні 2 години і 1 раз на добу	18-20, не більше 30	Термометр

									Арк.
									47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ				

		Доза активного мулу, г/дм ³	3 рази на тиждень	3,5-4,0 не менше 3,5 г/дм ³ , не більше 4,0 г/дм ³	Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд
		pH	Кожні 2 години і 1 раз на добу	Від 6,5 до 8,5	Іономір лабораторний
9	Змішування стічної води з хлорною водою	Доза NaCl	1 раз на добу		Концентратомір КОХ - 1
10	Обробка осаду та надлишкового активного мулу	Доза FeCl ₃ , Ca(OH) ₂ , подання теплоагенту	1 раз на добу		Концентратомір КОХ - 1
11	Піскові майданчики	Вологість піщаної пульпи	1 раз на тиждень	80	Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд
12	Мулові майданчики	Вологість осаду	1 раз на тиждень	80	Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд

						Арк.
					ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

3.3 Матеріальний баланс

Матеріальний баланс розраховується для стадій сумісної обробки стічних вод міста і винзаводу. Розрахунок ведеться на 1 добу обробки стічних вод.

1. Приймаючи коефіцієнт приросту активного мулу $K_g=0,3$, визначимо приріст активного мулу в аеротенку за наступною формулою:

$$P = 0,8 \cdot C_{ЗР}^{к,ф} + K_{П} \cdot C^a_{сум,БСК} = 0,8 \cdot 133,68 + 0,3 \cdot 270 = 187,9 \text{ мг/дм}^3$$

2. Загальні втрати при очищенні стічних вод становлять 0,45% або:
 $20000 \cdot 0,45 / 100\% = 90 \text{ м}^3/\text{добу}$.

Результати представлені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 Матеріальний баланс очищення стічних вод

Використано					Отримано				
Стадія	Назва сировини, матеріалів та напівпродуктів	Кількість			Стадія	Назва сировини, матеріалів та напівпродуктів	Кількість		
		кг/м ³ СВ	м ³ /добу	кг			кг/м ³ СВ	м ³ /добу	кг
Механічне очищення суміші СВ	СВ: Завислі реч-и	-	20000	-	Механічне очищення суміші СВ	СВ: Завислі реч-и БСК _{повн}	-	19910	-
		0,240 0,300	- -	4 800 6 000			0,134 0,270	- -	2 668 5 375
					Вилучено:	Завислі речовини БСК _{повн}	- -	- -	2 132 625
					Втрати:	СВ	-	90	-
Всього:		-	20000	10800	Всього:			20000	10800
Біологічне очищення суміші СВ	СВ: Завислі реч-и БСК _{повн} Приріст біомаси	-	19910	-	Біологічне очищення суміші СВ	СВ: Завислі реч-и БСК _{повн} Приріст біомаси	-	19824	-
		0,134 0,270	- -	2 668 5 375			0,001 0,003	- -	20 60
		0,126	-	2 509			-	-	-

Продовження табл. 3.2

					Вилучено:	Завислі речовини	-	-	2 648
						БСК _{повн}	-	-	5 315
						Приріст біомаси	-	-	2 498
					Втра-ти:	СВ: Забруднювачі		86	
Всього:			19910	10552	Всього:			19910	10552

Отже, в розділі наведені стадії технологічного процесу очистки стічних вод виноробної промисловості анаеробно-аеробної технології. На першому етапі стічні води проходять анаеробну очистку в UASB-реакторі, а далі надходять до аеротенку на аеробну очистку.

					<i>ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

РОЗДІЛ 4. ВИБІР ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЛАДНАННЯ

4.1. Технологічні розрахунки основних споруд

Розрахунок UASB-біореактора

1. Визначення об'єму анаеробного реактора виходячи із витрати СВ:

$$W_p = Q_{\text{доб}} \cdot \frac{C_{\text{ХСК}}}{V_{\text{ХСК}}} = 20000 \cdot \frac{3,9}{8} = 9750 \text{ м}^3 \quad (4.11)$$

де $Q_{\text{доб}}$ - середня добова витрата стічних вод, становить 20 000 м³/добу, $C_{\text{ХСК}}$ – вміст ХСК у стічних водах винзаводу, $C_{\text{ХСК}} = 3997$ мг/дм³ або 3,9 кг/дм³, $V_{\text{ХСК}}$ – об'ємне навантаження на мул, становить 8кгХСК/(м³·добу).

Приймаємо 2 біореактора. Основні параметри біореактора:

- висота біореактора – 15,5м;
- ширина реактора – 16 м;
- довжина реактора – 20 м;
- об'єм реактора – 5 000 м³.

2. Визначення тривалості перебування стічних вод у біореакторі:

$$t_{\text{бр}} = \frac{Q_{\text{доб}}}{W_p} = \frac{20000}{5000} = 4(\text{діб}^{-1}) \quad (4.12)$$

Тобто тривалість перебування стічних вод в анаеробному реакторі приблизно складає 6 год.

3. Розрахунок віку мулу

$$\theta = \frac{\mu_{\text{макс}} \cdot Y \cdot C}{K_c + C} + 0,02 = \frac{0,019 \cdot 0,04 \cdot 500}{154 + 500} + 0,02 = 0,021 \text{ діб}^{-1} \quad (4.13)$$

де $\mu_{\text{макс}}$ – максимальна швидкість росту для метанових бактерій (за температури 35 °С та субстрату – оцтова кислота) становить 0,019 діб⁻¹; C – концентрація субстрату (оцтової кислоти) – 500 мг/л; K_c – константа Моно, концентрація субстрату при якій швидкість реакції становить 0,5 від максимальної, і дорівнює

					<i>ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ</i>			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Чорномисюк О.В			Вибір та характеристика обладнання	Літ.	Арк	Аркушів
Конс.							51	102
Керівн.		Щурська К.О.			КПІ імені Ігоря Сікорського ФБТ, БЕ-81мп			
Затверд.								

154 мг/дм³; Y – коефіцієнт виходу біомаси – кількість біомаси, що утворилася на 1 кг спожитого субстрату, складає 0,04 кг/кг.

Тож тривалість утримання біомаси (вік мулу) становить 47 діб.

4. Розрахунок приросту анаеробного активного мулу

- вміст ХСК стічних вод, що надходять до реактора: $C_{\text{ХСК}}^{\text{ВХ}} = 3997 \text{ мг/дм}^3$ або 3,9 кг/дм³;
- вміст ХСК на виході із реактора: $C_{\text{ХСК}}^{\text{ВИХ}} = 270 \text{ мг/дм}^3$ або 0,27 кг/дм³;

Фактичний вміст ХСК за масою до та після реактора:

$$\text{ХСК}_{\text{ВХ}}^{\phi} = C_{\text{ХСК}}^{\text{ПОЧ}} \cdot Q_{\text{ГОД}} = 3,9 \cdot 20000 = 78000 \text{ кг/добу}$$

$$\text{ХСК}_{\text{ВИХ}}^{\phi} = C_{\text{ХСК}}^{\text{ВИХ}} \cdot Q_{\text{ГОД}} = 0,27 \cdot 20000 = 5400 \text{ кг/добу}$$

Визначення кількості органіки за масою, що розклалася в реакторі:

$$O = \text{ХСК}_{\text{ВХ}}^{\phi} - \text{ХСК}_{\text{ВИХ}}^{\phi} = 78000 - 5400 = 72600 \text{ кг/добу}$$

де O – кількість органіки за масою, що розклалася в біореакторі.

З 1 кг вилученого ХСК утворюється близько 30 г (0,03 кг) анаеробного активного мулу на добу. Приріст анаеробного мулу:

$$P_m = O \cdot 0,03 = 72600 \cdot 0,03 = 2178 \text{ кг/добу}$$

Споруда – закритий анаеробний біореактор, герметична, з видаленням газу в систему вентиляції. Необхідно забезпечити перемішування пропелерними мішалками та дотримуватись анаеробних умов.

Розрахунок аеротенка

Значення БСК_{повн} стічних вод, які надходять в аеротенк, становить 270 мг/дм³. Згідно [8], при концентрації БСК_{повн} < 500 мг/дм³ приймаємо аеротенк-витиснювач. Відповідно до [8] п.10.3.2.2., необхідно передбачити регенерацію активного мулу (БСК_{повн} > 150 мг/дм³).

Попередньо приймаємо дозу активного мулу в зоні аерації в межах 2-4,5 г/дм³ та значення мулового індексу 70-100 см³/г згідно [8] п.В.2.3. Для прийнятих значень визначається ступінь рециркуляції активного мулу:

$$R = \frac{a_a}{\frac{1000}{I} - a_a} = \frac{3}{\frac{1000}{80} - 3} = 0,316 \quad (4.14)$$

									Арк.
									52
Змн.	Док.	№ докум.	Підпис	Дата	ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ				

де a_a – доза мулу, що дорівнює 3 г/дм^3 ; J – муловий індекс, який становить $80 \text{ см}^3/\text{г}$. Згідно з [8] п.б.145, значення R , при видаленні активного мулу з вторинних відстійників за допомогою мулососів має бути не менше $0,3$, тому для подальших розрахунків приймаємо $R = 0,3$ (за допомогою мулоскребів – $0,4$; самопливом – $0,6$).

Доза активного мулу в регенераторі визначається за формулою:

$$a_p = a_a \cdot \left(\frac{1}{2R} + 1 \right) = 3 \cdot \left(\frac{1}{2 \cdot 0,3} + 1 \right) = 8 \text{ г/дм}^3 \quad (4.15)$$

Концентрація органічних забруднень за $\text{БСК}_{\text{повн}}$ в суміші стічних вод та циркуляційного активного мулу визначається за формулою:

$$L_{\text{сум}} = \frac{C_{\text{сум,БСК}}^a + C_{\text{БСК}}^k \cdot R}{1 + R} = \frac{270 + 15 \cdot 0,3}{1 + 0,3} = 211,15 \text{ мг/дм}^3, \quad (4.16)$$

де $C_{\text{сум,БСК}}^a$ – показник $\text{БСК}_{\text{повн}}$ стічних вод, що надходять в аеротенк, з врахуванням зниження БСК після первинного відстоювання на 10% , становить 270 мг/дм^3 ; $C_{\text{БСК}}^k$ – показник $\text{БСК}_{\text{повн}}$ в очищеній воді після повного біологічного очищення, 15 мг/дм^3 .

Тривалість обробки стічних вод в аеротенку визначається за формулою:

$$t_a = \frac{2,5}{\sqrt{a_a}} \cdot \lg \frac{L_{\text{сум}}}{C_{\text{БСК}}^k} = \frac{2,5}{\sqrt{3}} \cdot \lg \frac{211,15}{15} = 1,64 \text{ год} \quad (4.17)$$

Питома швидкість окиснення забруднень активним мулом визначається за формулою:

$$\rho = \rho_{\text{max}} \frac{C_{\text{БСК}}^k \cdot C_o}{C_{\text{БСК}}^k \cdot C_o + K_L \cdot C_o + K_o \cdot C_{\text{БСК}}^k} \cdot \frac{1}{1 + \varphi \cdot a_p} = \quad (4.18)$$

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

де $\rho_{\text{max}} = 85 \text{ мг/(г} \cdot \text{год)}$ – максимальна швидкість окиснення органічних речовин господарсько-побутових стічних вод [33, табл. 13]; C_o – концентрація розчиненого кисню в муловій суміші, яка приймається 2 мг/дм^3 ; K_L – коефіцієнт, який характеризує властивості органічних забруднень, складає $33 \text{ мг} \cdot \text{БСК}_{\text{повн}}/\text{дм}^3$ [33, табл. 13]; K_o – коефіцієнт, який характеризує вплив кисню на процес біологічного окиснення, становить $0,625 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ [33, табл. 13]; φ – коефіцієнт

					ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

інгібіювання продуктами розпаду активного мулу, складає 0,07 дм³/г [33, табл. 13].

Тривалість окиснення органічних забруднень визначається за формулою:

$$t_o = \frac{C_{\text{сум,БСК}}^a - C_{\text{БСК}}^k}{a_p(1-S) \cdot \rho \cdot R} \cdot \frac{15}{T_{\text{сер,р}}} = \frac{270 - 15}{8(1 - 0,3) \cdot 15,5 \cdot 0,3} \cdot \frac{15}{21} = 6,99 \text{ год}, \quad (4.19)$$

де S – зольність активного мулу, приймається 0,3 [8, табл. В.4]; $T_{\text{сер,р}}$ – середньорічна температура стічних вод, становить 21 °С (за завданням).

Тривалість регенерації активного мулу:

$$t_p = t_o - t_a = 6,99 - 1,64 = 5,3 \text{ год} \quad (4.20)$$

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

$$t_{\text{сер}} = (1 + R) \cdot t_a + t_p \cdot R = (1 + 0,3) \cdot 1,64 + 5,3 \cdot 0,3 = 3,76 \text{ год} \quad (4.21)$$

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

$$a_{\text{сер}} = \frac{a_a(1+R) \cdot t_a + a_p \cdot R \cdot t_p}{t_{\text{сер}}} = \frac{3(1+0,3) \cdot 1,64 + 8 \cdot 0,3 \cdot 5,3}{3,8} \quad (4.22)$$

$$= 5,07 \text{ г/дм}^3$$

Навантаження на активний мул при прийнятих вихідних даних буде складати:

$$q_m = \frac{24(C_{\text{сум,БСК}}^a - C_{\text{БСК}}^k)}{a_{\text{сер}} \cdot (1-S) \cdot t_{\text{сер}}} = \frac{24(270 - 15)}{5,07 \cdot (1 - 0,3) \cdot 3,8} \quad (4.23)$$

$$= 453,8 \text{ мг/г} \cdot \text{добу}$$

З урахуванням навантаження на активний мул визначається фактичне значення мулового індексу, згідно [8, табл. Б.5], яке становить: $J_\phi = 87,5 \text{ см}^3/\text{г}$.

При фактичному значенні мулового індексу ступінь рециркуляції становитиме:

$$R^\phi = \frac{a_a}{\frac{1000}{J_\phi} - a_a} = \frac{3}{\frac{1000}{87,5} - 3} = 0,35 \quad (4.24)$$

Приймаємо $R^\phi = 0,3$. Розрахунок вважається завершеним, оскільки нове значення J_ϕ не відрізняється від попереднього.

									Арк.
									54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ				

Робочий об'єм аеротенка та регенератора визначається за формулами:

$$W_a = (1 + R) \cdot t_a \cdot Q_{\max} = (1 + 0,3) \cdot 1,64 \cdot 1299,5 = 2774,3 \text{ м}^3 \quad (4.25)$$

$$W_p = t_p \cdot R \cdot Q_{\max} = 5,3 \cdot 0,3 \cdot 1299,5 = 2066,9 \text{ м}^3 \quad (4.26)$$

де Q_{\max} – максимальна витрата суміші стічних вод, становить 1299,5 м³/год.

Загальний об'єм становить:

$$W = W_a + W_p = 2774,3 + 2066,9 = 4841,2 \text{ м}^3 \quad (4.27)$$

Об'єм однієї секції складає:

$$W_1 = \frac{W}{N} = \frac{4841,2}{2} = 2420,6 \text{ м}^3 \quad (4.28)$$

Приймається 2 секції двокоридорного аеротенка з робочою глибиною $H = 3,2$ м і шириною секцій $B = 4,5$ м [34, табл. 2.1].

Довжина секції становить:

$$L = \frac{W}{B \cdot H \cdot N \cdot n_k} = \frac{4841,2}{4,5 \cdot 3,2 \cdot 2 \cdot 4} = 42,02 \text{ м}, \quad (4.29)$$

де N – кількість секцій аеротенка, приймаємо 2 шт.; n_k – кількість коридорів у секції, 4 шт.

Приймається $L = 42$ м.

Визначається розподіл рециркуляційного активного мулу зі співвідношення:

$$\frac{W_p}{W} = \frac{2066,9}{4841,2} \cdot 100 = 43 \% \quad (4.30)$$

Визначаємо фактичний загальний об'єм аеротенка:

$$W_{\phi} = B \cdot H \cdot N \cdot n_k \cdot L = 4840 \text{ м}^3 \quad (4.31)$$

Аеротенки та регенератори обладнуються системою аерації. Приймається дрібнобульбашкова система аерації [35]. В регенераторах рекомендується приймати кількість аераторів у 2 рази більшою, ніж в аеротенках [36].

Тож, згідно [34] приймаємо:

- ТП 902-2-178;
- кількість коридорів 4 шт., з яких 2 припадає на регенератор, 2 – на аеротенк;
- кількість секцій – 2 шт;
- робоча глибина – 3,2 м;

					<i>ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

- ширина секції – 4,5 м;
- об'єм однієї секції – 2420,6 м³;
- довжина секції – 42 м;
- об'єм аеротенка – 4840 м³.

Приріст активного мулу в аеротенку розраховується за формулою:

$$P = 0,8 \cdot C_{3P}^{к,ф} + K_{П} \cdot C_{сум,БСК}^a = 0,8 \cdot 133,68 + 0,3 \cdot 270 = 187,9 \text{ мг/дм}^3, \quad (4.32)$$

де $C_{3P}^{к,ф}$ – концентрація завислих речовин, що надходить в аеротенк, становить 133,68 мг/дм³; $K_{П}$ – 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:

$$q_{пов} = \frac{q_o \cdot (C_{сум}^{бпк} - L_w)}{K_1 K_2 K_3 K_T (C_a - C_o)} = \frac{1,1 \cdot (270 - 15)}{1,38 \cdot 2,68 \cdot 0,85 \cdot 1,08 \cdot (10,1 - 2)} = 10,2 \text{ м}^3/\text{м}^3, \quad (4.33)$$

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 ($f_{a,з}/f_a = 0,3/4,5 = 0,067$) [8, табл.42], (дод. К, табл. К.9); K_2 – коефіцієнт, який залежить від глибини занурення аераторів [8, табл.43], (дод. К.10); K_3 – коефіцієнт якості води для міських стічних вод [8, табл.44], (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:

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

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

$$C_a = \left(1 + \frac{h_a}{20,6}\right) \cdot C_T = \left(1 + \frac{4,4}{20,6}\right) \cdot 8,33 = 10,1 \text{ мг/дм}^3,$$

де C_T – розчинність кисню у воді в залежності від температури та атмосферного тиску, становить 8,33 мг/дм³ [37, табл. 3.5, дод. К.11]; C_o – середня концентрація кисню в аеротенку, яку приймають 2 мг/дм³.

Інтенсивність аерації мулової суміші в аеротенку визначається за

					<i>ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

формулою:

$$I = \frac{q_{\text{пов}} \cdot H}{t_{\text{сер}}} = \frac{10,2 \cdot 4,4}{3,76} = 11,9 \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{год}), \quad (4.34)$$

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 - $I_p = 1,33 I_{\text{сер}}$.

$$I_p = 1,33 \cdot I = 1,33 \cdot 11,9 = 15,8 \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{год}),$$

$$I_a = 0,67 \cdot I = 0,67 \cdot 11,9 = 7,9 \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{год}),$$

Отримані значення мають бути в межах $I_a^{\text{min}} < I_a$, $I_p < I_a^{\text{max}}$.

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

$$Q_{\text{пов}}^{\text{сер}} = q_{\text{пов}} \cdot Q_{\text{max}} = 10,2 \cdot 1299,5 = 13255 \text{ м}^3 / \text{год} \quad (4.35)$$

Повітродувки підбирають за каталогом, виходячи із загальних витрат напору і розрахункової витрати повітря.

Розрахунок вторинних відстійників

Вторинні відстійники служать для затримання активного мулу після аеротенків, число яких варто приймати не менше трьох. Доцільно приймати вторинні відстійники того ж типу, що і первинні, тому приймаємо вторинні відстійники радіального типу.

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

$$q = \frac{4,5 \cdot K_{\text{відст.}} \cdot H_{з.в.}^{0,8}}{(0,1 \cdot J_m^\phi \cdot a_a)^{0,5} - 0,01 \cdot a_t} = \frac{4,5 \cdot 0,4 \cdot 3^{0,8}}{(0,1 \cdot 87,5 \cdot 3)^{0,5} - 0,01 \cdot 15} = 1,38, \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{год}), \quad (4.36)$$

де $K_{\text{відст.}}$ – коефіцієнт використання об'єму відстійників, що приймається для радіальних – 0,4; $H_{з.в.}$ – глибина зони відстоювання, приймаємо 3м; J_m^ϕ – фактичне значення мулового індексу, становить $74 \text{ см}^3 / \text{г}$; a_a – концентрація активного мулу в аеротенку, $\text{г} / \text{дм}^3$; a_t – концентрація активного мулу у воді після відстоювання

									Арк.
									57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ				

(15 мг/дм³), мг/дм³.

Загальна площа поверхні вторинних відстійників визначається за формулою:

$$F_{відст..} = \frac{Q_{max}}{q} = \frac{1299,5}{1,38} = 941,7 \text{ м}^2, \quad (4.37)$$

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

Кількість вторинних відстійників приймається не менше трьох. При трьох відстійниках розрахунковий об'єм збільшується в 1,2...1,3 рази. Розміри типових вторинних відстійників наведені у дод. К.12 [11].

Розрахункова кількість вторинних відстійників:

$$N = \frac{F_{відст.}}{0,785 \cdot D^2} = \frac{941,7}{0,785 \cdot 24^2} \cdot 1,3 = 2,7. \quad (4.38)$$

Приймаємо 3 шт вторинних радіальних відстійників.

Отже, згідно [11] приймаємо:

- 3 радіальних відстійників;
- робоча глибина складає 3,7 м;
- діаметр – 24 м;
- типовий проект ТП 902-2-363.83;
- об'єм мулової зони – 280 м³;
- об'єм відстійника – 1400 м³.

4.2. Характеристика обраного аеротенка

Однією із головних споруд біологічного очищення у проекті є аеротенк, вигляд якого представлений на кресленні. Аеротенк являє собою резервуар, в якому забруднення окислюються мікроорганізмами, які містяться в активному мулі.

За результатами розрахунків був прийнятий аеротенк за типовим проектом 902-2-178. Приймається 2 секції чотирьохкоридорного аеротенку із робочою глибиною – 3,2 м, шириною секції – 4.5 м. Довжина секції 42 м, об'єм однієї секції 2420,6 м³.

В даному аеротенку передбачена регенерація активного мулу. Ступінь

					ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

регенерації складає 43 %, тобто під регенератор відводиться один коридор аеротенку. Аеротенки обладнуються системою аерації. Приймається дрібнобульбашкова система аерації.

					<i>ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		59

РОЗДІЛ 5. РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП-ПРОЕКТУ

5.1. Резюме: конкретизація бізнес-ідеї, мети стартапу, об'єкту дослідження, місця розробки у інноваційному ланцюжку цінності

Бізнес-ідея: розробити модель та провести розрахунки технології біологічного очищення стічних вод виноробного виробництва від забруднених речовин.

Об'єктом дослідження є забруднена стічна вода з винзавду, що підлягає біологічному очищенню.

Назва роботи: біологічне очищення стічних вод виноробної промисловості.

Суб'єктом являється підприємство з спорудами біологічного очищення або приватне замовлення.

Актуальність: По витратам води на одиницю випущеної продукції виноробна промисловість займає одне з перших місць серед галузей народного господарства. В середньому підприємства первинного виноробства скидають за добу близько 20 тис. м³ стічних вод, які представляють собою серйозну загрозу для навколишнього середовища, в зв'язку з чим проблема її очистки, знезараження і утилізації особливо актуальна.

Актуальність проекту полягає в тому, щоб розробити ефективний метод біологічного очищення висококонцентрованих стічних вод застосовуючи нові технології очищення.

Метою даного проекту є вибір та обґрунтування ефективної біотехнології очищення висококонцентрованих стічних вод до норм скиду у річку.

Продукт: технологія очистки стічних вод.

Технологія: включає в себе біологічне очищення за допомогою анаеробно-аеробної технології. Стічні води спочатку проходять стадію очищення в

					<i>ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ</i>			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Чорномисюк О.В			Розроблення стартап- проекту	Літ.	Арк	Аркушів
Конс.							60	102
Керівн.		Ткаченко Т.П.				КПІ імені Ігоря Сікорського ФБТ, БЕ-81мп		
Затверд.								

біореакторі при анаеробних умовах, потім в аеротенку при аеробних умовах.

Достатність сировинної бази основною сировиною є стічна вода, що утворюється внаслідок виробництва вина.

Гранична корисність продукту: екологічний ефект на навколишнє середовище у вигляді очищеної води.

Класифікація персоналу: для здійснення технологічних операцій на виробництві необхідно набрати персонал: апаратників з рівнем 3 відповідно до Національної рамки кваліфікацій, технологів з рівнем від 4 до 6 відповідно до Національної рамки кваліфікацій, старших по зміні з рівнем 5 відповідно до Національної рамки кваліфікацій, а також начальника лінії очистки з рівнем не нижче 6 відповідно до Національної рамки кваліфікацій та зі стажем роботи не менше 3 років.

Ринок збуту: юридичні особи (заводи по виробництву вина).

Конкурентні переваги: інноваційна ідея без аналогів на ринку збуту, можливість корегування параметрів очищення стічних вод.

Таблиця 5.1 Резюме стартап-проекту

Показник	Характеристика
1. Сутність ідеї	Очищення стічних вод виноробного заводу, вдосконалення технології
2. Наявність аналогів або прототипів ідеї	Наявні прототипи ідеї (Русько-Полянський, Иршавський, Сакський, Багеровський, Золоте Поле, Первомайський, Виноградний, Жемчужний). Аналогів ідеї в Україні не існує.
3. Основна потреба, яку задовольнить реалізований стартап	Безпечна утилізація стічних вод без шкоди навколишньому середовищу та здоров'ю людини
4. Ступінь розробленості технології реалізації	Застосування анаеробно-аеробної технології висококонцентрованих стічних вод виноробної промисловості широко поширене в країнах Європи, США, Австралії. В Україні дана технологія знаходиться на стадії розробки та використання експериментальних установок
5. Класифікація продукту стартапу за міжнародною класифікацією товарів	Даний стартап є клоном зарубіжного стартапу

6. КВЕД, до якого може належати дане виробництво	Секція Е: Водопостачання; каналізація, поводження з відходами Ця секція включає поводження (у т.ч. збирання, оброблення та розміщення) з будь-якими відходами, такими як тверді або не тверді промислові та побутові відходи, а також розчищення забруднених ділянок. Результатами процесу оброблення відходів і стічних вод може бути їх розміщення або використання як сировини для інших виробничих процесів. Діяльність, пов'язана із водопостачанням також включена до цієї секції. Розділ 37: Каналізація, відведення й очищення стічних вод
7. Очікувана потужність стартапу	Велике підприємство
8. За масштабом виробництва	Масове
9. За рівнем спеціалізації	Вузькопрофільне
10. За ресурсами, що споживатимуться	Матеріаломістке, капіталомістке
11. За чисельністю персоналу	Мале
12. Органи управління при реалізації стартапу	Національні
13. Бажане географічне розташування	Поблизу основного виробництва
14. Гранична корисність ідеї стартапу	При очистці стічних вод додатково можна отримати енергетичний носій – біогаз та мінеральні добрива.
15. Бізнес-модель стартапу	B2B
16. Конкуренти іноземні (ціна, на якому етапі реалізації знаходяться, основні конкурентні переваги, фактори успіху)	Країни Європи, США, Австралія застосовують анаеробно-еаробну очистку стічних вод з утворенням додаткового енергоносія – біогазу, енергії якого достатньо для забезпечення виробничих потужностей опаленням, нагрівання теплоагентів, роботи біореакторів та метантенків. Крім того, такі виробництва застосовують концепцію безвідходного виробництва, використовуючи оборотну воду на потреби технологічних процесів
17. Ключові фактори успіху стартапу	Висока стабільність очищення стічних вод, зменшення витрат повітря на 30 %, отримання додаткового енергоносія та

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ

Арк.

62

5.3 Аналіз зовнішнього середовища підприємства

Таблиця 5.3 – Зовнішні фактори підприємства [28]

Переваги	Недоліки
Політика	
<ul style="list-style-type: none"> - Підтримка з боку законодавчої влади; - Система штрафів та санкцій за порушення; - Співпраця з інститутами та компаніями; - Впровадження нових обов'язкових реформ. 	<ul style="list-style-type: none"> - Відсутність підтримки науково-дослідних розробок; - Недотримання норм скиду стічних вод у природні водойми; - Політичні загострення в Україні.
Економіка	
<ul style="list-style-type: none"> - Інвестиції у майбутнє; - Повторне використання води підприємством; - Продаж органічного добрива; - Новітні технології приваблюють інвесторів; - Фінансові взаємодії з іноземними інвесторами; 	<ul style="list-style-type: none"> - Штрафні санкції не надто жорсткі; - Відсутність прямого доходу від очисних станцій; - Стрибки та нестабільність валюти та інфляція гривні; - Загальне зниження доходів у населення.
Географія	
<ul style="list-style-type: none"> - Достатня територіальна забезпеченість під очисні споруди; - Велика кількість природних водоймищ. 	<ul style="list-style-type: none"> - Низький температурний режим в зимовий період; - Погіршення стану та якості природних водойм.
НТП	
<ul style="list-style-type: none"> - Впровадження нових технологій; - Новітнє сучасне обладнання з кращими характеристиками; - Наявність кваліфікованого персоналу; - Обмін досвідом та знаннями з іншими країнами. 	<ul style="list-style-type: none"> - Використання застарілого обладнання на очисних станціях; - Науково-технічний прогрес в Україні сильно відстає порівняно з іншими країнами; - Відсутність альтернативних більш ефективних технологій.
Культура	
<ul style="list-style-type: none"> - Охорона довкілля і здоров'я; - Спадщина нащадкам; - Туризм і відпочинок. 	<ul style="list-style-type: none"> - Байдужість до проблеми; - Необізнаність населення; - особиста вигода окремих людей.
Демографія	
<ul style="list-style-type: none"> - Наявна спеціальна освіта; - Незначна конкуренція; - Можливість розвитку цієї сфери. 	<ul style="list-style-type: none"> - Недостатня кількість робочих місць.

5.4. Визначення ключових факторів успіху проекту

На підставі аналізу факторів зовнішнього і зовнішнього оперативного середовищ визначаємо ключові фактори успіху власної ідеї, технології, методики. Ключові фактори успіху – ті, на які підприємство може самостійно впливати під час виробництва і реалізації продукту. Ключові фактори успіху надається у вигляді діаграми Шонфільда.

Таблиця 5.4 – Оцінка характеристик за методом Шонфільда

Характеристи ка	Коефіцієнт вагомості характеристики	Оцінка характеристик		
		Наша продукція	Конкурент А	Конкурент Б
Ціна	0,3	3	4	4
Пропускна спроможність очисних споруд	0,1	4	3	2
Ступінь очистки	0,6	5	2	3

З урахуванням коефіцієнту вагомості характеристики визначається бальна оцінка кожної характеристики для нашої продукції і для конкурентів:

Характеристика	Бальна оцінка характеристик		
	Наша продукція	Конкурент А	Конкурент Б
Ціна	$0,3 \cdot 3 = 0,9$	$0,3 \cdot 4 = 1,2$	$0,3 \cdot 4 = 1,2$
Пропускна спроможність очисних споруд	$0,1 \cdot 4 = 0,4$	$0,1 \cdot 3 = 0,3$	$0,1 \cdot 2 = 0,2$
Ступінь очистки	$0,6 \cdot 5 = 3,0$	$0,6 \cdot 2 = 1,2$	$0,6 \cdot 3 = 1,8$

На підставі отриманих бальних оцінок будується графік порівняння конкурентних переваг нашого підприємства з конкурентами (рис. 5.1).

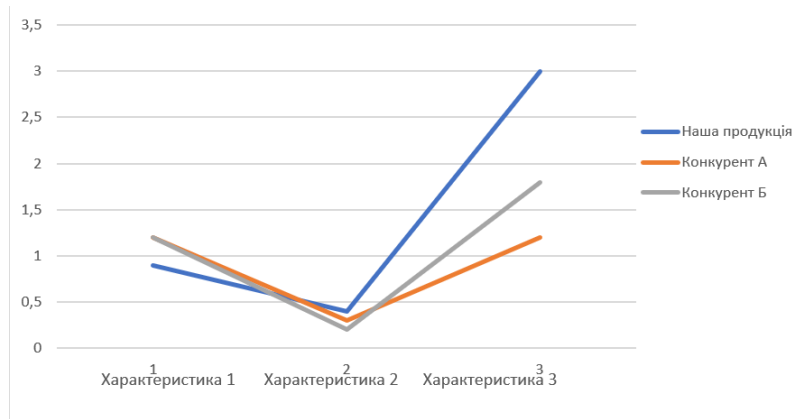


Рис. 5.1 Графік порівняння конкурентних переваг нашого підприємства з конкурентами

На основі вищезазначеного порівняння, можемо зробити висновок, що за деякими характеристиками наш продукт має переваги перед конкурентами (ступінь очистки, пропускна спроможність очисних споруд) або відстає (ціна). На основі цього, у Таблиці 5.4 сформовано ключові варіанти розвитку інноваційної ідеї та визначають перспективний напрям її розвитку.

Таблиця 5.4 Варіанти розвитку ідеї стартапу

Варіант	Стислий опис можливого розвитку
1	2
1. Оптимізація обладнання і технологій	- Заміна обладнання на більш ефективніше та з більшою виробничою потужністю внаслідок збільшиться вироблена продукція за один виробничий цикл і зменшиться собівартість продукції
2. Продаж технології не лише виноробним підприємствам	- Застосування технології на інших виробничих підприємствах, стічні води яких є висококонцентрованими та забрудненими органічними речовинами
3. Зменшення людського фактору	- Зменшення людського фактору, внаслідок заміни працівників на ділянках виробництва на автоматизовані інспекційні установки і як результат зменшення витратів на переробку чи утилізацію і оплату за працю

12. За характером господарської діяльності (промислові, сільськогосподарські, транспортні, будівельні, фінансово-кредитні, страхові, туристичні, консалтингові,...)	Харчова промисловість
13. За рівнем технологічної цілісності (провідні, дочірні, філії,...)	Провідні
14. За формуванням статутного капіталу (унітарні, корпоративні)	Унітарні
15. За організацією виробничих процесів (періодичні, безперервні)	Безперервні
16. За роботою протягом року (сезонні, позасезонні)	Позасезонні
17. За географічним розташуванням на території України	На півдні, близько до ресурсів

5.6 Ризики і страхування розробки

Таблиця 5.6 Ризики і страхування розробки

Група ризиків	Імовірність настання	Вплив на очікуваний результат (бар'єри та перешкоди)	Заходи, які мінімізують ризики
Виробничі	0,40-0,45	Замовник некоректно використовує основні та засоби, робочий час, сировину, техніку і технології	Залучення висококваліфікованих спеціалістів до роботи.
Фінансові ризики	0,98-0,99		Можливість виведення основних потужностей бізнесу за кордон
Страхові ризики	0,85-0,90	Збитки, які викликані поганою страховою діяльністю	Страхування майна у перевірених страхових агентствах
Організаційні ризики	0,75-0,79	Проблеми постачання матеріалів, проблеми з ринком збуту	Співпрацювати з декількома постачальниками, постійний моніторинг потреб у власній продукції
Техніко-виробничі ризики	0,70-0,85	Завдання шкоди навколишньому середовищу та екології, ризик виникнення різного	Проведення регулярних інструктажів щодо техніки безпеки виробничого

									Арк.
									68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ				

		характеру аварій, поломок, нещасних випадків.	персоналу
Організаційні	0,70-0,79	Проблеми постачання матеріальних ресурсів, проблеми з ринком збуту	Прорахування всіх можливих нюансів стосовно сировини і поставки в договорі, вказати відшкодування за несвоєчасну або неякісну роботу. Створити резервний запас матеріалів та сировини.
Природно-економічний ризик	0,40-0,45	Стихійні лиха	Прорахування всіх можливих зон стихійних лих,
Майновий ризик	0,70-0,79	Погіршення стану будівлі підприємства	Проведення регулярний реконструкцій та модернізацій

5.7 Ціна інноваційної пропозиції на ринку

Таблиця 5.7

Проектні зміни продажу ідеї

Найменування товару	Планові обсяги продажу	
	Кількість, од/доб	Ціна, грн/лсв
Анаеробно-аеробна технологія очистки	20 000	20,00

1. Розрахунок ціни продукції витратним методом

Розрахунок включає 3% від собівартості – мінімальний рівень рентабельності.

Очікувана собівартість стартап-продукту встановимо на рівні 15,0 грн./од

$$Ц = С + \text{фіксований відсоток прибутку (від собівартості)} \left[\frac{\text{грн}}{\text{од}} \right] \quad (6.1)$$

Ц – прогнозована ціна, товару

С – розрахована автором ідеї очікувана собівартість товару, грн/од.

									Арк.
									69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ				

$$Ц = 15,0 + 3\% \cdot 20,0 = 24 \text{ (грн/од)}$$

За такої ціни будуть покриті всі витрати на виробництво, однак прибуток буде доволі низьким, що не може задовольнити нас в повній мірі.

2. Метод ціноутворення на основі поточних цін або конкурентний метод. Даний метод розрахунку базується на аналізі цін на продукт конкурентів.

Конкурент 1 – ціна 16,50 грн, конкурент 2 – ціна 23,00 грн, конкурент 3 – 17,00 грн. Тоді:

$$Ц = \frac{Ц_{к1} + Ц_{к2} + Ц_{к3}}{3} = \frac{16,5 + 23,00 + 17,00}{3} = 18,8 \text{ (грн/од)} \quad (6.2)$$

Дану ціну можна вважати найкращою, так як вона покриває затрати на виробництво та проносить високий прибуток підприємство. Визначимо верхню межу собівартості розробки з урахуванням законодавства України, щодо ціноутворення.

Відпускна ціна продукту без врахування торгової надбавки (не більше 12%) становить:

$$Ц_{\text{відп.}} = 18,8 - (18,8 \cdot 0,12) = 16,5 \text{ (грн)} \quad (6.3)$$

Ціна виробника без врахування ПДВ (7%):

$$Ц_{\text{вир}} = 16,5 - (16,5 \cdot 0,07) = 15,345 \text{ (грн)} \quad (6.4)$$

Ціна виробника включає прибуток підприємства на собівартість виробництва. Мінімальний прибуток підприємства встановлюємо на рівні 15%, тоді собівартість продукції буде становити становити:

$$C_{\text{од}} = 15,345 - (15,345 \cdot 0,07) = 14,3 \text{ (грн)} \quad (6.5)$$

Пропускна здатність очисної станції становить 7 300 000 м³/рік.

Розрахуємо верхню межу собівартості:

$$C = 14,3 \cdot 7\,300\,000 = 104\,390\,000 \text{ (грн)} \quad (6.6)$$

Складемо калькуляцію з урахуванням етапів розробки і впровадження, реалізації стартап-проекту (табл. 5.8).

					<i>ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ</i>	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Калькуляція собівартості стартап-продукту

№ п/п	Етап розробки / елемент собівартості	Кількісний показник	Вартісний показник
1	Етап розробки ідеї	10%	10 439 000
2	Етап експериментальних дослідження	35%	36 536 500
3	Етап впровадження	55%	57 414 500

Оцінюємо відповідність розробки реальним вартісним показникам основних і оборотних засобів стартапу (табл. 5.9, табл. 5.10).

Таблиця 5.9

Забезпеченість проекту основними засобами (ОЗ)

Місце ОЗ у технологічному процесі	Назва ОЗ	Повна початкова вартість ОЗ	Плановий період експлуатації	Очікуваний постачальник	Джерело фінансування придбання
1	2	3	4	5	6
Стадія допоміжних робіт	Повітрозбірник	20 000	10	«ZELKO Group»	інвестиції, підприємства на якому здійснюється реконструкція, кредитування
	Реактори для приготування реагентів	80 000	10	«PROMVIT»	
Основний технологічний процес	Біореактор UASB	200 000	15	«Peneco»	
	Аеротенк	150 000	13	«Аквапласт»	
	Відстійник	35 000	15	«Bosch»	
	Система аерації	10 000	6	«Nikka Densok»	

Таблиця 5.10

Амортизаційні відрахування підприємства за рік

Найменування об'єкта	Вартість, грн	Норма амортизації, %	Сума амортизації, грн/рік
1. Будівлі та споруду			
Споруда	680 000	5	34 000
2. Обладнання			

									Арк.
									71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ				

Виробниче обладнання	995 000	20	199 000
Інструменти	97 800	5	4 890
Виробничий господарський інвентар	14 890	10	1 489
Всього:	1 787 690		239 397

Таким чином, загальна сума амортизаційних відрахувань підприємства становить за рік 239 397 грн./рік.

Забезпечення стартап-проекту трудовими ресурсами наведена в табл. 5.11. Загальна чисельність персоналу на підприємство становить 17 осіб – адміністративно-технічний та виробничий персонал.

Таблиця 5.11

Забезпеченість стартап-проекту трудовими ресурсами

№	Посада	Кваліфікація	Кількість працівників	Заробітня плата, грн		
				Працівника за місяць	Всього за місяць	Всього за рік
1	Начальник підрозділу	Високо-кваліфікована	1	15 000	15 000	180 000
2	Начальник виробничого цеху	Високо-кваліфікована	1	13 000	13 000	156 000
3	Начальник відділу якості	Високо-кваліфікована	1	11 000	11 000	132 000
4	Бухгалтер	Високо	1	9 000	9 000	108 000
5	Провідний інженер	Високо-кваліфікована	1	12 500	12 500	150 000
6	Інженер з обслуговування обладнання	Високо-кваліфікована	3	10 000	20 000	240 000
7	Інженер-технолог	Високо-кваліфікована	3	10 000	30 000	360 000
8	Лаборант відділу	Високо-кваліфікована	2	8 000	16 000	72 000

Арк.

ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ

72

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

	якості					
12	Електрик	Кваліфікована	1	7 000	7 000	84 000
13	Механік	Кваліфікована	2	7 000	14 000	168 000
15	Прибиральник	Некваліфікована	1	5 000	5 000	60 000
Всього:					1 710 000	
Єдині соціальні виплати (22%)					376 200	
ФОП _{вироб.}					1 987 220	
ФОП _{заг.}					3 697 220	

Джерела фінансування ФОП: прибуток, одержаний від попередньої діяльності на фінансовій інвестиції.

За методом точки беззбитковості визначимо мінімальну кількість виробництва та порівняємо її значення із заплановим річним випуском:

$$Q_{б/бз} = \frac{FC}{P - AVC} \quad (6.7)$$

де $Q_{б/бз}$ – мінімальна кількість продукції, яку необхідно виготовити, щоб досягти точки беззбитковості, шт.; FC- постійні витрати підприємства, грн; P – ціна продукції, грн; AVC – питомі зміни витрат, грн/шт.

Визначимо питомі зміни витрат:

$$AVC = \frac{VC}{Q} \quad (6.8)$$

До змінних витрат можна віднести сировину і матеріали, що використовуються під час виробництва. Вартість сировини і матеріалів стартап-проекту складає 2 192 890 грн., тоді питомі зміни витрат становитимуть:

$$AVC = \frac{2\,192\,890}{1\,837\,667} = 1,19 \text{ (грн/амп)} \quad (6.9)$$

Постійні витрати підприємства включають в себе амортизаційні відрахування та ФОП_{заг.} Загальна сума яких складає 4 051 639 грн.

Тоді $Q_{б/бз}$ з врахуванням обраної ціни (20,00 грн.) становитиме:

$$Q_{б/бз} = \frac{8\,196\,460}{3,87 - 1,12} = 215\,398,1 \text{ (л)}$$

Розрахунок річної собівартості стартап-проекту наведено в табл. 5.12.

									Арк.
									73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ				

Калькуляція річної собівартості виробництва стартап-проекту

№п/п	Назва показника	Вартість на рік, грн
1	Оборотні засоби	1 787 690
2	Амортизаційні відрахування	239 397
3	ФОП _{заг}	3 697 220
4	Собівартість виробництва	5 724 307

Інші техніко економічні показники проекту наведені в табл. 5.13.

Техніко-економічні показники стартап-проекту

Показники	Одиниці виміру	Умовне позначення, формула розрахунку	Значення	
			Етап розробки	Етап реалізації
1	2	3	4	5
1.Річний обсяг реалізації ідеї	Од.	В	7 300 000	
2.Ціна на продукцію (з конкурентним методом)	Грн.	Ц	20,00	
3.Середньорічна чисельність персоналу за списком	Осіб	Ч _{сп}	4	17
4.Капіталовкладення у проект -всього	Грн Грн./од	$K=OF+OBK$	1 787 690	
5.Повна собівартість -всього	Грн./од	$C=A+OBK$	5 724 307	
6. Рентабельність	%	$P=(П/С) \times 100$	82%	70%
7.Фондовідача виробничих фондів	Грн./грн	$ФВ=(Ц \times В)/OF$	13,3	16,01
8.Фондоємність	Грн./грн.	$ФЄ=1/ФВ$	0,075	0,062

5.8 Концепція бізнес-моделі проекту та карта бізнес процесів

Розробимо карту процесів (табл. 5.14) з описом всіх етапів, які проходить стартап-проект від ідеї до втілення.

									Арк.
									74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ				

Карта бізнес-процесів виконання стартап-проекту

Стадія реалізації стартап проекту	Бізнес-процеси	Характеристики		
		Задіяні ресурси	Орієнтовна тривалість процесу	Верхня межа фінансових витрат, грн
Розробка ідеї стартапу	На даному етапі проводиться пошук і аналіз патентів, наукових статей щодо новітніх технологій, оптимізованих технологій, що можна впровадити на виробництво.	Трудові ресурси	2 місяці	70 000
Реалізація ідеї	На даному етапі відбувається навчання персоналу проводити основні технологічні процеси, контролювати параметри процесу та навчати нові потенційно впроваджені технології, та методи роботи з ними.	Трудові ресурси (6 чоловік), обладнання	4 місяці	200 000
Впровадження у виробництво	На даному етапі встановлюють оновлене обладнання, працівники після проходження навчання проводять етапи технологічного процесу.	Сировина, матеріали, трудові ресурси	6 місяці	800 000
Реалізація	На даному етапі відбувається введення технології у виробництво	Трудові ресурси	Від 1 місяця	500 000

5.9 Розрахунок собівартості продукту і вартості проекту

Основні витрати на будівництво станції очищення стічних вод включають оренда або купівля землі, для розташування очисних споруд, насосних станцій та приміщень для лабораторних досліджень разом з будівлею для очисних споруд та складів. В таблиці 5.15 наведено дані про вартість споруд та будівель, а також річну суму амортизації на них.

					ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.15 - Вартість основних фондів очисної станції

№	Найменування основних фондів	Кількість одиниць	Вартість одиниці, тис. грн/шт	Загальна вартість, тис. грн	Термін експлуатації, років	Річна сума амортизаційних внесків, тис.грн/рік
1	2	3	4	5	6	7
1	Земельна ділянка	4000	2700	10 400 000	40	1040000
2	Будівлі	7	20000	140 000	30	14 000
3	Запірна арматура	-	-	90000	5	9 000
4	Трубопровід	-	-	900000	8	90 000
6	Усереднювач	1	40000	40 000	20	4 000
7	Відстійник	2	35000	70000	40	7 000
8	Аеротенк	1	150 000	150 000	30	15 000
9	Система аерації	4	10 000	40 000	10	4 000
10	Біореактор	2	200 000	400 000	40	40 000
11	Мулові майданчики	2	10000	20 000	10	20 000
12	Насоси	20	15 000	300 000	10	30 000
13	Обладнання лабораторії	-	-	700 000	20	70 000
14	Установки приготування і дозування реагентів	4	5000	20 000	10	20 000
15	Змішувач	1	10000	10 000	10	1 000
16	Повітродувна станція	1	100000 0	1 000 000	25	100 000
17	Зливостік	1	10000	10 000	15	1 000
18	Аварійний амбар	1	25000	25 000	15	2 500
Сума				5 045 000		504 500

Розрахунок вартості електроенергії проводять шляхом множення розрахункової кількості електричної енергії на її собівартість. Вартість електроенергії визначають на підставі відповідних постанов Кабінету міністрів України.

Таблиця 5.16 - Розрахунок витрат та вартості електроенергії

Найменування	Потужність, кВт·год	Кількість, шт	Коефіцієнт попиту	Коефіцієнт збільшення потужності	Загальна потужність обладнання, кВт	Ефективний час роботи, год/рік	Витрати електроенергії на одиницю обладнання	Загальні витрати електроенергії	Вартість електроенергії
Система аерації	3,6	4	0,8	1,3	4,3	8483	3678	73400	140350
Відстійник	1,70	2	0,8	1,4	2	4900	9980	120200	240700
Насос	2	20	0,8	1,2	1,9	8756	8597	120900	250600
Повітродувка	1,5	1	0,8	1,1	1,53	6456	11860	56000	120800
Невраховане електрообладнання								350000	1000000
Сума								720500	1752450

Витрати на електроенергію, що витрачається на освітлення. Наведено в таблиці 5.17.

Таблиця 5.17 – Розрахунок вартості енерговитрат, водопостачання та водовідведення

Найменування	Кількість, од/рік	Ціна, грн./од	Сума, грн./рік
Електроенергія силова	840930 кВт	3 грн/кВт	2522790
Електроенергія, що витрачається на освітлення	792000 кВт	3 грн/кВт	2376000
Теплова енергія	1300Гкал	1503 грн/Гкал	1953900
Водопостачання	80000 м ³	7,51 грн/м ³	600800
Сума			7453490

Таблиця 5.18 – Калькуляція собівартості очищеної води

Стаття калькуляції	Витрата на річну програму, грн./рік	Витрата на одиницю готової продукції, грн./м ³
Основна сировина	0	0
Допоміжні матеріали	2 000 000	0,13

Енерговитрати, водопостачання та водовідведення	7 453 490	0,38
Заробітна плата персоналу очисної станції	2 030 100	0,12
Нарахування на заробітну плату	430 100	0,02
Амортизаційні витрати	239 397	0,22
Інші витрати очисної станції	300 000	0,01
Вартість виробничих основних фондів	995 000	16,43
Повна собівартість	13 448 087	17,31

Висновки до розділу

Стартап проект є перспективним з огляду на його можливість ринкової конкуренції та комерціалізації. Потреба в чистій воді є основною з потреб людства, саме тому завжди буде існувати попит на очищену воду з боку споживачів.

Зробивши аналіз всіх факторів, які впливають на проект як з зовнішнього середовища, так і внутрішнього, основними перевагами даної технології є: дешевизна, простота обслуговування, інновація, відсутність прямих конкурентів, екологічність.

До недоліків перш за все відноситься неосвіченість людей в потребі очищати забруднені стічні води, відсутність прямого доходу від очисних станцій, нестабільність валюти.

Основними ризиками, які виникають під час реалізації стартап проекту – недобросовісне ставлення з боку фінансорів, непередбачені всі можливі нюанси у договорі, проблеми з поставкою сировини. Основними методами боротьби з ризиками в даному випадку є страхування та складання договору з прописаними нюансами, рекрутинг освічених спеціалістів в своїх галузі.

Було розраховано собівартість 1 л води, що отримана використовуючи таку технологію та становить 17,31 грн.

РОЗДІЛ 6. АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА

Використання автоматичного контролю на очисних станціях виноробного підприємства є необхідним, тому що це призводить до вдосконалення роботи, підвищення ефективності, надійності, а також безпеки. Застосування автоматизованого контролю на етапі біологічної очистки стічних вод винзаводу є моніторинг та підтримка ряду факторів на оптимальних значеннях показників, які забезпечують життєдіяльність мікроорганізмів, які знаходяться в активному мулі.

Часткова автоматизація біологічного очищення стічних вод попереднього очищення виноробного підприємства зображена на кресленні.

6.1 Автоматичне регулювання

Автоматизація аеротенку заключається в тому, щоб регулювати концентрацію розчиненого кисню, концентрація стічних вод які надходять з попереднього етапу очистки, навантаження на активний мул, а також витрати рециркуляційного активного мулу.

Стічна вода надходить в аеротенк за допомогою клапана для подачі стічної води, який знаходиться на вхідному отворі. Концентрація розчиненого кисню здійснюється автоматично з можливістю коригування подачу повітря через регулюючий клапан. Контроль концентрації розчиненого кисню буде здійснюватися за допомогою датчика концентрації розчиненого кисню АКВА-В (поз. 1-1), який розміщений в аеротенку; магнітного пускача ПМЕ-212 (поз. 1-2); регулюючого клапана V 41115530 з електроприводом КТ (поз. 2-4), який розташований на місці.

Сигнали від позиції QC (поз.2-1) надходить на магнітний пускач (поз. 1-3)

					<i>ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ</i>			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Чорномисюк О.В			Автоматизація виробництва	Літ.	Арк	Аркушів
Конс.							79	102
Керівн.		Щурська К.О.				КПІ імені Ігоря Сікорського ФБТ, БЕ-81мп		
Затверд.								

який забезпечує перехід до двокаскадного регулювання витрат повітря по концентрації розчиненого кисню і продуктів виноробства. В залежності від концентрації розчиненого кисню і продуктів виноробства в аеротенку буде регулюватися витрата на повітря за допомогою клапану подачі повітря, який знаходиться на повітропроводі аеротенку для підтримання мулової суміші за заданою концентрацією по всьому об'ємі споруди, вимірюється датчиком.

В аеротенку контролюється навантаження на активний мул і включає в собі датчик концентрації органічних забруднень STIP-scan (поз. 3-1), який влаштований в трубопроводі подачі стічної води; витратоміра Promag 40L для стічних вод (поз. 3-2) і рециркуляційного активного мулу (поз. 3-5); регулятора відношення EfC (поз. 3-2); магнітного пускача NS (поз. 3-6); нефеломера для вимірювання концентрації активного мулу (поз. 3-4) та сигнальної лампи (поз. 3-7).

Сигнали від датчиків концентрації органічний забруднень QE (поз. 3-1) і витрати стічної води FT (поз. 3-2) надходять на регулятор відношень FfC (поз. 3-2). До нього також подаються сигнали від вимірювачів концентрації активного мулу QI (поз. 3-4) і витрат рециркуляційного активного мулу FT (поз. 3-5). Регулятор відношень діє на насос рАМ Н-8.

Контроль надлишкового активного мулу визначається за допомогою витратоміра FT (поз. 4-1); магнітного пускача NS (поз. 4-3) та регулятора відношення EfC (поз. 4-2). Регулятор відношень діє на насос НАМ Н-9.

Контроль рН стічної води в аеротенку А-1 здійснюється за допомогою чутливого елементу рН-метра QE (поз. 5-1), нормувального перетворювача рН-метра QT (поз. 5-2) та показувального і реєструвального приладу QIR (поз. 5-3).

В аеротенку А-1 контроль здійснюється температури води за допомогою термопари ТСМ-118800 (поз. 6-1), яка розташована по місцю. Сигнал з виходу термопари надходить через нормуючий перетворювач сигналу МТМ-400 (поз. 6-2), який розташований по місцю, на вторинний пристрій зі станцією управління типу РМТ-49 (поз. 6-3).

					<i>ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ</i>	Арк.
						80
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

6.2 Технологічна сигналізація та захист

До світлової та звукової сигналізації приєднано наступні контури: регулювання рН в А-1 (контур 5), регулювання навантаження на активний мул в аеротенку А-1 (контур 3), а також регулювання режиму роботи А-1 (контур-7).

Система сигналізації починає діяти в тому випадку, коли буде відхилитися значення параметру.

Регулятор відношень концентрації органічних забруднень і витрат стічної води діє на насос рециркуляційного активного мулу Н-6. Для цього передбачена сигналізація у випадку відсутності подачі рециркуляційного активного мулу в аеротенк.

В аеротенку А-1 сигналізація та захист будуть вмикатися у випадку відхилення від заданого значення рН. При цьому на панелі управління оператора загоряється червона лампочка, яка свідчить про підвищення рН більше як на 1 значення.

Час перебування стічної води в аеротенку контролюється за допомогою реле часу РВ-01 (поз. 7-1), який передає сигнал на здавач (поз. 7-2) через магнітний пускач (поз. 7-3) на ВМЗ.

Проектом було автоматизовано стадію біологічного очищення стічних вод виноробного підприємства, а саме аеротенк-витиснювач.

В проекті передбачено проведення технологічного контролю, автоматичного регулювання, технологічної сигналізації (світлова і звукова) та захисту, дистанційного регулювання виконавчими механізмами та двигунами.

Технологічний контроль здійснюється за концентрацією органічний забруднень і активного мулу, витратою води, яка надходить до споруди, температурою та концентрацією іонів водню, часом перебування води в аеротенку.

Також існують хімічні та мікробіологічні аналізи, які проводять в спеціалізованій лабораторії за встановленими методиками на основі отриманий періодичних аліквот для дослідження пробовідбірниками.

					<i>ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ</i>	Арк.
						81
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

3-4	QI	Концентрація активного мулу	По місцю	Нефелометр	ChecitDirect
3-5	FT	Витрата рециркуляційного активного мулу	По місцю	Витратомір	Promag 50L
3-6	NS		По місцю	Магнітний пускач	ПМЕ-211
4-1	FT	Витрата надлишкового активного мулу	По місцю	Витратомір	Promag 50L
4-2	FfC		На щиті	Регулятор відношень	
5-1	QE	Рівень рН	По місцю	Датчик рН-метра	
5-2	QT		По місцю	рН-метр-мілівольтметра	ЄВ-74
5-3	QIR А		На щиті	Показуючий та реєструючий прилад	ПВ 10.1Е
6-1	TE	Температура	По місцю	Термопара	Термопара
6-2	TT		По місцю	При стрій дистанційної передачі	Нормуючий перетворювач
6-3	TIR		На щиті	Показуючий та реєструючий прилад	РМТ-49Ам/1

7-1	KS	Регулювання режиму роботи	На щиті	Реле часу	PB01
7-2	HS		На щиті	Ключ управління	
7-3	NS		По місцю	Магнітний пускач	ПБР-3А

В розробленій схемі автоматизації буде здійснюватися кількісне регулювання і враховуватись зміна якісних показників. Якісні показники роботи значно покращують при доповненні її датчиками вимірювання концентрації активного мулу і органічних забруднень.

Дана система автоматичної сприяє економії витрат на енергію з використанням алгоритмів оптимізації системи подачі повітря і повітродувної станції приблизно на 30%.

Автоматизація біологічного очищення стічних вод виноробного підприємства дозволить не тільки підвищити продуктивність праці, покращити якість продукції та підвищити стабільність протікання технологічного процесу, а також оптимізувати процеси управління.

					<i>ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ</i>	Арк.
						84
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

РОЗДІЛ 7. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

При експлуатації очисних споруд слід керуватися "Правилами безпеки при експлуатації харчових заводів" та іншими правилами техніки безпеки, поширеними на всі установки заводу, а також типовою інструкцією по експлуатації систем. Контроль кількісних показників стічних вод здійснюється в лабораторіях згідно затверджених методик.

В даному розділі на основі аналізу шкідливих та небезпечних виробничих факторів запропоновані заходи та засоби направлені на створення безпечних умов праці в лабораторії очисних споруд НПЗ.

Під час роботи на оператора на станції очисних споруд можуть шкідливо діяти, в основному, такі небезпечні і шкідливі виробничі фактори:

- підвищена концентрація шкідливих речовин в повітрі робочої зони;
- підвищена загазованість повітря робочої зони;
- підвищена вологість повітря;
- підвищена температура повітря;
- біологічні фактори (наприклад, мікроорганізми);
- фізичні перевантаження;
- обертові частини устаткування;
- можливість падіння з висоти;
- недостатня освітленість робочої зони;
- гострі кромки, задирки, шорсткості на поверхнях деталей і вузлів інструментів, обладнання при його технічному обслуговуванні та ремонті;
- електричний струм.

					<i>ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ</i>		
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Чорномисюк О.В			Літ.	Арк	Аркушів
Конс.						85	102
Керівн.		Щурська К.О.			КПІ імені Ігоря Сікорського ФБТ, БЕ-81мп		
Затверд.							
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях							

7.1. Повітря робочої зони

Згідно ДСН 3.3.6.042-99 робота працівників в приміщеннях на очисних станціях відноситься до категорії середньої важкості Іб. Це такі, що виконуються стоячи, пов'язані з ходінням, переміщенням невеликих (до 10 кг) вантажів та супроводжуються помірним фізичним напруженням.

Згідно ДСН 3.3.6.042-99 робота в лабораторії відносяться до категорії легкої важкості Іб. До категорії Іб належать роботи, що виконуються сидячи, стоячи або пов'язані з ходінням та супроводжуються деяким фізичним напруженням.

Мікрокліматичні умови виробничих приміщень характеризуються такими показниками: температура повітря, відносна вологість повітря, швидкість руху повітря, інтенсивність теплового (інфрачервоного) опромінення, температура поверхні (табл. 7.1).

Таблиця 7.1 Оптимальні та допустимі норми температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень

Період року	Категорія робіт	Оптимальна температура, °С	Відносна вологість, %		Швидкість руху повітря, м/с	
			Оптим альна	Допуст има	Оптима льна	Допуст има
Холодн ий	Легкі – 1б	21-23	40-60	75	0,1	Не більше 0,1
	Середньої важкості - 2б	17-19	40-60	75	0,2	Не більше 0,4
Теплий	Легкі – 1б	22-24	40-60	60 (при 27°С)	0,2	0,1-0,3
	Середньої важкості - 2б	20-22	40-60	70 (при 25°С)	0,3	0,2-0,5

При забезпеченні допустимих показників мікроклімату температура внутрішніх поверхонь конструкцій, що обгороджують робочу зону (стін, підлоги, стелі та ін.), або пристроїв (екранів та ін.) не повинна виходити за межі

допустимих величин температури повітря. Перепад температури повітря по висоті робочої зони допускається до 3 °С.

Коливання температури повітря по горизонталі в робочій зоні, а також протягом зміни допускаються до 4 °С - при легких роботах, до 5 °С - при середній тяжкості роботах, при цьому абсолютні значення температури повітря, яка вимірюється на різній висоті і в різних ділянках приміщень протягом зміни, не повинні виходити за межі допустимих величин.

Мікроклімат приміщення відповідає санітарним нормам. В холодний період року фактичні значення параметрів мікроклімату підтримуються за рахунок використання системи центрального водяного опалення.

Для зменшення впливу дії шкідливих виробничих факторів передбачені такі заходи:

1. Обладнання та робочі місця зі застосуванням шкідливих речовин оснащені системами витяжної вентиляції, що забезпечує вміст шкідливих речовин у повітрі робочої зони нижче ГДК, регламентованих державними стандартами і санітарними нормами.

2. В робочих зонах, де є ризик потрапляння у повітря шкідливих виробничих речовин, передбачено встановлення газоаналізаторів.

7.2 Виробниче освітлення

Організація штучного освітлення необхідна для забезпечення безпеки робіт з обслуговування очисних споруд. Згідно з вимогами СН-496.77, «майданчики очисних споруд повинні мати штучне освітлення і під'їзні дороги. Майданчики для ставків-відстійників повинні бути озеленені, в разі необхідності мати огорожі».

					<i>ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		87

Таблиця 7.2 Вимоги до освітленості території виробничих об'єктів,
споруд очистки стічної води

Об'єкт	Мінімальна освітленість, лк
Передзаводські ділянки, що не відносяться до території міста (площадки перед будинками, під'їзди і проходи до будівель, стоянки транспорту)	10
Проїзди	10
Пісколовки, біофільтри, преаератори, аеротенки, відстійники та ін. споруди очистки стічної води:	
А) в будівлі	20
Б) поза будівлею	2

7.3. Захист від виробничого шуму та вібрації

Джерелом виробничого шуму і вібрації на каналізаційних очисних станціях є різне технологічне устаткування (обладнання з електроприводами – змішувачі, насоси, лінії транспортування осаду), а також вентиляційне устаткування (компресори, вентилятори, трубчаті аератори) [45].

З метою зниження шуму та вібрації конструкції закривають кожухами із звуконепроникного матеріалу. Також пропонується вентиляційне обладнання оснащувати звукозахисною ізоляцією і розміщувати на технічному поверсі.

Джерелами вібрації можуть бути механізми замикання, насоси, які перекачують стічну воду та осади на різних етапах очищення. Для зменшення вібрації в механізмах замикання передбачається зменшення зусилля замикання із збільшенням ходу рухливої плити. Для зниження рівня вібрації передбачається віброізоляція. Під віброуюче устаткування ставляться амортизатори вібрацій, виготовлені зі сталевих пружин [45].

Для вимірювання та аналізу шуму і вібрації передбачені шумоміри і частотні аналізатори [45]. Вібрація на виробництві нормується ДСН 3.3.6.039-99.

7.4. Електробезпека

На очисних спорудах використовують різне електрообладнання (щити, трансформатори, насоси, електродвигуни та ін.) і порушення правил експлуатації

					ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		88

"Правила влаштування електроустановок" може призвести до ураження електричним струмом обслуговуючого персоналу [46].

Технічні заходи щодо забезпечення електробезпеки повинні відповідати ГОСТ 12.1.019-79 "ССБТ. Електробезпека. Загальні вимоги".

При обслуговуванні електродвигунів насосів, вентиляторів, освітлення установок та іншого електрообладнання технологічний персонал повинен дотримуватися таких правил:

- використання ізоляції;
- розміщення струмоведучих проводів і частин обладнання на недоступній висоті;
- огорожі і екранування струмоведучих частин електроустановок;
- корпуси електродвигунів і пускової апаратури повинні бути надійно заземлені згідно з ГОСТ 12.1.030-81 (2010) "ССБТ. Електробезпека. Захисне заземлення. Занулення" (опір заземлювального пристрою повинен бути не більше 4 Ом).

Електрообладнання та електроапаратура, що встановлюються на установці по своєму виконанню повинні відповідати класу вибухонебезпечних зон, категоріям і групі вибухонебезпечних сумішей за класифікацією "Правил улаштування електроустановок" [46].

При русі рідин трубопроводами та апаратів може накопичитися статична електрика, що призведе до вибуху. З метою зменшення накопичення статичної електрики необхідно передбачити відповідний захист згідно ГОСТ 12.1.018-93 (2001) - "Пожежовибухонебезпека статичної електрики. Загальні вимоги" для відводу статичної електрики. Всі пристрої захисту приєднуються до спеціальних контурів заземлення [46].

Щити і пульти всіх призначень, на яких встановлюють прилади та інші засоби автоматизації, підлягають заземленню. У вибухонебезпечних приміщеннях передбачають заземлення щитів і пультів, до яких підведено змінний або постійний струм незалежно від його напруги.

					<i>ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		89

Очисні споруди необхідно захистити від прямих ударів блискавок, згідно "Інструкція по влаштуванню блискавкозахисту будівель, споруд і промислових комунікацій" (СО 153 - 34.21.122 - 2003), передбачити наступні заходи:

- захист від прямих ударів блискавки;
- захист від вторинних проявів блискавки;
- захист від заносу високого потенціалу виконана шляхом приєднання металевих корпусів обладнання і комунікацій на вводі в блоки споруд до заземлювального пристрою.

Для забезпечення безпеки обслуговуючого персоналу МОС необхідно підтримувати систему заземлення і приєднання до неї в робочому стані.

В якості блискавковловлюючих пристроїв використовувати окремо встановлені на спорудах громовідводи, блискавковловлюючі сітки, а також природні громовідводи, приєднані до загального заземлюючого пристрою [46].

7.5. Пожежна безпека

На весь комплекс і на кожну очисну споруду повинні бути складені виробничий регламент і технологічні карти [44].

На кожен об'єкт повинні бути розроблені інструкції про заходи пожежної безпеки [44].

Проходи і сходи не повинні бути захаращені будь-якими предметами, залиті водою, маслом. Сходи і площадки для обслуговування баків, ємностей та інших апаратів повинні мати надійні поручні і огорожі, що забезпечують безпеку праці обслуговуючого персоналу

Експлуатація всіх механізмів, що застосовуються на очисних спорудах, повинна здійснюватися за відповідними інструкціями.

У приміщеннях очисних споруд, де можливе раптове надходження в повітря великої кількості токсичних і вибухонебезпечних речовин, повинна передбачатися аварійна витяжна вентиляція. У цих приміщеннях повинні встановлюватися автоматичні газоаналізатори, зблоковані з аварійною вентиляцією [44].

					<i>ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		90

У всіх виробничих приміщеннях повинні знаходитися первинні засоби пожежогасіння та пожежний інвентар.

Використовувати пожежний інвентар для побутових цілей забороняється.

Куріння на території об'єктів і в приміщеннях заборонено.

У всіх виробничих приміщеннях повинен бути визначений клас вибухонебезпечності відповідно до положення Технічного регламенту про вимоги пожежної безпеки. Вся апаратура в даних приміщеннях встановлюється у вибухозахищеному виконанні відповідно до категорії та групою вибухонебезпечності [44].

Території очисних споруд та водозабору повинні міститися в чистоті. У літню пору на вільній території повинен своєчасно проводитися покіс трави та прибирання території від горючих відходів [44].

7.6. Безпека технологічних процесів та обслуговування обладнання

З метою усунення небезпеки попадання у відкриті споруди (відстійники, пісковловлювачі, аеротенки тощо) передбачається відгородження споруд. Категорично забороняється виходити за огорожі та ходити по стінках каналів аеротенків, по бортах відстійників та трубопроводах. Канали, які подають стічну воду, активний мул в аеротенк, а також відводять очищену воду, повинні бути закриті змінними дерев'яними або бетонними щитами. При ширині каналів більше 0,8 м вони можуть бути відкритими з обов'язковою огорожею висотою не менше 1 м. Для переходів через відкриті розвідні та відвідні дренажні канали глибиною 1 м і більше необхідно влаштовувати містки шириною не менше 0,7 м із поручнями висотою не менше 1 м. [44].

Видалення плаваючих речовин та очищення водозливних пристроїв і збірних лотків відстійників слід виконувати, використовуючи відповідні пристосування й пристрої та дотримуючись заходів, що виключають падіння працівників у воду. Заборонено ручну очистку ходового шляху мулоскребів, мулососів, відстійників безпосередньо перед фермою, що насувається [44].

					<i>ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		91

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Лоренц В.И. Очистка сточных вод предприятий пищевой промышленности / В.И. Лоренц. – К.: «Будівельник», 1972.
2. Розвиток харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність: Міжнародна науково-практична конференція, 22 травня 2014р.: [тези у 2-х ч.] / редкол.: О.І. Черевко [та ін.]. – Харків: ХДУХТ, 2014. – Ч.1. – 343с.
3. Львович М.И. Вода и жизнь / М.И. Львович. – М.: Мысль, 1986. – 254с.
4. Пальгунов Н.В. Промышленные сточные воды / Н.В. Пальгунов. – Минск, 2000. – 415с.
5. Гладченко М.А. Биологическая очистка сточных вод заводов первичного виноделия / М.А. Гладченко, В.И. Складар, С.С. Щербаков, С.В. Калюжный // Виноград и вино России. – 1999. – №6.
6. Укрупненные нормы водопотребления и водоотведения для различных отраслей промышленности / Совет Эконом. Взаимопомощи, ВНИИ ВОДГЕО Госстроя СССР. – М.: Строиздат, 1978. – 590с.
7. Левандовський Л.В. Природоохоронні технології та обладнання: Підручник. / Л.В. Левандовський, Н.О. Бублієнко, О.І. Семенова. – К.: НУХТ, 2013. – 243 с.
8. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування: ДБН В.2.5 – 75:2013. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2012. – 207 с.
9. Получение биогаза из отходов и сточных вод винодельческих предприятий / В.А. Домарецкий, А.М. Куц, М.В. Билько, Н.Я. Гречко. – Одеса: ОДУХТ, 2010. – С. 13.

					<i>ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ</i>			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Чорномисюк О.В.			Перелік використаних джерел	Літ.	Арк	Аркушів
Конс.							94	102
Керівн.		Щурська К.О.			КПІ імені Ігоря Сікорського ФБТ, БЕ-81мп			
Затверд.								

10. Крусир Г.В. Обоснование выбора анаэробного биореактора для очистки сточных вод предприятий первичного виноделия / Г.В. Крусир, И.Ф. Соколова // ScienceRise. – 2014. – №1(1).

11. 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.

12. Хенце М. Очистка сточных вод: Пер. с англ. / М. Хенце, П. Армоэс, Й. Ля-КурЯнсен, Э. Арван. – М: Мир, 2004. – 480 с.

13. Люта В.А., Заговора Г.І. Основи мікробіології, вірусології та імунології / В.А. Люта, Г.І. Заговора. – К.: Здоров'я, 2001. – 280 с.

14. Саблій Л. А. Обладнання – та проектування в біоенергетиці та водоочищенні і управління безпекою праці: підруч. [для студентів вищ. навч. закл.] / Лариса Андріївна Саблій. – Рівне, 2018.

15. Лисовская Э.В., Мелешенко К.Ф. Очистка и использование сточных вод и промышленных выбросов. Киев.: Институт технической информатики. - 1964. С.72.-76.

16. Wastewater treatment at winery industry / C.S. Mahajan, S.D. Narkhede, V.A. Khatik, R.N. Jadhav, S.B. Attarde // Asian Journal of Environmental Science. - 2014. – №4(2). – P. 258-265.

17. Winery Process Wastewater. Management Handbook: Best Practices and Technologies / Sustainable Winegrowing British Columbia. – 2018. - p. - 56.

18. Laginestra M. Winery wastewater treatment and attaining sustainability / M. Laginestra. - Wine & Viticulture Journal. – 2016. – P. 20-23.

19. Укрупненные нормы водопотребления и водоотведения для различных отраслей промышленности / Совет Эконом. Взаимопомощи, ВНИИ ВОДГЕО Госстроя СССР. – М.: Строиздат, 1978. – 590с.

20. Баадер В. Биогаз: теория и практика [Текст] / В. Баадер, Е. Доне // М.:Колос – 1982. – 148 с.

					<i>ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ</i>	Арк.
						95
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

21. Эдер Б. Биогазовые установки. Практическое пособие [Текст] / Б. Эдер, Х. Шульц // Пер. с нем. по изд. 1996, выполнен компанией Zorg Biogas в 2008 г. – 268 с.

22. Гуляев В. М. Дослідження залежності виходу біогазу від складу середовища для культивування метаногенних мікроорганізмів / В. М. Гуляев, К. В. Кликова // Збірник наукових праць Дніпродзержинського державного технічного університету. Сер.: Технічні науки. – 2011. – Вип. №2. – С. 282-285. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Znpddtu_2011_2_55.

23. Жмур Н. С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками. – М.: АКВАРОС, 2003 – 512 с. – ISBN 5-901652-05-3.

24. Воронов Ю. В. Водоотведение и очистка сточных вод / Ю. В. Воронов, С. В. Яковлев: – М.: Издательство Ассоциация строительных вузов, 2006 – 704 с.

25. Обладнання та проектування в біоенергетиці та водоочищенні і управління безпекою праці. Підручник / Під ред. Л.А. Саблій. – Рівне: НУВГП, 2016. – 356 с.

26. Екологічна біотехнологія. Навчальний посібник для студентів спеціальності 7.91607 - Біотехнологія. / Гуляев В.М., Волошин М.Д. - Дніпропетровськ: 2002. – 126 с.

27. Бойчик І.М. Економіка підприємства/ І.М. Бойчик. – К.: Кондор - Видавництво, 2016. – 378 с.

28. Іванілов О.С. Економіка підприємства / О.С. Іванілов. – К. : Центр учбової літератури, 2009. – 728 с.

29. Примак Т.О. Маркетинг / Т.О. Примак. – К.: МАУП, 2004. – 228 с.

30. Фатхутдінов Р.А. Управління конкурентоспроможністю організації / Р.А. Фатхутдінов, Г.В. Осовська. – К. : Кондор, 2009. – 470 с.

31. Румянцева З.П. Загальні основи керівництва підприємством. Теорія та практика. / З.П. Румянцева. – М.: ИНФРА-М, 2001. – 304 с.

32. Лігоненко Л.О. Антикризове управління підприємством: теоретико-методологічні засади та практичний інструментарій. / Л.О. Лігоненко– К. : Київ. Нац. торг.-екон. ун-т, 2001 – 580 с.

									Арк.
									96
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ				

33. Благодатний В.В. Розрахунок природоохоронних систем та апаратів / В.В. Благодатний, О.С. Рижков. – Миколаїв: НУК, 2011.
34. Обладнання та проектування в біоенергетиці та водоочищенні і управління безпекою праці. Підручник / Під ред. Л.А. Саблій – Рівне: НУВГП, 2016. – 365 с.
35. Мосин О.В. «Биологическая очистка сточных вод» / О.В. Мосин – М.: Высшая школа, 2006. – 150 с.
36. Жмур Н.С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружение с аэротенками / Н.С. Жмур – М.: АКВАРОС, 2003. – 512с.
37. Лихачев Н.И. Канализация населенных мест и промышленных предприятий / Н.И. Лихачев, И.И. Ларин, С.А. Хаскин и др. под общей редакцией В.Н.Самохина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1981. – 639 с.
38. ГОСТ 12.1.005-88. «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».
39. ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. «Вибрационная безопасность. Общие требования».
40. ГОСТ 12.1.002-84. ССБТ. «Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах».
41. ГОСТ 12.2.003-91. ССБТ. «Оборудование производственное. Общие требования безопасности».
42. ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. «Защитное заземление, зануление».
43. НАПБ 06.004-07 «Перелік однотипних за призначенням об'єктів, які підлягають обладнанню автоматичними установками пожежогасіння та пожежної сигналізації» Чинний від 03.08.2007. Київ: МНС, 2007.
44. ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку». Чинний від 01.12.1999. –Київ: МОЗ, 1999.

					<i>ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ</i>	Арк.
						97
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

45. НПАОП 40.1-1.01-97 «Правила безпечної експлуатації електроустановок». Чинний від 06.10.1997. – Київ: Державний комітет України по нагляду за охороною праці, 1997.

46. Winery wastewater quality and treatment options in Australia / К.Р.М. Mosse, А.Ф. Patti, Е.В. Christen, Т.Р. Cavagnaro // Australian Journal of Grape and Wine Research. – 2011. – Р. 111-122.

					<i>ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ</i>	Арк.
						98
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

СПЕЦИФІКАЦІЯ ОБЛАДНАННЯ

Позиція	Позначення, марка	Найменування	Кількість	Маса, кг	Примітка
1	2	3	4	5	6
ПЗ-1		Повітрозабірник, висота труби 6 м.	1		Збірний
Ф-2	ФЯР	Фільтр попереднього очищення газоподібних речовин з пропускною здатністю 10000 м ³ /год. Ефективність – 80%.	2		Збірний
П-3		Повітродувки. Стиснене повітря 0,163 МПа.	1		Збірний
Д-6 Д-8 Д-9 Д-14		Об'ємний дозатор для рідких речовин	3		Неірж. сталь 12Х18Н10Т
Д-4 Д-12	ДК-40	Ваговий дозатор для сипких речовин.	2	335	Збірний
КП-1.1 КП-2.1 КП-5.2	ОБМ-160	Манометр. Діапазон вимірювання від 0 до 2,5 МПа. Клас точності 1,5.	3		Неірж. сталь 12Х18Н10Т

					<i>ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ</i>		
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Чорномисюк О.В.			Стадія	Арк.	Аркуші
Консульт.						99	102
Керівник		Щурська К.О.			<i>КПІ імені Ігоря Сікорського, ФБТ, БЕ-81мп</i>		
Затверд.							
СПЕЦИФІКАЦІЯ ОБЛАДНАННЯ							

1	2	3	4	5	6
P-6	ВЕЕ	Ректор змішувач для розчинення кухонної солі. Обладнаний турбінною мішалкою інтенсивністю обертів 240 об/хв. Об'єм 5 м ³ . Коефіцієнт заповнення 0,7.	1		Неірж. сталь 12Х18Н10Т
H-7 H-11 H-15 H-21 H-22 H-27	СМ 100-65 200/46	Насос відцентровий горизонтальний консольний з робочим колесом закритого типу	5		Збірний
P-10	ВЕЕ	Ректор для приготування коагулянту, обладнаний турбінною мішалкою інтенсивністю обертів 240 об/хв. Об'єм 7 м ³ , завантаження хлориду заліза через люк на кришці, нижній злив, механічне перемішування	1		Неірж. сталь 12Х18Н10Т
P-14	ВЕЕ	Ректор для приготування розчину лукукоагулянту, обладнаний турбінною мішалкою інтенсивністю обертів 240 об/хв. Об'єм 7 м ³ . Коефіцієнт заповнення 0,7.	1		Неірж. сталь 12Х18Н10Т
РД-16	РД-600	Решітка-дробарка продуктивністю 250-500 кг/год. Пропускна здатність 20м ³ /добу.	1		Збірний
П-17	ТП 902-2-27	Пісковловлювач	1		Залізобетон
У-34		Усереднювач	1		Збірний
Н-35		Нейтралізатор	1		

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЕКБ.БЕ4126.ДП.ПЗ

Лист
100

1	2	3	4	5	6
Аб-19		Анаеробний біореактор з глибиною робочої частини 4,4м	1		Збірний
А-20	ТП 902-2-178	Аеротенк-витиснювач, 4 коридори, 2 секції, робоча глибиною Н = 3,2 м; ширина секцій В = 18 м.	1		Залізобетон
А-31	ТП № 902-2-179	Аеротенк-витиснювач, 4 коридори, 2 секції, робоча глибиною Н = 4,4 м; ширина секцій В = 6 м.	1		Залізобетон
В-18		Вторинний відстійник, діаметр 30м.	2		Збірний
Р-24		Реактор для перемішування очищеної стічної води і гіпохлориту натрію	1		Неірж. сталь 12Х18Н10Т
Кр-25		Контактний резервуар	1		Збірний
МУ-26		Мулоущільнювач	1		Збірний
М-28		Метантенк	1		Неірж. сталь 12Х18Н10Т
Р-29		Ректор для змішування коагулянту з осадам, обладнаний турбінною мішалкою інтенсивністю обертів 150 об/хв. Об'єм 120-200 м ³ . Коефіцієнт заповнення 0,7.	1		Неірж. сталь 12Х18Н10Т
Ф-30	ФПАКМ-2,5У	Горизонтальний фільтр-прес. Площа поверхні фільтрування 5м ² .	2		Збірний
АМ-41		Аварійний муловий майданчик для підсушування осаду	1		

1	2	3	4	5	6
ПМ-43		Пісковий майданчик для підсушування піску та інших мінеральних домішок	1		
Г-33		Газгольдер	1		Збірний
КП-3.1	РС-28	Датчик вимірювання тиску. Мінімальна ширина діапазона 1,5 кПа.	1		Неірж. сталь 12Х18Н10Т
КП-19.1 КП-29.1 КП-33.1		Датчик вимірювання концентрації газу. Робоча температура - 10...+40°C.	7		
КП-19.1 КП-20.1 КП-21.1 КП-29.1	ЕЕ820	Датчик вимірювання концентрації розчину	3		
КП-20.1 КП-21.1	FYA600	Датчик для вимірювання концентрації кисню. Робоча температура - 10...+50°C.	1		
КП-20.2 КП-21.2	ОВП	Датчик для вимірювання рН. Діапазон вимірювання 2-12. Температурний діапазон: 0...+100°C.	1		Твердий полімерний електроліт
КП-21.3 КП-28.1 КП-29.2	ТКП-160Cr-M2	Термометр манометричний, конденсаційний. Межі вимірювання 0...+120°C. Клас точності 1.5.			Неірж. сталь 12Х18Н10Т