

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: Біотехнологія очищення стічних вод заводу з виробництва безалкогольних напоїв

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

(прізвище, ім'я, по батькові) _____ (підпис)

Науковий керівник _____
(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

Пукало Ользі Миколаївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації: Біотехнологія очищення стічних вод заводу з виробництва безалкогольних напоїв

,
науковий керівник дисертації: к.т.н., доц. Козар М.Ю.

(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 _____

4. Предмет дослідження _____

5. Перелік завдань, які потрібно розробити: Навести характеристики складу та витрат стічних вод заводів по виробництву безалкогольних напоїв на підставі літературних даних. Описати основні біохімічні процеси, які відбуваються в ході біологічного очищення стічної води обраного підприємства. Обґрунтувати та вибрати технологію комплексного очищення стічних вод заводу безалкогольних напоїв, визначити

точки та параметри контролю, розрахувати матеріальний баланс. Провести основні технологічні розрахунки очищення стічних вод заводу по виробництву безалкогольних напоїв. Запроектувати основну біологічну споруду, технологічну та апаратурну схеми. Здійснити економічні розрахунки вартості проекту та собівартості процесу очищення стічних вод. Запропонувати схему автоматизації анаеробного збродження осадів. Проаналізувати та описати небезпечні виробничі фактори, які можливі на підприємстві, та запропонувати шляхи їх усунення.

6. Орієнтовний перелік ілюстративного матеріалу _____

7. Орієнтовний перелік публікацій _____

8. Консультанти розділів дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

9. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка

Студент

_____ (підпис)

_____ (ініціали, прізвище)

Науковий керівник дисертації

_____ (підпис)

_____ (ініціали, прізвище)

РЕФЕРАТ

Дипломний проект складається з пояснювальної записки формату А4 та п'яти креслень формату А1. Пояснювальна записка містить 109 сторінок, 27 таблиць, 5 рисунків, 47 посилань.

Об'єктом дослідження є стічні води заводу по виробництву безалкогольних напоїв, їх об'єм та склад.

Метою даної роботи є обґрунтування та вибір ефективної технології біологічного очищення стічних вод заводу по виробництву безалкогольних напоїв, що задовольняє вимоги відповідних нормативних документів.

Проект складено на основі літературного огляду науково-технічної літератури, нормативної документації з галузі очищення стічних вод.

Надано характеристику вихідній сировині. Підбрано і розраховано обладнання запропонованої технології, вказані точки і параметри контролю етапів процесу, необхідні для забезпечення якості кінцевої продукції, охорони праці і довкілля. Обчислено собівартість очищеної стічної води та вартість реалізації технології.

СТІЧНА ВОДА, ЗАВИСЛІ РЕЧОВИНИ, БІОЛОГІЧНЕ СПОЖИВАННЯ КИСНЮ, ХІМІЧНЕ СПОЖИВАННЯ КИСНЮ, АМОНІЙНИЙ АЗОТ, АКТИВНИЙ МУЛ, АЕРОТЕНК-ВИТИСНЮВАЧ, СХЕМА ОЧИЩЕННЯ, ОКИСНЕННЯ, АЕРАЦІЯ, НІТРИФІКАЦІЯ, ДЕНІТРИФІКАЦІЯ, КОНТРОЛЬ.

SUMMARY

The degree project consists of explanatory note A4 and five drawings A1.

Explanatory note contains 109 pages, 27 tables, 5 images, 47 references.

The subject of the study is the non-alcoholic beverage wastewater plant, its volume and composition.

The purpose of this work is to substantiate and select an effective technology of biological wastewater treatment plant for the production of soft drinks, which meets the requirements of the relevant regulatory documents.

The project is based on the literature review of scientific and technical literature, regulatory documents in the field of wastewater treatment.

The characteristic of the raw material is given. The equipment of the proposed technology was selected and calculated, the points and parameters of process stages control needed to ensure the quality of the final products, labor protection and the environment were specified. The cost of treated wastewater and the cost of technology implementation are calculated.

WASTE WATER, SUSPENDED SOLIDS, BIOLOGICAL OXYGEN DEMAND, CHEMICAL OXYGEN DEMAND, AMMONIA NITROGEN, ACTIVATED SLUDGE, AERATION TANKS, CLEANING SCHEME, OXIDATION, AERATION, NITRIFICATION, DENITRIFICATION CONTROL.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
1. Характеристика сировини, біологічного агента, обґрунтування технології ..	10
1.1 Характеристика сировини	10
1.2. Характеристика біологічного агента.....	12
1.3. Обґрунтування технології	16
2. Біохімічні основи технологічного процесу	25
2.1. Схема перебігу процесів у споруді біологічного очищення	25
2.2 Характеристика кінцевого продукту.....	27
3. Технологічна частина	29
3.1. Матеріали основні та допоміжні	29
3.2. Опис технологічного процесу.....	29
3.3 Характеристика кінцевої продукції	37
3.4 Контроль виробництва	38
3.5 Матеріальний баланс	42
4. Підбір та характеристика обладнання.....	43
4.1. Розрахункові витрати стічних вод.....	43
4.2. Нормативи якості води у водоймі	43
4.3. Розрахунок первинних радіальних відстійників.....	46
4.4. Розрахунок споруд біологічного очищення	48
4.5. Розрахунок денітрифікатора	50
4.6. Розрахунок вторинних відстійників.....	51
4.7. Розрахунок аеротенка-витиснювача	52
5 Автоматизація.....	56
5.1 Опис технологічного процесу.....	56
5.2. Технологічний контроль	58
5.3. Автоматичне регулювання	59
5.4. Технологічна сигналізація і захист	60
5.5. Дистанційне керування виконавчими механізмами та двигунами.....	61
6. Розроблення стартап-проекту	65
6.1. Аналіз внутрішнього та зовнішнього середовища підприємства	69
6.2. Визначення ключових факторів успіху проекту	71
6.3. Визначення потенційних споживачів	72
6.4. Розрахунок собівартості продукції та розрахунок загальних витрат очисної станції.....	74
6.4.1 Розрахунок амортизаційних витрат та вартості основних фондів.....	74
6.4.2. Визначення вартості палива та енергії на технологічні потреби.....	77

					<i>ЕКБ.БЕ4122.ДП</i>		
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дат			
Розроб.		Лукало О.М.			Літ.	Арк.	Аркуші
Консульт.						6	
Керівник		Козар МЮ			ЗМІСТ <i>КПІ ім. Ігоря Сікорського, ФБТ</i>		
Затверд.							

6.4.3. Розрахунок основної та додаткової заробітної плати працівників із нарахуваннями.....	78
6.4.4. Розрахунок собівартості продукції та розрахунок загальних витрат очисної станції.....	79
6.5 Карта бізнес-процесів.....	80
6.6 Ризики стартап-проекту та методи управління ними.....	81
6.7 Оцінка ризиків та страхування розробки.....	82
7. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	85
7.1 Виявлення та аналіз ШНВВФ на проектному об'єкті. Заходи з охорони праці.....	86
7.1.1. Повітря робочої зони.....	86
7.1.2. Виробниче освітлення.....	89
7.1.3. Захист від виробничого шуму та вібрації.....	90
7.1.4. Електробезпека.....	91
7.1.5. Безпека технологічних процесів та обслуговування обладнання.....	92
7.2. Пожежна безпека.....	93
8. Охорона довкілля.....	95
ВИСНОВКИ.....	98
Перелік використаних джерел.....	100
Додаток А. Специфікація обладнання.....	105

ВСТУП

Вода – одна з найрозповсюдженіших речовин на нашій планеті. Вона має велике значення в еволюції як живої, так і неживої природи. Це найцінніша мінеральна речовина. Вона не тільки основний компонент всього живого, але і середовище існування органічного світу. Вода – розчинник поживних та інших хімічних речовин в живих організмах і в неживій природі [1].

Забруднення води промисловими відходами є великою проблемою сучасності. Вода в ході технологічних процесів забруднюється специфічними речовинами, що робить її непридатною до використання [2].

В залежності від виду промисловості стічні води можуть містити токсичні речовини, патогенні мікроорганізми. Для повторного використання води та захисту водойм, в які відводиться вода, необхідне створення відповідних гідротехнічних споруд для їх очищення.

Очищення стічних вод можна здійснювати механічними, біологічними, фізико-хімічними або комплексними методами видалення забруднень. На сьогоднішній день найефективнішим методом являється біологічний метод, який здійснюється за допомогою активного мулу – біоценозу мікроорганізмів, головну роль в якому відіграють бактерії. Технологія біологічного очищення стічних вод широко використовується в багатьох країнах Європи. Щодо України, то на даний час існує велика екологічна проблема, яку необхідно вирішувати шляхом побудови нових очисних станцій або реконструкцією старих.

Однією з провідних галузей промисловості України є виробництво харчових продуктів та напоїв. Основною характеристикою галузі є високий рівень споживання води і утворення великої кількості висококонцентрованих стічних вод. Серед підприємств харчової галузі важливе місце, за об'ємами спожитої води та обсягами стоків, займають заводи безалкогольних напоїв, на яких практично відсутні очисні споруди. Тому розробка та застосування

					<i>ЕКБ.БЕ4122.ДП</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>				
<i>Розроб.</i>		Пукало О.М.			ВСТУП	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Консульт.</i>							8	
<i>Керівник</i>		Козар М.Ю.				<i>КПІ ім Ігоря Сікорського, ФБТ</i>		
<i>Затверд.</i>								

модернізованих технологій є надзвичайно актуальним для України.

Даний проект розробляється на нове будівництво станції очищення стічних вод заводу по виробництву безалкогольних напоїв.

Метою даного дипломного проекту є обґрунтування та вибір ефективної та сучасної технології повної біологічної очистки стічних вод заводу з виробництва безалкогольних напоїв.

Новизною даного проекту є застосування анаеробно-аеробної схеми очищення стічних вод підприємства.

Завданнями дипломного проекту є:

1. Навести характеристики складу та витрат стічних вод заводів по виробництву безалкогольних напоїв на підставі літературних даних.
2. Описати основні біохімічні процеси, які відбуваються в ході біологічного очищення стічної води обраного підприємства.
3. Обґрунтувати та вибрати технологію комплексного очищення стічних вод заводу безалкогольних напоїв, визначити точки та параметри контролю, розрахувати матеріальний баланс.
4. Провести основні технологічні розрахунки очищення стічних вод заводу по виробництву безалкогольних напоїв. Запроектувати основну біологічну споруду, технологічну та апаратурну схеми.
5. Здійснити економічні розрахунки вартості проекту та собівартості процесу очищення стічних вод.
6. Запропонувати схему автоматизації анаеробного збродження осадів.
7. Проаналізувати та описати небезпечні виробничі фактори, які можливі на підприємстві, та запропонувати шляхи їх усунення.

1. ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ, БІОЛОГІЧНОГО АГЕНТУ, ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ

1.1 Характеристика сировини

За витратою води на одиницю готової продукції харчове виробництво займає одне з перших місць серед галузей промисловості.

Підприємства безалкогольної промисловості випускають широкий асортимент продукції: соковмісні напої; напої на ароматизаторах (емульсіях, ароматичних основах); напої на пряно-ароматичній основі, виготовлені з використанням екстрактів рослинної сировини, концентрованих основ або концентратів; напої спеціального призначення (вітамінізовані, тонізуючі, низькокалорійні).

Високий рівень споживання води обумовлює великий обсяг утворення стічних вод на підприємствах, характерним для яких є високий ступінь забруднення.

На підприємстві стічні води поділяють на 3 або більше категорій, залежно від складу чи концентрації забрудників [3]. Перша категорія – це стоки від допоміжних операцій та процесів; друга – стоки від підсобних приміщень та допоміжних цехів (малозабруднені); третя група – стічні води, які утворилися в результаті використання води в основних технологічних процесах.

Під час виробництва безалкогольних напоїв вода витрачається на варіння сиропу, приготування купажу, охолодження сиропу, мийку обладнання, пляшок, технологічних трубопроводів і для холодильно-компресорної станції [4]. Тобто джерелами стічних вод є всі стадії виробництва. Для цієї суміші стічних вод характерний широкий діапазон коливань рівня рН і температури, а також надзвичайно високий вміст забруднюючих речовин, як правило, в розчиненому вигляді.

					<i>ЕКБ.БЕ4122.ДП</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>				
<i>Розроб.</i>		Пукало О.М.			ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ, БІОЛОГІЧНОГО АГЕНТУ, ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Консульт.</i>							10	106
<i>Керівник</i>		Козар М.Ю.				<i>КПІ ім. Ігоря Сікорського, ФБТ</i>		
<i>Затверд.</i>								

Комунально-побутові стічні води відводяться без попереднього очищення до міської каналізації з метою зменшення утворення стоків.

У таблиці 1.1 наведені усереднені показники забруднень стічних вод підприємства до очищення.

Таблиця 1.1

Характеристика хімічного складу стічних вод заводу по виробництву безалкогольних напоїв [5]

Показник забрудненості	Середня концентрація в мг/дм ³
pH*	6,5-9
Завислі речовини	350
Сухий залишок	700
БСК _{повн}	388
ХСК	598
Азот амонійний	40
Нітрати	40
Фосфати	8
Сульфати	380
Хлориди	240
СПАР	20
Залізо	2
Хром	3
Алюміній	3

*- безрозмірний показник

З таблиці 1.1 бачимо, що стічна вода містить велику завислих речовин, високі концентрації ХСК, БСК_{повн}, сухого залишку, амонійного азоту та нітратів.

1.2. Характеристика біологічного агента

Активний мул є складним біоценозом різних організмів. До біоценозу “здорового” активного мулу повинні входити як одноклітинні мікроорганізми – бактерії, гриби, актиноміцети, найпростіші, так і складніші багатоклітинні організми - водорості, гриби, різні черв'яки (хробаки), личинки комах [6].

Активний мул відіграє провідну роль у процесах вилучення зі стічної води розчинених, колоїдних і великих органічних забруднень; в адаптації біоценозу до нових умов; в підтриманні життєздатності активного мулу.

Пластівці мулу мають забарвлення світло-сірого, жовтуватого або темно-коричневого кольору, що щільно заселені мікроорганізмами.

Середній розмір пластівців 1-4 мм, але він може змінюватися в залежності від умов і досягати 30-40 мм. Процес утворення пластівців активного мулу складний і до кінця не вивчений. Чисельність бактерій досягає $(2,1-2,4) \cdot 10^9$ клітин в 1 см³, і щільність значно перевищує таку, що зустрічається в природі [7].

В активному мулі, крім пластівців зооглейних скупчень бактерій, є велика кількість найпростіших організмів (інфузорій), а також зустрічаються коловертки і черви. При порушенні нормальних умов роботи аеротенків у мулі розвиваються нитчасті бактерії (*Sphaerotilus*, *Cladothrix*), гілляста зооглея (*Zoogloea ramigera*), водні гриби та ін. Ці форми викликають спухання активного мулу, він погано осідає у вторинному відстійнику і виноситься з очищеною водою.

Бактерії. Бактерії, які беруть участь в процесі аеробного біологічного очищення, поділяються на дві основні групи:

- ті, які окислюють органічний вуглець,
- ті, які беруть участь в реакціях нітрифікації [8].

До найчисленнішої популяції відносяться анаеробні флокулоутворюючі бактерії роду *Pseudomonas*, які беруть участь в окисленні спиртів, жирних кислот, парафінів, ароматичних вуглеводнів, вуглеводних і багатьох інших органічних сполук [9].

					ЕКБ.БЕ4122.ДП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

Крім них, в типовому активному мулі присутні бактерії родів: *Bacterium*, *Micrococcus*, *Sacrina*, *Bacillus*, *Pseudobacterium*, *Azotobacter*.

Бактерії активного мулу представлені трьома основними формами: палички, коки і спірили. Маленький розмір бактерій визначає велику питому поверхню, що забезпечує високу інтенсивність споживання субстрату[9]. У спорудах біологічної очистки бактерії існують у вигляді компактної або пухкої маси, утворюючи скупчення. Розвиток і характер зооглею залежить від якості стічної води і параметрів процесу очищення.

Zooglea ramigera - це товсті палички від прямих до трохи зігнутих 1- 1,3x2,1-3,6 мкм, з заокругленими кінцями; іноді мають тупокутній загострений один кінець. Не утворюють і спор ні цист, грамнегативні. Рухаються за рахунок одного полярного джгутика. Аероби, мають метаболізм чистого дихального типу з використанням кисню в якості кінцевого акцептора електронів. Можуть також рости в анаеробних умовах в присутності нітратів за рахунок нітратного дихання. *Zooglea ramigera* може здійснювати денітрифікацію з утворенням N_2 [10].

Видалення із стічних вод амонійного азоту відбувається в результаті процесу нітрифікації, який здійснюється автотрофними бактеріями. Нітрифікуючі бактерії використовують для харчування неорганічний вуглець (вуглекислоту, карбонати, бікарбонати). Присутність у воді органічних речовин може гальмувати розвиток цих бактерій. Це пов'язано з тим, що нітрифікуючі бактерії здатні споживати тільки той азот, який не використали гетеротрофні мікроорганізми, що розвиваються при наявності органічних речовин і споживають азот в процесі конструктивного обміну. Крім того, гетеротрофні бактерії посилено поглинають кисень, необхідний для нітрифікаторів.

Бактерії роду *Nitrosomonas* окислюють аміак в азотисту кислоту, при цьому енергія, яка вивільняється використовується для розвитку самих бактерій та на асиміляцію вуглецю з вуглекислоти [11]. Друга фаза проводиться *Nitrobacter*, які окислюють азотисту кислоту в азотну. На процеси

					<i>ЕКБ.БЕ4122.ДП</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

нітрифікації суттєвий вплив здійснює температура. Оптимальна температура складає 20-35°C, а при її зниженні відбувається припинення протікання процесу.

Nitrosomonas - грамнегативні паличковидні хемоавтотрофні бактерії. Оптимальний рН для нормальної життєдіяльності даних бактерій - 6,0-9,0, а діапазон температур від 20 до 30°C. Більшість видів рухливі, з джгутиком.

Мікроорганізм має енергетичні мембрани, які утворюють довгі тонкі трубки всередині клітини. Вони використовують електрони для виробництва енергії[12]. За допомогою фіксації вуглецю, представники *Nitrosomonas* отримують необхідний їм вуглець з атмосфери. Деякі види *Nitrosomonas* мають фермент уреазой, який каталізує перетворення молекули сечовини в дві молекули аміаку і одну молекулу вуглекислого газу.

Nitrobacter - це рід паличковидних грамнегативних хемоавтотрофних бактерій. Розмір становить 0,5-0,9×1,0-2,0 мкм. У Нітробактерів є внутрішньомембранний полярний ковпачок[12]. Через наявність цитохрому с, вони часто жовті в клітинних суспензіях.

Остання група автотрофних бактерій - це тіонові бактерії, що окислюють сірководень, сірку, тіо- та терасполуки сірки. Яскравим представником даної групи є рід *Thiobacillus*. Це грампозитивні мікроорганізми, які можуть використовувати енергію, що вивільняється в результаті окиснення сірки або її сполук [12].

Гриби. Зустрічаються, в основному, цвілеві вищі гриби, такі як *Fusarium*, *Nematosporangium* тощо, іноді нижчі гриби (*Mucor*) і дріжджі [7].

Всі гриби володіють гетеротрофним типом живлення, багато хто з них відноситься до активних мінералізаторів, тому в процесах очищення гриби іноді грають істотну роль.

Масовий розвиток грибів в аеротенку призводить до спухання активного мулу.

Найпростіші (**Protozoa**). На очисних спорудах каналізації зустрічаються представники трьох класів найпростіших: саркодові, джгутикові та

інфузорії [11]. Їх функція полягає у тому, що вони не беруть особистої участі у споживанні органічних речовин, але регулюють видовий і віковий склад мікроорганізмів в активному мулі, підтримуючи його на оптимальному рівні. Поглинаючи велику кількість бактерій, найпростіші сприяють виходу значної кількості бактеріальних екзоферментів, які можуть концентруватися в слизовому шарі мулу і брати участь у деструкції забруднень.

Саркодові (*Sarcodina*) - найчастіше зустрічаються корененіжки (голі та мушлеві). Живляться бактеріями і найпростішими, пересуваються за допомогою псевдоподій. Виконують індикаторну та регуляторну функції.

З голих корененіжок до індикаторних організмів належать представники роду *Amoeba* і роду *Pelomyxa*.

Мушлеві корененіжки характеризуються наявністю будиночка, що складається тільки з органічної речовини або просоченого залізом, кремнієм, кальцієм. З мушлевих амеб найчастіше зустрічаються *Arcella*, *Centropyxis* і *Ramphagus* [11].

Джгутикові (*Mastigophora*) - безбарвні дрібні одноклітинні організми, які на відміну від голих амеб, мають тонку оболонку. Розміри більшості з них не перевищують 10-20 мкм. Живляться бактеріями і деякими розчиненими органічними речовинами. Масовий розвиток спостерігається в дуже забрудненій воді. В очисних спорудах - лише у пусковий період.

Інфузорії (*Ciliata*) - мають найскладнішу будову з усіх найпростіших (є оболонка і, більш-менш, постійна форма тіла; на передньому кінці розташований ротовий отвір). Характерною ознакою організмів цього класу – є наявність війок. Живляться, в основному, бактеріями, засвоюють також колоїдні і дрібнодисперсні органічні забруднення.

Є індикаторами роботи очисних споруд (зміни концентрації органічних забруднень, рівня рН, розчиненого кисню, температури води) [10].

З інших тваринних організмів в очисних спорудах зазвичай присутні: щетинкові черви (*Oligochaeta* і *Polychaeta*), круглі черви (*Nematoda*) та коловертки (*Rotatoria*). Останні зустрічаються найчастіше.

При пониженні концентрації розчиненого кисню коловертки втрачають рухливість, витягуються і поступово відмирають. При різкій зміні складу стічної води чи інших несприятливих умовах коловертки або гинуть в стислому стані, або впадають в стан анабіозу.

Надмірний розвиток круглих червів відбувається при порушеннях режиму аерації. При нормальній роботі очисних споруд зустрічаються одиничні екземпляри.

1.3. Обґрунтування технології

При виборі найбільш підходящої технології очищення враховують головним чином місцеві умови - місце розташування підприємства, необхідну ступінь очищення, ступінь забруднення стічних вод і т.д. [13].

Перш ніж вибрати належний метод очищення, проводяться кількісні та якісні дослідження стічних вод. Відведення стічних вод заводів безалкогольних напоїв у природню водойму можливе в тому випадку, коли ці стічні води відповідають встановленим нормам і, перш за все, якщо вони не викликають руйнування або зниження продуктивності обладнання очисної станції [14].

Процес очищення стічних вод включає декілька етапів очистки, а саме: механічний, фізико-хімічний та біологічний.

Механічне очищення застосовується для видалення зі стічної води грубодисперсних нерозчинних мінеральних та органічних домішок. Призначення механічної очистки полягає в підготовці виробничих стічних вод до біологічного, фізико-хімічного чи іншого методу більш глибокої очистки. Тому цей метод часто застосовується як перший ступінь обробки стічних вод. Також механічні методи широко використовуються для ущільнення та зневоднення осадів, які утворюються в результаті очищення стічних вод [14].

Використання для попереднього очищення стічних вод методів фізико-хімічного очищення: реагентної флотації, електрокоагуляції дозволяє ефективно видаляти зі стічних вод тонкодисперсні завислі речовини,

емульговані жири, колоїдні частинки за сприяння присутніх у воді синтетичних поверхнево-активних речовин [16].

Повне видалення із стічних вод органічних забруднень практично можливе лише тільки шляхом їх біологічного очищення, що засноване на використанні мікроорганізмів, які здатні до окиснення органічних сполук, що перебувають у стічній воді. Біологічне очищення найчастіше здійснюється за допомогою мікроорганізмів, рідше використовують водні рослини та інші організми [15].

Перед випуском стічних вод $БСК_{повн}$ повинно становити не більше 15 мг/ дм³, а в деяких випадках стічна вода повинна бути ще більш очищена, тому на сьогоднішній день існує декілька схем очистки стічних вод харчової промисловості, а саме виробництва безалкогольних напоїв.

В якості споруд для біологічного очищення можна використовувати біологічні ставки, поля фільтрації (природні споруди), біологічні фільтри, циркуляційні окислювальні канали (ЦОК) та аеротенки (штучні споруди). Поля фільтрації, біологічні ставки та циркуляційні окислювальні канали дозволяється використовувати тільки за наявності досвіду їх успішної роботи в аналогічних кліматичних і місцевих умовах.

Існує декілька схем очищення стічних вод заводу безалкогольних напоїв.

Типова схема станції біологічної очистки стічних вод заводу безалкогольних напоїв, яка практично використовується на одному із підприємств, представлена на рис.1. Перед біологічним очищенням передбачено використання споруд механічного очищення.

					<i>ЕКБ.БЕ4122.ДП</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		17

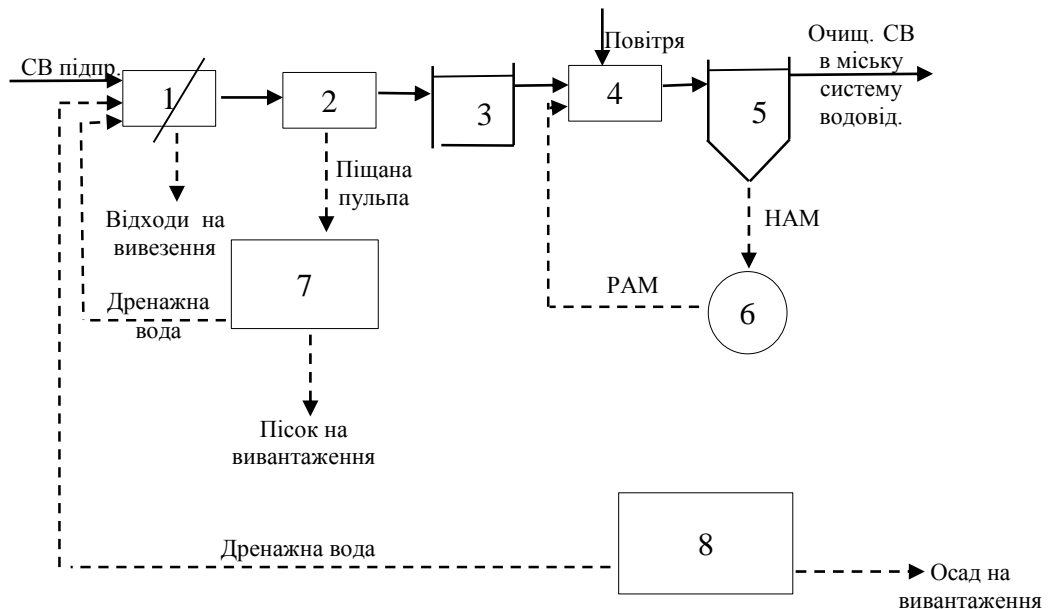


Рис.1. Схема біологічного очищення виробничих стічних вод:

1-механічні решітки; 2-пісковловлювач; 3- усереднювач; 4-аеротенк; 5- вторинний відстійник; 6-насосні станції; 7-пісковий майданчик; 8-муловий майданчик.

Всі забрудненні стічні води по промисловій каналізаційній мережі з місць виникнення самопливом направляються в збірник стічних вод, звідти зануреним насосом подаються на очисні споруди. Через механічні решітки та пісковловлювач здійснюється механічне очищення стічних вод. В зоні очисних споруд стічні води поступають в усереднювач витрат стічних вод. Усереднення концентрацій забруднюючих речовин підвищує ефект як механічної, так і наступної біологічної очистки стічних вод. В усереднювачі, в спеціальній корзині, влаштовується насос, який по таймеру здійснює рівномірну подачу стічних вод на біологічну очистку. Накопичений рідкий осад з усереднювача періодично видаляється в тракторну цистерну та вивозиться. З усереднювача зануреним насосом по тимчасовій напірній лінії (діаметром 50мм з пластмасових труб) стоками заповнюється одна секція аеротенка. Одночасно з цим вмикається одна з повітродувок для подачі повітря на аератори секції аеротенка, що заповнюється стічними водами. Потім насос вимикається і починається процес вирощування активного мулу, який зводиться до створення оптимальних умов для селективного

розмноження мікроорганізмів, що живляться органічними забрудненнями, які містяться в стічній воді. Після завершення процесу адаптації та нарощування необхідної кількості активного мулу, занурювальним насосом поновлюється поступова подача стічних вод із усереднювача в аеротенк, з якого вони перетікатимуть у вторинний відстійник. З вторинного відстійника попередньо очищена вода скидується в міську систему водовідведення. Надлишково активний мул насосом із вторинного відстійника перекачується на мулові майданчики. Однак, технологія очищення застаріла і, щоб максимально видалити всі органічні забруднення, які містяться у стічній воді підприємства, та довести концентрації забруднень до необхідних норм скиду міську систему водовідведення, потребує модернізації.

Також існує технологія очищення стічних вод заводу безалкогольних напоїв із використанням двоступінчастих аеротенків [17]. Оскільки стічні води висококонцентровані, то застосування такої технології забезпечує ефективно видалення органічних забруднень зі стічної води. Очищення стічних вод в аеротенку засновано на здатності мікроорганізмів використовувати для живлення органічні речовини (кислоти, спирти, білки, вуглеводи та інші), що містяться в стічних водах. Процес відбувається в аеробних умовах. При аеробному очищенні мікроорганізми культивуються в активному мулі або у вигляді біоплівки [14]. Дана схема технології представлена на рис.2.

					<i>ЕКБ.БЕ4122.ДП</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		19

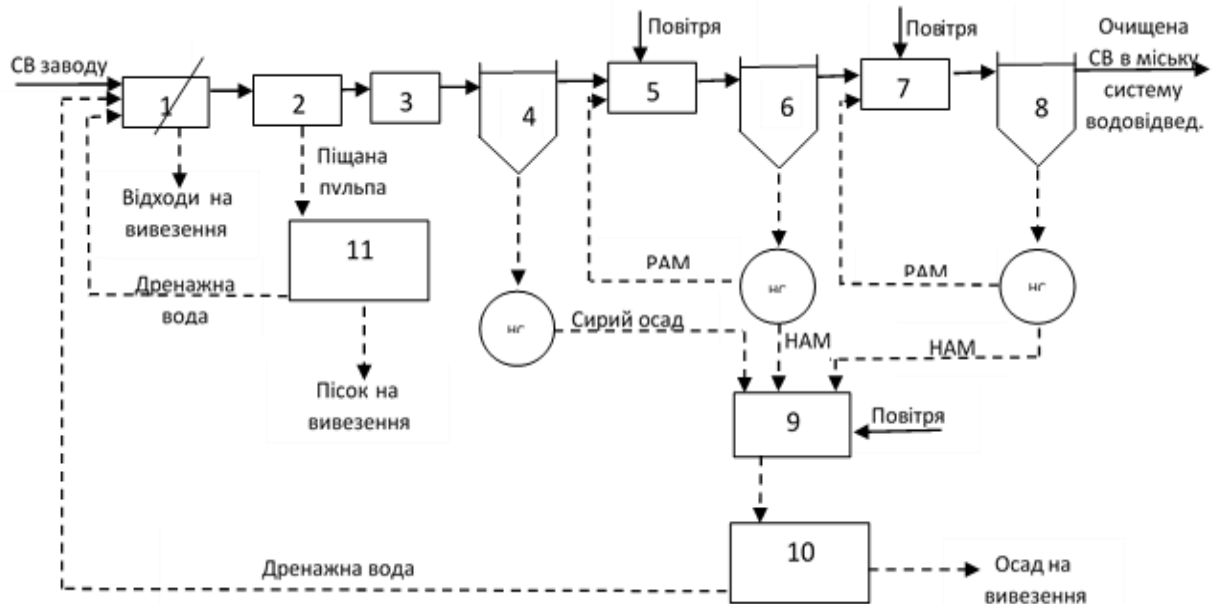


Рис.2. Схема біологічного очищення виробничих стічних вод з використанням двоступінчастих аеротенків:

1-механічні решітки; 2-пісковловлювач;3-усереднювач; 4-первинний відстійник; 5-аеротенк I ступеня (змішувач); 6-вторинний відстійник; 7-аеротенк II ступеня (витиснювач),8-третинний відстійник; 9-аеробний стабілізатор; 10-муловий майданчик; 11-пісковий майданчик; НС-насосна станція.

Спочатку стічна вода проходить через решітки-дробарки (1), де подрібнюються крупні відходи і проходять разом зі стічною водою далі до пісковловлювачів (2) для видалення піску та інших мінеральних домішок, які відводяться на піскові майданчики (11) та далі йдуть на вивезення. З пісковловлювачів стічна вода надходить до усереднювача (3), у якому вирівнюється концентрація забруднюючих речовин. З усереднювача стічна вода надходить до первинних відстійників (4), у яких відділяється сирий осад і направляється для подальшої переробки, до аеробного стабілізатора (9). Після первинних відстійників стічна вода перемішується з усією масою мулової суміші в аеротенку-змішувачі (5). Для розділення мулової суміші та ущільнення затриманого мулу вода надходить до вторинного відстійника (6), звідки НАМ прямує на подальшу обробку до аеробного стабілізатора.. Далі стічні води прямують до аеротенка-витиснювача (7), після якого – до

третинного відстійника (8), після якого у міську систему водовідведення. Ефективність очищення стічних вод з використанням даної технології досягає видалення завислих речовин 90%, загального азоту 99%, а показник очищення БСК – 95% [17].

Як бачимо, дана технологія досить результативна, проте очищення стічної води від вмісту нітратів не досягає таких високих показників.

Найефективнішим способом очищення стічних вод заводу безалкогольних напоїв буде поєднання аеробної технології очищення з анаеробною. По-перше, на практиці стічні води підприємства більш концентровані, ніж прийнято вважати. По-друге, анаеробна очистка має ряд переваг, а саме:

- Відсутність витрат на аерацію;
- Проста в експлуатації;
- Низький приріст активного мулу;
- Висока ефективність технології;
- Витрати на очистку стічних вод можна компенсувати отриманням енергії після збродження осадів в метантенку.

Останнім напрямком в розвитку очистки стічних вод є створення мало- та безвідходних технологій. Комбінація аеробно-анаеробної технології дає змогу очистити стічну воду до таких концентрацій, що її можна використовувати в технологічних процесах; а отриманий в результаті очистки активний мул – використовувати як добриво.

Тому запропонуємо змінити технологію біологічного очищення стічних вод заводу безалкогольних напоїв. Вирішенням даної проблеми є проведення біологічного очищення в 2 етапи. На першому етапі передбачено проведення процесу денітрифікації, який проходитиме в анаеробних умовах. На другому етапі пропонується проведення процесу нітрифікації в аеробних умовах. Таким чином зможемо одночасно знизити концентрації БСК та нітратів у стічній воді.

закупорити труби і канали при проходженні стічної води до наступних споруд. Великі домішки, які більші ніж прозори решіток, затримуються на решітці, а стічна вода з домішками, які менші за розміри прозори решіток, проходять на наступний етап очищення. Розмір отворів або прозорів решітки становить 16 мм, який для грубого механічного очищення цілком достатній. Відходи, що затримались на решітках, вивозяться на сміттєзвалище.

На наступному етапі передбачено видалення нерозчинних у воді речовини (пісок, шлак та інші, що присутні у стічній воді) розміром 0,15–0,25 мм, які можуть накопичуватись в інших очисних спорудах, знижуючи продуктивність цих споруд [18]. В основі видалення – процес осадження у природному гравітаційному полі. Принцип дії піскоуловлювачів заснований на зміні швидкості руху твердих важких частинок в потоці рідини. Тип пісковловлювача вибирають із врахуванням продуктивності очисної станції, необхідної ефективності затримання піску, схеми очищення стічних вод і обробки осадів, рішення з компонування споруд на майданчику очисної станції [19]. Враховуючи вище перераховані критерії вибору, було прийнято горизонтальні пісковловлювачі з прямолінійним рухом рідини. Пісок видаляється із пісковловлювачів з великим об'ємом води. Осад з пісковловлювачів (піщана пульпа) має вологість 98–99 %, тому його необхідно зневоднювати. Для цього влаштовуються піскові майданчики, звідки пісок спрямовують на вивезення.

Далі стічна вода надходить до первинного відстійника, робота якого базується на процесі осадження завислих частинок під дією сили тяжіння. При освітленні стічних вод у первинних відстійниках міських очисних споруд утворюється сирий осад з вологістю 97-98%, який повинен піддаватись обробці та знешкодженню [20]. У магістерській дисертації запропоновано використовувати радіальні відстійники з центральною подачею стічних вод.

Для максимального очищення стічних вод від сполук азоту прийнято застосувати денітрифікатор, де буде відбуватися процес денітрифікації в аноксидних умовах.

В денітрифікаторі відбувається відновлення нітратів (NO_3^-) до вільного азоту, який виділяється в атмосферу. Процес може бути здійснений за наявності у воді певної кількості органічних речовин. Джерелом вуглецевого живлення при очищенні стічних вод методом денітрифікації можуть бути стічні води, що пройшли очищення в первинних відстійниках. Тому доцільно спочатку передбачити зону денітрифікації (в денітрифікаторі), в якій органічний субстрат буде окислюватися за рахунок нітратів із виділенням вільного азоту, і зону аерації (в аеротенку) для остаточного окиснення органічних речовин. Щоб пластівці активного мулу не осідали, а залишались в завислому стані, в денітрифікаторі запропоновано встановити перемішуючі пристрої.

Далі передбачено надходження стічної води до аеротенка-витиснювача. Відбувається двостадійне оброблення стічних вод; розпочинається з аерації та проводиться до повної нітрифікації в одній споруді. Забезпечення нітратами для процесу денітрифікації було вирішено спроектувати нітратний рецикл з аеротенка [19].

Осади з відстійників надходять до метантенка. У метантенку розкладається від 40 до 60% органічної речовини; значна частина її переходить у газ (70% метану, 30% діоксиду вуглецю) [20]. Газ, що утворюється у процесі зброджування надходить до газгольдерів. Застосовують мулозгущувачі радіального типу, з якого мул видаляють мулошкребами та направляють на подальшу обробку. Для зневоднення значної кількості осаду в економічному й технічному відношенні доцільно застосовувати вакуум-фільтри [15]. Отриманий осад вивозиться на мулові майданчики для остаточного висушування, а потім – на вивезення. Дренажна вода з мулового майданчика перекачується у голову очисних споруд, а саме до приймального резервуара.

Закінчується обробка осадів надходженням їх на мулові майданчики.

Після цього вона надходить до контактного резервуара, де відбувається знезараження стічної води гіпохлоритом натрію, після чого скидається у річку.

					ЕКБ.БЕ4122.ДП	Лист
						24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2. БІОХІМІЧНІ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

2.1. Схема перебігу процесів у споруді біологічного очищення

Основним завданням біологічного очищення стічних вод заводу по виробництву безалкогольних напоїв є видалення органічного вуглецю, нітратів, окиснення амонійного азоту і видалення розчинного, зв'язаного азоту для запобігання витратам кисню у природній водоймі, куди випускають очищені стічні води [21].

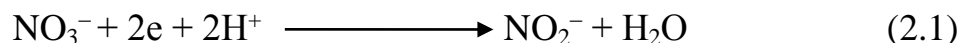
Спочатку відбувається процес денітрифікації, потім біологічне очищення стічної води в аеротенку і закінчується процесом нітрифікації.

На етапі денітрифікації відбувається відновлення NO_3^- або NO_2^- до N_2 .

Значення процесу полягає в генеруванні АТФ в анаеробних умовах, використовуючи для акцепції електронів, що поступають в дихальний ланцюг, відновлення NO_3^- або NO_2^- .

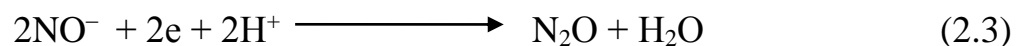
Більшість денітрифікаторів – хемоорганотрофи. Використання як кінцевого акцептора електронів нітратів дозволяє їм окиснювати органічні субстрати повністю (до CO_2 і H_2O) звичайними катаболічними шляхами.

Процес денітрифікації складається з 4 відновних етапів, кожен з яких каталізується специфічною мембранозв'язаною редуктазою. Нітратредуктази усіх денітрифікаторів структурно схожі між собою (містять Mo- FeS- білки) і каталізують відновлення нітрату до нітриту відповідно до рівняння:



З дихальним ланцюгом нітратредуктази зв'язані на рівні цитохрому b.

Нітритредуктази акцептують електрони на рівні цитохрому c, здійснюючи наступні реакції [9]:



					<i>ЕКБ.БЕ4122.ДП</i>		
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дат			
Розроб.	Лукало О.М.				Літ.	Арк.	Аркушів
Консульт.						25	
Керівник.	Козар М.Ю.				КПІ ім. Ігоря Сікорського, ФБТ		
Затверд.							
БІОХІМІЧНІ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ							

Під час біологічного очищення стічних вод від органічних забруднень бактерії активного мулу використовують органічні речовини для отримання енергії (енергетичний обмін) і для синтезу бактеріальної маси власних клітин (конструктивний обмін).

Енергія, отримана мікроорганізмами при окисненні органічних речовин, частково використовується для синтезу нової клітинної речовини і для підтримання життєздатності клітин. Невикористана частина енергії трансформується у теплову енергію і розсіюється у зовнішньому середовищі.

Механізм вилучення органічних речовин із стічних вод та їх споживання мікроорганізмами дуже складний і до нашого часу ще недостатньо вивчений. Цей процес можна умовно розділити на три стадії:

- перша – масопередача органічної речовини із рідини до поверхні клітини. Відбувається біосорбція органічної речовини пластівцями активного мулу.

- друга – дифузія органічної речовини через напівпроникні мембрани, якій передують в необхідних випадках гідроліз органічних забруднень з утворенням продуктів, здатних дифундувати через мембрани клітин [9];

- третя – метаболізм дифундованих продуктів із виділенням енергії і синтезом клітинної речовини.

На першій стадії швидкість протікання процесу визначається законами дифузії речовин у рідині і в значній мірі гідродинамічними умовами в аеротенку. Завдяки сорбційним і коагулюючим властивостям активного мулу, основна маса забруднень уже через 15-20 хвилин контакту активного мулу і води сорбується на розчинених органічних речовинах, які містяться у стічній воді.

Для переносу речовин всередину клітини на другій стадії більшість домішок стічних вод повинна бути гідролізована. Гідролітичні екзоферменти розміщуються на поверхні бактеріальних клітин. Висока гідролітична активність мулу зумовлена як ферментами живих клітин, так і гідролазами, що надходять у воду в результаті загибелі й лізису мікробних клітин.

Гідролітичному розщепленню піддаються колоїдні та нерозчинні домішки, а також розчинні речовини, якщо розмір їх молекул перешкоджає переносу через цитоплазматичну мембрану. Завдяки дії екзоферментів на поверхні клітин утворюється складний комплекс вихідних речовин, ферментів і продуктів ферментативних реакцій.

Масопередача забруднень із стічної води до поверхні мікробних клітин, їх сорбція і перенос через цитоплазматичну мембрану клітини і складають у сукупності процес вилучення забруднень із стічних вод.

Одночасно з початком переносу речовин через цитоплазматичну мембрану починаються їх метаболічні перетворення всередині клітини – тобто третя стадія біохімічного процесу. Процеси окиснення речовин у клітині йдуть значно повільніше, увесь термін якого суміш стічної води та активного мулу безперервно аерують [22].

2.2 Характеристика кінцевого продукту

Кінцевим продуктом технології очищення стічних вод заводу по виробництву безалкогольних напоїв є очищена стічна вода до норм якості води водойм і водотоків для умов господарсько-питного призначення

Необхідний ступінь очищення розраховується за методом Фролова-Родзілера. Природня водойма відноситься до господарсько-побутового водокористування (I категорія).

У розрахунковому створі за течією річки на 1 км від найближчого пункту водокористування повинні забезпечуватися наступні показники якості води:

- ЗР не більше 0,25 мг/дм³ ;
- БСК не більше 15 мг O₂/дм³ при температурі 20 °С;
- розчинений кисень не більше 4 мг O₂/дм³ (в літній період).

Основні фізико-хімічні показники очищеної стічної води повинні відповідати нормативам гранично допустимого скиду (ГДС), що подані в таблиці 2.1[23].

					<i>ЕКБ.БЕ4122.ДП</i>	<i>Лист</i>
						27
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1. Матеріали основні та допоміжні

В таблиці 3.1 наведена основна та допоміжна сировина.

Таблиця 3.1.

Характеристика сировини, матеріалів, напівпродуктів

Найменування	Категорія і номер НТД згідно якого перевіряється сировина	Показники, що обов'язкові для перевірки та їх нормативне значення	При-мітка
1. Основна сировина:			
Неочищена стічна вода	ДБН В.2.5-75:2013; СанПиН 4630-88	Витрата стічних вод – 20 000 м ³ /добу. ХСК – 750 мг/ дм ³ ; БСК – 388 мг/ дм ³ ; С _{ЗР} – 350 мг/дм ³ ; Нітрати – 40 мг/дм ³ ; Азот амонійний – 40 мг/ дм ³	
2. Допоміжна сировина:			
2.1. Вода водопровідна	ГОСТ 2874-82	Кольоровість, каламутність, смак, рН, жорсткість, вміст м/о і бактерій	
2.2. Кухонна сіль	ДСТУ 4246:2003	Білі кристали, солоні на смак.	

3.2. Опис технологічного процесу

ДР1. Підготовка повітря для аерації

ДР1.1 Забір повітря з атмосфери

Здійснюється шляхом забору повітря з атмосфери виносними трубами ПЗ-1 з точкою забору 4 м вище рівня землі при мінімальній температурі $t_{\min} = -20^{\circ}\text{C}$ і максимальній температурі $t_{\max} = 45^{\circ}\text{C}$ [24]. Повітря далі надходить за допомогою повітропроводу до фільтра

ДР1.2 Фільтрування повітря

Волокнистий фільтр Ф-2 затримує пил, механічні частинки.

					<i>ЕКБ.БЕ4122.ДП</i>		
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дат			
Розроб.	Лукало О.М.				Літ.	Арк.	Аркушів
Консульт.						29	
Керівник.	Козар М.Ю				ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА <i>КПІ ім. Ізоря Сікорського, ФБТ</i>		
Затверд.							

Фільтрувальним матеріалом є спеціальний фільтр з діаметром пор 15 мкм, максимально допустимою температурою 60°C й ефективністю очищення 80%.

ДР1.3 Компресування повітря

Для компресіонування повітря застосовують повітродувки В-3 з продуктивністю від 2 до 190 м³/хв зі стисненням повітря до 2,5 бар (2,5 кПа). На даній стадії щогодинно здійснюється технологічний контроль тиску за допомогою технічного манометра [19].

ДР 2 Приготування розчину гіпохлориту натрію.

ДР 2.1 Розчинення кухонної солі у технічній воді.

Поварена сіль зберігається у спеціальних водонепроникних мішках на складі, звідки вручну завантажується у збірник 3-4. Інтенсифікація розчинення повареної солі у воді здійснюється за допомогою мішалки з інтенсивністю обертання 6 об/с.

На стадії здійснюють технічний контроль. Об'єм води-розчину солі не повинен перевищувати 70% від загального об'єму збірника. Рівень контролюється за допомогою рівнеміра КП-4.1[25].

ДР 2.2 Накопичення розчину кухонної солі.

Після розчинення кухонної солі у воді її розчин за допомогою насосу Н-5 перекачується до збірника 3-6.

На етапі здійснюється технологічний та хімічний контроль. Об'єм розчину солі не повинен перевищувати 70% об'єму збірника. Це контролюється за допомогою рівнеміра КП-6.1. Пробовідбірником після збірника відбираються проби розчину питної солі перед вмиканням електролізера, масова частка гіпохлориту повинна бути в межах 3-5 % [24].

ДР 2.3 Електроліз розчину кухонної солі.

Гіпохлоритний електролізер простий за конструкцією, має реактора з розміщеними на ньому електродами (катодом і анодом).

У біполярних електролізерах електролітична ванна крім основних електродів містить проміжні (біполярні) електроди, розташовані між крайніми (струмопідвідними). Підведення струму до проміжних електродів

					<i>ЕКБ.БЕ4 122ДП</i>	Арк.
ЗМН.	Док.	№ докум.	Підпис	Дата		30

здійснюється через провідник другого роду – електроліт, внаслідок чого у кожного з біполярних електродів одна із сторін є анодом, а друга - катодом.

Анодами виготовлений з діоксиду рутенію, а катод з титану. Вони чергуються з зазором між пластинами 3 мм. Електролізер виконаний у формі паралелепіпеда, всередині якого розміщено пакет електродів. При одноразовому проході під тиском оброблюваної води знизу вгору в міжелектродному просторі електролізера забезпечується її знезараження[22].

На даній стадії здійснюється технологічний контроль. Продуктивність електролізера по іону гіпохлориту 5 кг/добу, струмове навантаження 60 А, робоча напруга 40 В, концентрація гіпохлориту 7 г/л, час електролізу 14 год.

ДР 2.4 Накопичення розчину гіпохлорита натрію.

Після електролізера ЕЛ-7 розчин гіпохлорита натрію надходить до збірника 3-8. Розчин може зберігатися протягом декількох днів. Концентрація іону гіпохлориту у розчинні має бути в межах 15-20 мг/дм³[26].

ТП 3. Приймальна камера

Приймальна камера ПК-9 являє собою резервуар, до якого надходять стічні води заводу.

ТП 4. Механічне очищення стічних вод

ТП 4.1. Очищення стічних вод на решітках

Очищення здійснюють на механізованих решітках РД-10, які призначені для вилучення зі стічних вод крупного сміття: часток паперу, кісток, ганчірок, гілля, каміння, залишків овочів і фруктів, пластмасової тари та ін. Використовується решітка-дробарка, оскільки в подальшому передбачена утилізація сміття на станції. Для цього встановлюємо решітки з прозорами шириною 16 мм. На даному етапі здійснюється технологічний контроль за вилученням крупних домішок на решітках. Періодичність вивантаження 0,5 год [15].

ТП 4.2. Очищення на пісковловлювачах

					<i>ЕКБ.БЕ4 122ДП</i>	Арк.
Змн.	Док.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Пісковловлювачі П-11 призначені для затримання під дією сили тяжіння крупних мінеральних частинок, в основному піску. Їх кількість повинна бути не менше 2, вони повинні бути розраховані на затримання піску крупністю більше 0,20 мм. Оптимальна швидкість руху води в горизонтальних пісковловлювачах $v = 0,15 - 0,3$ м/с [26]. Для видалення піску секції пісковловлювачів обладнані скребковим механізмом, за допомогою якого пісок згрібається з днища та підводиться до бункера, що розташований на початку секцій. Видалення піску із бункера здійснюється періодично (двічі на добу) гідроелеватором. Піщана пульпа видалиться на піскові майданчики ЗВ 9.

На даному етапі проводять технічний контроль концентрації піску та мінеральних домішок в стічній воді на виході з пісковловлювача, що повинна складати 0,8 мг/дм³.

ТП 4.3. Усереднення стічних вод

Усереднення стічних вод досягається завдяки процесу гомогенізації. Гомогенізація представляє собою процес масообміну.

Економічно вигідним є встановлення усереднювача на початку ланцюга очищення стічних вод.

На даному етапі проходить усереднення стічних вод в усереднювачі У- 12 багатоканального типу . Це залізобетонна споруда, в яку подається стічна вода, що проходить по каналах усереднювача.

ТП 4.4. Первинне відстоювання

Відстоювання необхідно для попередньої обробки стічних вод перед спорудами біологічного очищення.

Стічні води подають до первинних радіальних відстійників типу ТП 902- 2-362.83, В-13. Це залізобетонна споруда діаметром 18 м. Вода подається знизу через розподільчий пристрій в середині споруди. У воді, що проходить відстань від центру споруди до переливних лотків, осаджуються завислі речовини на дно споруди. Осад збирається мулоскребом до зони осаду, звідки самопливно видаляється до М-23.

					<i>ЕКБ.БЕ4 122ДП</i>	Арк.
Змн.	Дрк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Здійснюється технологічний контроль по концентрації завислих речовин на вході ($C_{зав}=350$ мг/дм³) та на виході ($C_{зав}=138$ мг/дм³).

ТП 5. Біологічне очищення з видаленням сполук азоту

ТП 5.1. Денітрифікація

Метою даного етапу є видалення нітритів води за допомогою їх трансформації в атмосферний азот в ході анаеробного процесу денітрифікації.

Стічна вода після первинного відстійника В-13 подається самопливно в денітрифікатор коридорний проточного типу Д-14. Сюди ж подається рециркуляційний мул з вторинного відстійника В-15 та мулова суміш від А-16. У вхідному каналі стічна вода після первинних відстійників змішується з циркулюючим мулом і надходить в денітрифікатор проходячи коридори зони без подачі повітря. Підтримування мулової суміші в завислому стані та інтенсифікація процесу забезпечується використанням трилопатевих заглибних мішалок.

Стічна вода після денітрифікатора Д-14 направляється до вторинного відстійника В-15.

На цій стадії здійснюється контроль рН стічної води, який повинен бути в межах 6,5-8,5; температура середовища 18-20 °С, час перебування мулової суміші в споруді 3 год.

ТП 5.2 Вторинне відстоювання

Стічна вода з денітрифікатора Д-14 потрапляє у вторинні відстійники В-15, де відбувається розділення мулової суміші. Далі стічна вода надходить на стадію біологічного очищення в аеротенк А-16, а активний мул розділяється на рециркуляційний, що повертається у денітрифікатор Д-14, і надлишковий мул, що піддається ущільненню та стабілізації.

На даному етапі проводиться технологічний контроль. Ступінь рециркуляції складає $R=0,6$, а вологість $W=99...99,7\%$ [27].

ТП 5.3. Очищення в аеротенку

Метою даного етапу є повне біологічне очищення стічної води від органічних речовин.

					<i>ЕКБ.БЕ4 122ДП</i>	Арк.
ЗМН.	Док.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Окиснення органічних речовин в аеротенку відбувається у водному середовищі за участю активного мулу, заселеного великою кількістю мікроорганізмів-мінералізаторів.

Стічна вода після вторинного відстійника В-15 подається самопливно в аеротенк А-16. У вхідному каналі мулова суміш надходить в аеротенк проходячи послідовно коридори з аерацією. При біологічній очистці стічних вод протікають два процеси – сорбція забруднень активним мулом та їх внутрішньоклітинне окиснення.

Для підтримування мулової суміші у завислому стані та забезпечення киснем процесу окислення органічної частини забруднень до аеротенків подають повітря, підготовлене на стадії ДР1.3.

Далі мулова суміш надходить у нітрифікатор Н-17 для видалення амонійного азоту.

На цій стадії контролюється інтенсивність аерації, *pH* стічної води, дозу активного мулу, гідробіологічні показники активного мулу.

ТП 5.4. Третинне відстоювання

Метою даного етапу є освітлення біологічно очищених стічних вод.

Стічна вода після аеротенку А-15 подається самопливно в третинний відстійник В-18. НАМ поступає на ущільнення до МУ-21, а РАМ на повторний рецикл до денітрифікатора Д-14.

ТП 6. Знезаражування очищеної води гіпохлоритом натрію

Знезараження стічних вод проводять для знищення патогенних організмів і для запобігання зараження водойми, в якому відбувається скид. Перебування води у контактному резервуарі, кількість яких обирається не менше ніж 2 споруди, час контакту складає 30 хвилин. З контактного резервуару відбираються проби і визначається загальне мікробіологічне число.

Приготований розчин гіпохлориту натрію подається дозатором Д-19 у відкритий канал перед контактним резервуаром КР-20. Суміш стічної води з гіпохлоритом натрію самопливом подається у контактний резервуар КР-20, де

					<i>ЕКБ.БЕ4 122ДП</i>	Арк.
ЗМН.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

проходить контакт усієї очищеної води з іоном гіпохлориту. Час перебування води, в ньому складає 30 хв, $C(\text{активного хлору})=3 \text{ мг/м}$.

Проводять технологічний, хімічний та мікробіологічний контролю. Кінцеве значення БСК та концентрація завислих речовин повинні становити 15 мг/дм^3 та 15 мг/дм^3 відповідно.

ПВ 7 Обробка осадів

ПВ 7.1 Ущільнення НАМ

Метою даного етапу є зниження вологості осаду до 96-97%.

Ущільнення – найбільш простий та дешевий метод зниження вологості й об'єму осадів, які підлягають подальшій обробці. Для відділення мулової води стабілізованого мулу передбачено стадію ущільнення НАМ. Мул під своєю вагою осідає на дно, видаляється муловідсмоктувачем МУ-21 на подальшу обробку. Час ущільнення 4 години. Осад під своєю вагою осідає на дно і скребком згрібається до приймку, а мулова вода відкачується насосом Н- 22 до ТП 5.1.

ПВ 7.2 Анаеробне зброджування осаду в метантенках

Анаеробне зброджування осадів відбувається в метантенках. Вміст реакторів (анаеробна біомаса і стічні води) змішується за допомогою пропелерної мішалки. Біохімічний процес бродіння здійснюється в анаеробних умовах і являє собою розклад органічних речовин осаду в результаті життєдіяльності комплексу мікроорганізмів до кінцевих продуктів.

Утворений біогаз збирається у верхній частині метантенків (газовий ковпак) і транспортується до газгольдерів Г-33.

На стадії здійснюється технічний контроль. Всередині біогазового ковпаку метантенків міститься інтегрований захисний пристрій, який при підвищеному тиску більше 50 мбар самостійно випускає газ, тим самим захищаючи конструкцію від вибуху. рН стічних вод повинен знаходитися в межах 6,5-7,5.

Під час експлуатації реакторів ведеться хімічний контроль K_x .

					<i>ЕКБ.БЕ4 122ДП</i>	Арк.
ЗМН.	ДРК.	№ докум.	Підпис	Дата		35

ПВ 7.3. Дегельмінтизація

Метою даного етапу є знезараження осадів. Для знезараження застосовуються термічні та хімічні способи.

Дешевим та простим термічне знезараження у дегельмінтизаторі, що представляє собою прямокутний резервуар змішувиком, по якому подається теплоагент - пара. Процес триває близько 20 хв при температурі 65°C, що знищує яйця гельмінтів.

ПВ 7.4 Промивка осаду

Здійснюється технічною водою, протягом 30 хвилин в камері промивки осаду КП-25 .

ПВ 7.5 Ущільнення осаду

Здійснюється ущільнення осаду протягом 12-18 годин у мулоущільнювачі МУ-26. Мулова вода поступає «у голову» споруд на ТП 3.

ПВ 7.6 Зневоднення на вакуум-фільтрі

Метою даної стадії є зниження вологості осаду до рівня 60-70% перед подальшим вивезенням.

Осад поступає на вакуум-фільтри Ф-28 для зневоднення. Утворений фільтрат подається на стадію ТП 4.1, а зневоднений осад - на майданчики для збереження або на полігон для поховання. Робочий тиск 0,16 МПа, здійснюється технічний контроль тиску та вологості осаду на виході.

ЗВ 8 Підсушування осаду на аварійних мулових майданчиках

Зі стадії ПВ 7.3 у разі необхідності 20% осадів подають на аварійні майданчики ММ-29, де осад підсушуються. Дренажна вода насосами Н-30 перекачується у головну очисних споруд - на стадію ТП 5.1, осад – на вивезення.

ЗВ 9. Зневоднення осаду на піскових майданчиках

Зі стадії ТП 4.2 надходить піщана пульпа, що подається на піскові майданчики ПМ-31, де зневоднюється. Дренажна вода насосами Н-32 перекачується у головну очисних споруд, а висушений пісок – на вивезення.

					<i>ЕКБ.БЕ4 122ДП</i>	Арк.
ЗМН.	ДРК.	№ докум.	Підпис	Дата		36

ЗВ10. Збір газу у газгольдері

Газ, що збирається на виході з метантенку, накопичується у газгольдерах Г-33. Для прийому газу з метантенків використовують мокрі газгольдери, кожен з яких складається з резервуара, заповненого водою. В мокрому газгольдері виконується технологічний контроль. Так тиск в даному апараті визначається манометром КП-31.1

3.3 Характеристика кінцевої продукції

Кінцевим продуктом технології очищення стічних вод заводу по виробництву безалкогольних напоїв є очищена стічна вода до норм якості води водойм і водотоків для умов господарсько-питного призначення.

Отримання очищеної стічної води полягає в попередній механічній очистці, під час якої відбувається затримка частинок сміття на решітках, видалення піску та первинне відстоювання. Біологічне очищення стічних вод, яке проходить в декілька етапів. Знезараження стічних вод хімічним методом.

Характеристика очищених стічних вод представлена в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Характеристика очищених стічних вод

Показники забрудненості	Концентрація в мг/дм ³
Завислі речовини	15
БСК _{повн}	15
ХСК	30
Азот амонійний	2
Нітрати	2
Сульфати	170
Хлориди	120

Дана очищена вода є безпечною в епідемічному відношенні, не шкідливою за хімічним складом. Вона характеризується сприятливими органолептичними властивостями та є радіаційно безпечною.

					<i>ЕКБ.БЕ4 122ДП</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

3.4. Контроль процесу очищення стічної води

Для досягнення належних показників якості очищеної стічної води на кожному технологічному процесі технології очищення стічних вод м'ясокомбінату здійснюють певні методи контролю [28]. Точки і параметри контролю виробництва наведені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Точки і параметри контролю очищення стічних вод [29]

№	Назва стадії процесу, місце заміру параметра або відбору проби	Параметр, що контролюється	Частота контролю	Норми технологічного режиму та допустимі відхилення	Методи контролю	Метод контролю параметра, тип приладу
1	2	3	4	5	6	7
1	Стічна вода від заводу безалкогольних напоїв	Витрати стічних вод, м ³ /добу	1 раз на добу	20000 $\delta = \pm 3\%$	K _T	Акустичний витратомір ЕХО-Р-02
		рН	Кожні 2 години і 1 раз на добу (середньо-добова проба)	6,5-8,5 $\delta = \pm 0,05$	K _X	Іономір лабораторний І-160. Клас точності 3
		Масова концентрація завислих речовин, мг/дм ³	Кожні 2 години і 1 раз на добу (середньо-добова проба)	350 $\delta = \pm 10\%$	K _X	КНД 211.1.4.039-95
		ХСК, мг/дм ³	2 рази на тиждень	598 $\delta = \pm (15-30)\%$	K _X	КНД 211.1.4.021-95
		БСК _п , мг/дм ³	2 рази на тиждень	388 $\Delta = \pm (2,4-4000)\%$	K _X	КНД 211.1.4.024-95
		Масова концентрація амонійного азоту, мг/дм ³	1 раз в денну зміну	40 $\delta = \pm (9-20)\%$	K _X	КНД 211.1.4.030-95
		Масова концентрація нітратів, мг/дм ³	1 раз на день	19,35 $\delta = \pm (20-75)\%$	K _X	Концентратомір КВЧ 5М

Продовження табл. 3.3

1	2	3	4	5	6	7
		Масова концентрація сульфатів, мг/дм ³	1 раз на день	380 $\delta = \pm 10\%$	K _x	Концентратомір КВЧ 5М
		Масова концентрація хлоридів, мг/дм ³	1 раз на день	240 $\delta = \pm 10\%$	K _x	Концентратомір КВЧ 9М
2	Підготовка аераційного повітря	Робочий тиск нагнітання в повітродувці, МПа	1 раз за годину	0,163 $\delta = \pm 2,5\%$	K _T	Манометр ОБМ1-100 Межа вимірювання 0-1 Клас точності 2,5
3	Підготовка розчину гіпохлориту натрію	Масова концентрація поваренної солі, г/дм ³	1 раз на годину	3 $\delta = \pm (10-15)\%$	K _x	Концентрато-мір КОХ-1
4	Очищення на піскоуловлювачах	Масова концентрація піску та мінеральних домішок на вході, мг/дм ³	1 раз на добу	2,2 $\delta = \pm 5\%$	K _x	КНД 211.1.4.045-95
		Масова концентрація піску та мінеральних домішок на виході, мг/дм ³	1 раз на добу	0,8 $\delta = \pm 5\%$	K _x	КНД 211.1.4.045-95
5	Первинне відстоювання	Масова концентрація завислих речовин на вході, мг/дм ³	Кожні 2 години і 1 раз на добу (середньодобова проба)	350 $\delta = \pm 10\%$	K _x	КНД 211.1.4.039-95
		Масова концентрація завислих речовин на виході, мг/дм ³	Кожні 2 години і 1 раз на добу (середньодобова проба)	138,9 $\delta = \pm 10\%$	K _x	КНД 211.1.4.039-95

ЗМН.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЕКБ.БЕ4 122ДП

Арк.

39

1	2	3	4	5	6	7
6	Біологічне очищення в денітрифікаторі	Доза активного мулу, г/дм ³	3 рази на тиждень	80	К _т	Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд
		Температура, °С	Кожні 2 години і 1 раз на добу (середньодобова проба)	18-20 $\Delta = \pm 0,1\%$	К _т	МВВ № 081/12-0311-06 Термометр ц.п. 0,1С
		рН	Кожні 2 години і 1 раз на добу (середньодобова проба)	6,5-8,5 $\delta = \pm 0,1$	К _х	МВВ № 081/12-0317-06 Іономір лабораторний І-160
7	Вторинне відстоювання	Вологість надлишкового активного мулу, %	3 рази на тиждень	99,0-99,7	К _т	Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд
		Ступінь рециркуляції	4 рази на тиждень	0,6	К _т	Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд
8	Аеробне очищення і нітрифікація в аеротенку	Приріст активного мулу, мг/дм ³	3 рази на тиждень	175	К _т	Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд
		Температура, °С	Кожні 2 години і 1 раз на добу (середньодобова проба)	18-20 $\Delta = \pm 0,1\%$	К _т	МВВ № 081/12-0311-06 Термометр ц.п. 0,1С
		рН	Кожні 2 години і 1 раз на добу	6,5-8,5 $\delta = \pm 0,1$	К _х	МВВ № 081/12-0317-06
		Доза активного мулу, г/дм ³	3 рази на тиждень	3	К _т	Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд

ЗМН.	Док.	№ докум.	Підпис	Дата

ЕКБ.БЕ4 122ДП

Арк.

40

1	2	3	4	5	6	7
9	Третинне відстоювання	Вологість надлишкового активного мулу, %	3 рази на тиждень	99,2-99,7	К _т	Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд
		Ступінь рециркуляції	4 рази на тиждень	1,8	К _т	Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд
10	Знезаражування очищеної води	Доза активного хлору, мг/дм ³	1 раз на добу	3	К _т	Дозатор-витратомір 8010
11	Очищені стічні води заводу	БСК _п , мг/дм ³	2 рази на тиждень	15 $\Delta = \pm(2,4-40)\%$	К _х	КНД 211.1.4.024-95
		ХСК, мг/дм ³	2 рази на тиждень	30 $\delta = \pm(15-30)\%$	К _х	КНД 211.1.4.021-95
12	Ущільнення осаду	Вологість осаду, %	1 раз на тиждень	97,2	К _т	Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд
13	Анаеробне зброджування осаду	Вологість осаду, %	1 раз на тиждень	96,7	К _т	Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд
14	Ущільнення осаду	Вологість осаду, %	1 раз на тиждень	96	К _т	Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд
15	Зневоднення на вакуум-фільтрі	Вологість осаду, %	1 раз на тиждень	65	К _т	Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд

3.5 Матеріальний баланс

На даній очисній станції для проведення процесу очищення стічних вод використовують гіпохлорит натрію. В даній технології утворюється осад. Для фіксування джерел та масштабів надходжень і витрат матеріальних ресурсів та відповідності їх обсягів зобразимо всі дані в таблиці 3.4.

Таблиця 3.3

Матеріальний баланс виробництва.

Використано				Отримано			
Стадія	Назва сировини, матеріалів та напівпродуктів	Кількість		Стадія	Назва кінцевого продукту або напівпродукту, відходів та витрат	Кількість	
		г · 10 ³	м ³			г · 10 ³	м ³
1	2	3	4	5	6	7	8
ДР2	Дистильована вода	9		ДР1	Аераційне повітря		16475
ТП3	Забруднена стічна вода	20		ТП4	Очищене повітря		12,5
ТП4	Очищене повітря		12,5				
ТП5	Аераційне повітря		16475	ТП7	Очищена стічна вода	17,6	
ТП6	Гіпохлорид натрію	0,6		ПВ8.1	Осад	12,0	
Всього:		29,6	16487,5	Всього:		29,6	16487,5

4. ПІДБІР ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЛАДНАННЯ

4.1. Розрахункові витрати стічних вод

Середня витрата стічних вод підприємства складає:

$$Q_{\text{сее.доб}} = 20000 \text{ м}^3 / \text{доб.}$$

Середньогодинна витрата стічних вод:

$$Q_{\text{сеп.год}} = \frac{Q_{\text{сее.доб}}}{24} = \frac{20000}{24} = 833 \text{ м}^3 / \text{год.} \quad (4.1)$$

Середньосекундна витрата стічних вод:

$$Q_{\text{сее.с.}} = \frac{Q_{\text{сее.доб}}}{24 \cdot 3600} = \frac{20000}{24 \cdot 3600} = 0,23 \text{ м}^3 / \text{с.} \quad (4.2)$$

Середньосекундна витрата в дм^3 становить:

$$q_{\text{сеп.с.}} = Q_{\text{сеп.с.}} \cdot 1000 = 0,23 \cdot 1000 = 231 \text{ дм}^3 / \text{с.} \quad (4.3)$$

Максимальна та мінімальні секундні витрати стічних вод становлять:

$$q_{\text{max.с.}} = K_{\text{max}} \cdot q_{\text{сеп.с.}} = 1,469 \cdot 231 = 1445,5 \text{ дм}^3 / \text{с.} \quad (4.4)$$

$$q_{\text{min.с.}} = K_{\text{min}} \cdot q_{\text{сеп.с.}} = 0,689 \cdot 231 = 677,98 \text{ дм}^3 / \text{с.} \quad (4.5)$$

де $q_{\text{сеп.с}}$ – середньосекундна витрата стічних вод, $\text{м}^3/\text{доб}$; K_{max} – коефіцієнт нерівномірності водовідведення [30, табл. 2].

Максимальна витрата стічних вод:

$$Q_{\text{max}} = K_{\text{max}} \cdot Q_{\text{сеп.год}} = 1,469 \cdot 833 = 1223,7 \text{ м}^3 / \text{год.} \quad (4.6)$$

4.2 Нормативи якості води у водоймі

Норми якості води водойм і водотоків для умов господарсько-питного, комунально-побутового та рибогосподарського призначення визначено згідно [31].

Необхідний ступінь очищення розраховується за методом Фролова-Родзілера.

					<i>ЕКБ.БЕ4122.ДП</i>		
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дат			
Розроб.		Лукало О.М..			ПІДБІР ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЛАДНАННЯ		
Консульт.							
						43	
Керівник		Козар М.Ю.			<i>КПІ ім. Ігоря Сікорського, ФБТ</i>		
Затверд.							

У розрахунковому створі за течією річки на 1 км від найближчого пункту водокористування повинні забезпечуватися наступні показники якості води [32]:

- завислі речовини $< 0,25 \text{ мг/дм}^3$;
- біохімічна потреба в кисні $\leq 3 \text{ мг/дм}^3$ при температурі 20°C ;
- розчинений кисень $\geq 4 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$.

Вимоги до якості води, встановлені для господарсько-побутового водокористування, поширюються на всі ділянки водних об'єктів, що знаходяться в межах населених місць, незалежно від виду їх використання.

До господарсько-питного водокористування відноситься використання водних об'єктів або їх ділянок як джерела господарсько-питного водопостачання, а також водопостачання підприємств харчової промисловості [32,33]

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

$$E = \frac{V_{cp} \cdot H_{cp}}{200} = \frac{1,3 \cdot 2,8}{200} = 0,0182, \quad (4.7)$$

де V_{cp} - середня швидкість течії води в річці між випуском стічних вод і розрахунковим створом, м/с; H_{cp} - середня глибина річки на тій же ділянці, м.

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

$$\alpha = \varphi \cdot \xi \cdot \sqrt[3]{\frac{E}{Q_{сеп.с.}}} = 1,2 \cdot 1 \cdot \sqrt[3]{\frac{0,0182}{0,23}} = 0,43, \quad (4.8)$$

де φ - коефіцієнт звивистості річки,; ξ – коефіцієнт, що залежить від місця і конструкції випуску стічних вод у водойму (при береговому – 1,0); q - середньосекундна витрата стічних вод, що скидаються у водойму, $\text{м}^3/\text{с}$.

Коефіцієнт змішування стічних вод з річковою водою визначається за формулою:

$$\gamma = \frac{1 - e^{-\alpha\sqrt[3]{L}}}{1 + \left(\frac{Q}{Q_{\text{сеп.с.}}}\right) e^{-\alpha\sqrt[3]{L}}} = \frac{1 - e^{-0,43\sqrt[3]{3500}}}{1 + \left(\frac{16}{0,23}\right) e^{-0,43\sqrt[3]{3500}}} = 0,325, \quad (4.9)$$

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

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

$$C_{\text{зр}}^{\text{дон}} = p \cdot \left(\frac{\gamma \cdot Q}{Q_{\text{сеп.с.}}} + 1\right) + C_{\text{ф}} = 0,25 \cdot \left(\frac{0,325 \cdot 16}{0,23} + 1\right) + 18 = 23,9 \text{ мг/дм}^3, \quad (4.10)$$

де p - приріст концентрації завислих речовин у водоймі після випуску стічних вод, мг/дм³ (0,25 г/м³); $C_{\text{ф}}$ - фонові концентрації завислих речовин у воді річки до місця випуску стічних вод, мг/дм³.

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

$$C_{\text{БСК}}^{\text{дон}} = \frac{\gamma \cdot Q}{Q_{\text{сеп.с.}}} \cdot \left(\frac{C_{\text{БСК}}^{\text{н}}}{10^{-k \cdot t}} - C_{\text{БСК}}^{\text{ф}}\right) + \frac{C_{\text{БСК}}^{\text{н}}}{10^{-k \cdot t}} = \frac{0,325 \cdot 16}{0,23} \cdot \left(\frac{6}{10^{-0,0950,031}} - 4,5\right) + \frac{6}{10^{-0,0950,031}} = 23,9 \text{ мг/дм}^3, \quad (4.11)$$

де $C_{\text{БСК}}^{\text{дон}}$ - значення БСК_{повн}, яке повинно бути досягнуто в процесі очищення стічних вод, мг/дм³; $C_{\text{БСК}}^{\text{н}}$ - гранично-допустиме значення БСК_{повн} у розрахунковому створі річки, мг/дм³; $C_{\text{БСК}}^{\text{ф}}$ - фонове значення БСК_{повн} у воді річки до місця випуску стічних вод, мг/дм³; k - константа швидкості споживання кисню у суміші річкової та стічних вод, доба⁻¹ [33, табл. К.1]; t - тривалість переміщення води від місця випуску до розрахункового створу становить:

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

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

Отримане значення концентрації завислих речовин ($23,9 \text{ мг/дм}^3$) свідчить про достатність повного біологічного очищення, бо повне біологічне очищення дозволяє досягти значень $БСК_{повн} = 15 \text{ мг/дм}^3$, $C_{zp} = 15 \text{ мг/дм}^3$.

4.3 Розрахунок первинних радіальних відстійників

Тип відстійника – горизонтальний, вертикальний, радіальний - визначається в залежності від пропускної здатності очисних споруд. В роботі обрано радіальні відстійники, оскільки продуктивність очисної станції становить $20000 \text{ м}^3/\text{добу}$.

Ефективність E_{set} відстоювання обумовлюється тим, що на біологічне очищення рекомендується подавати воду з вмістом завислих речовин, який не перевищує 150 мг/дм^3 . Ефективність видалення завислих речовин у первинних відстійниках обчислюється за формулою:

$$E_{set} = \frac{C_{zp}^n - C_{zp}^k}{C_{zp}^n} \cdot 100\% = \frac{350 - 150}{350} \cdot 100 = 57,2\%, \quad (4.13)$$

де C_{zp}^n - початкова концентрація завислих речовин на вході в споруду, мг/дм^3 ;

C_{zp}^k - концентрація завислих речовин на виході зі споруди, мг/дм^3 .

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

$$U_o = \frac{1000 \cdot K_{set} \cdot H_{set}}{\alpha \cdot t_{set} \cdot \left(\frac{K_{set} \cdot H_{set}}{h} \right)^{n_2}} = \frac{1000 \cdot 0,45 \cdot 3}{0,944 \cdot 633 \left(\frac{0,45 \cdot 3}{0,5} \right)^{0,185}} = 1,88 \text{ мм/с}, \quad (4.14)$$

де K_{set} - коефіцієнт використання зони об'єму, залежить від типу відстійника;

H_{set} – робоча глибина відстійника, залежить від типу відстійника; α -

коефіцієнт, що враховує температуру стічних вод [33, табл. К.3]; t_{set} –

тривалість відстоювання, с; h – висота циліндра, м; n_2 – показник степеня, який залежить від агломерації частинок, приймається за [33, табл. К.4].

Визначаємо продуктивність первинного відстійника. Для радіального типу відстійників:

$$q_{set} = 2,8 \cdot K_{set} \cdot (D^2 - d^2) (U_o - v) = 2,8 \cdot 0,45 (18^2 - 1,4^2) (1,88 - 0) = 760,48 \text{ м}^3 / \text{год}, \quad (4.15)$$

де D – діаметр відстійника, м; d – діаметр розподільного пристрою радіального відстійника [33, табл. К.5] v – турбулентна складова приймається в залежності від швидкості руху стічних вод у споруді 5-10 мм/с [33, табл. К.6].

При визначенні розмірів відстійників доцільно орієнтуватися на розміри типових споруд [31, табл. 12.4-12.6], [33, табл. К.7]. Кількість відстійників повинна бути не менша двох. Кількість первинних відстійників визначається за формулою:

$$N = \frac{Q_{max}}{q_{set}} = \frac{1224}{760,48} = 1,6 = 2 \text{ шт}, \quad (4.16)$$

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

Приймаємо 2 первинних радіальних відстійників діаметром 18 м. Розраховуємо фактичну продуктивність одного відстійника діаметром 18 м:

$$q_{\phi} = \frac{Q_{max}}{N_{\phi}} = \frac{1224}{2} = 612 \text{ м}^3 / \text{год} \quad (4.17)$$

Фактична гідравлічна крупність затриманих частинок становить:

$$U_o^{\phi} = \frac{q_{\phi}}{2,8 \cdot K_{set} \cdot (D^2 - d^2)} = \frac{612}{2,8 \cdot 0,45 \cdot (18^2 - 1,4^2)} = 1,5 \text{ мм/с}. \quad (4.18)$$

Фактична тривалість перебування стічних вод у первинному відстійнику становить:

$$t_{set}^{\phi} = \frac{1000 \cdot K_{set} \cdot H_{set}}{U_o^{\phi} \cdot \alpha \cdot \left(\frac{K_{set} \cdot H_{set}}{h} \right)^{n_2}} = \frac{1000 \cdot 0,45 \cdot 3}{1,5 \cdot 0,944 \left(\frac{0,45 \cdot 3}{0,5} \right)^{0,185}} = 704 \text{ с}. \quad (4.19)$$

Фактична ефективність прояснення стічних вод при $C_{пoch}$ і t_{set}^{ϕ} становить (33, дод. К, табл. К.1): $E^{\phi} = 60,3 \%$.

При отриманому E^{ϕ} концентрація завислих речовин:

					ЕКБ.БЕ4 122.ДП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

$$C_{зр}^{к,ф} = C_{зр}^n - \frac{E^{\phi} \cdot C_{зр}^n}{100} = 350 - \frac{60,3 \cdot 350}{100} = 138,9 \text{ мг/дм}^3. \quad (4.20)$$

Таким чином, з проведених розрахунків, приймаємо 2 первинні радіальні відстійника з діаметром 18 м за типовим проектом ТП 902-2-362.83.

4.4 Розрахунок споруд біологічного очищення

Стічна вода, що надходить з первинного відстійника подається до денітрифікатора, де в анаеробних умовах протікає процес денітрифікації в ході якого нітрати трансформуються в азот. Процес також потребує для свого ефективного перебігу органічну речовину, джерелом якої є стічні води.

Для кращого проходження процесу денітрифікації в денітрифікаторі стічну воду та активний мул не аерують, тобто трубчасті аератори не встановлюються [34]. Щоб пластівці активного мулу не осідали, а залишались в завислому стані, у даному коридорі запропоновано встановлення перемішуючих пристроїв, що закріплені на підйомному пристрої. Мішалки забезпечують турбулентний рух рідини по об'єму коридору аеротенку.

Потім стічна вода подається до вторинного відстійника, де відбувається відділення стічної води та активного мулу, частина якого рециркулює назад до денітрифікатора, а інша (надлишковий активний мул) на обробку до метантенка.

На наступному етапі відбувається повне окиснення органічної речовини та нітрифікація в аеротенку-витиснювачі, в ході якої амонійний азот перетворюється у нітратний. Цей процес потребує очищеної від органічних речовин стічної води, тому і відбувається в кінці всієї стадії біологічного очищення.

Оскільки очищення забруднюючих речовин в аеротенку відбувається саме за рахунок бактерій та найпростіших, необхідно створити для них ідеальні умови існування. Тому, встановлено постійну систему аерації [32]. Для подачі повітря в аеротенк запропоновано обрати трубчасті аератори, оскільки вони перфоровані по всій поверхні, а отже забезпечують хороше

аерування. У аеротенк по повітропроводах, розташованих у нижній частині резервуарів, за допомогою компресорів під тиском подають повітря, яке крізь перфоровані трубчаті аератори надходить у воду [34].

Утворений нітратний азот, що міститься у стічній воді, необхідно видалити денітрифікацією, тому передбачено встановлення нітратного рециклу, за рахунок якого мулова суміш повертається в голову денітрифікатора.

Після наступного розділення мулової суміші в третинному відстійнику утворюється надлишковий активний мул та стічна вода, яка направляється далі на знезараження. Повернення циркулюючого мулу здійснюється примусово, за допомогою насосу.

Тому необхідно прийняти коефіцієнт рецикуляції мулової суміші 2, а коефіцієнт рециркуляції активного мулу повинен бути 1.

Розрахунки виконувались згідно ДБН В.2.5-75:2013. Проектом передбачено проточний коридорний реактор для денітрифікації, аеротенк-витиснювач.

Значення БСК_{повн} стічних вод, які надходять в систему біологічного очищення, з врахуванням зниження БСК після первинного відстоювання на 10%, становить 350 мг/дм³. Концентрація амонійного азоту в систему, з врахуванням зниження концентрації після механічного очищення на 10% становить 36 мг/дм³.

4.5 Розрахунок денітрифікатора

Тривалість обробки стічної води в денітрифікаторі:

$$t_{gen} = \frac{(C_{N-NO_3})_{en}^{gen} - (C_{N-NO_3})_{ex}^{gen}}{a_i(1 - s_i^{gen})\rho_{gen}} \cdot \frac{20}{T_w} = \frac{36 - 2}{2 \cdot (1 - 0,3) \cdot 14} \cdot \frac{20}{11} = 3,2 \text{ год}, \quad (4.21)$$

де $(C)_{en}$ і $(C)_{ex}$ - концентрація нітратів відповідно на вході і виході з нього; a_i - доза мулу в денітрифікаторі, приймаємо 2 мг/дм³; S -зольність активного мулу, приймається 0,25 - 0,3; ρ_{gen} - швидкість відновлення нітратів, приймається в залежності від початкового значення нітратів, приймаємо

14 мг/(г·год); T - температура стічної води для самого несприятливої пори року, °C.

Об'єм денітрифікатора:

$$W_{ден} = Q_{max, год} \cdot t_{ген} (1 + R_i) = 1223,7 \cdot 3 \cdot (1 + 1,84) = 10426 м^3, \quad (4.22)$$

де Q_{max} - максимальна витрата стічних вод, м³/год; R_i - ступінь рециркуляції активного мулу, $R_i = 1,84$.

Значення нітратного азоту в стічній воді, яка надходить в денітрифікатор з урахуванням рециркуляційного потоку:

$$(C_{N-NO_3})_{ген} = \frac{(C_{N-NO_3})_{ен} \cdot Q_{доб} + (C_{N-NO_3})_ц \cdot Q_ц}{Q_{доб} + Q_ц} = \frac{2 \cdot 20000 + 3965 \cdot 3}{20000 + 3965} = 2,17 \text{ мг/дм}^3, \quad (4.23)$$

де $(C_{N-NO_3})_{ен}$ та $(C_{N-NO_3})_ц$ - концентрація нітратного азоту відповідно у вихідній стічній воді та в циркулюючому мулі; $Q_{доб}$ та $Q_ц$ - витрата стічної рідини та циркулюючого мулу.

Кількість забруднень по БСК_{повн}, що надходять в денітрифікатор:

$$K = \frac{C_{БСК} \cdot Q_{доб}}{10^6} = \frac{350 \cdot 20000}{10^6} = 7 \text{ мг/дм}^3, \quad (4.24)$$

де $C_{БСК}$ - концентрація БСК_{повн} стічних вод, які надходять в систему біологічного очищення.

Кількість забруднень по БСК_{повн}, що надходять в аеротенк:

$$K_1 = K - (C_{N-NO_3})_{ген} = 7 - 2,17 = 4,83 \text{ мг/дм}^3 \quad (4.25)$$

Значення БСК_{повн} в стічній воді, яка надходить в аеротенк:

$$K_2 = \frac{K_1 \cdot 10^6}{Q_{доб}} = \frac{4,83 \cdot 10^6}{20000} = 211,5 \text{ мг/дм}^3 \quad (4.26)$$

4.6 Розрахунок вторинних відстійників

Вторинні відстійники служать для затримання активного мулу після процесу денітрифікації, число яких варто приймати не менше трьох за умови, що усі відстійники є робочими. Доцільно приймати вторинні відстійники того ж типу, що і первинні, тобто в даному випадку радіального. Розрахунок вторинних відстійників здійснюється за гідравлічним навантаженням на

одиночку площі поверхні, яке для відстійників після аеротенків визначається за формулою:

$$q = \frac{4,5 \cdot K_{\text{відст.}} \cdot H^{0,8}}{(0,1 \cdot J_{\phi} \cdot a_a)^{0,5-0,01 \cdot a_t}} = \frac{4,5 \cdot 0,4 \cdot 3^{0,8}}{(0,1 \cdot 73,9 \cdot 3)^{0,5-0,01 \cdot 15}} = 1,467 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год}) \quad (4.27)$$

де $K_{\text{відст.}}$ - коефіцієнт використання об'єму відстійників, що приймається для радіальних - 0,4; H - глибина зони відстоювання, 3 м; J_{ϕ} - фактичне значення мулового індексу, 73,9 см³/г; a_a - концентрація активного мулу в аеротенку, 3 г/дм³; a_t - концентрація активного мулу у воді після відстоювання, приймаємо 15 мг/дм³.

Загальна площа поверхні вторинних відстійників визначається за формулою:

$$F = \frac{Q_{\text{max.год}}}{q} = \frac{1223,7}{1,467} = 834,2 \text{ м}^2 \quad (4.28)$$

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

Кількість вторинних відстійників приймається не менше трьох, усі відстійники робочі. Розрахункова кількість вторинних відстійників:

$$N = \frac{F}{0,785 \cdot D^2} = \frac{834,2}{0,785 \cdot 18^2} = 3,3 \text{ шт.} \quad (4.29)$$

де D – діаметр радіального відстійника, який приймаємо 18 м.

Отже, за типовим проектом № 902-2-87/76 приймаємо:

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

4.7 Розрахунок аеротенка-витиснювача

Згідно ДБН, при концентрації БСК_{повн} < 500 мг/дм³ приймаємо аеротенк-витиснювач. Попередньо приймаємо дозу активного мулу в зоні аерації в

					<i>ЕКБ.БЕ4122.ДП</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

межах 2,5-4,5 г/дм³ та значення мулового індексу 80-100 см³/г згідно ДБН п.В.2.3. Для прийнятих значень дози активного мулу (3 г/дм³) та мулового індексу (80 см³/г) визначається ступінь рециркуляції активного мулу:

$$R = \frac{a_a}{\frac{1000}{J} - a_a} = \frac{3}{\frac{1000}{80} - 3} = 0,32 \quad (4.30)$$

де a_a – доза активного мулу, яка прийнята 3 г/дм³; J – муловий індекс, який становить 80 см³/г. 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).

Значення БСК_{повн} стічних вод, які надходять в систему біологічного очищення, з врахуванням зниження БСК після первинного відстоювання на 10-15% та після обробки в денітрифікаторі, становить 211,5 мг/дм³. Концентрація амонійного азоту на вході в систему, з врахуванням зниження концентрації після первинного відстоювання на 10-15%, становить 36,4 мг/дм³.

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

$$L_{\text{сум}} = \frac{C_{\text{БСК}}^{\text{вх}} + C_{\text{БСК}}^{\text{вих}} \cdot R}{1 + R} = \frac{211,5 + 15 \cdot 0,3}{1 + 0,3} = 166,2 \text{ мг/дм}^3 \quad (4.31)$$

де $C_{\text{БСК}}^{\text{вх}}$ - показник БСК_{повн} стічних вод, що надходять в аеротенк, з врахуванням зниження БСК після первинного відстоювання та денітрифікації $C_{\text{БСК}}^{\text{вих}}$ - показник БСК_{повн} в очищеній воді після повного біологічного очищення, мг/дм³.

Концентрація органічних забруднень за NH₄⁺ в суміші стічних вод із врахуванням розбавлення рециркуляційною витратою визначається за формулою:

$$L_{\text{mix}}^{\text{NH}_4^+} = \frac{L_{\text{en}}^{\text{NH}_4^+} + L_{\text{ex}}^{\text{NH}_4^+} \cdot R}{1 + R} = \frac{36,4 + 2 \cdot 2}{1 + 2} = 13,5 \text{ мг/дм}^3, \quad (4.32)$$

де $L_{en}^{NH_4^+}$ – концентрація NH_4^+ стічних вод, що надходять в аеротенк, мг/дм³;
 $L_{ex}^{NH_4^+}$ – концентрація NH_4^+ в очищеній воді після повного біологічного очищення, мг/дм³.

Період аерації t_a^{BCK} за показником БСК_{повн}:

$$t_{aер} = \lg \frac{L_{сум}}{C_{BCK}^{вих}} \cdot \frac{2,5}{\sqrt{a_a}} = \lg \frac{166,2}{15} \cdot \frac{2,5}{\sqrt{3}} = 1,5 \text{ год} \quad (4.33)$$

Період аерації $t_a^{NH_4^+}$ за концентрацією NH_4^+ :

$$t_{aер} = \lg \frac{L_{сум}}{C_{NH_4}^{вих}} \cdot \frac{2,5}{\sqrt{a_a}} = \lg \frac{13,5}{2} \cdot \frac{2,5}{\sqrt{3}} = 3,3 \text{ год} \quad (4.34)$$

Навантаження на активний мул за показником БСК_{повне} при прийнятих вихідних даних буде складати:

$$q_M = \frac{24(C_{BCK}^{вх} - C_{BCK}^{вих})}{a \cdot (1-S) \cdot t_{сер}} = \frac{24(211,5-15)}{3 \cdot (1-0,3) \cdot 1,5} = 1497 \text{ мг/(г} \cdot \text{добу)} \quad (4.35)$$

Навантаження на активний мул за концентрацією NH_4^+ при прийнятих вихідних даних буде складати:

$$q_M = \frac{24(C_{NH_4}^{вх} - C_{NH_4}^{вих})}{a \cdot (1-S) \cdot t_{сер}} = \frac{24(13,5 - 2)}{3 \cdot (1 - 0,3) \cdot 3,3} = 40 \text{ мг/(г} \cdot \text{добу)} \quad (4.36)$$

Робочий об'єм аеротенка із врахуванням зони окиснення:

$$W_{окис.} = (1 + R) \cdot t_a^{BCK} \cdot q = (1 + 2) \cdot 1,5 \cdot 1223,7 = 5507 \text{ м}^3; \quad (4.37)$$

Робочий об'єм аеротенка із врахуванням зони нітрифікації:

$$W_{нітриф.} = (1 + R) \cdot t_a^{NH_4^+} \cdot q = (1 + 2) \cdot 3,3 \cdot 1223,7 = 12115 \text{ м}^3;$$

де q – витрата суміші стічних вод, м³/год.

Загальний об'єм становить:

$$W_{BCK_{повне}} = W_{окис.} + W_{нітриф.} = 5507 + 12115 = 17622 \text{ м}^3. \quad (4.38)$$

Приймаємо кількість секцій $N=4$.

Об'єм однієї секції складає:

5 АВТОМАТИЗАЦІЯ

Сучасні технології в XXI столітті допомагають не тільки вдосконалити технології на виробництві, а й значно полегшити її діяльність. Так, для отримання найбільш високих результатів діяльності підприємства переходять на автоматизацію технологічних процесів.

Автоматизація технологічних процесів - заміна фізичної праці людини, яка витрачається на управління механізмами і машинами, на роботу спеціальних пристроїв, що забезпечують це управління (регулювання різних параметрів, отримання заданої продуктивності і якості продукту).

Автоматизація виробничих процесів дозволяє збільшувати продуктивність праці, підвищувати її безпеку, екологічність, покращувати якість продукції і більш раціонально використовувати виробничі ресурси, в тому числі, і людський потенціал.

Автоматизація процесу очищення стічних вод заводу безалкогольних напоїв показана на кресленні (формат А1) згідно з позначеннями технологічної та апаратурної схем.

5.1 Опис технологічного процесу

Метантенк являє собою циліндричний залізобетонний резервуар з конічним днищем, призначений для збродження осаду (Рис.5). Для прискорення процесів бродіння в метантенку використовують підігрів осаду і його перемішування [35]. Анаеробне бродіння проходить в мезофільному температурному режимі ($t_{\max}=40^{\circ}\text{C}$), який підтримується системою подачі пари в трубопровід ($P_{\text{парі}} = 6 \cdot 10^5 \text{ Па}$, максимальна температура підігріву пари 200°C). Такий режим створює сприятливі температурні умови в метантенку, так як виключається охолодження збродженої маси від залпових надходжень

					<i>ЕКБ.БЕ4122.ДП</i>		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Лукало О.М.</i>			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Консульт.</i>						56	
<i>Керівник</i>		<i>Козар М.Ю.</i>			<i>КПІ ім. Ігоря Сікорського, ФБТ</i>		
<i>Затверд.</i>							
АВТОМАТИЗАЦІЯ							

більш холодного сирого осаду і забезпечується рівномірне газовиділення протягом доби.

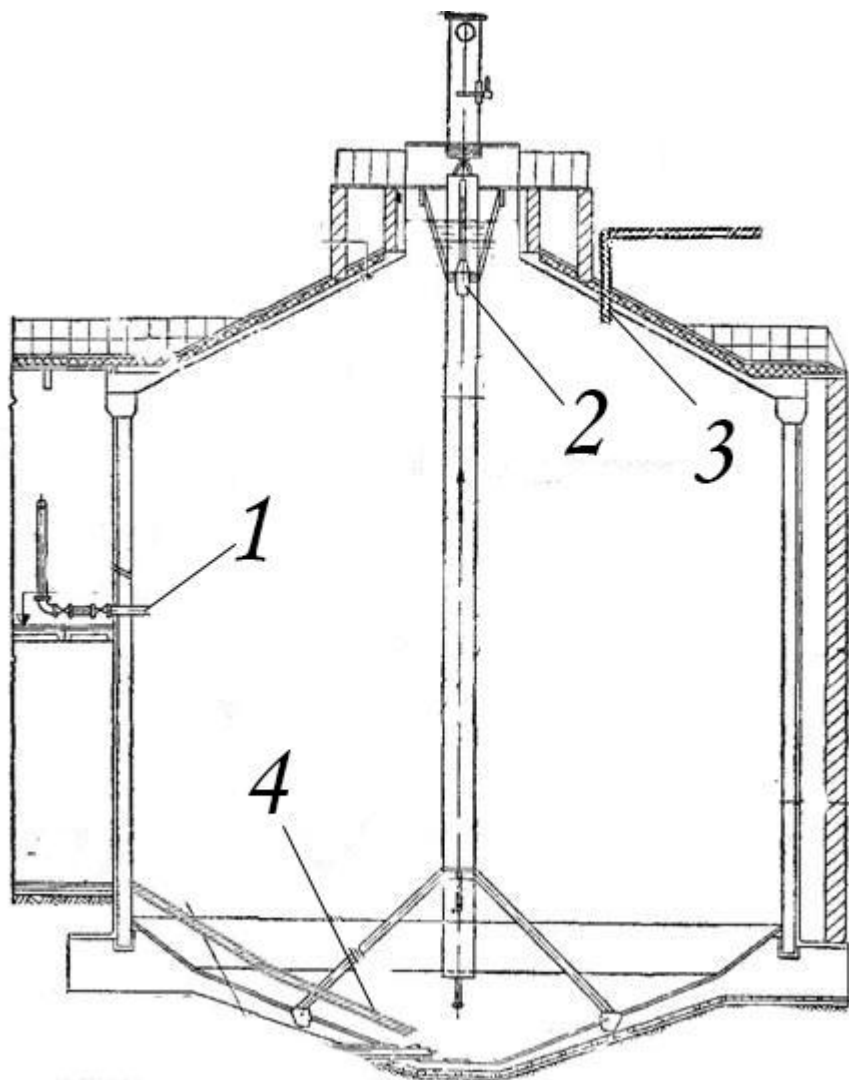


Рис 5.1. Метантенк: 1 – трубопровід подачі осаду; 2 – турбінна мішалка; 3 – трубопровід відводу біогазу; 4 – трубопровід відводу зброженого осаду [35].

В результаті анаеробної ферментації в метантенках утворюється біогаз, який, в основному, збирається у верхній частині метантенків (газовий ковпак), який відводиться у мокрий газгольдер. Всередині біогазового ковпака анаеробних біореакторів міститься інтегрований захисний пристрій, який при підвищеному тиску більше $50 \cdot 10^5$ мПа самостійно випускає газ, захищаючи конструкції від вибуху.

Автоматично контролюється рівень стічних вод. Оптимальний рівень води приблизно 70% від об'єму метантенку.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

5.2. Технологічний контроль

При вході в метантенк розміщений клапан для подачі стічної води в метантенк.

Рівень осадів в реакторі контролюється автоматично за допомогою електричного рівнеміра СУС-16-ПП-16ИОМ-1 (поз.1-1), вторинного перетворювача ПП-16ИОМ-2А (поз.1-2), розташованого по місцю відбору сигналу та вторинного показуючого, реєструючого і сигналізуючого приладу КСД2 (поз.1-3), що розташований на щиті оператора і має маркування ExhibС. Через регулятор рівня (поз.1-4), отриманий сигнал порівнюється з заданим (поз. 2-1) та за допомогою магнітного пускача ПБР-3А (поз.2-2), поступає на виконавчий пристрій ВМ1 та регулюючий клапан подачі осаду від ущільнювача до метанового реактору.

Витрата осаду при вході в реактор контролюється звужуючим пристроєм ДК6-50 (поз.3-1), передаючим перетворювачем 13ДД1 (поз.3-2) та вторинним приладом зі станцією управління ПВ10.1Е (поз.3-3).

Контроль температури води при вході в анаеробний реактор здійснюється термопарою ТХК-0515 (поз.4-1), пристроєм дистанційної передачі ПТ-ТП-23 (поз.4-2), що встановлений по місцю відбору сигналу, а також реєструючим та показуючим приладом ПВ10.1Е (поз.4-3).

Також на цій стадії, при подачі СВ в метантенк контролюється рН датчиком рН-метра (поз.5-1), передаючим перетворювачем рН-метр-мілівольтметром типу ЄВ-74 (поз.5-2), та вторинним приладом зі станцією управління (поз.5-3).

Контроль температури води в метантенку здійснюється термопарою ТСМ-118801 (поз.6-1), нормуючим перетворювачем МТМ-400 (поз.6-2), що встановлений по місцю відбору сигналу, а також вторинним показуючим та реєструючим приладом РМТ-49Ам/1 (поз.6-3), регулятором температури ПР3.31(поз.6-4) Прилад порівнює отримане значення температури з заданим (поз.7-1;), та у разі відхилення передає сигнал на магнітний пускач(поз.7-2).

					<i>ЕКБ.БЕ4122.ДП</i>	<i>Лист</i>
						58
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Контроль рН стічної води в метантенку виконується датчиком рН-метра (поз.8-1), передаючим перетворювачем рН-метр-мілівольтметром (поз.8-2) та вторинним показуючим і реєструючим приладом датчиком рН-метра (поз.8-3).

Тиск в метантенку вимірюється мановакууметром МПІ (поз.9-1), реєструється вторинним показуючим приладом ОБМІ-160 (поз.9-2), регулятором тиску ПВ3.31 (10-3), порівнюючи сигнал з здавачем (поз. HS13-1) через магнітний пускач (поз.10-2) на ВМ2 та клапан випуску біогазу.

Витрата осаду на виході з реактору контролюється звужуючим пристроєм ДК6-50 (поз.11-1), передаючим перетворювачем 13ДД1 (поз.11-2) та вторинним приладом зі станцією управління ПВ10.1Е (поз.11-3).

Управління двигуном мішалки виконується за рахунок кнопок ручного управління (поз.13-2), встановлених на щиті. За місцем встановлений магнітний пускач і кнопки аварійного відключення (поз. 8-1). При робочому двигуні мішалки працює сигнальна лампа.

5.3. Автоматичне регулювання

Автоматичному регулюванню підлягає регулювання рівня рідини у метантенку, температури в метантенку та рівень тиску.

Регулювання рівня рідини у ректорі здійснюється електричним рівнеміром СУС-16-ПП-16ИОМ-1, який складається з двох первинних, встановлених на мінімальному та максимальному допустимих значеннях рівня рідини (поз.1-1) і вторинного перетворювачів (поз.1-2), що на виході дають сигнал на посилювач у вигляді зміни напруги, а на виході з первинного утворюється сигнал постійного струму, що подається на вторинний прилад показуючий, реєструючий і сигналізуючий КСД2 (поз.1-3). Інформація з регулюючого пристрою надходить на ключ управління типу КУ123-12 (поз.2-1), що через магнітний пускач ПБР-3А (поз.2-2), розташований по місцю передає сигнал на ВМ – МКС та регулюючий клапан потоку стабілізованих осадів.

У реакторі контролюється температура осаду термопарою ТСМ-118801 (поз.6-1), що розташована по місцю. Сигнал з виходу термопари поступає через нормуючий перетворювач сигналу МТМ-400 (поз.6-2) на вторинний пристрій зі станцією управління типу РМТ-49Ам/1 (поз.6-3), а потім на електронний регулятор ПРЗ.31 (поз.6-4). Прилад порівнює отримане значення температури з заданими (поз.7-1) та у разі відхилення передає сигнал на магнітний пускач (поз.7-2) та виконавчий пристрій ВМЗ.

Регулювання тиску в метантенку здійснюється у випадку відхилення значення тиску від норми. При цьому сигнал від перетворювача сигналу мановакуометра МТІ (поз.9-1) надходить до вторинного показуючого реєструючого приладу ОБМІ-160 (поз.9-2), який встановлено на щиті, а далі на регулюючий пристрій типу ПРЗ.31 (поз.9-3). Інформація з регулюючого пристрою порівнюється з заданою (поз.10-1) та через магнітний пускач (поз.10-2) сигнал поступає на мембранний виконавчий пристрій ВМ2 типу МКС та клапан випуску біогазу .

5.4. Технологічна сигналізація і захист

До світлової та звукової сигналізації приєднано наступні контури: регулювання рівня рідини (контур 1-2), регулювання температури осадів при (контур 6-7), регулювання тиску (контур 9-10), Система сигналізації починає діяти у разі відхилення значення параметру, що регулюється від заданого.

Система сигналізації починає діяти у разі відхилення значення параметру, що регулюється від заданого.

В системі регулювання рівня рідини сигналізація та захист вмикається у тому випадку, коли рівень осадів в реакторі піднімається вище допустимої норми на 10 см. При цьому на панелі управління оператора загоряється червона лампочка, яка свідчить про відхилення. Одночасно з цим припиняється подача стоків до реактору через закриття клапану виконуючим пристроєм ВМ1.

В системі регулювання температури осадів в реакторі спрацювання сигналізації та захист відбувається при відхиленні параметрів температури від діапазону 60 – 70 °С. В результаті чого, відбувається або подача або ж припинення подачі пари в метаненк виконуючим пристроєм ВМ3.

У метантенку сигналізація та захист вмикаються у випадку відхилення від заданого значення тиску. При цьому на панелі управління оператора загоряється червона лампочка, яка свідчить про підвищення тиску більше як на 50 мбар. При цьому спрацьовує захисний механізм самостійного випуску газу через ВМ2, захищаючи конструкцію від вибуху.

5.5. Дистанційне керування виконавчими механізмами та двигунами

Виконавчими механізмами обладнані наступні контури:

Контур 1-2 - регулюючий блок (поз.1-4) порівнює отримане значення витрат осадів з заданим, та у разі відхилення, передає сигнал через магнітний пускач (поз.2-2) на мембранний виконавчий пристрій (поз. ВМ1), який регулює заслінку на трубопроводі подачі осадів від ущільнювача до метантенку.

Контур 9-10 - регулюючий блок ПР3.31 (поз.9-3) порівнює отримане значення тиску в метановому реакторі з заданим, та у разі відхилення, передає сигнал через магнітний пускач (поз.10-2) на мембранний виконавчий пристрій (поз. ВМ2), який регулює заслінку на трубопроводі випуску біогазу на очищення.

Контур 11-12 - регулюючий блок (поз.11-4) порівнює отримане значення витрат СВ з заданим, та у разі відхилення, передає сигнал через магнітний пускач (поз.12-2) на виконавчий пристрій (поз. ВМ4), який регулює заслінку на трубопроводі подачі СВ.

Проектом була автоматизована частина стадії обробки осадів стічних вод заводу безалкогольних напоїв, а саме метантенк. Існують хімічні та біологічні аналізи, які проводяться в спеціалізованій лабораторії за встановленими

					<i>ЕКБ.БЕ4122.ДП</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		61

методиками на основі отриманих періодичних аліквот для дослідження пробовідбірниками.

Технологічний контроль здійснюється за рівнем води, тиску та температури в анаеробному реакторі, а також рН до потрапляння в метантенк і в самому метантенку. Автоматичному регулюванню підлягає регулювання рівня осадів, температури та рівень тиску в метантенку.

До світлової та звукової сигналізації приєднано контури регулювання рівня рідини, регулювання температури осаду та регулювання тиску в метантенку (Табл.5.1).

Висока точність підтримання режиму роботи, яка досягається при використанні систем автоматичного управління, дозволяє значно систематизувати технічний і технологічний процеси, та запобігти виникненню аварійних ситуацій.

Таблиця 5.1

Контури регулювання в метантенку

№ позиції за схемою	шифр	Найменування параметру, середовища та місце відбору сигналу	Граничне значення	Місце установки	Найменування, характеристика	Тип моделі	Число по проекту	Потрібно фактично
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1-1	LE	Рівень рідини		По місцю	Електричний рівнемір	СУС-16-ПП-16ИОМ-1	1	1
1-2	LT	-	-	По місцю	Вторинний перетворювач	ПП-16ИОМ-2А	1	1
1-3	LIR	-	-	На щиті	Показуючий реєструючий і сигналізуючий прилад	КСД2	1	1
1-4	LC	-	-	На щиті	Регулятор рівня		1	1
2-1	HS	-	-	На щиті	Ключ управління		1	1

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЕКБ.БЕ4122.ДП

Лист

62

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2-2	NS	-	-	По місцю	Магнітний пускач	ПБР-3А	1	1
3-1	FE	Витрата рідини		По місцю	Звужуючий пристрій	ДК6-50	1	1
3-2	FT	-	-	По місцю	Передаючий перетворювач	13ДД1	1	1
3-3	FIR	-	-	На щиті	блоку управління та індикації	ПВ10.1Е	1	1
4-1	TE	Температура рідини		На щиті	Термопара	ТСМ-118801	1	1
4-2	ТТ	-	-	По місцю	Нормуючий перетворювач	МТМ-400	1	1
4-3	TIR	-	-	На щиті	Вторинний показуючий і реєструючий прилад	РМТ-49Ам/1	1	1
5-1	QE	pH осаду перед спорудою	-	По місцю	pH-метр		1	1
5-2	QT	-	-	На щиті	Мілівольтметр	ЄВ-74	1	1
5-3	QIR	-	-	На щиті	Вторинний прилад зі станцією управління		1	1
6-1	TE	Температура рідини			Термопара	ТСМ-118801	1	1
6-2	ТТ	-	-	По місцю	Нормуючий перетворювач	МТМ-400	1	1
6-3	TIR	-	-	На щиті	Вторинний показуючий і реєструючий прилад	РМТ-49Ам/1	1	1
6-4	ТС	-	-	На щиті	Регулятор температури	ПР3.31		
8-1	QE	pH осаду в споруді	-	По місцю	pH-метр		1	1
8-2	QT	-	-	На щиті	Мілівольтметр	ЄВ-74	1	1

Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата

ЕКБ.БЕ4122.ДП

Лист

63

1	2	3	4	5	6	7	8	9
8-3	QIR	-	-	На щиті	Вторинний прилад зі станцією управління		1	1
9-1	PT	Тиск	-	По місцю	мановакууметром	МТІ		
9-2	PIR	-	-	На щиті	Вторинний показуючий прилад	ОБМІ-160		
9-3	PC	-	-	На щиті	Регулятор тиску	ПВ3.31		
10-1	HS	-	-	На щиті	Ключ управління		1	1
10-2	NS	-	-	По місцю	Магнітний пускач	ПБР-3А	1	1
11-1	FT	Витрата осаду навиході	-	По місцю	Звужуючий пристрій	ДК6-50		
11-2	FT	-	-	По місцю	Перетворювач	13ДД1		
11-3	FIRC	-	-	На щиті	Вторинний прилад зі станцією управління			
12-1	NS	-	-	На щиті	Ключ управління		1	1
12-2	HS	-	-	По місцю	Магнітний пускач	ПБР-3А	1	1
13-1	H	-	-	На щиті	Кнопка		1	1
13-2	NS	-	-	По місцю	Магнітний пускач		1	1

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЕКБ.БЕ4122.ДП

Лист

64

6. РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП – ПРОЕКТУ

Бізнес-ідея: запроектувати технологію біологічного очищення стічних вод заводу з виробництва безалкогольних напоїв.

Об'єктом дослідження є висококонцентровані стічні води підприємства.

Назва роботи: «Біотехнологія очищення стічних вод заводу з виробництва безалкогольних напоїв».

Суб'єктом являється підприємство по виробництву безалкогольних напоїв зі спорудами біологічного очищення.

Актуальність: на сьогодні більшість промислових підприємств відчувають дефіцит засобів для експлуатації, модернізації, а тим більше для будівництва нових високотехнологічних очисних споруд. Це призводить до недостатнього ступеня очищення промислових стічних вод і збільшення негативного впливу на водні ресурси. Оскільки очищені стічні води зазвичай скидають у поверхневі водойми, то їх захист від техногенного забруднення являється актуальною проблемою. Для вирішення цієї проблеми слід розробляти і удосконалювати ефективні та економічні методи очищення промислових стічних вод.

Існуючі вітчизняні технології очищення стічних вод заводу по виробництву безалкогольних напоїв не забезпечують ступінь очищення стічних вод, достатній для скиду стічних вод у міські каналізації або ж у відкриті водойми, а через менш жорсткі вимоги до якості очищених стічних вод не можуть застосовуватись аналогічні закордонні технології, що створює значну загрозу навколишньому середовищу.

Технологія очищення стічних вод промислового підприємства, яка представлена в даному проекті, забезпечує зниження ключових показників

					<i>ЕКБ.БЕ4122.ДП</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>				
<i>Розроб.</i>	Пукало О.М.				РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП-ПРОЕКТУ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Консульт.</i>	Ткаченко Т.П.						65	
<i>Керівник.</i>	Козар М.Ю					<i>КПІ ім. Ігоря Сікорського, ФБТ</i>		
<i>Затверд.</i>								

Аналіз загроз і можливостей зовнішнього середовища

Переваги	Недоліки
Політика	
1. Обґрунтоване законодавство; 2. Штрафні санкції за порушення 3. Співпраця з науковими інститутами.	1. Скид у природню водойму стічних вод із перевищеними показниками забруднень; 2. Несприятлива урядова політика.
Економіка	
1. Повторне використання води підприємством (технічна вода); 2. Можливість використовувати осади як добрива; 3. Отримання додаткового прибутку від виробництва біогазу; 4. Доступність інвестицій та кредитів.	1. Високі витрати на комунальні послуги; 2. Відсутність прямого доходу від очисних станцій; 3. Високі темпи інфляції національної валюти; 4. Економічний занепад країни; 5. Закриття деяких ринків збуту.
Географія	
1. Достатня територіальна забезпеченість під очисні споруди; 2. Велика кількість природних водойм.	1. Низький температурний режим в зимовий період
Науково-технічний прогрес	
1. Впровадження та розвиток нових технологій; 2. Можливість використання модернізованого обладнання; 3. Обмін досвідом із закордонними колегами .	1. Необхідність запозичення технологій в інших країн; 2. Недостатня кількість висококваліфікаційного персоналу; 3. Відсутність альтернативних технологій. 4. Використання застарілого обладнання на очисних станціях;
Екологія	
1. Збереження чистоти природніх водойм.	1. Байдуже ставлення людей до проблеми;

6.2. Визначення ключових факторів успіху проекту

Методом оцінки конкурентних переваг (методом Шонфільда на основі функціонально-вартісного аналізу) визначено ключові фактори успіху проекту.

Визначено перелік характеристик продукції важливих з позиції виробника: доступність сировини, ефективність очисних споруд, технічне обслуговування обладнання. Методом експертного оцінювання було визначено вагомість кожної характеристики для споживача.

Таблиця 6.4.

Оцінка характеристик за методом Шонфільда

Ключові фактори	Коефіцієнт вагомості	Оцінка характеристик		
		Власний продукт	Конкурент 1	Конкурент 2
Доступність сировини	0,3	5	5	5
Ефективність очисних споруд	0,4	4	2	3
Технічне обслуговування обладнання	0,3	4	4	3

Оцінка проводиться за 5-ти бальною шкалою, де 5 – найвища оцінка, а 1 – найнижча.

З урахуванням коефіцієнту вагомості характеристики визначено бальну оцінку кожної характеристики для власної продукції і продукції конкурентів. Характеристика наведена в таблиці 6.5.

Таблиця 6.5.

Бальна оцінка характеристик

Характеристика	Бальна оцінка характеристик		
	Власна продукція	Конкурент 1	Конкурент 2
Доступність сировини	1,5	1,5	1,5

<i>Ефективність очисних споруд</i>	1,6	0,8	1,2
<i>Технічне обслуговування обладнання</i>	1,2	1,2	0,9

На підставі отриманих бальних оцінок будується графік порівняння конкурентних переваг нашого підприємства з конкурентами (Рис.6.1).

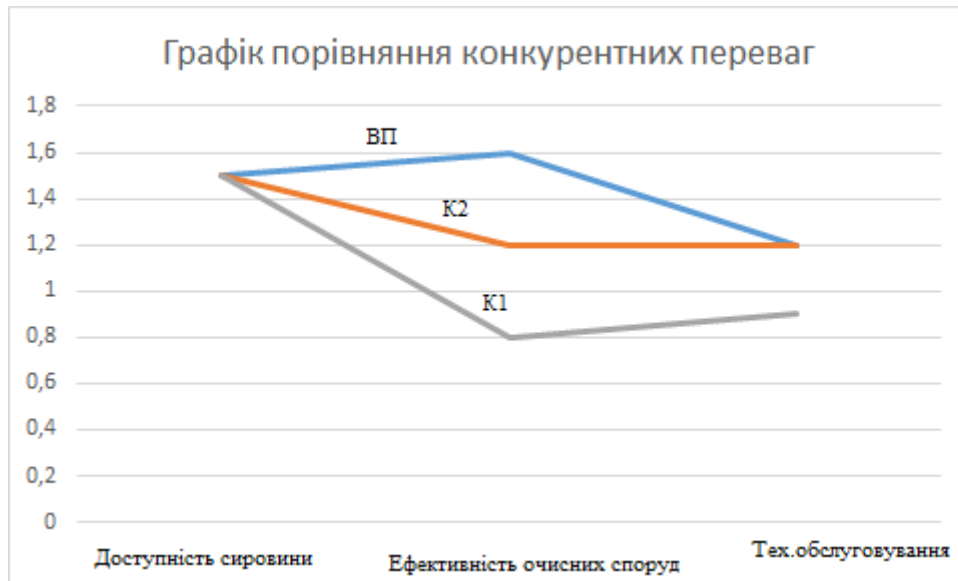


Рис. 6.1 Порівняння конкурентних переваг підприємства з конкурентами:

ВП – власна продукція; К1 – конкурент 1; К2 – конкурент 2

Методом Шонфільда було визначено, що конкурентними перевагами запроєктованої технології очищення стічних вод заводу по виробництву безалкогольних напоїв є ефективність роботи очисних споруд та технічне обслуговування обладнання.

Варіанти розвитку ідеї стартапу представлені у таблиці 6.5.1

Вартість основних фондів очисної станції

№	Найменування основних фондів	Кількість одиниць, шт.	Вартість одиниці					Загальна вартість, тис. грн	Термін експлуатації, років	Річна сума амортизаційних внесків, тис. грн./рік
			Ціна, тис. грн/шт	Транспортно-заготівельні витрати, тис. грн/шт	Витрати на монтаж, тис. грн/шт	Інші витрати, тис. грн./шт	Вартість одиниці, тис. грн/шт			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12
1	Земельна ділянка	14	1265	-	-	-	-	17 445	30	581,5
2	Будівлі	5	22	0,1	1	0,5	23,6	118	25	4,72
3	Запірна арматура	-	-	-	-	-	-	15	2	7,5
4	Трубопровід	-	-	-	-	-	-	60	5	12,0
5	Усереднювач	1	35,6	0,356	3,56	1,78	41,296	41,296	15	2,75
6	Відстійник	7	44,7	0,268	2,68	1,34	48,988	342,916	20	17,15
7	Денітрифікатор	1	25	0,15	1,5	0,75	27,4	27,4	5	5,48
8	Аеротенк-змішувач	1	55	0,511	5,11	2,555	63,176	63,176	30	2,1
9	Метантенк	2	60	0,493	4,93	2,465	67,888	135,776	30	4,53
10	Решітка з механічними граблями	1	3	0,02	0,2	0,1	3,32	3,32	5	0,66
11	Дробарка	2	6	0,06	0,6	0,3	6,96	13,92	5	2,8
12	Система приготування гіпохлориту натрію	1	3	0,015	0,15	0,075	3,24	3,24	3	1,08
13	Вакуум-фільтр	2	53,5	0,475	4,75	2,375	61,1	122,2	15	8,15
14	Насос	4	2,5	0,021	0,21	0,105	2,836	11,35	2	5,68
15	Повітрязабірник	2	3	0,03	0,3	0,15	3,48	6,96	6	1,2
16	Фільтр грубої очистки	2	4,2	0,042	0,42	0,21	4,872	9,744	5	1,9

Арк.

Дата

Підпис

№ докум.

Арк.

Змін.

№	Найменування основних фондів	Кількість одиниць, шт.	Вартість одиниці					Загальна вартість, тис. грн	Термін експлуатації, років	Річна сума амортизаційних внесків, тис. грн./рік
			Ціна, тис. грн/шт	Транспортно-заготівельні витрати, тис. грн/шт	Витрати на монтаж, тис. грн/шт	Інші витрати, тис. грн./шт	Вартість одиниці, тис. грн/шт			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12
17	Повітродувка	2	5	0,05	0,5	0,25	5,8	11,6	5	2,3
18	Компресори	4	5	0,05	0,5	0,25	5,8	23,2	3	7,7
19	Камера дегельмінтизації	1	21	0,07	0,7	0,35	22,12	22,12	4	5,53
20	Газгольдер	2	58,2	0,582	5,82	2,91	67,512	135,024	20	6,75
21	Мулоущільнювач	2	46,7	0,048	0,48	0,14	47,368	47,368	4	11,84
22	Пісковловлювач	1	15	0,1	1	0,5	16,6	16,6	10	1,66
23	Піскові та мулові майданчики	4	15	0,1	1	0,5	16,6	66,4	2	33,2
24	Обладнання лабораторії	-	-	-	-	-	-	1000	7	128,6
25	Всього:	62						19 695		855,5

Арк.

Дата

Підпис

№ докум.

Арк.

Змін.

6.4.2. Визначення вартості палива та енергії на технологічні потреби

Вартість електроенергії визначають як добуток розрахункової кількості електричної енергії на заводську її собівартість. Вартість електроенергії визначають на підставі відповідних постанов Кабінету міністрів України.

Таблиця 6.8

Розрахунок витрат та вартості електроенергії на технологічні потреби

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, кВт/рік	Загальні витрати електроенергії, кВт/рік	Вартість електроенергії, грн/рік
Фільтр грубої очистки	0,7	2	0,9	1,1	0,47	8 480	6204	12408	37224
Система аерації	3,5	2	0,9	1,1	4,28	8 388	35 882	71 764	215292
Компресор	2	4	0,9	1,2	1,90	7510	14302	57208	171624
Відстійник	1,9	7	0,9	1,1	1,5	5706	11253	78771	236313
Решітка	0,8	1	0,9	1,1	0,45	8 188	6 425	6 425	19275
Насос	1,5	4	0,9	1,1	1,8	8 879	16780	67120	201360
Невраховане електрообладнання								300 000	900 000
Сума	–	–	–	–	–	–	–	593696	1 781 088

Потреба в електроенергії, що витрачається на освітлення, визначається за формулою:

$$E = \frac{T \cdot S \cdot a \cdot K \cdot 1,02 \cdot 1,05}{1000},$$

де T – час роботи штучного освітлення, год.; S – площа, яка освітлюється, м²; a – потужність на 1 м² поверхні, Вт (8...15Вт); K – коефіцієнт одночасного горіння (0,8...0,85); 1,02 – коефіцієнт, який враховує чергове освітлення.

Споживачі електроенергії для освітлення:

- виробництво:

$$E_e = \frac{8760 \cdot 1750 \cdot 15 \cdot 0,8 \cdot 1,02 \cdot 1,05}{1000} = 197021,2 \text{ кВт}; \quad (6.1)$$

– заводоуправління:

$$E_z = \frac{2920 \cdot 450 \cdot 15 \cdot 0,8 \cdot 1,02 \cdot 1,05}{1000} = 16888 \text{ кВт}; \quad (6.2)$$

Разом електроенергії, що витрачається на освітлення:

$$E = E_e + E_z = 197021,2 + 16888 = 213909,2 \text{ кВт}; \quad (6.3)$$

Витрати на електроенергію, що витрачається на освітлення, наведені в таблиці 6.10.

Таблиця 6.9

Розрахунок вартості енерговитрат, водопостачання та водовідведення

№	Найменування	Кількість, од./рік	Ціна, грн/од.	Сума, грн/рік
1	Електроенергія силова	593696 кВт	3 грн/кВт	1 781 088
2	Електроенергія, що витрачається на освітлення	213909,2 кВт	3 грн/кВт	641 727,6
3	Теплова енергія	1900 Гкал	1510,98 грн/Гкал	2 870 862
4	Водопостачання	250 000 м ³	10,8 грн/м ³	2 700 000
	Сума	–	–	7 993 677,6

6.4.3. Розрахунок основної та додаткової заробітної плати працівників із нарахуваннями

Підприємство працює безперервно, з урахуванням ремонтних робіт 353 дні на рік. Виробничий персонал складається з 4 бригад, що працюють у 3 зміни по 8 год кожна. Графік змінності персоналу наведено в таблиці 6.10.

Таблиця 6.10

Графік змінності технічного персоналу очисних станцій

№ бригади \ Дата	Дата																	
	1.12.2019	2.12.2019	3.12.2019	4.12.2019	5.12.2019	6.12.2019	7.12.2019	8.12.2019	9.12.2019	10.12.2019	11.12.2019	12.12.2019	13.12.2019	14.12.2019	15.12.2019	16.12.2019	17.12.2019	...
I бригада	1	1	1	1	В	2	2	2	2	В	3	3	3	3	В	В	1	...
II бригада	В	2	2	2	2	В	3	3	3	3	В	В	1	1	1	1	В	...
III бригада	2	В	3	3	3	3	В	В	1	1	1	1	В	2	2	2	2	...
IV бригада	3	3	В	В	1	1	1	1	В	2	2	2	2	В	3	3	3	...

Графік роботи: 1 – перша зміна (0:00 – 8:00); 2 – друга зміна (8:00 – 16:00); 3 – третя зміна (16:00 – 24:00); В – вихідний.

Дані про річний фонд заробітної плати працівників станції очисних споруд стічної води наведено в таблиці 6.11.

Таблиця 6.11

Річний фонд оплати праці працівників цеху

№	Посада	Кількість працівників в бригаді, осіб	Кількість бригад, шт	Заробітна плата одного працівника за місяць, грн/міс	Сумарна заробітна плата усіх працівників, що займають дану посаду за рік, грн/рік	Нарахування на фонд оплати праці, грн/рік
1	Головний технолог	1	–	16 800	201 600	74 592
2	Головний інженер	1	–	15 120	181 440	67 132,8
3	Керівник бригади	1	4	12775	613 200	226 884
4	Технолог	2	4	10950	1 051 200	388 944
5	Лаборант	2	4	10950	1 051 200	388 944
6	Інженер	4	4	10950	2 102 400	777 888
7	Інженер–ремонтник	2	4	10 320	990 720	366 933,2
8	Прибиральник приміщень	2	4	6 562,5	630 000	233 336
	Сума	15	–	–	6 821 760	2 524 654

6.4.4. Розрахунок собівартості продукції та розрахунок загальних витрат очисної станції

Таблиця 6.12

Калькуляція собівартості очищеної води

№	Стаття калькуляції	Витрата на річну програму, грн/рік	Витрата на одиницю готової продукції, грн/м ³
1	Основна сировина	0	0
2	Допоміжні матеріали	275 000	0,04
3	Енерговитрати, водопостачання та водовідведення	7 993 677,6	1,13
4	Заробітна плата персоналу очисної станції	6 821 760	0,97
5	Нарахуванн на ЗП	2 524 654	0,36
6	Електроенергія на технологічні потреби	1 781 088	0,25

7	Вартість виробничих основних фондів	19 695 000	2,79
8	Амортизаційні витрати	855 500	0,12
9	Інші витрати	350 000	0,05
	Повна собівартість	40 296 679,6	5,71

Отже, собівартість 1 л очищеної стічної води, що отримана в результаті викристання обраної технології, становить 5,71 грн/м³, а собівартість технології очищення стічної води становить 30 950 265,6 грн.

6.5 Карта бізнес-процесів

Карта бізнес-процесів представлена в таблиці 6.13

Таблиця 6.13

Карта бізнес-процесів

Стадія реалізації стартап-проекту	Бізнес-процеси	Характеристики		
		Задіяні ресурси	Орієнтовна тривалість процесу	Верхня межа фінансвих витрат
Розробка ідеї стартапу	Пошук модернізованих технологій очищення стічних вод	Трудові, фінансові	3 місяці	20 000 грн
Реалізація ідеї	Підбір та розрахунок обладнання; створення професійної команди (інженери, технологи)	Трудові, фінансові	6 місяців	100 000 грн
Впровадження у виробництво	Побудова очисної станції на підприємстві	Трудові, фінансові, матеріальні	18 місяців	31 000 000 грн

Масова реалізація	Участь в тендерах відповідного напрямку	Людські	12 місяців	50 000 грн
Закриття або продаж проекту (якщо передбачено)	Технологія може бути продана	Фінансові	-	5 000 000 грн

6.6 Ризики стартап-проекту та методи управління ними

Ризики інноваційної технології очищення стічних вод представлені у таблиці 6.14.

Таблиця 6.14

Ризики інноваційної

Назва процесу/стадії реалізації стартап-проекту	Бізнес-процеси	Зовнішні ризики	Внутрішні ризики
Розробка ідеї стартапу	Пошук модернізованих технологій очищення стічних вод	Політико-законодавчий; Науково-технічний ризик	Організаційний ризик
Реалізація ідеї	Підбір та розрахунок обладнання; створення професійної команди (інженери, технологи)	Ризик бізнес-подій	Операційний ризик; Ризик персоналу

Впровадження у виробництво	Побудова очисної станції на підприємстві	Природно-екологічний ризик	Юридичний ризик; Майновий ризик; Фінансовий ризик
Масова реалізація	Участь в тендерах відповідного напрямку	Податковий ризик	Інформаційний ризик
Закриття або продаж проекту (якщо передбачено)	Технологія може бути продана	Ризик банкрутства	Фінансовий ризик

6.7 Оцінка ризиків та страхування розробки

У табл. 6.15 наведено групи ризиків, які можуть виникнути, їхній вплив на результат та заходи, які зводять ризики до мінімуму.

Таблиця 6.15

Група ризиків

Група ризиків	Імовірність настання	Вплив на очікуваний результат (бар'єри та перешкоди)	Заходи, які мінімізують ризики
Виробничі	40%	Некоректне використання сировини, техніки та людських ресурсів	Залучення висококваліфікованих спеціалістів до роботи на очисній станції
Техніко-виробничі	70%	Шкідливий вплив на навколишнє середовище; техногенні аварії на очисній станції	Проведення регулярних інструктажів щодо техніки безпеки виробничого персоналу

Фінансові	90%	Інфляція; неплатоспроможність замовника	Можливість виведення основних потужностей бізнесу за кодрон
Організаційні	80%	Проблеми постачання матеріальних ресурсів, проблеми з ринком збуту.	Співпрацювати з декількома постачальниками; постійний моніторинг потреб у власній продукції
Страхові	85%	Збитки, які виникли через непрофесійну діяльність страхової компанії	Страхування майна у перевірених страхових агенствах

План заходів з управління ризиками представлений в таблиці 6.16

Таблиця 6.16

План заходів з управління ризиками

Назва ризику	Назва методу управління ризиком	Відповідальні виконавці	Очікувані результати від впровадження методів управління
Некоректне використання сировини, техніки та людських ресурсів	Попередження ризику	Головний технолог, керівник бригади	Правильний розподіл всіх ресурсів на очисній станції
Шкідливий вплив на навколишнє середовище; техногенні аварії на очисній станції	Ухилення від ризику	Головний технолог; інженер	Уникнення небезпечних відодів на станції; безпека на очисній станції

Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ЕКБ.БЕ4 122.ДП

Лист

83

Несплатоспр оможність замовника	Ухилення від ризикау	Фінансовий відділ	Відмова від ненадійних партнерів
Проблеми з ринком збуту	Попередженн я ризику	Начальник очисної станції	Стратегічне планування діяльності
Проблеми постачання матеріальних ресурсів	Прийняття ризикау	Начальник очисної станції	Самострахування
Збитки, які виникли через непрофесійн у діяльність страхової компанії	Передача ризикау	Начальник очисної станції	Страхування; спонсорство

7. ОХОРОНА ПРАЦІ

Законодавство в галузі охорони праці складається з закону «Про охорону праці», Конституції України, норм і правил з охорони праці.

Дія закону поширюється на всі підприємства, установи і організації незалежно від форм власності та виду діяльності, на всіх працюючих громадян.

У законі «Про охорону праці» сформульовані принципи державної політики в галузі охорони праці:

- пріоритет життя і здоров'я працівників, зіставлення з результатами трудової діяльності відповідальності власника за створення безпечних і нешкідливих умов праці;
- комплексне рішення завдань охорони праці на основі національних програм з урахуванням напрямів економічної і соціальної політики і охорони навколишнього середовища

В даному розділі розглядаються питання охорони праці при будівництві та експлуатації очисних споруд.

При обслуговуванні очисних споруд персонал піддається впливу наступним небезпечним і шкідливим виробничим факторам, які можуть призвести до травм або професійних захворювань:

- порушення параметрів мікроклімату робочої зони. До цих параметрів відноситься сукупність чотирьох чинників: температура повітря, відносна вологість повітря, швидкість руху повітря, інтенсивність теплового випромінювання від нагрітих поверхонь;
- підвищений рівень виробничого шуму та вібрації;
- вплив шкідливих речовин при обслуговуванні очисних споруд та цеху обробки осаду;
- можливість травмування від рухомих частин машин і механізмів;

					<i>ЕКБ.БЕ4122.ДП</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Лукало О.М.</i>			ОХОРОНА ПРАЦІ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Гусев А.М.</i>						
<i>Реценз</i>								
<i>Н. Контр.</i>		<i>Козар М.Ю</i>				<i>КПІ ім. Ігоря Сікорського , ФБТ</i>		
<i>Затверд.</i>								

- можливість ураження електричним струмом при обслуговуванні електрообладнання;
- пожежо- та вибухонебезпека.

7.1 Виявлення та аналіз ШНВВФ на проектному об'єкті. Заходи з охорони праці

7.1.1. Повітря робочої зони

Згідно з ДСН 3.3.6.042 – 99 роботи за важкістю, що виконуються працівниками на очисній станції підприємства, відносяться до категорії Пб [37]. Система опалення та система вентиляції створюють в приміщеннях та в зонах робочих місць мікроклімат, характеристику якого наведено в таблиці 7.1 [38].

Таблиця 7.1.

Оптимальний мікроклімат у приміщеннях [38].

Параметр	Категорія робіт	У побутових приміщеннях	У виробничих приміщеннях
Температура (взимку/влітку), °С	Пб	17-19/20-25	16-25
Вологість (взимку/влітку), %		40-30/30-61	30-60
Швидкість руху повітря, м/с		0,1-0,15/0,25	0,2-0,5

Проведемо розрахунки, для визначення певних параметрів, які характеризують мікроклімат даного підприємства. Розрахуємо температуру зовнішньої поверхні обладнання (t_n) за формулою:

$$t_n = t_0 + 2 = 25 + 2 = 27 \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (7.1)$$

де $t_0 = 25 \text{ } ^\circ\text{C}$ - оптимальна температура повітря в приміщеннях в теплий період року.

В лабораторіях проектом передбачена місцева вентиляція. Вона застосовується для відводу шкідливих виділень безпосередньо від місць

їхнього утворення чи виділення. Система місцевої вентиляції складається з приймача шкідливих виділень (витяжний парасоль), повітропроводу, вентилятора та очисних пристроїв.

Аеродинамічні випробування вентиляційних систем проводять не рідше одного разу на рік, а також після кожного капітального ремонту або реконструкції. Якщо вентиляційна система не забезпечує нормальних умов і чистоти повітря у приміщеннях, то застосовують систему кондиціонування повітря.

Наведемо коротку санітарну характеристику об'єкта, що проектується, у вигляді таблиці 7.2 [39].

Таблиця 7.2

Коротка санітарна характеристика очисної станції підприємства, що проектується [39]

Назва виробничої дільниці, лабораторії, установки	Каналізаційні очисні споруди, лабораторія для проведення контролю різних показників	Склади допоміжних речовин
Шкідливі речовини, що виділяються, причини їх виділення	Стороння мікрофлора. Несправність витяжної вентиляції	Гіпохлорид натрію. Пошкодження цистерн (каністр), несправність витяжної вентиляції
Група шкідливої речовини, характеристика шкідливого впливу	Біологічні, викликають алергічні захворювання	Хімічний, викликає набряк легень, впливає на дихальні шляхи
ГДК шкідливої речовини у повітрі робочої зони	5000 кл/м ³	2 мг/м ³
Клас небезпечності шкідливої речовини	Помірно небезпечний	Високонебезпечний
Засоби індивідуального захисту: тип, марка, ГОСТ	Спецодяг, респіратор ШБ ГОСТ 12.4.004-74; халат бавовняний ГОСТ 12.4.103-83	Спецодяг, фільтруючий промисловий протигаз марки В, ГОСТ 12.4.121-83; захисні герметичні окуляри, ГОСТ 12.4.013-85

- у робочих зонах каналізаційної очисної станції, де є ризик потрапляння у повітряне середовище шкідливих небезпечних факторів, встановлюються газоаналізатори типу СТГ-3.

Приміщення обладнанні стендами з зазначеними правилами техніки безпеки, правилами з експлуатації установки, стендами з планом евакуаційних виходів. Перед початком робіт працівники повинні проходити інструктаж з техніки безпеки.

7.1.2. Виробниче освітлення

Проектом передбачається на очисній станції використовувати систему штучного комбінованого освітлення. Також запропоновано біля споруд очищення стічної води використовувати природне верхнє та штучне освітлення; в лабораторії - природне бокове та штучне освітлення. На складах допоміжних речовин передбачено тільки штучне освітлення [42].

Проектом передбачено використання сигнального, аварійного та евакуаційного штучного освітлення, яке згідно з галузевими стандартами створено за допомогою ламп розжарювання типу Б-300. Ці типи світильників контролюються щоквартально.

У цехах виконуються роботи з підрозділу зорових умов IVa. У таблиці 7.3 представлені норми освітленості приміщень [42].

Таблиця 7.3

Санітарні норми освітлення приміщень при штучному освітленні і КПО при природному і суміщеному освітленні [42]

Характеристика зорової роботи	Розряд роботи	Штучне освітлення, лк		КПО, %	
		Комбіноване	Загальне	Природне, бічне	Суміщене, верхнє і бічне
Середньої точності	IV a	750	300	1,5	0,9

Вимірювання та контроль освітленості згідно проекту проводиться один раз на рік з використанням люксметра Ю-117. Окрему перевірку передбачено після заміни освітлювальних ламп.

7.1.3. Захист від виробничого шуму та вібрації

На каналізаційній очисній станції джерелом шуму і вібрацій є технологічне устаткування (обладнання з електроприводами – насоси, змішувачі, лінії транспортування осаду) і вентиляційне устаткування (вентилятори, компресори, трубчаті аератори) [43].

З метою зниження шуму ці механізми закриті кожухами із звуконепроникного матеріалу. Також пропонується вентиляційне обладнання оснащувати звукозахисною ізоляцією та встановлювати на технічному поверсі.

Нормативні рівні звукового тиску та рівні шуму відповідно з ДСН 3.3.6.037-99 вказані в таблиці 7.4 [43].

Таблиця 7.4

Нормативні рівні звукового тиску та рівні шуму [43]

Вид трудової діяльності	Рівень звуку, дБА
Висококваліфікована робота в лабораторіях	60
Приміщення лабораторій з шумним устаткуванням; робота з підвищеними вимогами до процесів спостереження та дистанційного керування	75
Виконання всіх видів робіт на робочих місцях у виробничих приміщеннях та території підприємства	80

Джерелами вібрації можуть бути: механізм замикання, насоси, що перекачують стічну воду і осади на різних етапах очищення. Для зменшення вібрації в механізмі замикання передбачається зменшення зусилля замикання із збільшенням ходу рухливої плити. Для зниження рівня вібрації також

проектом передбачена віброізоляція. Під вібруюче устаткування ставляться амортизатори вібрацій, виготовлені зі сталевих пружин.

Для вимірювання та аналізу шуму і вібрації передбачені шумоміри і частотні аналізатори [43].

7.1.4. Електробезпека

Електричне устаткування приміщення живиться від трьохфазної чотирьохпровідної електричної мережі змінного струму промислової напруги 380/220 В з глухозаземленою нейтраллю.

Основними причинами ураження людей електричним струмом є ураження напругою через електричну дугу, доторкання до відкритих струмоведучих частин та струмопровідних елементів обладнання, які виявилися під напругою в результаті порушення ізоляції.

Згідно ГОСТ 12.1.038-82 дане виробниче приміщення відноситься до класу приміщень з підвищеною небезпекою. Електроустаткування в даному місці закритого типу [44].

Для забезпечення електробезпеки передбачені: заземлення, захисне відключення, ізоляція струмоведучих частин, захисні пристрої блокування, застережна сигналізація, знаки безпеки, попереджувальні плакати [44].

Також в проєкті передбачено захист обладнання від короткого замикання та перевантаження, виконаний автоматичними вимикачами.

На очисній станції даного підприємства можливі випадки підвищення рівня статичної електрики, що може значно вплинути на якість кінцевої продукції та бути причиною пожежі чи вибуху. Дія електростатики на людину незначна, але може призвести до виникнення небезпечних випадків (падіння з висоти, потрапляння в небезпечну зону обладнання тощо).

7.1.5. Безпека технологічних процесів та обслуговування обладнання

Проектом передбачене обов'язкове відгородження усіх частин обладнання, які обертаються та рухаються задля дотримання норм безпеки.

					<i>ЕКБ.БЕ4122.ДП</i>	<i>Лист</i>
						91
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Обслуговування обладнання прийнято проводити тільки при повному його відключенні від електромережі. Частина машин і пристроїв, температура нагріву яких становить понад 25°C, теплоізольовані або закриті кожухом.

З метою безпечного проведення технологічного процесу перед початком роботи персонал проводить візуальний огляд цілісності обладнання; наявності захисних огорожень та кожухів на частинах механізмів, що рухаються й обертаються; стану ущільнювальних прокладок на фланцевих з'єднаннях.

Експлуатація споруд механічного очищення полягає в контролюванні за їх роботою, своєчасним очищенням споруд і устаткування та в регулюванні подачі стічної води.

Пісковловлювачі проектують із загороджуваннями. Для огляду, очищення і ремонту обладнання пісковловлювачі спорожняють не рідше одного разу на рік. При обслуговуванні працівниками відстійників передбачено захищені повздовжні проходи. Спорожнення відстійників для огляду, очищення і ремонту повинно виконуватися: не рідше 1 разу на 2 роки.

Для створення належних умов для працівників, що обслуговують аеротенк, канали, якими подають стічну воду з активним мулом, а також канали, якими відводять очищену воду, якщо їх ширина до 0,8 м, проектується із закритими з'ємними дерев'яними або бетонними щитами. На каналах шириною 0,8 м і більше, а також на відкритих дренажних каналах глибиною 1 м і більше для переходу передбачено встановлення містків шириною не менше 0,7 м з перилами заввишки не менше 1 м.

Для переходу через канали передбачається влаштовувати містки шириною не менше 0,7 м і з поручнями висотою 1 м.

При проведенні в приміщеннях робіт, пов'язаних з виділенням шкідливих речовин, передбачається забезпечення постійної дії вентиляції. У приміщеннях решіток і приймального резервуара вентиляція повинна забезпечувати не менше, ніж 12-ти кратний обмін повітря за годину.

При експлуатації споруд для оброблення осаду, аварійних мулових майданчиків за проектом встановлюються зручні підходи та обгороджування,

					<i>ЕКБ.БЕ4122.ДП</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		92

що забезпечують безпечну роботу обслуговуючого персоналу. У разі розміщення мулових майданчиків за межами території очисних споруд нами запропоновано встановлення теплого приміщення з санітарно-побутовими пристроями і телефонним зв'язком.

Для нормалізації умов праці та запобігання виробничого травматизму перш за все персонал очисних споруд має дотримуватись правил техніки безпеки, володіти знаннями з охорони праці та проходити різноманітні інструктажі.

7.2. Пожежна безпека

Основні завдання пожежної безпеки підприємства включають комплекс заходів, спрямованих на запобігання впливу на людину факторів пожежі та обмеження матеріальних збитків.

Заходи з пожежної безпеки на очисних станціях передбачають наступне:

- системи вентиляції та кондиціонування повітря, що відповідає протипожежним вимогам;
- на території розміщені стенди із зазначенням порядку виклику пожежної охорони, а також знаки місць розташування первинних заходів пожежогасіння;

Для ліквідації невеликих спалахів на підприємстві використовуються первинні засоби пожежогасіння. До них належать – засоби пожежної сигналізації, пожежні стволи, вогнегасники, пожежний інвентар (ящики з піском, бочки з водою, пожежні відра, совкові лопати).

Для гасіння електроустаткування дозволяється використовувати вуглекислотні та порошкові вогнегасники.

Комплектування технологічного устаткування вогнегасниками, пожежним інвентарем здійснюється відповідно до галузевих правил пожежної безпеки [45].

У разі виявлення ознак пожежі кожному з працівників проектом передбачено виконання таких дій:

					<i>ЕКБ.БЕ4122.ДП</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		93

- черговий лаборант, повідомляє про виникнення пожежі засобами зв'язку органам Державної служби надзвичайних ситуацій та Державну пожежну охорону, вказує при цьому адресу об'єкта, кількість поверхів будівлі, місце виникнення пожежі чи надзвичайної ситуації, обстановку при пожежі, наявність людей, вказує своє прізвище і посаду, та у разі необхідності викликає інші аварійно-рятувальні служби (медичну, газорятувальну);
- заступник чергового лаборанта оповіщає людей про виникнення пожежі;
- один працівник, назначений черговим лаборантом, здійснює заходи до евакуації усіх інших працівників;
- другий працівник, назначений черговим лаборантом, здійснює (по можливості) заходи до гасіння (локалізації) пожежі та збереження матеріальних цінностей.

					<i>ЕКБ.БЕ4122.ДП</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		94

8. ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ

З кожним роком все гостріше постає проблема взаємовідносин людини з довкіллям. Розвиток промисловості, стрімке освоєння колись заповідних районів у ряді випадків нанесли природі непоправний збиток. Скидання промислових стічних вод призводить до забруднення природних водойм. Найбільш інтенсивній антропогенній дії піддаються прісні поверхневі води суші (річки, озера, болота та інші).

Забруднюючі речовини, поступаючи в природні води, викликають зміну фізичних властивостей середовища (поява неприємних запахів); зміна хімічного складу, зокрема появи в ній шкідливих речовин; поява плаваючих речовин на поверхні води і відкладень на дні; поява нових бактерій, у тому числі і хвороботворних. Через забруднення природних вод вони стають непридатними для пиття і технічних потреб. Особливо згубно воно впливає на риб, водоплавних птахів, тварин та інші організми.

Наслідки забруднення небезпечні, передусім, для усіх живих мешканців морів та океанів. Ці наслідки різноманітні. Первинні критичні порушення у функціонуванні живих організмів під дією забруднюючих речовин виникають на рівні біологічних ефектів: після зміни хімічного складу клітин порушуються процеси дихання, можливі мутації і канцерогенез; порушуються рух і орієнтація в морському середовищі [46].

Стічні води заводу безалкогольних напоїв містять розчинні, нерозчинні і колоїдні речовини. Характер і концентрація забруднень можуть здійснювати на стан води у водоймах найрізноманітніший вплив.

Завислі речовини після скиду в річку можуть частково розчинитися, а їх нерозчинна частина збільшує вміст суспензії у воді. Деякі речовини, скинуті у водойму в розчинному стані, внаслідок зміни рН середовища або інших хімічних реакцій можуть викликати утворення інших завислих

					<i>ЕКБ.БЕ4122.ДП</i>		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Лукало О.М.</i>			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Консульт.</i>						<i>95</i>	
<i>Керівник</i>		<i>Козар М.Ю.</i>			<i>КПІ ім. Ігоря Сікорського, ФБТ</i>		
<i>Затверд.</i>							

речовин.

Потрапляння у водойму стічних вод, що містять суспензії, дуже несприятливо відбивається на його стані. Осідаючи, суспензії замулюють дно і затримують розвиток або повністю припиняють життєдіяльність донних мікроорганізмів, що беруть участь в процесі самоочищення вод. При гнитті донних осадів можуть утворитися шкідливі з'єднання і навіть отруйні речовини, такі, як сірководень, які призводять до забруднення усєї води в річці. Наявність суспензій погіршує також проникнення світла в товщу води і затримує процеси фотосинтезу у водних рослин, особливо у водоростей, які під дією сонячного світла утворюють кисень, необхідний для окиснення органічних забруднень.

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

Вирішення проблем стічних вод можливе різними шляхами:

- попередження їх виникнення, тобто створення безвідходних виробництв (пріоритет майбутнього);
- скид січних вод у природні водойми, передусім річки, за умови, що концентрація забруднюючих речовин у водоймах, яка створюється стічними водами, разом із фоновою концентрацією забруднюючих речовин, не створять зон з перевищенням граничнодопустимих концентрацій;
- очищення промислових стічних вод на міських очисних спорудах із відведенням промислових стічних вод в каналізаційні мережі;
- попереднє очищення стічних вод на заводських очисних спорудах, з наступним їх доочищенням на міських очисних спорудах тобто відведення частково очищених стічних вод в каналізацію;
- очищення стічних вод на заводських очисних спорудах із поверненням частини води у виробничий цикл, а друга частина очищених стічних вод викидається в природні водойми [47].

Таким чином пріорітетним вирішенням даної проблеми вважається створення безвідходного виробництва. Та цей напрямок є, здебільшого, напрямком майбутнього, так як впровадження таких технологій вимагає значних капіталовкладень. Тому кращим вирішенням в даному випадку є локальне очищення стічних вод підприємства до норм скиду у річку та наступний скид їх у водойму.

					<i>ЕКБ.БЕ4122.ДП</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		97

ВИСНОВКИ

Проведено літературний аналіз типових технологічних схем та новітніх рішень щодо очищення стічних вод заводу безалкогольних напоїв. Обрано технологію біологічного очищення, що включає денітрифікатор з системою мішалок, аеротенк-витиснювач з постійною системою аерації та нітрифікатор. Обрана технологія забезпечує необхідний ступінь очищення стічних вод заводу до норм скиду у природню водойму.

Розраховано технологічні параметри та конструктивні особливості споруд механічного очищення (первинні відстійники) та споруд біологічного очищення стічних вод: денітрифікатора, вторинного відстійника, аеротенка-витиснювача та нітрифікатора. Об'єми споруд становлять 10426 м³, 788 м³, 17622 м³ та 12115 м³ відповідно.

Запроектовано основну споруду біологічного очищення – аеротенк-витиснювач із зонами окиснення та нітрифікації. Прийнято чотирьохкоридорний аеротенк із чотирма секціями. Довжина одного коридору становить 56 м, глибина- 4,4 м, а ширина – 4,5 м. Номер типового проекту – ТП 902-2-178.

Визначено собівартість очищення стічних вод заводу по виробництву безалкогольних напоїв, що становить 5,71 грн/м³. Вартість загальних витрат на запропонованій схемі очищення стічних вод за попередніми підрахунками складає приблизно 40 млн. грн.

Розроблено схему автоматизації з точками технологічного контролю, вибрано параметри автоматичного регулювання. Передбачено встановлення технологічної сигналізації (світлова та звукова).

На основі проведеного аналізу шкідливих небезпечних виробничих факторів (ШНВФ) на очисній станції, були розроблені заходи щодо забезпечення чинних вимог охорони праці і пожежної безпеки.

					<i>ЕКБ.БЕ4122.ДП</i>			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		<i>Пукало О.М.</i>			ВИСНОВКИ	Літ.	Арк.	Аркушів
Конс.							98	
Керівник		<i>Козар М.Ю.</i>			<i>КПІ ім. Ігоря Сікорського, ФБТ</i>			
Затверд.								

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Жуков А. И. Методы очистки производственных сточных вод. Справочное пособие / А. И. Жуков, И. Л. Монгайт. – М.: Стройиздат, 1997. – 234 с.
2. Канализация населенных мест и промышленных предприятий. Справочник проектировщика. М.: Стройиздат, 1981. – 639 с.
3. Укрупненные нормы расхода воды и количества сточных вод на единицу продукции для различных отраслей промышленности. – М.: Стройиздат, 1973. – С. 254, 279.
4. Ковальчук В.А., Ковальчук О.В., Самелюк В.І. Біотехнологія очистки стічних вод підприємств харчової промисловості //Коммунальное хозяйство городов: науч.-техн. сб. – К.: Техніка, 2010. – Вып. 93. – С. 182 – 187. – (Серия “Технические науки и архитектура”).
5. Шуманн Г. Безалкогольные напитки: сырье, технологии, нормативы / пер.с нем. под общ.науч.ред А.В.Орещенко и Л.Н. Беневоленской. – СПб: Профессия, 2004. – 278 с.
6. Кутикова Л.А. Фауна аэротенков / Л.А. Кутикова – Л.: Наука, 1984. – 264 с.
7. Никитина О. Г. Биоэстимация: контроль и регулирование процессов биологической очистки и самоочищения воды. – М.: «МАКС Пресс», 2012. – 47 с. / [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.bio.msu.ru/res/Dissertation/509/DOC_FILENAME/nikitina2.pdf
8. Харькин С. В. Проблемы эксплуатации сооружений очистки сточных вод и их решения: вспухание и пенообразование активного ила. – М.: «Архитекура Водных Технологий», 2015 / [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.profiz.ru/eco/2_2015/stoch_ochistka/.

					<i>ЕКБ.БЕ4122.ДП</i>		
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дат			
Розроб.		Пукало О.М.			Літ.	Арк.	Аркушів
Консульт.						100	
Керівник		Козар М.Ю.			КПІ ім. Ігоря Сікорського, ФБТ		
Затверд.							
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ							

9. Денитрифицирующие бактерии / [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://medbiol.ru/medbiol/microbiol/00057d69.htm>.
10. Жмур Н. С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками / Н. С. Жмур. – М.: АКВАРОС, 2003. – 512 с.
11. Алмагамбетов К.Х. Биотехнология микроорганизмов. – Астана, 2008. – 244 с.
12. Соловьянов А. А. Методическое руководство по гидробиологическому контролю нитчатых микроорганизмов активного ила / А. А. Соловьянов. – М., 1996 // [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://meganorm.ru/Data2/1/4293837/4293837387.htm#i2042695>.
13. Яковлев С. В. Канализация. Учебник для вузов / С. В. Яковлев, Я. А. Карелин, А. И. Жуков, С. К. Колобанов. – М.: Стройиздат, 1975. – 632с.
14. Природоохоронні технології. Навчальний посібник. Ч.2: Методи очищення стічних вод / Петрук В. Г., Северин Л. І., Васильківський І. В., Безвозюк І. І. – Вінниця: ВНТУ, 2014 – 254.
15. Айрапетян Т. С. Конспект лекцій з дисциплін «Очистка побутових стічних вод» / Т. С. Айрапетян; Харк. нац. ун–т міськ. госп–ва ім. О. М. Бекетова. – Х.: ХНУМГ, 2014. – 121 с.
16. Саблій Л. А. Фізико-хімічне очищення висококонцентрованих стічних вод: монографія / Л. А. Саблій – Рівне : НУВГП, 2013. – 292 с.
17. Чернишев В.М. Конспект лекцій з дисципліни «Водовідведення промислових підприємств»/ В.М. Чернишев; Донб. Нац. ак-мія буд-ва і арх-ри – Макіївка, 2009. – 120 с.
18. Вода и сточные воды пищевой промышленности: Пер. с польск. под ред.В.М. Каца. – М.: Пищевая пром-сть, 1972. – 383 с.
19. Яковлев С.В. Водоотведение и очистка сточных вод / Учебник для вузов. / С. В. Яковлев, Ю. В. Воронов ; под общ. ред. Ю. В. Воронова. – 3–е изд., доп. и перераб. – М.: АСВ, 2004. – 704 с.

20. Туровский И.С. Осадки сточных вод. Обезвоживание и обеззараживание. – М.: ДеЛи принт, 2008. – 376 с.
21. Запольський А.К. «Водопостачання, водовідведення та якість води», - Київ.: Вища школа, 2005. – 670 с.
22. Афанасьева А. Ф. Очистка хозяйственно-бытовых сточных вод и обработка осадков / А. Ф. Афанасьева, М. Н. Сирота, Л. С. Савельева – К. : КМН , 1998. – 96 с.
23. Закон України "Про охорону навколишнього природного середовища".
24. Калюжный С. В. Анаэробная биологическая очистка сточных вод / С. В. Калюжный, Д. А. Данилович, А. Н. Ножевникова // Итоги науки и техники. Сер. Биотехнология. – М. : ВИНТИ, 1991. – Т. 29. – 155 с.
25. Гудков А. Г. Биологическая очистка городских сточных вод: учебное пособие / – Вологда: ВоГТУ, 2002. – 127 с.
26. Хенце М. Очистка сточных вод: пер. с англ. / М. Хенце, П. Армоэс, Й. Ля-Кур-Янсен, Э. Арван. – Москва: Мир, 2006. – 480 с. – ISBN 5-03-003771-3.
27. Шаталов В. В. Комплексная технология очистки и утилизации сточных вод / В. В. Шаталов, М. Е. Наумов, В. А. Болдырев и др. // Молочная пром-сть. – 1996. – № 6. – С. 14-16.
28. Конык О. А. Контроль качества воды, атмосферного воздуха и почвы: учебное пособие / О. А. Конык, Т. В. Шахова. – Сыктывкар: СЛИ, 2013. – 145 с.
29. Технологический регламент работы общеузловых канализационных очистных сооружений Трипольского промузла. – Обухов: ПАО «Киевский КБК», 2010. – 84 с.
30. ДБН В.2.5-75:2013 Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – К.: Мін. регіонального розвитку та житлово-комунального господарства України, 2013. – 96 с.

31. СНиП 2.04.03-85. Канализация. Наружные сети и сооружения. – М., 1986. – 72 с.
32. Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод / Ю.В. Воронов, С.В. Яковлев М. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. – 704 с.
33. 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.
34. Ласков Ю. М. Примеры расчетов канализационных сооружений: Учебное пособие для вузов / Ю. М. Ласков, Ю. В, Воронов, В. И. Калицун. – М.: Стройиздат, 1987. – 255 с.
35. Карпинский А.А. Новые достижения в технологии сбраживания осадков сточных вод/ А.А. Карпинский. - М., 196. – 242 с.
36. Методичні вказівки до виконання організаційно-економічної частини дипломних проектів / Укл.: О.А. Підлісна, В.В. Янковий, М.П. Дорошенко. -Київ: «Політехніка», 2002 р.- 25с.
37. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.
38. Лазарев Н. В. Вредные вещества в промышленности. Справочник для химиков, инженеров и врачей. В 3т. / Н. В. Лазарев, И. Д. Гадаскина. – Л.: Химия, 1977. – 608 с.
39. Тимонин А. С. Инженерно-экологический справочник. Т. 1. – Калуга: Издательство Н. Бочкаревой, 2003. – 917 с.
40. Жидецький В. Ц. Практикум з охорони праці. Навчальний посібник / В.Ц. Жидецький, В.С. Джигирей, В.М. Сторожук, Л.В. Туряб, Х.І. Лико. – Львів: Афіша, 2000. – 352 с.
41. Макаров Г. В. Охрана труда в химической промышленности / Г.В. Макаров, А.Я. Васин, Л.К. Маринина. – М.: Химия, 1989. – 496 с.
42. ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення.

43. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.
44. ГОСТ 12.1.038-82 Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.
45. Рябов И. В. Пожарная опасность веществ и материалов, применяемых в химической промышленности: Справочник. – М.: Химия. – 1970. – 336 с.
46. Медведев В. Т. Инженерная экология. - М.: Гардарики, 2002. – 244 с.
47. Экологические аспекты современных технологий охраны водной среды под ред. В.В. Гончарука – К.: Наукова думка, 2005. – 400 с.

					<i>ЕКБ.БЕ4122.ДП</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		104

СПЕЦИФІКАЦІЯ ОБЛАДНАННЯ

Позиція	Позначення, марка	Найменування	Кількість	Маса, кг	Примітка
1	2	3	4	5	6
ПЗ-1		Повітрязабірник, висота труби 4 м, діаметр труби 300мм.	1		За власними кресленнями
Ф-2	КдМ 1006	Фільтр попереднього очищення газоподібних речовин. Неперервної дії рулонного типу. Ефективність очистки 80%.	2		Збірний
В-3		Повітродувки. Продуктивність від 2 до 190 м ³ /хв .Стиснення повітря 0,163 Мпа. Потужність електродвигуна 210кВт.	1		Збірний
3-4		Ректор змішувач для розчинення Об'єм 3 м ³ . Коефіцієнт заповнення 0,7. Температурні умови - 30..+250 °С. Надлишковий тиск у корпусі 0,6 МПа.	1		
Н-5	IWAKI YMD-25-100-110	Насос відцентровий горизонтальний			Збірний
3-6, 3-8		Ректор приготування розчину повареної солі Об'єм 3 м ³ . Коефіцієнт заповнення 0,7. Температурні умови - 30..+250 °С.			Збірний

					<i>ЕКБ.БЕ4122.ДП</i>		
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дат			
Розроб.	Лукало О.М.				Літ.	Арк.	Аркушів
Консульт						105	
Керівник	Козар М.Ю.				КПІ ім. Ігоря Сікорського, ФБТ		
Затверд.							
ДОДАТОК А							

1	2	3	4	5	6
		Вихідний уніфікований сигнал постійного струму 0-5, 0-20 чи 4-20 мА. Живлення змінним струмом напругою 220 В частотою 50 Гц; потужність, що споживається, 15 ВА; довжина лінії зв'язку 10 м. Температура вимірювальних рідких середовищ від -40 до +155 °С. Габаритні розміри ППВ - 80×167×490 мм.			
КП-6.2 КП-10.1 КП-20.1 КП-24.1		Датчик для вимірювання концентрації газу. Робоча температура -10...+40°С. Напруга зсуву нуля на виході при 20 °С: < 20 мВ	4		
КП-11.1	ЕЕ820	Датчик для вимірювання концентрації розчину. Вихідний сигнал - 4...20мА. Робоча температура - -20...+60	1		
КП-16.1	FYA 600	Датчик для вимірювання концентрації кисню. Робоча температура -20...+50°С. Розміри: висота 43 мм х Ø 29.3 мм	1		
КП-17.2	ОВП	Датчик для вимірювання рН. Діапазон вимірювання: 2-12. Температурний діапазон: 0...110 °С	1		Твердий полімерний електроліт
КП-17.3 КП-23.1	ТКП-160Сг-М2	Термометр манометричний, конденсаційний. Межі	2		Неірж. сталь 12Х18Н10Т

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЕКБ.БЕ4122.ДП

Лист

108

1	2	3	4	5	6
		вимірювань 0...120°C. Клас точності 1.5.			
КП-28.1	МІДА	Датчик вимірювання тиску. Діапазон вимірювання: 0-6 МПа.	1		Неірж. сталь 12Х18Н10Т