МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) Біотехнології та екологічного контролю
Кафедра Екології та екоменеджменту

«До захисту в ЕК»		**«До захисту допущено»**	
Директор інституту (декан факультету)		Завідувач кафедри	
_____ (підпис)	Наталія ГРЕГІРЧАК (ім'я та прізвище)	_____ (підпис)	Ігор ЯКИМЕНКО (ім'я та прізвище)
« 12 » червня 2024 р.		« 12 » червня 2024 р.	

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

зі спеціальності 101 «Екологія»

освітньо-професійної програми «Екологія та екоменеджмент»

на тему: Очищення стічних вод на ТОВ «Пивоварня Зіберта»

Виконав: здобувач IV курсу, групи 4

Іщенко Володимир Володимирович _____
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник Тогачинська Ольга Василівна _____
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти _____ _____
(ім'я та прізвище) (підпис)

_____ _____
(ім'я та прізвище) (підпис)

_____ _____
(ім'я та прізвище) (підпис)

Рецензент Віктор СТАБНІКОВ _____
(ім'я та прізвище) (підпис)

Я як здобувач Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав і не одержував недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Здобувач_____
(підпис)

Київ – 2024 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) Біотехнології та екологічного контролю
Кафедра Екології та екоменеджменту
Освітній ступінь бакалавр
Спеціальність 101 «Екологія»
(код і назва)
Освітньо-професійна програма «Екологія та екоменеджмент»
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ Ігор ЯКИМЕНКО
“ 29 ” березня 2024 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Іщенка Володимира Володимировича

1. Тема роботи Очищення стічних вод на ТОВ «Пивоварня Зіберта»
керівник роботи Тогачинська Ольга Василівна, кандидат сільськогосподарських наук, доцент
затверджені наказом закладу вищої освіти від “ 29 ” березня 2024 року № 238кс
2. Строк подання здобувачем роботи 10 червня 2024 р.
3. Вихідні дані до роботи Витрати стоків на підприємстві – 2700 $м^3$/добу ; ХСК=2500 мг O_2/$дм^3$; БСК=2000 мг O_2/$дм^3$;використані дані про сировину та готову продукцію згідно ДСТУ.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ,Характеристика ТОВ «Пивоварня Зіберта»; техніко-екологічно-економічне обгрунтування вибору природоохоронних заходів по очищенню стічних вод на ТОВ «Пивоварня Зіберта»; екологічна характеристика підприємства; розробка та обгрунтування способу очищення стічних вод ТОВ «Пивоварня Зіберта»; економічне обгрунтування доцільності реалізації запропонованих рішень; охорона праці; висновки; список використаних джерел
5. Перелік графічного матеріалу апаратурно-технологічна схема виробництва хлібного квасу; креслення метантенку; ген план очисних споруд та виробництва; економічне обгрунтування доцільності запропонованих рішень

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 29.03.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ.Техніко-екологічно-економічне обгрунтування.	29.03.24-02.04.24	Виконано
2	Розділ 1. Загальні відомості про ТОВ «Пивоварня Зіберта»	03.04.24-11.04.24	Виконано
3	Розділ 2. Екологічна характеристика ТОВ «Пивоварня Зіберта» та оцінка його впливу на довкілля.	12.04.24-18.04.24	Виконано
4	Розділ 3. Розробка та обгрунтування способу очищення стчних вод на ТОВ «Пивоварня Зіберта».	19.04.24-05.05.24	Виконано
5	Розділ 4. Економічне обгрунтування доцільності реалізації запропонованих рішень.	06.05.24-13.05.24	Виконано
6	Розділ 5.Охорона праці	14.05.24-21.05.24	Виконано
7	Висновки. Список використаних джерел.	21.05.24-28.05.24	Виконано
8	Графічна частина	28.04.24-07.06.24	Виконано

Здобувач _____ Володимир ІЩЕНКО
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Ольга ТОГАЧИНСЬКА
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота на отримання освітнього ступеня бакалавра присвячена темі: «Очищення стічних вод на ТОВ «Пивоварня Зіберта»

У кваліфікаційній роботі розглянуто еколого-технологічні аспекти функціонування підприємства. Рекомендована технологія очищення стічних вод включає в себе застосування анаеробного очищення стічних вод з подальшим аеробним доочищенням.

Метою кваліфікаційної роботи є оцінка впливу ТОВ «Пивоварня Зіберта» на довкілля та розробка ефективної анаеробно-аеробної технології очищення стічних вод підприємства.

Об'єктом є виробничі стічні води ТОВ «Пивоварня Зіберта».

Предметом є очищення стічних вод на ТОВ «Пивоварня Зіберта».

Кваліфікаційну роботу викладено на 90 сторінках, ілюстровано 25 таблицями та 8 рисунками. Графічна частина складається із 5 креслень формату А3. Використано 31 літературних джерел.

Ключові слова: ПИВОВАРНЕ ПІДПРИЄМСТВО, СТІЧНІ ВОДИ, МЕТАНОВЕ БРОДІННЯ, АКТИВНИЙ МУЛ, БІОГАЗ, ХІМІЧНЕ СПОЖИВАННЯ КИСНЮ, ОХОРОНА ПРАЦІ, МЕТАНОВЕ БРОДІННЯ, БІОГАЗ.

ANNOTATION

The qualification work for the bachelor's degree is devoted on the topic: «Wastewater treatment at Zibert Brewery Limited Liability Company».

The qualification work considers the environmental and technological aspects of the enterprise. The recommended wastewater treatment technology includes the use of anaerobic wastewater treatment followed by aerobic post-treatment.

The aim of the thesis is to assess the environmental impact of "Sieberta Brewery" LLC and to develop an effective anaerobic-aerobic technology for wastewater treatment of the enterprise.

The object is industrial waste water of "Ziberta Brewery" Limited Liability Company.

The subject is the anaerobic-aerobic technology of brewery wastewater treatment.

The qualification work is laid out on 90 pages, 25 are illustrated tables and 8 figures. The graphic part consists of 5 drawings A3 format. 31 literary sources were used.

Keywords: BREWING ENTERPRISE, WASTEWATER, METHANE FERMENTATION, ACTIVATED SLUDGE, BIOGAS, CHEMICAL OXYGEN DEMAND, LABOR PROTECTION, METHANE FERMENTATION, BIOGAS.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ 8

ВСТУП 9

ТЕХНІКО-ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ПРИРОДО-ОХОРОННИХ ЗАХОДІВ 11

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ТОВ «Пивоварня Зіберта» 13

1.1 Характеристика ТОВ «Пивоварня Зіберта» 13

1.2 Опис основної продукції ТОВ «Пивоварня Зіберта» 15

1.3 Сировинна база, водні та енергетичні ресурси ТОВ «Пивоварня Зіберта» 18

1.4 Вимоги до якості та безпеки сировини 19

1.5 Показники безпеки і якості готової продукції 26

1.6 Опис технологічного процесу виробництва хлібного квасу 28

1.6.1 Принципова технологічна схема виробництва хлібного квасу……..32

1.6.2 Апаратурно – технологічна схема виробництва хлібного квасу……33

РОЗДІЛ 2 ЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТОВ «ПИВОВАРНЯ ЗІБЕРТА» ТА ОЦІНКА ЙОГО ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ 35

2.1 Джерела утворення стічних вод на ТОВ «Пивоварня Зіберта» 35

2.2 Характеристика стічних вод від ТОВ «Пивоварня Зіберта» 36

2.3 Аналіз існуючих способів очищення стічних вод на ТОВ «Пивоварня Зіберта» 37

2.4 Характеристика інших екологічних проблем даного підприємства та можливі способи їх вирішення 38

2.4.1 Джерела та характеристика викидів на підприємстві 38

2.4.2 Рекомендовані способи очищення атмосферного повітря на ТОВ «Пивоварня Зіберта» 41

2.4.3 Джерела утворення та характеристика відходів на ТОВ «Пивоварня Зіберта» 45
2.4.4 Рекомендовані способи утилізації відходів на ТОВ «Пивоварня Зіберта» 48
РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА ТА ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД НА ТОВ «Пивоварня Зіберта» 53
3.1 Обґрунтування технології очищення стічних вод ТОВ «Пивоварня Зіберта» 53
3.2 Принципова технологічна схема очищення стічних вод на ТОВ «Пивоварня Зіберта» 56
3.3 Матеріальний баланс природоохоронної технології очищення стічних вод 57
3.4 Обґрунтування вибору і розрахунок обладнання 57
3.4.1 Придатність стічних вод до біологічного очищення 57
3.4.2 Розрахунок ґраток 58
3.4.3 Розрахунок горизонтального пісковловлювача 59
3.4.4 Розрахунок метантенку 61
3.4.5 Розрахунок горизонтального відстійника 64
3.4.6 Розрахунок високонавантаженого біофільтра 65
3.4.7 Розрахунок вторинного відстійника після біофільтра 66
3.4.8 Розрахунок мулового та піскового майданчиків 67
РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ ЗАПРОПОНОВАНИХ РІШЕНЬ 69
4.1 Розрахунок капітальних витрат 69
4.2 Розрахунок зміни поточних витрат 71
4.3 Розрахунок прибутку від реалізації запропонованої системи очищення стічних вод 75
РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ 78
5.1 Охорона праці на ТОВ «Пивоварня Зіберта» 78
5.2 Пожежна безпека на ТОВ «Пивоварня Зіберта» 79

5.3 Шкідливі та небезпечні виробничі фактори на ТОВ «Пивоварня Зіберта» 80
5.4 Охорона праці при управлінні природоохоронним обладнанням 83
ВИСНОВКИ 85
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 87

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

АМ	Активний мул
БГКП	Бактерії групи кишкової палички
БСК	Біохімічне споживання кисню
БУО	Бляшкоутворююча одиниця
ГДВ	Гранично допустимий викид
ГДК	Гранично-допустима концентрація
ДСТУ	Державний стандарт України
ЗМЧ	Загальне мікробне число
ЗП	Заробітна плата
КМАФАМ	Кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів
КУО	Колонієутворююча одиниця
НАМ	Надлишковий активний мул
СВ	Стічні води
ТОВ	Товариство з обмеженою відповідальністю
ХСК	Хімічне споживання кисню
ISO	International Organization for Standardization

ВСТУП

Актуальність теми. Пивоварна галузь є однією з найбільш водоємних в харчовій промисловості. На виробництво 1 л пива в середньому витрачається 5-7 л води, значна частина якої потрапляє у стічні води. Стічні води пивоварних підприємств характеризуються високими концентраціями органічних забруднень (ХСК до 2000-3000 мг/дм^3, $БСК_5$ до 1200-1800 мг/дм^3), завислих речовин, азоту та фосфору, що обумовлює необхідність їх ефективного очищення перед скидом у водойми або міську каналізацію.

Традиційні технології очищення стічних вод пивзаводів, які базуються на аеробному біологічному окисненні забруднень в аеротенках, не завжди забезпечують досягнення сучасних вимог до якості очищеної води, особливо за високих концентрацій забруднень. Крім того, аеробні методи очищення є енергоємними та супроводжуються утворенням значної кількості надлишкового активного мулу, який потребує утилізації.

Перспективним напрямком підвищення ефективності та екологічності очищення висококонцентрованих стічних вод пивоварних підприємств є застосування анаеробних методів, зокрема використання метантенків. Анаеробна технологія дозволяє ефективно видаляти основну частину органічних забруднень з отриманням біогазу, який є цінним енергоресурсом. Для глибокого доочищення стоків від залишкових забруднень доцільно застосовувати аеробні методи, такі як біофільтрація або обробка в аеротенках.

Поєднання анаеробних та аеробних методів в комплексну анаеробно-аеробну технологію очищення дозволяє досягти високого ступеня видалення органічних, азотних, фосфорних сполук зі стічних вод пивоварних підприємств при суттєвому зниженні енерговитрат та кількості утворюваних

осадів. Для ефективного впровадження таких технологій необхідне проведення досліджень складу та властивостей конкретних виробничих стічних вод, визначення раціональних параметрів роботи очисних споруд, проведення техніко-економічного обґрунтування.

Саме тому розробка, обґрунтування та впровадження ефективних анаеробно-аеробних технологій очищення стічних вод є актуальним завданням для забезпечення сталого та екологічно безпечного функціонування підприємств пивоварної галузі, зокрема для ТОВ «Пивоварня Зіберта».

Метою кваліфікаційної роботи є оцінка впливу ТОВ «Пивоварня Зіберта» на довкілля та розробка ефективної анаеробно-аеробної технології очищення стічних вод підприємства.

Об'єктом дослідження є виробничі стічні води ТОВ «Пивоварня Зіберта».

Предметом дослідження є параметри анаеробно-аеробної технології очищення стічних вод пивоварного підприємства.

Практичне значення кваліфікаційної роботи полягає в розробці рекомендацій щодо впровадження анаеробно-аеробної технології очищення стічних вод на ТОВ «Пивоварня Зіберта», що дозволить довести якість очищеної води до нормативних вимог, знизити плату за скид стічних вод, отримати додатковий енергоресурс у вигляді біогазу.

Наукова новизна: було запропоновано анаеробно-аеробний спосіб очищення стічних вод ТОВ «Пивоварня Зіберта».

Методи дослідження: аналіз виробничої діяльності та впливу ТОВ «Пивоварня Зіберта» на довкілля, технологічні та техніко-економічні розрахунки очисних споруд.

ТЕХНІКО-ЕКОЛОГІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ПРИРОДООХОРОННИХ ЗАХОДІВ

ТОВ «Пивоварня Зіберта» є джерелом утворення значних обсягів концентрованих стічних вод, які містять органічні речовини, завислі частинки, біогенні елементи. Стічні води пивоварні утворюються в результаті миття обладнання, замочування та промивання солоду, охолодження сусла, промивання дріжджів та інших технологічних операцій. Показник хімічного споживання кисню (ХСК) у стічних водах підприємства сягає 2500 мг $O^2/дм^3$.

На даний момент ТОВ «Пивоварня Зіберта» не має ефективної системи локального очищення стічних вод. Виробничі стоки підприємства скидаються в міську каналізаційну мережу м. Фастів, що призводить до перевищення допустимих концентрацій забруднюючих речовин та, відповідно, до нарахування значних сум екологічного податку за скид понаднормативних забруднень.

Враховуючи високий вміст органічних речовин у стічних водах пивоварні, найбільш доцільним та ефективним методом їх очищення є застосування біологічних методів. Серед усього різноманіття біологічних методів очищення для даного виду стічних вод рекомендується використання анаеробно-аеробної технології.

Анаеробне очищення дозволяє видалити основну частину органічних забруднень (до 70-80 % за ХСК) без витрат електроенергії на аерацію стічних вод. Процес анаеробного очищення відбувається в метантенку, в якому стічні води контактують з анаеробним гранульованим мулом, що сприяє ефективному видаленню органічних речовин з утворенням біогазу. Утворений біогаз, що містить метан, може використовуватись для виробництва теплової та електричної енергії на підприємстві.

Аеробне доочищення стоків після метантенка дозволяє видалити залишкові органічні речовини, амонійний азот та інші біогенні елементи. Процес аеробного очищення рекомендується проводити в біофільтрах із завантаженням з пластикових елементів, що мають велику питому поверхню для іммобілізації аеробних мікроорганізмів.

Впровадження анаеробно-аеробної технології очищення дозволить знизити концентрації забруднюючих речовин у стічних водах ТОВ «Пивоварня Зіберта» до таких значень: ХСК < 500 мг O_2/дм^3;

Такі показники відповідають вимогам до якості стічних вод, що скидаються в міську каналізаційну мережу м. Фастів, та дозволять уникнути сплати підвищеного екологічного податку.

Крім зменшення плати за скид стічних вод, впровадження анаеробно-аеробної технології дозволить отримати значну економію коштів за рахунок виробництва біогазу та скорочення витрат на вивезення та утилізацію осадів стічних вод. За попередніми розрахунками, потенційна кількість утворення біогазу на очисних спорудах ТОВ «Пивоварня Зіберта» може досягати 3700 м^3/добу. Використання такої кількості біогазу для когенерації дозволить забезпечити власні потреби підприємства в електроенергії на 70 % та повністю відмовитися від використання природного газу для технологічних цілей.

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ТОВ «ПИВОВАРНЯ ЗІБЕРТА»

1.1 Характеристика ТОВ «Пивоварня Зіберта»

Дочірнє підприємство ПрАТ «Оболонь» «Пивоварня Зіберта» є підприємством харчової промисловості України, що виробляє та реалізує пиво та безалкогольні напої. Розташоване у місті Фастів, Київської області. Дочірнє підприємство одного з найбільших виробників напоїв України ПрАТ «Оболонь».[9]

Завод у Фастові був побудований у 1906 році німецькими підприємцями Юліусом Зібертом і Германом Саальманом, того ж року розпочався випуск першого фастівського пива. Початкові виробничі потужності становили 50 тис. дал пива на рік, пиво розливалося у бочки та продавалося у шинках міста та навколишніх сіл.

Після приходу радянської влади підприємство було націоналізоване. В 50-х роках завод переобладнали під випуск пива в пляшках, а в період 60-80-х рр. на пивоварні проведено ряд реконструкцій. Останні дозволили покращити якість продукції, збільшити об’єми випуску та розширити асортимент.

1986 року завод увійшов до складу «Оболонь». Тоді на пивоварні проводиться реконструкція та модернізація технологічного обладнання.

У 2008-2009 рр. у ході масштабного інвестиційного проекту вартістю понад 40 млн. Євро встановлено сучасне німецьке устаткування для виробництва пива: додано нові ЦКТ, побудовано сучасний варильний порядок. В результаті виробничі потужності підприємства збільшені у 12 разів і складають 12 млн. декалітрів пива у рік.

Якість продукції, яка виробляється на пивоварні підтверджена міжнародною сертифікацією відповідно до стандартів ISO 9001:2001.[9]

Споживачі продукції пивоварні знаходяться у більшості областей України та за кордоном. Експортні поставки здійснюються в більшості на ринки 34 країн світу, зокрема Литви, Польщі, Естонії, Лтвії, США, Німеччини та Великої Британії.

Загальна площа території ТОВ «Пивоварня Зіберта» становить 4,8 га, загальна виробнича потужність підприємства складає 15 000 дал/добу. Режим роботи підприємства безперервний, двозмінний, 12 годин за зміну, 330 днів на рік, з яких 35 днів виділяється на ремонтні роботи, в тому числі модернізацію обладнання. На підприємстві забезпечено цілодобове виробництво, тому всі лінії задіяні у виробничому процесі.

Кількість працівників на ТОВ «Пивоварня Зіберта» - 403 осіб.

Загальна інформація про ТОВ «Пивоварня Зіберта» наведена у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Загальна інформація про ТОВ «Пивоварня Зіберта»[15]

Найменування показника	Відомості про підприємство
1	2
Повне найменування юридичної особи (станом на 30.01.2024)	Товариство з обмеженою відповідальністю «Пивоварня Зіберта»
Скорочена назва	ТОВ «Пивоварня Зіберта»
Назва англійською	Zibert Brewery LLC
Код ЄДРПОУ	00382533
Дата реєстрації	16.12.1997 (26 років 1 місяць)
Уповноважені особи	Онищук Любов Іванівна
Розмір статутного капіталу	20 000 000,00 грн.
Організаційно-правова форма	Товариство з обмеженою відповідальністю
Види діяльності	Основний: 11.05 Виробництво пива Інші: • 11.03 Виробництво сидру та інших плодово-ягідних вин • 11.07 Виробництво безалкогольних напоїв; виробництво мінеральних вод та інших вод,

Закінчення таблиці 1.1

1	2
	розлитих у пляшки • 46.34 Оптова торгівля напоями • 47.11 Роздрібна торгівля в неспеціалізованих магазинах переважно продуктами харчування, напоями та тютюновими виробами • 47.25 Роздрібна торгівля напоями в спеціалізованих магазинах • 49.41 Вантажний автомобільний транспорт • 56.30 Обслуговування напоями 68.20 Надання в оренду й експлуатацію власного чи орендованого нерухомого майна
Контактна інформація	Адреса : провулок Олександра Пушкіна, 3, Фастів, Київська обл., 08500 Телефон: 0456561259

1.2 Опис основної продукції ТОВ «Пивоварня Зіберта»

Компанія ПрАТ «Оболонь» має у своєму асортименті різні види пива, безалкогольних та слабоалкогольних напоїв, сидру, мінеральну та питну воду. Пивоварня виготовляє пиво різних сортів: «Zibert Світле», «Zibert Dunkel Weiss», «Zibert Weissbier», «Zibert Keller», «Zibert Bockbier».

«Zibert Світле» – легке світле пиво, яке має янтарний колір та приємний солодовий смак. Пиво фільтроване та пастеризоване, має щільність 11 % та вміст алкоголю: 4,4 %. [9]

На рисунку 1.1 зображено пиво «Zibert Світле».

Рисунок 1.1 – Пиво «Zibert Світле»

«Zibert Dunkel Weiss» – темне пшеничне пиво, має виразні солодові відтінки із хмелевою гіркотою, яка з'являється з післясмаком. Виготовлено з карамельного солоду і завдяки цьому має темний, майже, шоколадний колір. Пиво має щільність 12,5 % та вміст алкоголю: 5,1 %. [9]

На рисунку 1.2 зображено пиво «Zibert Dunkel Weiss».

Рисунок 1.2 – Пиво «Zibert Dunkel Weiss»

«Zibert Weissbier» – світле, пастеризоване, не фільтроване пшеничне пиво. Зварене на основі пшеничного солоду, завдяки цьому пиво має жовтувато-білий відтінок. Завдяки тому, що цей вид пива не фільтрований, а значить містить у собі залишки особливої раси дріжджів, чим і пояснюється його специфічна мутність, виражений аромат дріжджів та осад. Пиво має щільність 12,5 % та вміст алкоголю: 5 %. [9]

На рисунку 1.3 зображено пиво «Zibert Weissbier».

Рисунок 1.3 – Пиво «Zibert Weissbier»

«Zibert Keller» – світле, пастеризоване, не фільтроване пиво яке має дріжджовий осад та м'який солодовий смак з приємними фруктово-пряним смаком і яскравим, збалансованими нотками хмелю. Пиво має щільність 11,5% та вміст алкоголю: 4,6 %.[9]

На рисунку 1.4 зображено пиво «Zibert Keller».

Рисунок 1.4 – Пиво «Zibert Keller»

«Zibert Bockbier» – світле міцне, пастеризоване, фільтроване пиво. Має досить високий вміст алкоголю у поєднанні із м'яким смаком та помірною хмельовою гіркотою. Пиво має щільність 16 % та вміст алкоголю: 7,5 %.

На рисунку 1.5 зображено пиво «Zibert Bockbier».

Рисунок 1.5 – Пиво «Zibert Bockbier»

У квітні 2014 року корпорація «Оболонь» розпочала продажі нової торгової марки квасу «Старокиївський». Напій випускається на дочірньому підприємстві ПрАТ «Оболонь» «Пивоварня Зіберта» у м. Фастів Київської області.

На рисунку 1.6 зображений квас «Старокиївський», що виробляється на підприємстві ТОВ «Пивоварня Зіберта».

Рисунок 1.6 – Квас «Старокиївський»

1.3 Сировинна база, водні та енергетичні ресурси ТОВ «Пивоварня Зіберта»

Сировиною для виробництва хлібного квасу служать вода, цукор білий, солод ячмінний, солод житній, дріжджі, концентрат квасного сусла (ККС).

ТОВ «Пивоварня Зіберта» для виробництва квасу та пива використовує солод, що надходить від солодового комплексу в смт. Чемерівці, Хмельницька область, що є частиною ПрАТ «Оболонь».

Потреба в цукрі на рік складає 7696,9 тис. т, на пиво в тому числі – 1800 тис. т, на безалкогольні напої 5896,9 тис. т. Поставка цукру здійснюється через Укрцукор. Концентрат квасного сусла постачається з різних спеціалізованих підприємств, що займаються виробництвом концентратів.[1]

Водоспоживання пивзаводу здійснюється за рахунок підземних вод семанського, середньоюрського водоносних горизонтів за допомогою 8 діючих артезіанських свердловин. Усі свердловини мають санітарні зони, огороджені згідно з вимогами санепідемстанції.

Вода на підприємстві використовується як для варіння пива, так і для миття обладнання та приміщень, для санітарно-гігієнічних потреб. Також підприємство здає в оренду 5 свердловин, яке використовують для часткового забезпечення міста Фастів.

Електроенергію пивоварні забезпечує міська електромережа. Розрахункова споживана потужність промислового майданчика становить 5500 кВт. На території ТОВ «Пивоварня Зіберта» розташовано три трансформаторні підстанції, що забезпечують електроенергією усе підприємство.

Котельня працює на природньому газі та забезпечує завод теплом та парою.

Основними споживачами електроенергії на виробництві є: вентилятори, насоси, зброджувальні та сусловарильні апарати, що споживають струм промислової частоти 60 Гц на напрузі 390 В, технологічні та виробничі процеси, адміністративні та комунально-побутові об'єкти, система їх опалення, проточної вентиляції та гарячого водопостачання. Кількість

електроенергії на 1000 дал продукції, яку використовує ТОВ «Пивоварня Зіберта» безпосередньо на цех, який виготовляє квас становить 137 кВт/год.

1.4 Вимоги до якості та безпечності сировини

Для приготування квасу живого бродіння використовують сировину і матеріали у відповідності з ДСТУ 4069:2016 «Напої безалкогольні. Загальні технічні умови», гігієнічних висновків Міністерства охорони здоров'я та вимогам чинних нормативних документів та документів ПрАТ «Оболонь».

Основна сировина:

– пивні дріжджі, згідно ДСТУ 7344:2013 «Дріжджі пивні. Технічні умови».

– діоксид вуглецю, згідно з ДСТУ 4817:2007 «Діоксид вуглецю газоподібний і скраплений. Технічні умови»;

– питна вода, згідно з ДСТУ 7525:2014 «Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості»

– концентрат квасного сусла;

– глюкозно-фруктозний сироп, згідно з ТУ У 15.6-32616426-009:2005;

– цукор білий, згідно ДСТУ 4623:2023 «Цукор білий. Технічні умови»;

1.4.1 Вимоги до якості та безпечності води

Для приготування квасу «Старокиївський» вода повинна відповідати вимогам ДСТУ 7525:2014 «Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості», бути чистою прозорою, приємною на смак, без кольору та запаху. [2]

За вірусологічними, мікробіологічними й паразитологічними показниками вода має відповідати вимогам, наведеним у таблицях 1.2, 1.3, 1.4.

Таблиця 1.2 – Вірусологічні показники якості води питної [2]

№	Найменування показника	Одиниці вимірювання	Норматив	
			Вода систем централізованого питного водопостачання	Вода нецентралізованого питного водопостачання
	1	2	3	4

Закінчення таблиці 1.2

	1	2	3	4
1	Реовіруси, аденовіруси, ротавіруси, антиген вірусу гепатиту А, ентеровіруси	БУО/дм^3	Відсутність	Відсутність

Таблиця 1.3 – Мікробіологічні показники якості води питної [2]

№	Найменування показника	Одиниці вимірювання	Норматив	
			Вода систем централізованого питного водопостачання	Вода нецентралізованого питного водопостачання
	1	2	3	4
1	Синьогнійна паличка	КУО/см^3	Не визначають	Відсутність
2	Число коліфагів в 1 дм^{3}води, що досліджують	БУО/дм^3	Відсутність	Відсутність
3	Число патогенних мікроорганізмів 1 дм^{3}води, що досліджують	КУО/дм^3	Відсутність	Відсутність
4	Спори клостридій	Наявність / 20 дм^3	Відсутність	Відсутність
5	Число бактерій в 1 дм^3 води, що досліджують (ЗМЧ) за 22 °С	КУО/дм^3	Не визначають	20
6	Число бактерій в 1 дм^3 води, що досліджують (ЗМЧ) за 37 °С	КУО/дм^3	100	20
7	Число бактерій групи кишкових паличок (коліформних мікроорганізмів) в 1 дм^3 води, що досліджують (індекс БГКП)	КУО/дм^3	3	Відсутність
8	Число термостабільних кишкових паличок у 100 дм^3 води,що досліджують	КУО/100 дм^3	Відсутність	Відсутність

Таблиця 1.4 – Паразитологічні показники якості води питної

№	Найменуваня показника	Одиниці вимірювання	Норматив	
			Вода систем централізованого питного водопостачання	Вода нецентралізованого питного водопостачання
1	Число кишкових найпростіших у 50 $дм^3$ води, що досліджують	(Клітини, цисти)/50 $дм^3$	Відсутність(1)	Відсутність(1)
2	Число кишкових гельмінтів у 50 $дм^3$води,що досліджують	(Клітини, личинки, яйця)/50 $дм^3$	Відсутність(1)	Відсутність(1)
(1)Визначають один раз на рік під час повного аналізу води та за епідпоказниками.				

Радіаційну безпеку питної води визначають за допустимими рівнями, наведеними в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 – Показники радіаційної безпеки питної води[2]

№	Найменування показника	Одиниці вимірювання	Норматив	
			Вода систем централізованого питного водопостачання	Вода нецентралізованого питного водопостачання
1	Сумарна об'єм на активність α – випромінювачів (Σα –активність)	Бк/$дм^3$	0,1	0,1
2	Сумарна об'єм на активність β – випромінювачів (Σβ -активність)	Бк/$дм^3$	1,0	1,0

За мікологічними показниками (мікроміцети) питна вода має відповідати нормативам, наведеним у таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 – Мікологічні показники якості води питної

№	Найменування показника	Одиниці вимірювання	Норматив	
			Вода систем централізованого питного водопостачання	Вода нецентралізованого питного водопостачання[(1)]
1	Мікроміцети	КУО /100 см^3	Відсутність	Відсутність
[(1)] Взагалі не має бути *Aspergillus fumigatus, Aspergillus nigor, Penicillum expangum*				

За органолептичними показниками якості, що впливають на органолептичні властивості, питна вода має відповідати нормативам, наведеним у таблиці 1.7

Таблиця 1.7 – Органолептичні показники якості води питної

№	Найменування показника	Одиниці вимірювання	Норматив	
			Вода систем централізованого питного водопостачання	Вода нецентралізованого питного водопостачання
1	Запах за 20 ºС	Бали	2	0
2	Запах під час нагрівання до 60 ºС	Бали	2	1
3	Смак і присмак	Бали	2	0
4	Кольоровість	Градуси	20	5
5	Каламутність	НОК	2,5	0,5

Питна вода повинна відповідати «Державними санітарними правилами і нормами «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4-171-10)» від 12.05.2010 року. [3]

Таблиця 1.8 – Показники токсичності питної води.[3]

№	Найменування показника	Одиниці вимірювання	Норматив	
			Вода систем централізованого питного водопостачання	Вода нецентралізованого питного водопостачання
	1	2	3	4
1	*Ceriodaphnia affinis*	Число загиблих особин і зменшення кількості нових особин за 7 ± 1 діб	Не визначають	Відсутність

Закінчення таблиці 1.8

	1	2	3	4
2	*Drosophila melanogaster Mg*	Частота виникнення домінантних летальних мутацій за 72 години.	Не визначають	Відсутність
3	*Tetrahymena pyriformis*	Зменшення темпу зростання кількості інфузорій за 24 години	Не визначають	Відсутність
4	*Salmonella thyphimurium*	Відхилення сукупної мутагенної активності гена umuC у бактеріях *Salmonella typhimurium* за 4 години.	Не визначають	Відсутність

1.4.2 Вимоги до якості та безпечності цукру білого та ячменю

Цукор для приготування квасу «Старокиївський» повинен відповідати вимогам ДСТУ 4623:2023 «Цукор білий. Технічні умови». [14]

За органолептичними показниками цукор повинен відповідати вимогам зазначеним у таблиці 1.9.

Таблиця 1.9 – Органолептичні показники цукру кристалічного[14]

Показник	Характеристика показника
Зовнішній вигляд	Колір має бути білим та чистим без плям та зайвих домішок. Для напівбілого цукру допускається відтінок жовтого кольору. Кристалічний цукор має бути без грудочок та мати сипкість.
Смак і запах	У сухому цукрі та його водному розчині не повинно бути зайвих ароматів і смаків. Допускається незначний запах меляси тільки для напівбілого цукру.
Вміст домішок (чистота розчину)	Цукровий розчин має бути без осаду та домішок, прозорим. Опалесценція допустима для цукру напівбілого. Для цукрової пудри чистота не визначається.

За фізико–хімічними показниками кристалічний цукор повинен відповідати вимогам, зазначеним у таблиці 1.10.

Таблиця 1.10 – Фізико-хімічні показники кристалічного цукру [14]

Показник	Для екстра білого цукру	Для білого цукру		Для цукру напівбілого
		I кат.	II кат	
Поляризація, не менше як, %	99,8	99,7	99,7	99,5
Вміст вологи не більше як, % – цукор кристалічний – сахароза – цукрова пудра	0,06 0,06 0,02	0,06 0,06 0,02	0,06 0,06 0,002	0,1 – –
Інвертний цукор, не більше як, %	0,04	0,04	0,04	0,06
Зола кондуктометрична, не більше як: % бали	0,0108 6	0,027 15	0,04 22,2	0,05 –
Кольоровість, не більше як: - одиниці ICUMSA - бали умовні одиниці	22,5 3 –	45 6 –	90 12 –	195 – 1,5
Кольоровість у кристалах цукру, за еталоном не більше як: у балах не більше як:	2 4	3 6	4 8	– –
Феродомішки, не більше як, %,	0,0003			

За мікробіологічними показниками цукор має відповідати вимогам, які зазначені таблиці 1.11.

Таблиця 1.11 – Мікробіологічні показники цукру[14]

№	Показник	Значення
	1	2
1	КМАФАМ, КУО в 1 грамі, не більше як	$1,0 \cdot 10^3$
2	Плісеневі гриби, КУО в 1 грамі, не більше як	
3	Уміст дріжджів, КУО в 1 грамі, не більше як	

Закінчення таблиці 1.11

	1	2
4	Бактерії групи кишкових паличок (коліформи) в 1 грамі	Не дозволяють
5	Патогенні мікроорганізми, бактерії роду *Salmonella*, в 25 грамах	Не дозволяють

Вміст токсичних елементів в цукрі не повинен перевищувати допустимих рівнів, зазначених в таблиці 1.12.

Таблиця 1.12 – Допустимий рівень токсичних елементів в цукрі[14]

№	Показник	Допустиме значення, мг/кг, не більше як
1	Ртуть	0,01
2	Миш'як	1,0
3	Свинець	0,5
4	Кадмій	0,05

Вміст токсичних елементів, радіонуклідів і мікотоксинів та пестицидів у ячмені не повинен перевищувати допустимих рівнів, зазначених у таблицях 1.13 та 1.14.

Таблиця 1.13 – Допустимий рівень токсичних елементів у ячмені[31]

№	Показник	Допустимий рівень для ячменю, який використовують для:	
		Продовольчих технічних цілей та експорту	Кормових цілей
1	Свинець	0,5	5,0
2	Кадмій	0,1	0,3
3	Ртуть	0,03	0,1
4	Цинк	50,0	50,0
5	Мідь	10,0	30,0
6	Миш'як	0,2	0,5

Таблиця 1.14 – Допустимий рівень мікотоксинів, радіонуклідів та пестицидів у ячмені[31]

Показник	Допустимий рівень для ячменю, який використовується для:	
	Продовольчих цілей та експорту	Кормових цілей
1	2	3
Мікотоксини		
Афлатоксин В1	0,005	0,025-0,1
Зеараленон	1,0	2,0-3,0

Закінчення таблиці 1.14

1	2	3
Т-2 токсин	0,1	0,2
Вомітоксин	1,0	0,5
Патулін	Не регламентується	
Радіонукліди		
Цезій (Cs^{137})	0,4	0,4
Стронцій (Sr^{90})	1,8	1,8
Пестициди		
Перелік пестицидів узгоджується зі службами Міністерства охорони здоров'я України		

1.5 Показники якості та безпеки готової продукції

За органолептичними показниками, згідно ДСТУ 4069:2016 «Напої безалкогольні. Загальні технічні умови», квас «Старокиївський» повинен відповідати вимогам, зазначеним у таблиці 1.13.[5]

Таблиця 1.15 – Характеристика органолептичних показників квасу.[5]

Найменування показника	Характеристика
1	2
Зовнішній вигляд	Непрозора рідина. Допускається наявність суспензій або осаду частинок хлібних припасів, без насіння і сторонніх включень,не властивих продукту
Колір	Від світло-коричневого до темно-коричневого
Смак	Кислувато-солодкий, хлібний, з незначно вираженою гіркотою або без неї
Аромат	Житнього хліба

Додаткові вимоги до органолептичних показників встановлює виробник у технологічній інструкції або рецептурі на кожну назву безалкогольного напою.

За фізико-хімічними показниками квас повинен відповідати вимогам, зазначеним у таблиці 1.14.

Таблиця 1.16 – Фізико-хімічні показники хлібного квасу[5]

Найменування показника	Показник
Масова частка сухих речовин,%	не менше як 3,5
Кислотність $см^3$, 1 моль/$дм^3$ розчину гідроксиду натрію на 100 $см^3$ напою	від 1,5 до 7,0
Масова частка двоокису вуглецю, %, не менше ніж	0,30
Об'ємна частка спирту, %, не більше ніж	1.2

Мікробіологічні показники хлібного квасу повинні відповідати вимогам зазначеним у таблиці 1.15.

Таблиця 1.17 – Мікробіологічні показники хлібного квасу[5]

Показник	Напої бродіння		Напої на зерновій сировині	Штучно мінералізовані води
	На чистих культурах	На джіжджах		
КМАФАМ, КУО/ ($см^3$,г) не більше як:	Не допускається	Не допускається	Не допускається	100
Дріжджі та плісняви, КУО/ ($см^3$,г) не більше як:	Не допускається	Не допускається	Не допускається	Не допускається
Бактерії групи кишкових паличок, ($см^3$,г)	1	0,1	333	333
Кількість молочнокислих бактерій КУО/ ($см^3$,г)	Не допускається	Не допускається	Не допускається	Не допускається

Показники безпеки готової продукції повинні відповідати вимогам зазначеним у таблиці 1.16.

Таблиця 1.18 – Показники безпеки хлібного квасу[5]

Вміст токсичних елеменітів, мг/кг, не більше ніж:	
1	2
Показник	Допустимий рівень
Кадмій	0,03
Миш'як	0,1
Ртуть	0,005
Мідь	3,0

Закінчення таблиці 1.18

1	2
Цинк	10,0
Свинець	0,3
Вміст радіонуклідів, Бк/кг, не більше ніж:	
^{137}Cs (цезій-137)	20
^{90}Sr (стронцій-90)	20

1.6 Опис технологічного процесу виробництва хлібного квасу

Квас – це напій з приємним солодко-кислим смаком, ароматом житнього хліба та кольором, що варіюється від світло до темно-коричневого. Він містить незначну кількість алкоголю (0,4-0,6%), тому вважається безалкогольним продуктом. [11]

Сировиною для виробництва хлібного квасу є житній солод, житнє борошно, ячмінний солод, цукор та інші інгредієнти. Технологічний процес приготування хлібного квасу включає такі основні етапи:

- приготування білого цукрового сиропу.
- приготування квасного сусла.
- підготовка закваски культур мікроорганізмів.
- зброджування квасного сусла.
- купажування квасу.
- розлив квасу.

Приготування цукрового сиропу

Для виготовлення хлібного квасу використовують цукровий сироп – концентрований водний розчин цукру-піску, який містить 60-65% сухих речовин. Його готують у сироповарочних апаратах.

Цукровий сироп можна приготувати гарячим або холодним способом:

Гарячий метод: Воду в сироповарці нагрівають до кипіння, після чого додають цукор. Цукор розчиняють під постійним нагріванням і розмішуванням. Після повного розчинення сироп доводять до кипіння і видаляють утворену піну, яка може погіршити смак і викликати помутніння напою. Кип'ятіння припиняють, коли масова частка сухих речовин у сиропі

досягає 60-65%. Потім сироп охолоджують, фільтрують і зберігають у спеціальних збірниках.

Холодний метод: Цукор розчиняють у воді при температурі 60-70°C, після чого сироп фільтрують і охолоджують.

Охолоджений сироп готовий до подальшого використання у виробництві хлібного квасу.[11]

Приготування концентрату квасного сусла

Концентрат квасного сусла (ККС) – це важливий напівфабрикат для виготовлення квасу. Він являє собою густу рідину темно-коричневого кольору з кисло-солодким смаком і характерним ароматом житнього хліба. ККС повністю розчинний у воді і може мати опалесценцію в розчині. Він містить 68-72% сухих речовин, а його кислотність може варіюватися від 16 до 40 см³ 1-н розчину NaOH на 100 г концентрату. ККС має бути вільним від консервантів і механічних домішок.[11]

Виготовляють ККС з розварених житнього і кукурудзяного борошна, а також солодів. Сировиною можуть бути ячмінь, жито, житня і кукурудзяна мука. Співвідношення зернопродуктів залежить від якості та обладнання підприємства. Підготовлений сироп нагрівають і піддають тепловій обробці, потім додають ферментні препарати для додаткової обробки.

Приготування закваски культур мікроорганізмів

Для бродіння ККС використовують комбіновану закваску, що складається з дріжджів і молочнокислих бактерій. Молочнокислі бактерії перетворюють цукор на молочну кислоту, а дріжджі виробляють етиловий спирт і діоксид вуглецю.

Процес починається з додавання комбінованої закваски в спеціальний апарат для бактеріальних розчинів, де до неї додають пастеризований ККС і цукровий сироп. Молочнокисле бродіння триває 48 годин при певній температурі. Потім розчин перекачують в апарат для комбінованої закваски, де додають більшу частину пастеризованого ККС і дріжджі. Спільне бродіння триває близько 6 годин. Після цього половину отриманої закваски

використовують для поточного процесу, а решту зберігають для наступного циклу розмноження.

Зброджування квасного сусла

Бродіння квасного сусла здійснюється у бродильно-купажних або бродильних апаратах. Спочатку у апарат наливають квасне сусло та 1/4 цукру у формі цукрового сиропу. Суміш піддається бродінню при температурі 25-28°С до зниження вмісту сухих речовин на 1% і досягнення кислотності не менше 2 см³ на 100 см³ квасу. Температура постійно контролюється, щоб уникнути її підвищення.

Для полегшення бродіння і збільшення оцукрення вуглеводів додають мелений ячмінний солод у кількості 5 г на 1 дм³ сусла, який швидко оцукрюється (не більше 10 хвилин). Після завершення бродіння квас охолоджують до 5-7°С, відокремлюючи його від дріжджів. Дріжджі осідають у дріжджовідділювачі, а квас перекачують у купажний апарат.

Під час бродіння поживні речовини перетворюються на цукор, етиловий спирт, органічні кислоти і діоксид вуглецю. Низька температура сприяє насиченню квасу діоксидом вуглецю. Для підвищення вмісту молочної кислоти можна використовувати комбіновану закваску або висушені культури, додаючи їх у сусло перед додаванням цукру і проведенням бродіння.

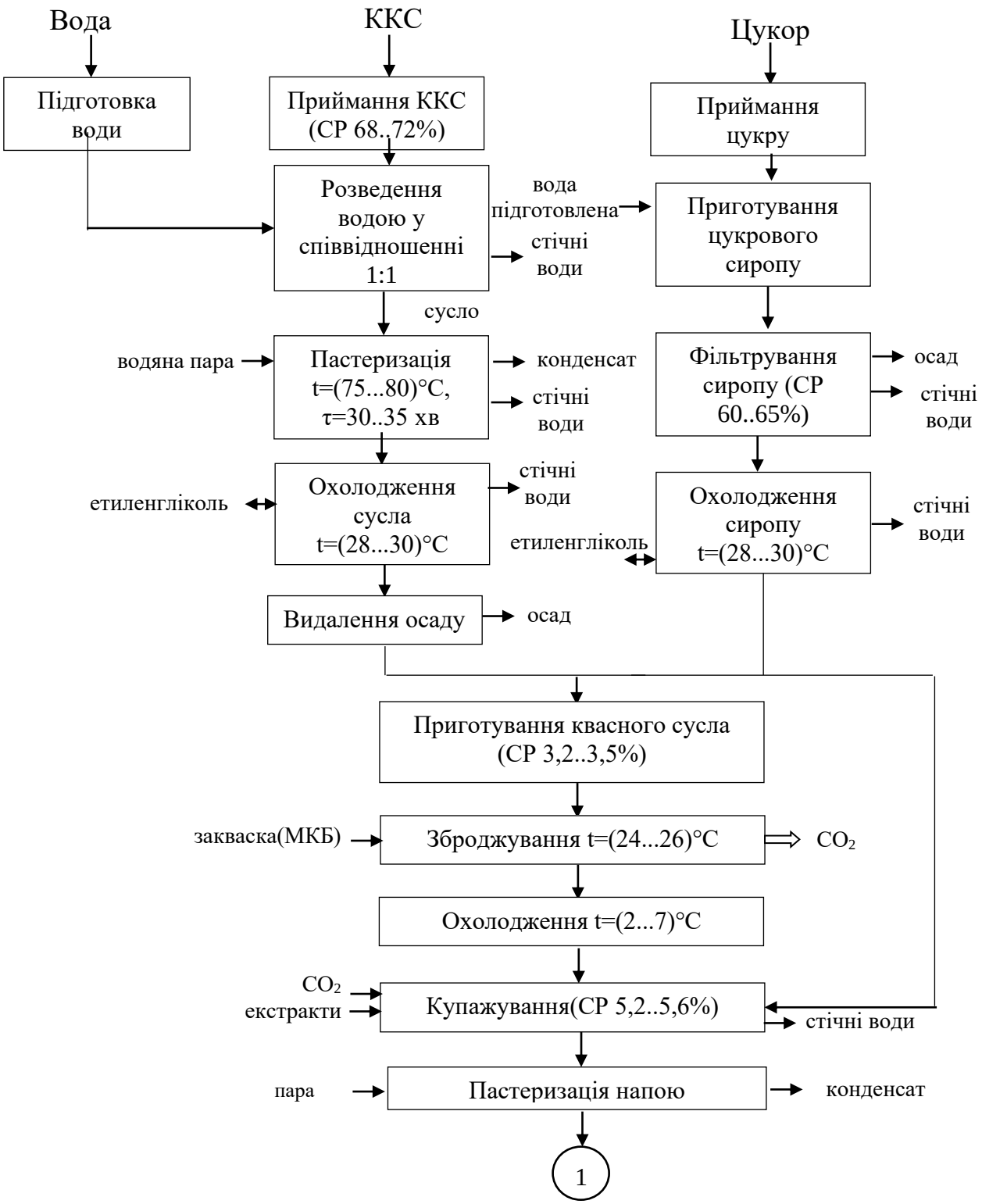
Купажування і розлив квасу

Після видалення осаду мікроорганізмів зброджене сусло купажують, додаючи білий цукровий сироп до досягнення необхідного вмісту сухих речовин. Готовий квас розливають у автоцистерни, ізотермічні автоцистерни, бочки, кеги або пляшки.

Після купажування квас перевіряють на відповідність встановленим стандартам, розмішують і насичують діоксидом вуглецю. Щоб зберегти смакові та ароматичні якості квасу і запобігти втраті діоксиду вуглецю, розлив проводять в ізобарних умовах. Гарантійний строк зберігання хлібного квасу становить 2 доби при температурі, що не перевищує 12°С.[11]

1.6.1 Принципова технологічна схема виробництва хлібного квасу «Старокиївський»

На рисунку 1.7 зображена принципова технологічна схема виробництва хлібного квасу «Старокиївський».



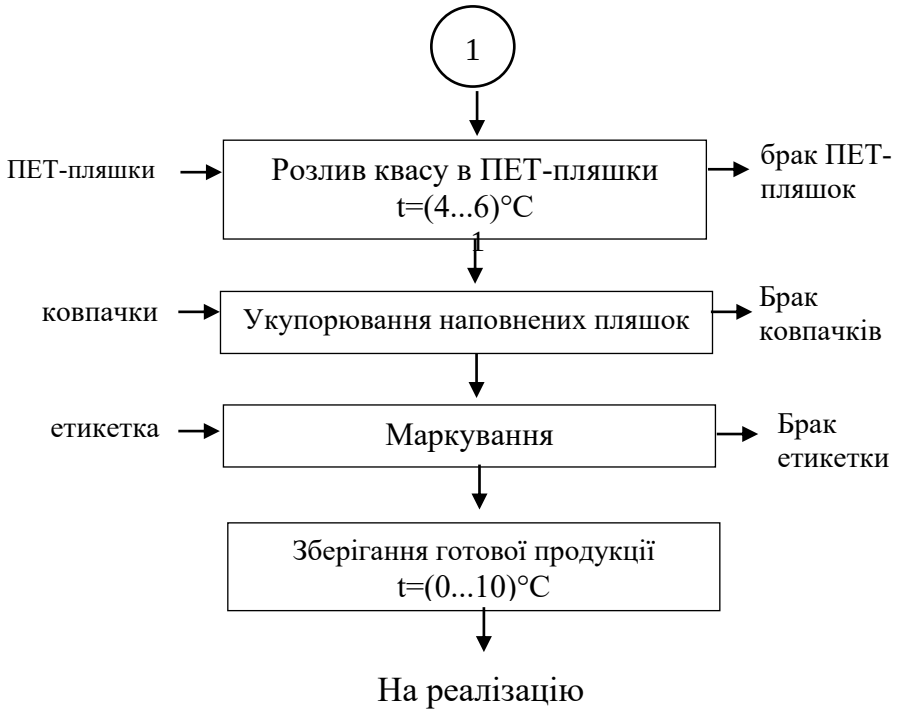


Рисунок 1.7 – Принципова технологічна схема виробництва хлібного квасу «Старокиївський».

1.6.2 Апаратурно-технологічна схема виробництва квасу

Виготовлення квасу «Старокиївський» розпочинається із підготовки води – основний компонент напою. Вода проходить через декілька етапів – очищення, а також знезараження.

Згідно з апаратурно-технологічною схемою виробництво хлібного квасу починається із приготування квасного сусла, а саме його концентрату. ККС розчиняють в підготовленій воді у відношенні 1:1.

Сировину – зерно ячменю подають через транспортер *(1)* і зважують на вагах *(2)*. Далі через підйомник *(3)* та подають насосом *(6)* через сітчастий фільтр *(5)*.

Паралельно готують цукровий сироп у ємності (8), куди із теплообмінника *(7)* подають воду при температурі 45 ºС, частину цукрового сиропу подають через автоматичні ваги *(11)* у дозатор *(9)*, де відбувається етап розведення концентрату квасного сусла.

Далі воду, пар, ККС та цукровий сроп подають у апарат для

молочнокислих бактерій *(16)*, а в апараті *(15)* чисту культуру дріжджів.

Наступним етапом є приготування закваски в апараті *(20)*, в який подають повітря та молочнокислі бактерії, які додають квасу характерний аромат й смак, при температурі 25 – 27 ºС . Зброджування готують до того моменту, доки не буде досягнуто очікуваний рівень насиченості й кислотності готового напою.

Готову закваску направляють у бродильно-купажний апарат *(18)*, де відбувається зброджування суміші 2 – компонентною комбінованою заквaскою. Із бродильно-купажного апарату *(18)* осад насосом *(6)* подають у збірник для дріжджів *(17)*.

Готовий хлібний квас «Старокиївський» подають у автоцистерну *(19)* для подальшої реалізації.

РОЗДІЛ 2
ЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТОВ «ПИВОВАРНЯ ЗІБЕРТА» ТА ОЦІНКА ЙОГО ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ

2.1 Джерела утворення стічних вод на ТОВ «Пивоварня Зіберта»

У пивоварінні вода відіграє важливу роль, виконуючи різні функції, такі як охолодження сусла, видалення залишків солоду і хмелю, миття обладнання та інші обслуговуючі процеси.

Згідно з дослідженням, на виробництво одного декалітра пива витрачається 0,9 м³ оборотної води, яка використовується повторно, і 0,16 м³ свіжої води. Із цієї кількості, 0,1 м³ спрямовується на технічні потреби, а 0,06 м³ – на питні та виробничі цілі.

У процесі виробництва одного декалітра пива утворюється 0,148 м³ стічних вод, з яких 0,08 м³ є виробничими стоками, а 0,018 м³ – побутовими. Втрати води та безповоротне її використання складають 0,12 м³.

На ТОВ «Пивоварня Зіберта» стічні води утворюються на всіх етапах виробництва, починаючи з очищення та замочування сировини, до розливу пива і охолодження сусла. Значна кількість стічних вод також утворюється під час миття обладнання, включаючи бродильні чани, котли для варіння сусла та інше технологічне устаткування. Окремі підрозділи підприємства, такі як цехи приготування сусла та бродильні відділення, також є джерелами утворення стічних вод.[1]

Основні джерела утворення стічних вод на виробництві – різноманітні виробничі підрозділи:

– цех приготування сусла;

– бродильне відділення;

– варильний цех;

– відділення фільтрації;

– відділення розливу;

– мийні операції;

– котельні, компресорні;

– транспортний цех

– туалети, душові;

– їдальні.

2.2 Характеристика стічних вод від ТОВ «Пивоварня Зіберта»

Органічні кислоти, такі як молочна, масляна і оцтова, спричиняють окислення середовища. Стічні води, що утворюються на пивоварному заводі, характеризуються високою концентрацією забруднювачів. Наприклад, води, які виникають під час миття і замочування зерна, а також при видаленні відпрацьованого хмелю, містять завислих речовин у кількості 10 000-15 000 мг/дм³, а їх біохімічне споживання кисню ($БСК_5$) варіюється від 5000 до 10 000 мг/дм³. Ці стоки становлять приблизно 27% від загального обсягу стічних вод.[5]

Стічні води з дріжджових цехів містять значну кількість органічних речовин, таких як залишки олій, дріжджові клітини, білки і вуглеводи. $БСК_5$ таких вод коливається від 1200 до 3000 мг/дм³, а вміст завислих речовин становить від 500 до 2000 мг/дм³.

У солодових цехах ТОВ «Пивоварня Зіберта» стічні води містять розбавлені розчини цукрів, камедей, білків і неорганічних солей. При виготовленні пива з солоду стоки можуть містити до 222 мг/дм³ $БСК_5$ і до 53,9 мг/дм³ хлоридів.

Стічні води пивоварні багаті на хімічні кислоти, цукри, крохмаль, етанол та леткі жирні кислоти, що призводить до високого рівня хімічного споживання кисню (ХСК). Температура таких вод зазвичай коливається від 25°C до 38°C.

Через значні тимчасові коливання в обсязі та концентрації стічних вод у процесі виробництва напоїв спостерігаються залпові скиди. Рівень pH також

змінюється, але здебільшого залишається лужним. Залпові скиди можуть бути викликані виливами відпрацьованих миючих розчинів і дезінфікуючих засобів у каналізаційну систему заводу, що може підвищувати pH стоків до значень більше 11.

Отже, pH стічних вод може змінюватися від 2 до 12 залежно від типу і кількості хімічних речовин, що використовуються у виробництві та митті обладнання. Однак загальна суміш стічних вод зазвичай має слабколужний pH, близький до нейтрального.

У таблиці 2.1 наведено хімічні показники стічних вод,які утворюються на ТОВ «Пивоварня Зіберта».

Таблиця 2.1 – Хімічні показники стічних вод на ТОВ «Пивоварня Зіберта»

Показник	Значення
ХСК	2500 мг O_2/дм^3
$БСК_{повн}$	2000 мг O_2/дм^3
Завислі речовини	1500 мг/дм^3
pH	5-10
Температура	18-25 °C
Амонійний азот	38 мг/дм^3
Фосфати	25 мг/дм^3
СПАР	20 мг/дм^3

Хімічні дезінфектанти на основі хлору використовуються для знищення шкідливих мікроорганізмів у стічних водах пивоварних заводів, а також для забезпечення безпеки продукції для споживачів.

2.3 Аналіз існуючих способів очищення стічних вод на ТОВ «Пивоварня Зіберта»

Виробничі стічні води, що утворюються на ТОВ «Пивоварня Зіберта», спочатку змішуються з господарсько-побутовими стічними водами, а потім безпосередньо скидаються у міську каналізаційну систему Фастова без

попереднього очищення на локальних очисних спорудах заводу. Це відбувається через відсутність на підприємстві власних очисних споруд, здатних здійснювати очищення стічних вод перед їх відведенням у міську каналізацію.

Такий метод прямого відведення стічних вод у міську каналізаційну систему може мати негативний вплив на навколишнє середовище, оскільки забруднювачі, що містяться у цих водах, не проходять попереднього очищення і потрапляють безпосередньо у водойми та природу.

2.4 Характеристика інших екологічних проблем даного підприємства та можливі способи їх вирішення

2.4.1 Джерела та характеристика викидів на підприємстві

ТОВ «Пивоварня Зіберта», як і будь-яке інше підприємство харчової промисловості, є джерелом викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря. Ці викиди утворюються в результаті роботи технологічного обладнання, спалювання палива в котельні, роботи автотранспорту, а також внаслідок випаровування з відкритих поверхонь ємностей, резервуарів.

Основними джерелами організованих викидів на пивоварні є:

- димові труби котельні, де спалюється природний газ для виробництва пари та гарячої води;
- витяжні вентиляційні системи виробничих цехів (варильного, бродильного, лагерного відділень, цеху розливу);
- аспіраційні системи складів солоду;

До неорганізованих джерел викидів належать:

- ємності для зберігання сировини та напівпродуктів (солоду, хмелю, дріжджів);
- майданчики для зберігання відходів (пивної дробини, дріжджів, скла, пластику);
- автотранспорт, що здійснює доставку сировини та вивезення готової продукції.

Основними забруднюючими речовинами, що містяться у викидах пивоварні, є:

- продукти згоряння природного газу (оксиди вуглецю, азоту, сірки, водяна пара);
- пил солоду, хмелю, борошна, дріжджів;
- леткі органічні сполуки (спирти, ефіри, альдегіди, кетони);
- вуглекислий газ від бродіння пива.

Кількісні та якісні характеристики викидів залежать від потужності підприємства, виду та якості сировини, особливостей технологічного процесу, ефективності роботи очисного обладнання.

Згідно з даними інвентаризації викидів, загальний обсяг викидів забруднюючих речовин від стаціонарних джерел ТОВ «Пивоварня Зіберта» становить 120-150 т/рік, в тому числі речовини, що наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Речовини та об’єм їх викиду від стаціонарних джерел ТОВ «Пивоварня Зіберта»

Речовина, що викидається	**Об’єм викиду, т/рік**
Оксиди вуглецю	80-100
Оксиди азоту	25-30
Діоксид сірки	5-7
Пил	10-15
Леткі органічні сполуки	3-5

Для оцінки впливу викидів пивоварні на стан атмосферного повітря проводяться розрахунки розсіювання забруднюючих речовин з використанням спеціалізованих програмних комплексів (наприклад, «ЕОЛ»). Розрахунки виконуються для всіх забруднюючих речовин з врахуванням їх фізико-хімічних властивостей, параметрів джерел викидів (висота, діаметр, швидкість та температура газів), характеристик рельєфу місцевості та метеорологічних умов.

За результатами розрахунків визначаються максимальні приземні концентрації забруднюючих речовин на межі санітарно-захисної зони (СЗЗ) та на межі найближчої житлової забудови. Отримані значення порівнюються з гранично допустимими концентраціями (ГДК) забруднюючих речовин в атмосферному повітрі населених місць.

Згідно з останніми даними розрахунків розсіювання, максимальні приземні концентрації забруднюючих речовин на межі СЗЗ пивоварні не перевищують 0,5 ГДК, а на межі житлової забудови - 0,2 ГДК. Це свідчить про те, що викиди підприємства не чинять значного негативного впливу на якість атмосферного повітря в зоні його впливу.

Для забезпечення дотримання нормативів гранично допустимих викидів (ГДВ) на підприємстві впроваджено ряд заходів з охорони атмосферного повітря:

1. Використання природного газу замість інших видів палива (вугілля, мазуту);

2. Регулярний контроль та очищення димових газів котельні;

3. Герметизація технологічного обладнання та трубопроводів;

4. Встановлення високоефективних пиловловлюючих установок на ділянках подрібнення та транспортування сипучих матеріалів;

5. Використання сучасних систем уловлювання та утилізації летких органічних сполук;

Для контролю за дотриманням встановлених нормативів викидів на підприємстві запроваджено систему виробничого екологічного моніторингу, яка включає:

1. Інструментальний контроль вмісту забруднюючих речовин у димових газах котельні та вентиляційних викидах;

2. Контроль вмісту пилу на робочих місцях в цехах;

3. Контроль якості атмосферного повітря на межі СЗЗ та в зоні впливу підприємства;

4. Контроль метеорологічних параметрів (швидкості та напрямку вітру, температури та вологості повітря).

Результати моніторингу реєструються в спеціальних журналах та передаються в державні органи екологічного контролю у встановленому порядку.

Важливим напрямком зниження викидів забруднюючих речовин в атмосферу є також підвищення екологічної свідомості та відповідальності персоналу підприємства. Для цього на пивоварні регулярно проводяться навчання та інструктажі з питань охорони навколишнього середовища, впроваджуються системи екологічного менеджменту відповідно до міжнародних стандартів серії ISO 14000.

У перспективі планується подальше вдосконалення системи очищення димових газів та вентиляційних викидів, а також перехід на використання відновлюваних джерел енергії (сонячних батарей, теплових насосів) для зниження споживання природного газу та відповідних викидів парникових газів.

Таким чином, ТОВ «Пивоварня Зіберта» приділяє значну увагу питанням охорони атмосферного повітря та зниження негативного впливу своєї діяльності на довкілля. Завдяки впровадженню сучасних технологічних та природоохоронних рішень, а також ефективній системі екологічного менеджменту, підприємство забезпечує дотримання встановлених нормативів викидів та мінімізує свій вплив на якість атмосферного повітря в регіоні.

2.4.2 Рекомендовані способи очищення атмосферного повітря на підприємстві

Для зниження викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря на ТОВ «Пивоварня Зіберта» рекомендується впровадити комплекс технологічних та природоохоронних заходів, спрямованих на попередження утворення, уловлювання та знешкодження забруднюючих речовин.

Основними напрямками зниження викидів від стаціонарних джерел є:

1. Модернізація котельні з встановленням сучасних котлів з низьким рівнем викидів оксидів азоту та вуглецю, а також системи очищення димових газів (циклонів, фільтрів, скруберів).

2. Встановлення високоефективних газоочисних установок на витяжних системах виробничих цехів (рукавних фільтрів, електрофільтрів, абсорберів, адсорберів) для уловлювання пилу, летких органічних сполук, аміаку та інших забруднюючих речовин.

3. Герметизація технологічного обладнання (варильних котлів, бродильних та лагерних танків) та трубопроводів, встановлення системи уловлювання та утилізації парів спирту та вуглекислого газу.

4. Удосконалення системи аспірації та пиловловлювання на ділянках подрібнення та транспортування солоду, дробини, хмелю (встановлення циклонів, рукавних фільтрів, зрошувальних камер).

Для зниження неорганізованих викидів рекомендуються такі заходи:

1. Встановлення понтонів або плаваючих дахів на резервуарах для зберігання пива, дріжджів, сусла для запобігання випаровуванню летких органічних сполук.

2. Укриття місць розвантаження та зберігання сипучих матеріалів (солоду, хмелю) та відходів (дробини, дріжджів) з встановленням системи аспірації та пиловловлювання.

3. Використання закритих конвеєрів та пневмотранспорту для переміщення сипучих матеріалів замість відкритих стрічкових конвеєрів.

4. Регулярне прибирання та миття території підприємства, своєчасний вивіз відходів на утилізацію для запобігання пилоутворенню.

Для зниження викидів від пересувних джерел (автотранспорту) рекомендується:

1. Поступова заміна автомобілів з дизельними двигунами на автомобілі з газобалонним обладнанням або електродвигунами.

2. Використання якісного пального з низьким вмістом сірки та інших домішок.

3. Регулярне технічне обслуговування та контроль за технічним станом автотранспорту.

4. Оптимізація маршрутів руху та графіків доставки сировини і готової продукції для зменшення пробігу та часу простою автомобілів з працюючими двигунами.

Важливим елементом системи очищення атмосферного повітря на підприємстві є також створення санітарно-захисної зони (СЗЗ) навколо джерел викидів. СЗЗ призначена для забезпечення необхідного розриву між промисловою та житловою забудовою, а також для поглинання та розсіювання забруднюючих речовин в атмосфері.

Згідно з діючими нормативами, для пивоварних заводів встановлюється СЗЗ розміром 50-100 м залежно від потужності підприємства та обсягів викидів. На території СЗЗ забороняється розміщення житлових будинків, дитячих та медичних закладів, зон відпочинку.

Для оптимізації процесу розсіювання забруднюючих речовин та зниження їх приземних концентрацій рекомендується виконати озеленення території СЗЗ шляхом висадки дерев та кущів, створення газонів та клумб. Зелені насадження виконують роль природного фільтру, поглинаючи пил та газоподібні домішки з повітря, а також сприяють поліпшенню мікроклімату та естетичного вигляду території підприємства.

Для обґрунтування достатності та ефективності запропонованих заходів зі зниження викидів необхідно виконати повторні розрахунки розсіювання забруднюючих речовин в атмосфері з урахуванням зміни параметрів джерел викидів та впровадження нових газоочисних установок. За результатами розрахунків визначаються нові значення приземних концентрацій на межі СЗЗ та житлової забудови і порівнюються з відповідними гігієнічними нормативами (ГДК, ОБРВ).

У разі перевищення нормативів необхідно передбачити додаткові заходи зі зниження викидів або збільшення розміру СЗЗ до розмірів, що

забезпечують дотримання нормативних вимог до якості атмосферного повітря.

Після впровадження запропонованих заходів на підприємстві має бути організовано регулярний виробничий контроль за дотриманням встановлених нормативів гранично допустимих викидів (ГДВ) шляхом інструментальних вимірювань вмісту забруднюючих речовин у димових газах та вентиляційних викидах, а також за якістю атмосферного повітря на межі СЗЗ та в зоні впливу підприємства.

Результати контролю мають реєструватись у відповідних журналах та щоквартально передаватись в територіальні органи Державної екологічної інспекції. У разі виявлення перевищень встановлених нормативів підприємство має вжити невідкладних заходів щодо усунення причин забруднення та привести викиди у відповідність до ГДВ.

Крім того, для забезпечення прозорості та інформування громадськості про вплив підприємства на довкілля рекомендується щорічно готувати та оприлюднювати на сайті підприємства та в місцевих ЗМІ екологічний звіт, який містить інформацію про обсяги викидів забруднюючих речовин, заходи зі зниження негативного впливу на атмосферне повітря, результати виробничого екологічного контролю та моніторингу стану довкілля.

Також доцільно налагодити співпрацю з місцевими органами влади, громадськими екологічними організаціями та науковими установами для проведення спільних досліджень стану атмосферного повітря в регіоні, розробки та реалізації програм зі зниження викидів та поліпшення якості довкілля, проведення інформаційно-просвітницьких заходів з питань охорони атмосферного повітря.

Впровадження запропонованих рекомендацій дозволить ТОВ «Пивоварня Зіберта» суттєво знизити викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря, забезпечити дотримання встановлених екологічних нормативів та зменшити негативний вплив на здоров'я населення та стан довкілля в регіоні. Це сприятиме поліпшенню екологічного іміджу підприємства, зростанню

довіри з боку споживачів та інвесторів, а також створить передумови для сталого розвитку виробництва в гармонії з навколишнім природним середовищем.

2.4.3 Джерела утворення та характеристика відходів на ТОВ «Пивоварня Зіберта»

Процес виробництва квасу та пива на ТОВ «Пивоварня Зіберта» супроводжується утворенням значної кількості відходів різного походження, агрегатного стану та ступеня небезпеки. Відходи утворюються на всіх стадіях технологічного процесу - від приймання та зберігання сировини до пакування та відвантаження готової продукції.[6]

Основними джерелами утворення відходів на пивоварні є:

Солодовий цех, де відбувається подрібнення та затирання солоду. На цій стадії утворюються такі відходи як солодові ростки, солодовий пил, дробина (залишки солоду після фільтрування затору). Солодові ростки містять білки, вуглеводи, мінеральні речовини і є цінною кормовою добавкою для худоби. Дробина також використовується як корм для тварин або як сировина для виробництва біогазу.

Варильний цех, де відбувається кип'ятіння сусла з хмелем. Основним відходом на цій стадії є хмелева дробина (залишки хмелю після фільтрування сусла), яка містить гіркі речовини, ефірні олії, поліфеноли. Хмелева дробина може використовуватись як добриво або як сировина для виробництва ефірних олій, поліфенольних екстрактів, активованого вугілля.

Бродильний цех, де відбувається зброджування сусла за допомогою пивних дріжджів. Основним відходом на цій стадії є відпрацьовані пивні дріжджі, які містять білки, вітаміни, мінеральні речовини. Дріжджі використовуються як кормова добавка для тварин, а також як сировина для виробництва дріжджових екстрактів, автолізатів, біологічно активних добавок.

Фільтраційний цех, де відбувається освітлення та стабілізація пива. Основним відходом на цій стадії є кізельгур (діатоміт) - природний матеріал,

який використовується як фільтруючий засіб. Відпрацьований кізельгур містить залишки дріжджів, білків, полі фенолів і може використовуватись як добриво або як сорбент для очищення води та повітря.

Цех розливу, де відбувається пакування пива в пляшки, банки, кеги. На цій стадії утворюються такі відходи як бій скла, полімерні відходи (етикетки, плівка, кришки), металеві відходи (кроненпробки, кеги). Ці відходи збираються окремо і передаються на утилізацію спеціалізованим підприємствам.

Котельня, де відбувається спалювання природного газу для виробництва пари та гарячої води. Основними відходами котельні є золошлакові відходи, які містять оксиди кремнію, алюмінію, заліза, кальцію, магнію та інших елементів. Золошлакові відходи можуть використовуватись як наповнювачі для виробництва будівельних матеріалів (цементу, бетону, цегли).

Крім того, на пивоварні утворюються також інші види відходів, такі як:

- відпрацьовані мастила та оливи від технологічного обладнання;
- відходи офісного паперу, картону, ламп освітлення;
- харчові відходи від їдальні;
- відходи від прибирання території (сміття, листя, гілки).

Загальний обсяг утворення відходів на ТОВ «Пивоварня Зіберта» становить 1500-2000 т/рік, в тому числі:

- солодові ростки та дробина - 500-700 т/рік;
- хмелева дробина - 100-150 т/рік;
- відпрацьовані пивні дріжджі - 200-300 т/рік;
- відпрацьований кізельгур - 50-70 т/рік;
- бій скла та полімерні відходи - 300-400 т/рік;
- золошлакові відходи - 200-300 т/рік;
- надлишковий активний мул та осади - 500-700 т/рік.

Усі відходи, що утворюються на підприємстві, підлягають паспортизації, обліку та класифікації за ступенем небезпеки згідно з діючими нормативними документами. На ТОВ «Пивоварня Зіберта» ведеться журнал

первинного обліку відходів, де реєструються дані про кількість, склад, клас небезпеки, місце утворення та напрямки передачі відходів.

Відповідно до класифікатора відходів ДК 005-96, основні види відходів пивоварні відносяться до таких класів небезпеки:

- солодові ростки, дробина, хмелева дробина, пивні дріжджі - IV клас (мало небезпечні);
- кізельгур, бій скла, полімерні відходи, золошлаки - IV клас (мало небезпечні);
- відпрацьовані мастила та оливи - III клас (помірно небезпечні);
- люмінесцентні лампи - I клас (надзвичайно небезпечні).

Для кожного виду відходів на підприємстві розроблено технічний паспорт відходу, який містить інформацію про найменування, походження, хімічний та морфологічний склад, фізико-хімічні властивості, клас небезпеки, кількість, методи визначення складу, місця розміщення, методи знешкодження та утилізації відходу.

Також на ТОВ «Пивоварня Зіберта» розроблено і впроваджено інструкції щодо поводження з відходами на всіх стадіях їх життєвого циклу - від утворення до знешкодження чи утилізації. Інструкції містять вимоги до збирання, сортування, маркування, пакування, транспортування, зберігання та передачі відходів спеціалізованим підприємствам.

Для тимчасового зберігання відходів на території пивоварні облаштовано спеціальні місця (контейнерні майданчики, складські приміщення), які відповідають санітарно-гігієнічним та протипожежним вимогам. Зберігання небезпечних відходів (відпрацьованих мастил, люмінесцентних ламп) здійснюється в окремих приміщеннях на стелажах або в закритих контейнерах з відповідним маркуванням.

Для зменшення обсягів утворення та накопичення відходів на підприємстві впроваджуються маловідходні та безвідходні технології, здійснюється контроль за нормами витрат сировини та матеріалів,

забезпечується роздільне збирання відходів, проводиться навчання персоналу щодо поводження з відходами.

Для забезпечення екологічно безпечного поводження з відходами ТОВ «Пивоварня Зіберта» співпрацює з спеціалізованими підприємствами, які мають ліцензії на збирання, зберігання, оброблення, утилізацію, знешкодження та захоронення відходів I-IV класів небезпеки. Зокрема, солодові ростки та пивна дробина передаються на корм худобі у фермерські господарства, пивні дріжджі - на підприємства з виробництва дріжджових екстрактів, скляні відходи - на склозаводи, полімерні відходи - на підприємства з виробництва полімерної сировини.

2.4.4 Рекомендовані способи утилізації відходів на ТОВ «Пивоварня Зіберта»

На основі аналізу джерел утворення та характеристик відходів на ТОВ «Пивоварня Зіберта» розроблено рекомендації щодо способів їх утилізації з урахуванням принципів циркулярної економіки, ресурсозбереження та екологічної безпеки.

Основними напрямками утилізації відходів пивоварні є:

1. Використання в якості кормів для тварин: солодові ростки, пивна дробина, хмелева дробина, пивні дріжджі є цінними кормовими добавками для великої рогатої худоби, свиней, птиці завдяки високому вмісту білків, вуглеводів, вітамінів та мінеральних речовин. Ці відходи можна згодовувати тваринам у свіжому, силосованому або висушеному вигляді як окремо, так і в складі комбікормів. При цьому важливо дотримуватись ветеринарно-санітарних вимог щодо якості та безпечності кормів.

2. Використання в якості добрив: солодові ростки, пивна дробина, хмелева дробина, відпрацьований кізельгур, надлишковий активний мул та осади очисних споруд містять значну кількість органічних речовин та біогенних елементів (азот, фосфор, калій), тому можуть використовуватись як органічні добрива для підживлення сільськогосподарських культур та поліпшення родючості ґрунтів. Перед внесенням у ґрунт ці відходи

необхідно витримати для знезараження, просушити та подрібнити до однорідної маси.

3. Використання для виробництва біогазу: солодові ростки, пивна дробина, хмелева дробина, пивні дріжджі, надлишковий активний мул та осади очисних споруд, харчові відходи їдальні містять значну кількість органічних речовин, які можуть бути зброджені в біогазових установках з отриманням біогазу (суміші метану та вуглекислого газу) та органічних добрив. Біогаз може використовуватись для виробництва електроенергії та тепла на власні потреби пивоварні або для постачання в мережу. Для ефективного зброджування відходи необхідно подрібнити, гомогенізувати та забезпечити оптимальні умови для життєдіяльності метаногенних бактерій (температуру, вологість, кислотність).

4. Використання в якості сировини для виробництва:

- пивні дріжджі можна використовувати для виробництва дріжджових екстрактів, автолізатів, гідролізатів, які застосовуються в харчовій промисловості як підсилювачі смаку та аромату, текстуратори, емульгатори, загущувачі. Дріжджові продукти також можна використовувати для виробництва косметичних засобів та кормових добавок.

- відпрацьований кізельгур можна використовувати для виробництва теплоізоляційних матеріалів, фільтруючих засобів для очищення води та повітря, наповнювачів для виробництва гуми, пластмас, паперу.

- бій скла можна повторно використовувати для виробництва скляної тари на склозаводах. Для цього бите скло необхідно відсортувати за кольором, відділити від сторонніх домішок (етикеток, кришок) та подрібнити до потрібної фракції.

- полімерні відходи (етикетки, плівку, кришки) можна повторно використовувати для виробництва полімерної сировини (гранул, пластівців) на спеціалізованих підприємствах. Для цього полімерні відходи необхідно відсортувати за видами пластмас, відділити від сторонніх домішок, подрібнити та гранулювати.

5. Використання в якості палива:

- золошлакові відходи котельні, які містять органічні рештки (вугілля, кокс), можна використовувати як тверде паливо в цементній промисловості або для виробництва будівельних матеріалів (цегли, бетону). Для цього золошлаки необхідно висушити та подрібнити до фракції менше 1 мм.

- відпрацьовані мастила та оливи можна використовувати як паливо для виробництва тепла в котельнях або в цементній промисловості після попереднього очищення від механічних домішок та води.

6. Передача на утилізацію та знешкодження спеціалізованим підприємствам: небезпечні відходи (люмінесцентні лампи, акумулятори, відпрацьовані мастила, електронне обладнання) необхідно передавати на утилізацію та знешкодження спеціалізованим підприємствам, які мають відповідні ліцензії та дозволи. Ці підприємства здійснюють демеркурізацію ламп, регенерацію мастил, переробку акумуляторів та електронних відходів з вилученням цінних компонентів (металів, пластмас) та знешкодженням небезпечних речовин.

Для реалізації запропонованих способів утилізації відходів на ТОВ «Пивоварня Зіберта» необхідно:

1. Провести детальну інвентаризацію відходів з визначенням їх обсягів, складу, властивостей та можливих напрямків утилізації.

2. Розробити та впровадити систему роздільного збирання відходів на місцях їх утворення з встановленням спеціальних контейнерів для кожного виду відходів.

3. Облаштувати майданчики та складські приміщення для тимчасового зберігання відходів згідно з санітарно-гігієнічними та протипожежними вимогами.

4. Укласти договори з фермерськими господарствами, сільськогосподарськими підприємствами, підприємствами харчової, комбікормової, м'ясо-молочної галузей на постачання відходів як кормової сировини або органічних добрив.

5. Розглянути можливість будівництва власної біогазової установки для переробки органічних відходів пивоварні або укласти договір з існуючими підприємствами, які мають біогазові установки.

6. Укласти договори з підприємствами, які використовують відходи пивоварні як сировину для виробництва (дріжджові заводи, підприємства з виробництва будівельних матеріалів, склозаводи, підприємства з переробки полімерів).

7. Укласти договори зі спеціалізованими підприємствами на утилізацію та знешкодження небезпечних відходів (ламп, акумуляторів, мастил, електронних відходів).

8. Забезпечити постійний облік відходів, контроль за дотриманням норм і правил поводження з відходами, проведення інструктажів та навчання персоналу.

9. Вести звітність щодо утворення, накопичення, передачі відходів, сплачувати екологічний податок за розміщення відходів згідно з вимогами законодавства.

Впровадження запропонованих рекомендацій дозволить ТОВ «Пивоварня Зіберта» суттєво зменшити обсяги відходів, які підлягають захороненню на полігонах, отримати додаткові економічні вигоди від утилізації відходів, а також поліпшити екологічний імідж підприємства.

При цьому важливо враховувати, що утилізація відходів потребує додаткових витрат на збирання, зберігання, транспортування та переробку відходів, а також на забезпечення відповідності продуктів утилізації встановленим вимогам до якості та безпечності.

Тому вибір способів утилізації відходів має ґрунтуватися на техніко-економічному обґрунтуванні з урахуванням наявних технологій, інфраструктури, логістики, ринків збуту, екологічних та соціальних факторів.

Крім того, пріоритетним напрямком поводження з відходами має бути запобігання та мінімізація їх утворення шляхом впровадження

ресурсоефективних та маловідходних технологій, оптимізації виробничих процесів, використання екологічно безпечної сировини та матеріалів.

Необхідно також забезпечити інформування та залучення працівників підприємства до процесу управління відходами, формування у них екологічної свідомості та відповідальності за стан довкілля.

В цілому, ефективне управління відходами на ТОВ «Пивоварня Зіберта» має базуватися на комплексному підході, який включає:

- дотримання ієрархії пріоритетів поводження з відходами (запобігання, мінімізація, повторне використання, переробка, утилізація, захоронення);
- впровадження найкращих доступних технологій та методів поводження з відходами;
- забезпечення відповідності вимогам законодавства та стандартів у сфері управління відходами;
- співпраця з усіма зацікавленими сторонами (органами влади, громадськістю, партнерами по бізнесу) для пошуку оптимальних рішень щодо поводження з відходами;
- постійне вдосконалення системи управління відходами на основі моніторингу, оцінки результатів та коригувальних дій.

РОЗДІЛ 3
РОЗРОБКА ТА ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД НА ТОВ «ПИВОВАРНЯ ЗІБЕРТА»

3.1 Обґрунтування технології очищення стічних вод ТОВ «Пивоварня Зіберта»

У процесі пивоваріння використовується велика кількість води для різних етапів, таких як змішування сировини, варіння, охолодження, миття обладнання та замочування зерна. Ці процеси генерують значну кількість виробничих стоків, що містять органічні речовини та хімічні сполуки, які потребують ефективного очищення перед скиданням у міську каналізаційну систему Фастова. Стічні води пивоварні мають високу концентрацію забруднювачів. На ТОВ «Пивоварня Зіберта» наразі відсутні спеціалізовані очисні споруди для обробки виробничих стоків, що призводить до скидання неочищених стічних вод у міську каналізацію. З екологічної точки зору, доцільно встановити локальні очисні споруди на території підприємства.

Анаеробно-аеробна технологія очищення стічних вод є екологічно ефективним і безпечним методом зниження забруднення стоків. Ця технологія підходить для очищення висококонцентрованих стічних вод з пивоварних підприємств, де рівень забруднення перевищує 2000 мгO^2/дм³ за показником хімічного споживання кисню (ХСК).

Технологія включає механічне очищення, анаеробне (метанове бродіння у метантенках) та аеробне доочищення (в аеротенках або біофільтрах). Механічне очищення здійснюється за допомогою граток, пісковловлювачів, первинних та вторинних відстійників. Гратки видаляють великі домішки, такі як папір, ганчірки, пляшки та гілки. Пісковловлювачі вилучають важкі мінеральні домішки, переважно пісок, зі стоків.

Аеробне очищення використовує мікроорганізми, які потребують постійного доступу кисню та оптимальної температури (20-40°C). Ці мікроорганізми розвиваються у вигляді активного мулу або біоплівки. Активний мул складається з організмів та твердих матеріалів, тоді як біоплівка утворюється на поверхні біофільтра. У процесі аеробного очищення використовуються бактерії, гриби, дріжджі та інші організми. Аеробне очищення може проводитися у природних умовах або у спеціальних спорудах. Процес аеробного очищення стічних вод зазвичай відбувається у аеротенках або біофільтрах. Аеротенки – це залізобетонні резервуари, що являють собою відкриті басейни, обладнані пристроями для примусової аерації. Біофільтри очищають стічні води фільтрацією через шар крупнозернистого матеріалу, покритого біоплівкою аеробних організмів.[5]

Анаеробне очищення відбувається без доступу повітря. У процесі метаногенезу органічні речовини розкладаються мікроорганізмами: гідролітиками, бродильниками, ацетогенами та метаногенами. Метанові археї, такі як *Methanosarcina, Methanosaeta (Methanothrix), Methanomicrobium* та інші, є ключовими у цьому процесі. Процес відбувається у герметичних метантенках або біореакторах, зроблених з бетону, металу або пластику.[5]

Біогаз, що утворюється під час анаеробного очищення в метантенку, подається та зберігається у газгольдері. Процес розкладу органічних сполук у стічних водах до метану та вуглекислого газу відбувається настільки ефективно, що до 95% цих сполук перетворюється в біогаз. Це призводить до мінімального утворення надлишкової біомаси, що є вигідною відмінністю анаеробних систем від аеробних. Біогаз можна очищати та спалювати, використовуючи отриману теплову енергію для виробничих потреб.

Первинний осад і надлишковий активний мул (аеробний і анаеробний) направляються на зневоднення на піскові та мулові майданчики. Споруди біологічного очищення забезпечують високу якість очищення стічних вод пивоварного заводу при мінімальних витратах на експлуатацію та формуванні невеликої кількості відходів. Сучасні споруди, які комбінують

анаеробний і аеробний методи очищення стічних вод харчової промисловості, є найефективнішими та здатні очищати стічні води до нормованих рівнів ХСК та БСК для скидання їх у каналізаційну мережу міста Фастів. Вимоги до ступеня очищення стоків для скидання в міську систему каналізації міста Фастів прописані у наказі "Про затвердження Правил приймання стічних вод до систем централізованого водовідведення та Порядку визначення розміру плати, що справляється за понаднормативні скиди стічних вод до систем централізованого водовідведення".[11]

Ефективність очищення стічних вод на ТОВ «Пивоварня Зіберта», за допомогої даної технології зображено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Ефективність очищення стічних вод пивоварного заводу за допомогою вказаної технології[11]

Показник забруднення	Значення до очищення	Значення після очищення	Значення для скиду в мережу водовідведення
ХСК, мгO_2/дм^3	2500,0	580,0	580,0
БСК$_{повн}$, мгO_2/дм^3	2000,0	150,0	150,0
Завислі речовини,мг/дм^3	900	433,0	433,0
Фосфати, мг/дм^3	15	5,5	10
Амонійний азот,мг/дм^3	38	20	30
СПАР, мг/дм^3	40	20	20

Враховуючи вимоги до ступеня очищення стічних вод для їх скидання в міську систему водовідведення міста Фастів, а також актуальність і ефективність розглянутої технології, було прийнято рішення використовувати анаеробно-аеробну технологію для попереднього локального очищення стічних вод пивоварного заводу.

3.2 Принципова технологічна схема очищення стічних вод на ТОВ «Пивоварня Зіберта»

Принципова технологічна схема очищення стоків на ТОВ «Пивоварня Зіберта» зображена на рис. 3.1

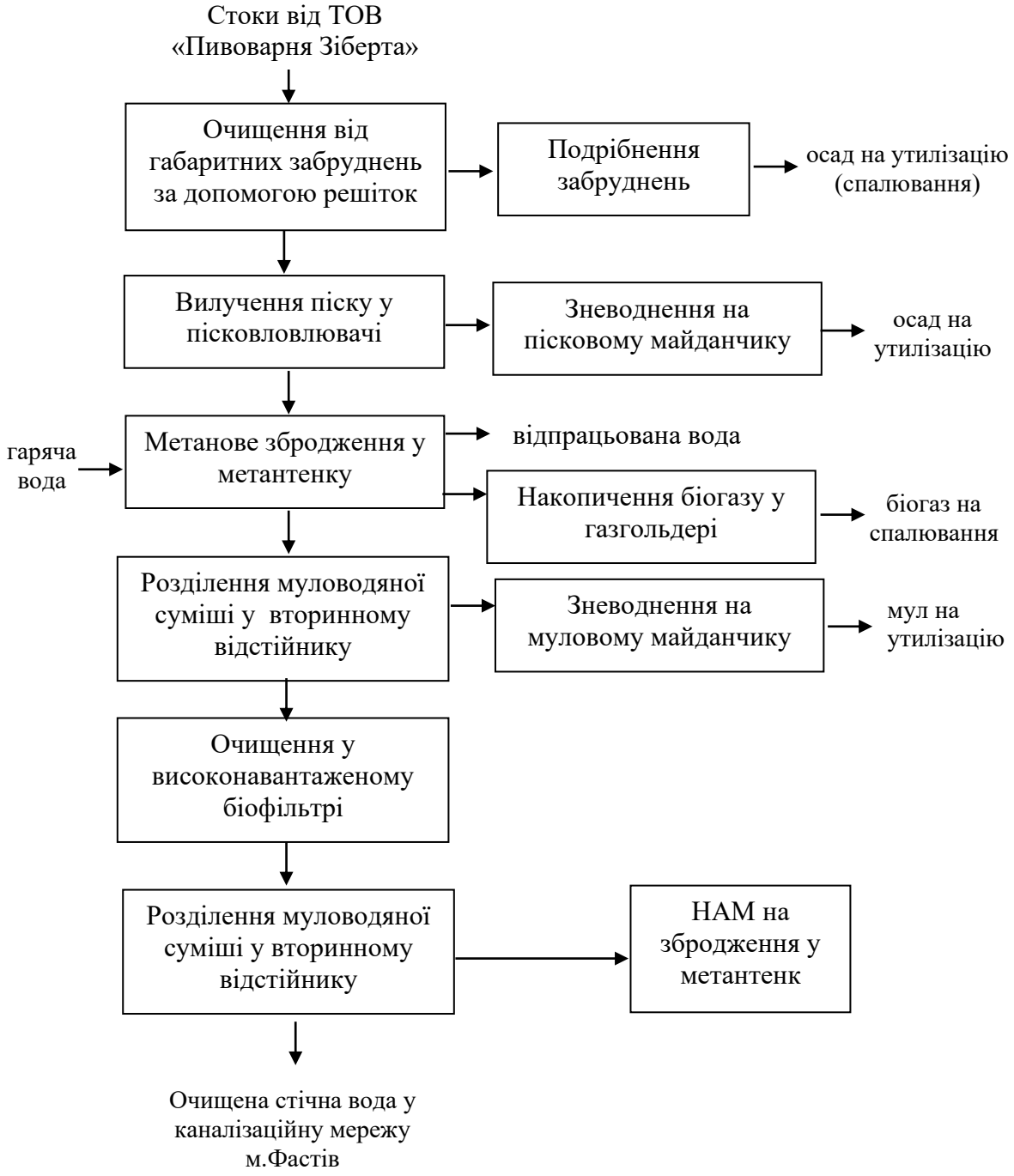
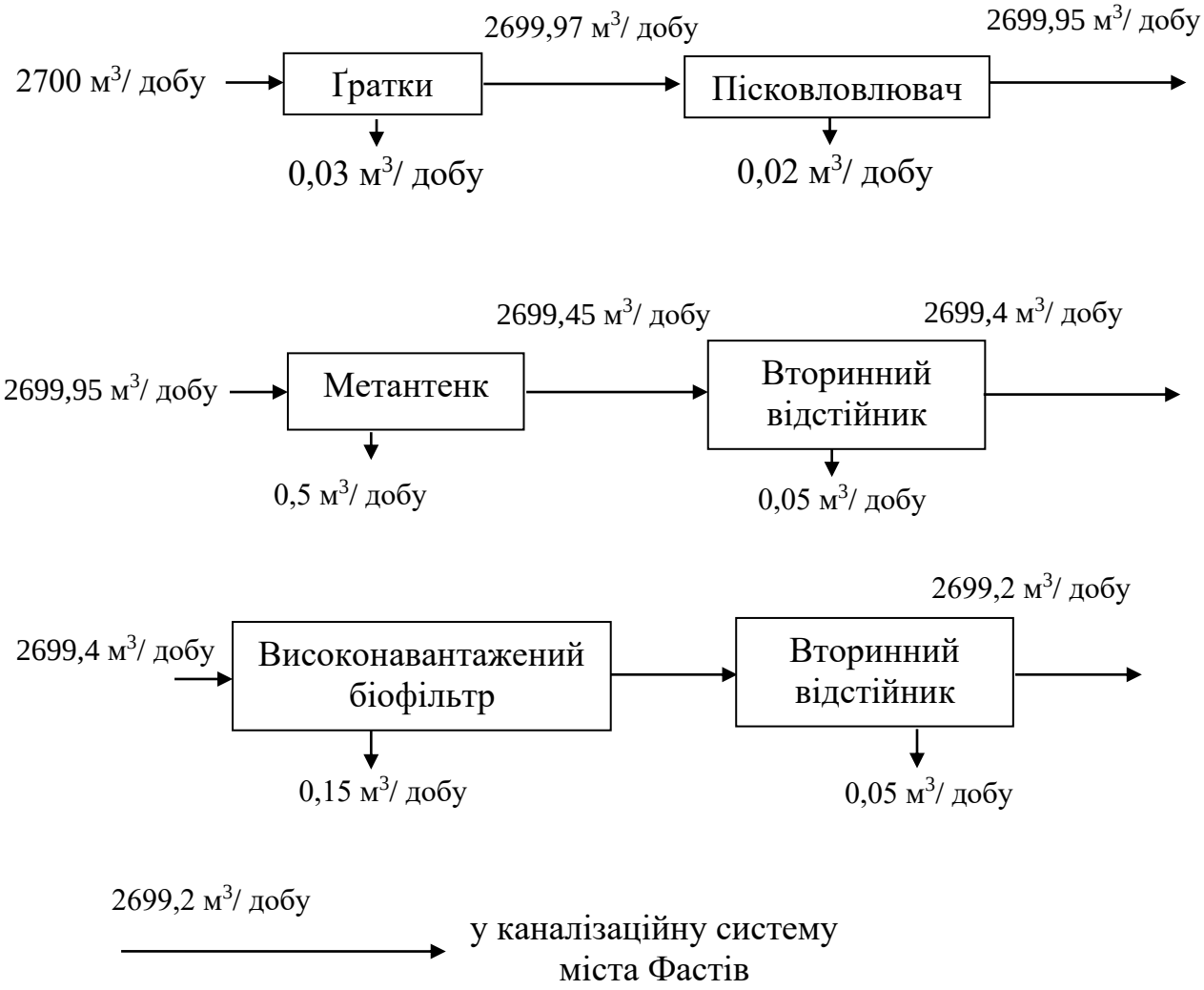


Рисунок 3.1 – Принципова технологічна схема очищення стоків від ТОВ «Пивоварня Зіберта».

3.3 Матеріальний баланс природоохоронної технології очищення стічних вод



3.4 Обґрунтування вибору і розрахунок обладнання

3.4.1 Придатність стічних вод до біологічного очищення

Придатності стоків ТОВ «Пивоварня Зіберта» до біологічного очищення здійснюється на основі наступних основних критеріїв:

$$\frac{БСК_{повн}}{ХСК} = \frac{2000}{2500} = 0,8$$

1.Значення отриманого співвідношення становить 0,8 , що є більшим за 0,75. Стічні води придатні до біологічного очищення, тому що достатньо органічних забруднень

2. ХСК становить 2500 мг O_2/дм^3, що перевищує 2 г O_2/дм^3, тому стічні води можна вважати придатними для анаеробного біологічного очищення.

3.БСК$_{повн}$:N:P =2000:65:8=250:8,1:1

Біогенних елементів достатньо для анаеробного біологічного очищення.

4.pH = 7 , що відповідає допустимому рівню.

5.Токсичні елементи у стоках відсутні, тому що це підприємство харчової галузі.

3.4.2 Розрахунок ґраток

1) Кількість прорізів у ґратках n (3.1):[7]

$$n = \frac{k_з\, q}{bV_p h} \qquad (3.1)$$

де q – витрати стоків, м^3/с;

$k_З$ – коефіцієнт, який враховує стиснення потоку стоків з затриманням забруднень;

b – розмір прорізів ґраток , м;

h – глибина потоку стічної води, м;

V_p – швидкість руху стоків через ґратки,м/с (>0,8-1 м/с)

$$n = \frac{1{,}14 \times 0{,}03}{0{,}008 \times 0{,}91 \times 0{,}5} = 10$$

2) Ширина ґраток B_p, м (3.2) :

$$B_p = nb + S(n-1) \qquad (3.2)$$

де S – товщина стрижнів, м (0,008).

$$B_p = 10 \times 0{,}008 + 0{,}008 \times (10-1) = 0{,}152 \text{ м}$$

3) Коефіцієнт опору ζ визначають за формулою(3.3):

$$\zeta = \beta \left(\frac{S}{b}\right)^{\frac{4}{3}} sin\,\varphi \qquad (3.3)$$

де де β – коефіцієнт, що залежить від форми поперечного перерізу стрижнів ґраток;

φ – кут нахилу ґраток до горизонту.

$$\zeta = 2{,}42 \times \left(\frac{0{,}008}{0{,}008}\right)^{\frac{4}{3}} \sin 60° = 2{,}096$$

4) Втрати напору стічнних вод у ґратках h_p, м (3.4) :

$$h_p = \frac{V_1^2 \zeta K}{2g} \qquad (3.4)$$

де V_1 – швидкість руху стоків в каналі перед ґратками, м/с;

ζ – коефіцієнт опору;

K – коефіцієнт, що враховує збільшення втрат напору за рахунок забруднення ґраток;

g – прискорення вільного падіння, м/с^2.

$$h_p = \frac{0{,}76^2 \times 2{,}096 \times 3}{2 \times 9{,}8} = 0{,}185 \text{ м}$$

3.4.3 Розрахунок горизонтального пісковловлювача

1) Довжина горизонтального пісковловлювача L, м (3.5) :

$$L = t \times V_{max} \qquad (3.5)$$

де t – тривалість перебування стічних вод у пісковловлювачі, с

V_{max} – максимальна швидкість руху стічної води у пісковловлювачі, м/с

$$L = 33 \times 0{,}3 = 9{,}9 \text{ м}$$

2) Площа перерізу пісковловлювача S, м^2 (3.6):

$$S = \frac{Q_{max}}{V_{max}} \quad (3.6)$$

де Q_{max} – максимальні витрати стічної води на підприємстві, м^3/с

$$S = \frac{0,03}{0,3} = 0,1\ м$$

3) Кількість відділень пісковловлювача n (3.7):

$$n = \frac{S}{h_1 b}, \quad (3.7)$$

де b – ширина відділення пісковловлювача, м ;

h_1 – глибина стічних вод у пісковловлювачі, м .

$$n = \frac{0,1}{0,51 \times 0,6} = 1$$

2) Загальна глибина пісковловлювача H, м (3.8):

$$H = h_{борт} + h_1 + h_2 \quad (3.8)$$

де $h_{борт}$ – висота бортів над рівнем води у пісковловлювачі, м;

h_2 – глибина шару осаду на дні пісковловлювача, м.

$$H = 0,24 + 0,51 + 0,15 = 0,9\ м$$

Отримані при розрахунку формули перевіряємо для пропускання мінімальних витрат стічних вод. Отриманн при цьому значення V_{min} не повинно бути менше 0,15. Перевірку здійснюють за формулою(3.9):

$$V_{min} = \frac{Q_{min}}{n \times b \times h_1} \quad (3.9)$$

де Q_{min} – мінімільні витрати стічних вод на ТОВ «Пивоварня Зіберта», м^3/с

$$V_{min} = \frac{0{,}02}{1 \times 0{,}6 \times 0{,}51} = 0{,}15\ м/с$$

Отримане значення V_{min} не менше 0,15 м/с,тому можна зробити висновок,що пісковловлювач розраховано правильно.

3.4.4 Розрахунок метантенку

1) Ефективність очищення в метантенку Е, % (3.10) :

$$E = \frac{(S_0 - S_k) \times 100}{S_0} \qquad (3.10)$$

де S_0, S_k – початкова і кінцева концентрації забруднень у стічних водах, мг O_2 /дм^3(за БСК чи ХСК,мг O_2/дм^3).

$$E = \frac{(2500 - 800) \times 100}{2500} = 68\%$$

2) Кількість біогазу у перерахунку на кількість забруднень за ХСК у початкових стічних водах А, дм^3/г $ХСК_{початкове}$ (3.11):

$$A_{біогаз} = \frac{V_{біогаз}}{ХСК_{початкове}} \qquad (3.11)$$

де $V_{біогаз}$ – кількість біогазу виділеного в метантенку при зброджувані стоків, дм^3/дм^3;

$ХСК_{початкове}$ – ХСК стічних вод, які надходять у метантенк, г O_2/ дм^3.

$$A_{біогаз} = \frac{2}{2{,}5} = 0{,}8\ дм^3/гХСК_{початкове}$$

3) Кількість біогазу в перерахунку на зброджені забруднення у метантенку за ХСК $К_{біогаз}$, дм^3/г $ХСК_{зброджуване}$ (3.12):

$$K_{біогаз} = \frac{V_{біогаз}}{ХСК_{початкове} - ХСК_{кінцеве}} \qquad (3.12)$$

$$K_{\text{біогаз}} = \frac{2}{2,5 - 0,8} = 1,17 \text{ дм}^3/\text{гХСК}_{\text{зброджуване}}$$

4) Робочий об'єм метантенку $W_{робочий}$, м^3 (3.13):

$$W_{робочий} = t \times V_c \qquad (3.13)$$

де V_c – витрати стічних вод, м^3/добу;

t – тривалість очищення стічних вод підприємства, діб.

$$W_{робочий} = 3 \times 2699,95 = 8099,85 м^3$$

5) Загальний об'єм метантенка $W_{загальний}$, м^3 (3.14):

$$W_{загальний} = W_{робочий} + 0,15W_{робочий} \qquad (3.14)$$

$$W_{загальний} = 8099,85 + 0,15 \times 8099,85 = 9314,83 м^3$$

За таблицею вибираємо 2 стандартних метантенки об'ємом 4000 м^3. Розміри кожного метантенку становлять: діаметр – 20 м; висота верхнього конуса – 2,9 м; висота циліндричної частини – 10,6 м; висота нижнього конуса – 3,5 м. Також вибираємо 1 стандартний метантенк об'ємом 1600 м^3. Розміри цього метантенку становлять: діаметр – 15 м; висота верхнього конуса – 2,35 м; висота циліндричної частини – 7,5 м; висота нижнього конуса – 2,6 м.

6) Кількість енергії, що необхідна для нагрівання стічних вод в метантенку Qn , кВт (3.15) :

$$Q_n = \frac{V_c c_c \rho_c (t_2 - t_1)}{3600} \qquad (3.15)$$

де V_c – витрати стоків, м^3/год;

ρ_c – густина стічних вод, кг/м^3;

C_c – теплоємність стічної води, Дж/кг·К;

t_2 – температура бродіння стічної води, °С;

t_1 – температура стоків,які спрямовують на очищення в метантенк, °С.

$$Q_n = \frac{112{,}5 \times 4186 \times 1100(55 - 18)}{3600} = 5324{,}07\ кВт$$

7) Загальна кількість енергії, яка необхідна для забезпечення нормальної роботи метантенка $Q_М$, кВт (3.16):

$$Q_m = Q_n + \frac{13{,}5\%}{100\%} Q_n \qquad (3.16)$$

$$Q_m = 5324{,}07 + \frac{15\%}{100\%} \times 5324{,}07 = 6122{,}68\ кВт$$

8) Кількість енергії яку можливо отримати з біогазу, який виділяється при зброджувані у метантенку Q_g, кВт (3.17):

$$Q_g = \frac{V_g q_g}{3600} \qquad (3.17)$$

де V_g – кількість біогазу,яка утворюється в метантенку м^3/год;

q_g – енергоємність біогазу, кДж/м^3, визначається за формулою (3.18):

$$q_g = 334M \qquad (3.18)$$

де M – кількість метану в біогазі, %.

$$q_g = 334 \times 70{,}5 = 23547\ кДж/м^3$$

$$Q_g = \frac{225 \times 23547}{3600} = 1471{,}69\ кВт$$

9 Визначення частки біогазу, що витрачається на самозабезпечення роботи метантенку $Q_{m\%}$, % (3.19):

$$Q_{m\%} = \frac{100 Q_g}{Q_m} \qquad (3.19)$$

$$Q_{m\%} = \frac{100 \times 1471{,}69}{6122{,}68} = 24\%$$

Отже, можна зробити висновок, що енергії біогазу достатньо для забезпечення роботи метантенка на 24%.

3.4.5 Розрахунок горизонтального відстійника

1) Довжина вторинного відстійника L, м (3.20):

$$L = t \times v \times 3600 \quad (3.20)$$

де v – швидкість руху стічної води у вторинному відстійнику, м/с;

t – тривалість відстоювання, год.

$$L = 1{,}5 \times 0{,}0021 \times 3600 = 11{,}34 \text{ м}$$

2) Робочий об'єм вторинного відстійника $W_{робочий}$, м^3 (3.21):

$$W_{роб} = \frac{tQ}{24} \quad (3.21)$$

де Q – витрати стічних вод, м^3/добу.

$$W_{роб} = \frac{1{,}5 \times 2699{,}45}{24} = 168{,}7 \text{ м}^3$$

3) Загальний об'єм відстійника $W_{загальн}$, м^3 (3.22) :

$$W_{загальн} = W_{робочий} + 0{,}05 \times W_{робочий} + 0{,}1 \times W_{робочий} \quad (3.22)$$

де $0{,}05W_{робочий}$ – об'єм дна вторинного відстійника, м^3;

$0{,}1W_{робочий}$ – об'єм верхньої частини вторинного відстійника, м^3.

$$W_{загальн} = 168{,}7 + 0{,}05 \times 168{,}7 + 0{,}1 \times 168{,}7 = 194{,}004 \text{ м}^3$$

Рахуємо геометричні розміри вторинного відстійника, вибираємо співвідношення ширини S до довжини L рівним $\frac{1}{4}$. Отже, ширину вторинного відстійника рахуємо за формулою (3.23) :

$$S = \frac{L}{4} \quad (3.23)$$

де L – довжина вторинного відстійника, м.

$$S = \frac{11{,}34}{4} = 2{,}84 \text{ м}$$

Враховуючи геометричні розміри вторинного відстійника, його об'єм загальний знаходимо за формулою (3.24) :

$$W_{загальн} = H \times L \times S \quad (3.24)$$

Тоді глибину вторинного відстійника ми розраховуємо за формулою (3.25):

$$H = \frac{W_{загальн}}{L \times S} \quad (3.25)$$

$$H = \frac{194{,}004}{11{,}34 \times 2{,}84} = 6{,}02\ м$$

3.4.6 Розрахунок високонавантаженого біофільтра

1) Визначаємо $БСК_{20}$ суміші початкової стічної води та рециркуляційної $L_{см}$, мг O_2/дм^3 (3.26) :

$$L_{см} = KL_t \quad (3.25)$$

де L_t – $БСК_{20}$ очищеної рідини, мг O_2/дм^3;

K – коефіцієнт, який вибирають за таблицею, залежно від температури стічних вод та висоти біофільтра.

$$L_{см} = 3{,}3 \times 50 = 165\ мгO_2/дм^3$$

Так як розраховане $БСК_{20}$ суміші стічних і рециркуляційних вод $L_{см}$ (165 мг O_2/дм^3) менше за $БСК_{20}$ початкових стоків L_a (500 мг O_2/дм^3), то можна зробити висновок, що рециркуляція стоків у біофільтрі потрібна.[7]

2) Тому рахуємо коефіцієнт рециркуляції n(3.27) :

$$n = \frac{L_a - L_{см}}{L_{см} - L_t} \quad (3.27)$$

$$n = \frac{500 - 165}{165 - 50} = 2{,}9$$

3)Площа біофільтра F, м^2(3.28):

$$F = \frac{Q(n+1)L_{см}}{N} \quad (3.28)$$

де Q – витрати стоків, м^3/добу;

N – навантаження забруднень на біофільтр, гБСК$_{20}$/м^{3*}добу.

$$F = \frac{2699{,}4(2{,}9+1)165}{1700} = 1021{,}8\ м^2$$

4) Об'єм навантаження біофільтра W, м^3 (3.29):

$$W = FH \qquad (3.29)$$

де H – робоча висота біофільтра, м.

$$W = 1021{,}8 \times 2 = 2043{,}6\ м^3$$

5) Добове гідравлічне навантаження стічних вод на біофільтр q, м^3/(м^3* добу) (3.30):

$$q = \frac{N}{L_{см}} \qquad (3.30)$$

$$q = \frac{1700}{165} = 10{,}3\ м^3/(м^3 \times добу)$$

Отримане значення q знаходиться в межах 10-30 м^3/(м^3* добу), тому можна зробити висновок, що високонавантажений біофільтр розраховано правильно.

За таблицею вибираємо 2 стандартних біофільтри: 1 біофільтр об'ємом 1620 м^3, з такими розмірами: діаметр біофільтра – 30 м, висота завантаження – 2,3 м; та 1 біофільтр об'ємом 581 м^3 з такими розмірами: діаметр біофільтра – 18 м, висота завантаження – 2,3 м.[7]

Перевіряємо загальний об'єм вибраних стандартних біофільтрів:

$$1620 + 581 = 2201м^3$$

6) Ефективність очищення стоків у високонавантаженому біофільтрі *E,* % (3.31):

$$E = \frac{(L_{en} - L_{ex}) \times 100}{L_{en}} \qquad (3.31)$$

де Len – початкове ХСК стоків, що подається в біофільтр для очищення, мг O_2/дм^3;

Lex – ХСК очищених стічних вод, яка виходить з біофільтра мг O_2/дм^3.

$$E = \frac{(1500 - 580) \times 100}{1500} = 61\%$$

3.4.7 Розрахунок вторинного відстійника після біофільтра

1) Довжина вторинного відстійника L, м:

$$L = t \times v \times 3600$$

$$L = 1 \times 0{,}0029 \times 3600 = 10{,}44 \text{ м'}$$

2) Робочий об'єм вторинного відстійника $W_{робочий}$, м^3 :

$$W = \frac{tQ}{24}$$

$$W = \frac{1 \times 2699{,}25}{24} = 112{,}47 \text{ м}^3$$

3) Загальний об'єм відстійника $W_{загальн}$, м^3 :

$$W_{загальн} = W_{робочий} + 0{,}05 \times W_{робочий} + 0{,}1 \times W_{робочий}$$

$$W_{загальн} = 112{,}47 + 0{,}05 \times 112{,}47 + 0{,}1 \times 112{,}47 = 129{,}34 \text{ м}^3$$

Рахуємо геометричні розміри вторинного відстійника, вибираємо співвідношення ширини S до довжини L рівним 1/4. Отже, ширину вторинного відстійника рахуємо за формулою :

$$S = \frac{L}{4}$$

де L – довжина вторинного відстійника, м.

$$S = \frac{10{,}44}{4} = 2{,}61 \text{ м}$$

Враховуючи геометричні розміри вторинного відстійника, його об'єм загальний знаходимо за формулою :

$$W_{загальн} = H \times L \times S$$

Тоді глибину вторинного відстійника ми розраховуємо за формулою:

$$H = \frac{W_{загальн}}{L \times S}$$

$$H = \frac{129,34}{10,44 \times 2,61} = 4,8\ м$$

3.4.8 Розрахунок мулового та піскового майданчиків

1) Корисна площа мулового майданчика S, м^2 (3.31):

$$S = \frac{V_{ос}}{K} \qquad (3.32)$$

де $V_{ос}$ – об'єм осаду, що подається на муловий майданчик, м^3/рік;

K – коефіцієнт навантаження, м^3/(м^2·рік).

$$S = \frac{13,2}{1,5} = 8,8\ м^2$$

$$S_{загальн} = 8,8 \times 1,4 = 12,32\ м^2$$

Піскові майданчики розраховують за тими ж формулами, що і муловий майданчик:

$$S = \frac{9,8}{3} = 3,26\ м^2$$

$$S_{загальн} = 3,26 \times 1,4 = 4,564\ м^2$$

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ ЗАПРОПОНОВАНИХ РІШЕНЬ

4.1 Розрахунок капітальних витрат

Інвестиції в основний капітал (К) охоплюють вартість придбання нового обладнання, витрати на його доставку та встановлення, а також кошти, що витрачаються на благоустрій території підприємства та на розширення або модернізацію існуючих активів. Розрахунок капітальних витрат здійснюється за формулою (4.1):

(4.1)

$$K = Y + T + M + I$$

де K – витрати капітальні, тис. грн.;

$У$ – вартість нового устаткування, тис. грн.;

T – витрати на транспортування нового обладнання, тис. грн.;

M – витрати на монтаж нового обладнання, тис. грн.;

I – вартість неврахованих витрат (на проведення комунікацій, благоустрій території тощо), тис. грн.

Для впровадження запропонованої технології очищення СВ потрібно установити наступне обладнання для очищення стічних вод: гратки, пісковловлювач, метантенк, біофільтр, газгольдер та два вторинних відстійника. Вихідні дані щодо вартості цього обладнання наведено у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Вихідні дані щодо вартості обладнання для очищення стоків ТОВ «Пивоварня Зіберта»

Обладнання	Кіл-ть,шт	Вартість,грн	
		Одного обладнання	Всього обладнання
Гратки	1	25 000	25 000
Пісковловлювач	1	20 000	20 000
Метантенк	2	3 000 000	6 000 000
Вторинний відстійник	2	140 000	280 000
Біофільтр	1	590 000	590 000
Газгольдер	1	350 000	350 000
Насос	2	150 000	300 000
Всього:	10	4 275 000	7 565 000

Витрати на нове обладнання та на його транспортування (Т) складуть 1% від його вартості:

$$Т=7\ 565\ 000*0,01=75\ 650 \text{ грн}$$

Витрати на монтаж нового обладнання (М) становитимуть 8 % від його вартості:

$$М=7\ 565\ 000*0,08=605\ 200 \text{ грн}$$

Перед початком роботи аеротенку-змішувача і метантенку необхідно придбати 1 500 кг АМ – як анаеробного, так і аеробного типу. За середньою ціною 400 грн за кілограм, ці витрати також враховуються у загальних витратах. Отже, інші витрати (І) розраховуються з урахуванням витрат на придбання АМ.

$$І=(7\ 565\ 000*0,15)+600\ 000 = 1\ 734\ 750 \text{ грн}$$

Таким чином, за результатами обчислень, загальні капітальні витрати на впровадження даної технології очищення СВ складуть:

$$К=7\ 565\ 000+75\ 650+605\ 200+1\ 734\ 750 = 9\ 980\ 600 \text{ грн}$$

4.2 Розрахунок зміни поточних витрат

Для належної експлуатації очисних споруд необхідно набрати спеціалізований персонал, що включає операторів (мінімум два, що працюватимуть позмінно), начальника очисних споруд та лаборанта. Деталі щодо кількості робочих днів, заробітної плати, графіку роботи та працівників за зміну і добу подано в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Деталі щодо кількості робочих днів, заробітної плати, графіку роботи та працівників за зміну і добу

Посадове положення	Явочна чисельність		Годинна тарифна ставка, грн	Тривалість 1 зміни, год	Кіл-ть робочих днів на рік	Посадовий оклад за місяць, грн
	за добу	за зміну				
Лаборант	1	1	48	8	250	9 600
Оператор	2	1	50	8	250	10 000
Начальник	1	1	75	8	250	15 000

Фонд оплати праці(ФОП) обчислюється відповідно до наступної формули:

$$ФОП = З_д + З_о, \quad (4.2)$$

де $З_о$ та $З_д$ – основна та додаткова заробітна плата.

Основна заробітна плата розраховується за формулою,грн:

$$З_о = Т_{ст} * \tau * ч_я, \quad (4.3)$$

де $T_{ст}$ – тарифна ставка за годину, грн.;

τ – час за календарний період, год.;

$ч_я$ – явочна чисельність робітників за добу, осіб.

Основна ЗП лаборанта:

$$З_о = 48 * 2000 * 1=96\ 000 \text{ грн}$$

Основна ЗП оператора станції очисних споруд:

$$З_о = 50 * 2000 * 2=200\ 000 \text{ грн}$$

Додаткова ЗП розраховується за формулою:

$$З_д = П_{тр} + Д_н + Г , \qquad (4.4)$$

де $П_{тр}$ – премії за трудові успіхи, грн.;

$Д_н$ – доплата за роботу у нічний час, грн.;

$Г$ – сума гарантійних виплат (оплата відпусток, днів виконання держобов'язків тощо), грн.

Розмір премій за трудові досягнення лаборанта становить 25% від суми основного заробітку:

$$П_{тр} =96\ 000 * 0,25 = 24\ 000 \text{ грн}$$

За виконання роботи у нічний період лаборант отримує доплату у розмірі 40% від основного заробітку:

$$Д_н = 96\ 000 * 0,4 =38\ 400 \text{ грн}$$

Сума гарантованих виплат лаборанту становить 6% від загальної суми основної зарплати, премій за трудові успіхи та доплат:

$$Г = (96\ 000 + 24\ 000+ 38\ 400) * 0,06 = 9\ 504 \text{ грн}$$

Розмір премій за трудові досягнення операторів становить 25% від суми основного заробітку:

$$П_{тр} =200\ 000 * 0,25 = 50\ 000 \text{ грн}$$

За виконання роботи у нічний період оператори отримують доплату у розмірі 40% від основного заробітку:

$$Д_н = 200\ 000 * 0,4 =80\ 000 \text{ грн}$$

Сума гарантованих виплат операторам становить 6% від загальної суми основної зарплати, премій за трудові успіхи та доплат:

$$Г = (200\ 000 + 50\ 000 + 80\ 000) * 0{,}06 = 19\ 800 \text{ грн}$$

Отже, сума фонду додаткової заробітної плати для операторів та лаборанта очисних споруд буде такою:

$$З_{д(лаборант)} = 24\ 000 + 38\ 400 + 9\ 504 = 71\ 904 \text{ грн}$$

$$З_{д(оператори)} = 50\ 000 + 80\ 000 + 19\ 800 = 149\ 800 \text{ грн}$$

Загальний фонд оплати праці для операторів і лаборанта буде становити:

$$ФОП_{лаборант} = 71\ 904 + 96\ 000 = 167\ 904 \text{ грн}$$

$$ФОП_{оператори} = 149\ 800 + 200\ 000 = 349\ 800 \text{ грн}$$

Зарплата начальника станції очищення стічних вод обчислюється як місячний оклад, помножений на кількість місяців праці за рік в календарних розрахунках:

$$З_о = 55 \times 2000 = 110\ 000 \text{ грн}$$

Розмір премії за трудові успіхи складає:

$$П_{тр} = 110\ 000 \times 0{,}25 = 27\ 500 \text{ грн}$$

Розмір гарантійних виплат для начальника очисної станції:

$$Г = (110\ 000 + 27\ 500) \times 0{,}06 = 8\ 250 \text{ грн}$$

Отже, фонд додаткової ЗП для начальника становитиме:

$$З_д = 8\ 250 + 27\ 500 = 35\ 750 \text{ грн}$$

Для начальника ФОП становитиме:

$$ФОП_{нач} = 110\ 000 + 35\ 750 = 145\ 750 \text{ грн}$$

Загальний фонд оплати праці персоналу (сума ФОП лаборанта, оператора, начальника) очисної станції:

$$ФОП_{заг} = 167\,904 + 349\,800 + 145\,750 = 663\,454 \text{ грн}$$

Єдиний соціальний внесок становить 22 % від ФОП:

$$ЄСВ = 663\,454 * 0{,}22 = 145\,960 \text{ грн}$$

Витрати на підтримку та функціонування нового обладнання для очищення стоків ($У_0$) складають 15% від суми капітальних витрат.

$$У_о = 9\,980\,600 * 0{,}15 = 1\,497\,090 \text{ грн}$$

Витрати на електроенергію для забезпечення роботи станції для олчищення стоків :

$$В_н = V \times Ц_н, \qquad (4.5)$$

де *V* – кількість споживаної енергії новим обладнанням за сезон, (кВт год)/рік;

$Ц_н$ – ціна для підприємства 1 кВт-год/рік споживаної енергії.(4 гривень/кВт-год)

Витрати на електроенергію для забезпечення роботи метантенків :

$$90\,000 * 4 = 360\,000 \text{ грн}$$

Оскільки під час метанового зброджения в метантенку генерується біогаз, який використовується для самозабезпечення роботи метантенку, забезпечуючи 24% його енергетичних потреб, витрати на електроенергію можна зменшити на ці 24%.

Тому витрати на електроенергію для забезпечення роботи метантенку будуть такими :

$$В_{ел.метантенки} = 360\,000 * 0{,}76 = 273\,600 \text{ грн}$$

Витрати на електроенергію для забезпечення роботи біофільтра :

$$В_{біофільтр} = 30\,300 * 4 = 121\,200 \text{ грн}$$

Загальна сума витрат:

$$В_{е/е} = 273\,600 + 121\,200 = 394\,800 \text{ грн}$$

Сукупні витрати на утримання та експлуатацію очисної станції представлені в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Зміна поточних витрат в результаті впровадження заходів

Поточні витрати	Сума витрат, грн
Заробітна плата $ФОП_{заг}$	663 454
Відрахування на соціальні заходи (ЄСВ)	145 960
Витрати на утримання очисного обладнання	1 497 090
Витрати на е/е	394 800
Всього:	2 701 304

4.3 Розрахунок прибутку від реалізації запропонованої системи очищення стічних вод

ТОВ «Пивоварня Зіберта» зекономить 100 тис. грн. на рік на платежах КП «Фастівводоканал». Завдяки впровадженню запропонованої біотехнології очищення стоків, підприємство уникне сплати за понаднормативні скиди у систему каналізації м. Фастів.

Внаслідок впровадження запропонованої схеми очистки стоків утворюється активний мул який має потенціал використовуватися як добриво. Вартість реалізації цього мулу становить 500 грн за тонну. Щоденно генерується приблизно 2,3 тонни активного мулу, що за рік накопичується до приблизно 3220 тонн.

Від реалізації АМ річний прибуток складатиме:

$$РП_{мулу} = 3220 * 500 = 1\ 610\ 000 \text{ грн}$$

У результаті метанового бродіння стічних вод утворюється 225 $м^3$ біогазу/год, тобто 1 350 000 $м^3$ біогазу на рік. Основну частину біогазу використовують на забезпечення теплового режиму метантенка, а надлишкову кількість 76 % (1 026 000 $м^3$/рік) можна продавати за 18 грн/$м^3$.

Річний прибуток за продаж біогазу становитиме:

$$РП_{біогаз} = 1\ 026\ 000 \cdot 18 = 18\ 468\ 000 \text{грн.}$$

Розрахунок показників ефективності заходу:

Річний приріст прибутку розраховується за формулою:

$$\Delta П = Е_{пл} + РП_{мулу} + РП_{біогаз} - В, \quad (4.6)$$

де $РП_{мулу}$ – виручка від реалізації мулу, грн;

$РП_{біогаз}$ – виручка від реалізації біогазу, грн;

$В$ – поточні витрати, грн;

$Е_{пл}$ – сума, яку підприємство економить на екологічних податках через скид у каналізаційну мережу за контрактом, становить 100 000 грн.

$$\Delta П = 100\,000+1\,610\,000+18\,468\,000-2\,701\,304= 17\,476\,696 \text{ грн}$$

Термін окупності капітальних витрат розраховуємо шляхом ділення суми капітальних витрат за проектом на зміну чистого річного прибутку:

$$Т = К / \Delta ЧП , \quad (4.7)$$

К – сума капітальних витрат

Розраховуємо значення даного показника:

$$Т = 9\,980\,600 / 17\,476\,696 = 0{,}57 \text{ років.}$$

Коефіцієнт економічної ефективності капітальних витрат розраховується за формулою:

$$Е = \Delta ЧП / К , \quad (4.8)$$

Коефіцієнт економічної ефективності капітальних витрат є оберненим до терміну окупності капітальних витрат:

$$Е = 25\,930\,649{,}7 / 9\,909\,902{,}44 = 3{,}5 \text{ (грн./грн.)}$$

Таблиця 4.4 – Показники економічної ефективності впровадження екологічного проекту.

Показник	Одиниці вимірювання	Значення показника
1	2	3
Кількість стічних вод за добу	$м^3$	2 700
Капітальні витрати	грн	9 980 600

Закінчення таблиці 4.4

1	2	3
Річні поточні витрати	грн	2 701 304
Виручка від реалізації активного мулу	грн	1 610 000
Виручка від реалізації біогазу	грн	18 468 000
Економія на виплаті екологічного податку	грн	100 000
Річний приріст чистого прибутку	грн	17 476 696
Термін окупності капітальних витрат	років	0,57
Коефіцієнт економічної ефективності капітальних витрат	грн/грн	3,5

РОЗДІЛ 5
ОХОРОНА ПРАЦІ

5. 1 Охорона праці на ТОВ «Пивоварня Зіберта»

На ТОВ «Пивоварня Зіберта» директор підприємства відповідає за стан охорони праці, а службу охорони праці очолює інженер з охорони праці. Матеріально-технічне забезпечення підприємства повністю відповідає вимогам законодавства з охорони праці, що підтверджено відповідною декларацією.[21] Діяльність служби охорони праці на ТОВ «Пивоварня Зіберта» здійснюється відповідно до закону України «Про охорону праці».[20]

На ТОВ «Пивоварня Зіберта» постійно оновлюють технологічне та природоохоронне обладнання, що дозволяє підтримувати безпечні умови праці. На підприємстві регулярно проводять тренінги та навчання з охорони праці, зокрема для працівників на небезпечних робочих місцях. Розроблені інструкції для певних професій та видів робіт допомагають забезпечити безпеку працівників. Всі співробітники ТОВ «Пивоварня Зіберта» проходять регулярні медичні огляди.

На пивоварні є всі необхідні посадові інструкції, а працівники проходять інструктажі з охорони праці, навчання та перевірки знань у визначені терміни. Для попередження аварій та нещасних випадків на виробництві працівники повинні дотримуватися вимог безпеки праці, не порушувати технологічні регламенти та використовувати засоби індивідуального та колективного захисту належним чином.

Всі вантажопідіймальні механізми на ТОВ «Пивоварня Зіберта» пройшли технічне опосвідчення. Кожен працівник має право відмовитися від виконання завдання, якщо виникає небезпечна ситуація для нього, його оточення чи довкілля, та повинен негайно повідомити про це керівника і

спеціаліста з охорони праці.

Працівники ТОВ «Пивоварня Зіберта» обов’язково використовують спецодяг та спецвзуття. Для працівників з інвалідністю створюють умови праці з урахуванням рекомендацій медико-соціальної комісії та забезпечують додаткові заходи безпеки відповідно до особливостей цієї категорії працівників.

5.2 Пожежна безпека на ТОВ «Пивоварня Зіберта»

Пожежна безпека на ТОВ «Пивоварня Зіберта» є невід’ємною частиною системи охорони праці та охоплює такі заходи:

– забезпечення безпечних умов праці та дотримання нормативних вимог;

– зменшення ризику виникнення пожеж;

– оснащення працівників технічними засобами для запобігання займанням та ліквідації пожеж і їх наслідків;

– контроль за виконанням всіх протипожежних правил;

– розробка регламентів для гасіння пожеж в цехах та на території підприємства;

– визначення порядку евакуації людей і матеріальних цінностей під час пожежі;

– навчання працівників правилам пожежної безпеки.

У кожному підрозділі ТОВ «Пивоварня Зіберта» використовуються інструкції щодо пожежної безпеки та евакуації, затверджені керівником підприємства. На заводі встановлені системи оповіщення та пожежної сигналізації в усіх будівлях і виробничих цехах.

Протипожежні розриви між будівлями ТОВ «Пивоварня Зіберта» не використовуються для складування або стоянки автотранспорту.

Кожен працівник на підприємстві зобов’язаний неухильно дотримуватися вимог пожежної безпеки. Відповідальність за організацію пожежної безпеки покладається на визначених посадових осіб, про що зазначається у посадових інструкціях. Визначаються конкретні ділянки, території, зони та будівлі, за якими закріплені відповідальні працівники для організації пожежної безпеки.

Відповідальні особи мають розробляти, впроваджувати та підтримувати протипожежний режим і інструкції згідно з вимогами нормативних актів.[23]

5.3 Шкідливі та небезпечні виробничі фактори на ТОВ «Пивоварня Зіберта»

На виробництві розрізняють небезпечні та шкідливі фактори. Небезпечні фактори викликають травми або раптове погіршення здоров'я при миттєвому впливі, тоді як шкідливі фактори негативно впливають на організм працівника при тривалому контакті.[25]

На ТОВ «Пивоварня Зіберта» працівники піддаються впливу наступних небезпечних і шкідливих виробничих факторів: рухомі частини машин, механізмів або елементів виробничого обладнання; висока температура обладнання, трубопроводів і продуктів; недостатнє освітлення; підвищена запиленість або загазованість в приміщеннях деяких цехів або відділень.

Хімічні небезпечні і шкідливі фактори на пивоварні включають органічні та неорганічні речовини і їхні сполуки. До біологічних факторів належать різні мікроорганізми.

Гігієнічна оцінка умов праці на ТОВ «Пивоварня Зіберта» проводиться відповідно до Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками небезпечності та шкідливості факторів виробничого середовища, напруженості та важкості трудового процесу». Шкідливі умови праці визначаються, коли рівні шкідливих виробничих чинників перевищують гігієнічні нормативи та можуть негативно впливати на здоров'я працівників.[22]

Усі робочі місця на ТОВ «Пивоварня Зіберта» розташовані таким чином, щоб уникнути переміщення механізмів або транспортних засобів, що забезпечує зручність спостереження за технологічними процесами та керування ними. Організація і розташування робочих місць відповідають фізіологічним та психологічним вимогам працівників і характеру виконуваних робіт.

На пивоварні встановлені системи вентиляції для підтримки оптимальних параметрів мікроклімату у виробничих приміщеннях. Потужність вентиляційних систем розраховується на основі об'єму повітря (м³/год), яке необхідно вилучити або подати до конкретного виробничого приміщення. При розрахунках враховується повітрообмін, беручи до уваги обсяги викидів пари, тепла, вологи, пилу тощо.

Під час проведення ремонтних робіт на підприємстві суворо заборонено виконувати дії, які можуть призвести до виділення вибухонебезпечних або пожежонебезпечних речовин. Перед початком ремонтних робіт обов'язково проводиться аналіз повітряного середовища для виявлення таких речовин. У разі перевищення гранично допустимих концентрацій (ГДК) ремонтні роботи негайно припиняються, а працівники залишають небезпечну зону.

У разі виникнення аварійних ситуацій на ТОВ «Пивоварня Зіберта» роботи негайно зупиняються, і відповідно до інструкцій проводяться заходи з ліквідації аварійних ситуацій.

Санітарне очищення та миття обладнання на пивоварному заводі здійснюється після повної його зупинки, вимкнення електродвигунів і перекриття запірної арматури на трубопроводах. Для миття обладнання та ємностей використовуються гаряча/холодна вода та мийний розчин. Прибирання приміщень проводиться вибухобезпечними промисловими пилососами.

На ТОВ «Пивоварня Зіберта» у виробничих, допоміжних та складських приміщеннях передбачено природне та штучне робоче освітлення, а також аварійне освітлення. Аварійне забезпечує можливість безпечного обслуговування та експлуатації обладнання та механізмів, а також дозволяє провести безпечну евакуацію працівників у разі відключення основного освітлення.

Система освітлення на підприємстві відповідає вимогам ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення» та функціонує згідно з цими нормами.[24]

5.4 Охорона праці при управлінні природоохоронним обладнанням

Робота з природоохоронним обладнанням, таким як метантенки та біофільтри, пов’язана з потенційними ризиками. Ці системи використовуються для переробки органічних відходів, отримання біогазу та очищення стічних вод. Правильне управління та обслуговування таких систем є критично важливими для забезпечення безпеки персоналу та ефективності роботи обладнання.

Основні ризики при роботі з метантенками включають:

Ризик вибуху: Біогаз, що містить метан, може утворювати вибухонебезпечні суміші при контакті з повітрям. Для запобігання цьому необхідно забезпечити наявність системи вентиляції, використовувати газоаналізатори для моніторингу концентрації газів та встановлювати захисні клапани. [26] [27]

Хімічні ризики: Гази, такі як аміак і сірководень, є токсичними і можуть викликати серйозні отруєння. Для захисту працівників необхідно використовувати індивідуальні засоби захисту, такі як самостійні дихальні апарати, та проводити регулярне навчання персоналу щодо безпечної роботи з хімічними речовинами [28] [29]

Ризик асфіксії: При роботі в закритих просторах може виникнути дефіцит кисню через накопичення біогазу. Регулярна вентиляція і моніторинг концентрації кисню в повітрі є необхідними заходами для запобігання цьому ризику.[27]

Основні ризики при роботі з біофільтрами включають:

Ризик контактного інфікування: Стічні води можуть містити патогенні мікроорганізми, такі як бактерії, віруси та паразити. Для запобігання інфекціям необхідно використовувати захисні рукавички, окуляри та інший індивідуальний захисний одяг. [29]

Механічні ризики: Робота з обслуговування біофільтрів може включати контакт з обертовими частинами обладнання, що може призвести до травм.

Регулярні перевірки обладнання та встановлення захисних кожухів на рухомих частинах є важливими заходами безпеки.[27]

Хімічні ризики: Використання хімічних речовин для очищення або регенерації біофільтрів може бути небезпечним. Працівники повинні бути обізнані про властивості хімічних речовин та заходи безпеки при роботі з ними.

Під час експлуатації ґраток особлива увага повинна бути приділена регулярним інспекціям та очищенню для запобігання засміченню та забезпечення безперебійної роботи системи. Роботи з обслуговування повинні проводитися з використанням захисних рукавичок, окулярів та масок для запобігання контакту з потенційно небезпечними речовинами, що можуть бути присутні у стоках. Крім того, необхідно використовувати спеціалізовані інструменти для очищення ґраток, що знижує ризик травмування працівників. Всі роботи повинні виконуватись відповідно до затверджених інструкцій та норм охорони праці.

Робота з газгольдерами потребує підвищеної обережності через можливість витоку газу та ризик вибуху. Персонал повинен носити антистатичний одяг та використовувати прилади для вимірювання концентрації газу в повітрі. Важливо дотримуватися правил пожежної безпеки та заборонити будь-які роботи з відкритим вогнем поблизу газгольдерів. Перед початком робіт необхідно провести детальний інструктаж з техніки безпеки та розробити план дій у разі аварійної ситуації.

Заходи безпеки:

- проведення навчання та інструктажів: Регулярне навчання персоналу щодо безпечної роботи з обладнанням, розпізнавання небезпек та надання першої допомоги;

- розміщення газових ємностей на безпечній відстані від житлових будинків і доріг.

- регулярні перевірки та обслуговування обладнання;

- використання засобів індивідуального захисту;

- заборона паління та відкритого вогню біля газових резервуарів;

- встановлення автоматичних систем моніторингу концентрації газів та вентиляційних систем для забезпечення безпечних умов праці;

- розробка планів дій у надзвичайних ситуаціях: розробка та відпрацювання планів евакуації, проведення регулярних навчальних тривог.

Ці заходи допоможуть забезпечити безпечну та ефективну роботу обладнання, знижуючи ризики для здоров'я працівників та навколишнього середовища.

ВИСНОВКИ

1. Пивоварна промисловість є важливим сектором харчової промисловості, що активно розвивається. Вона забезпечує значну кількість робочих місць і сприяє економічному зростанню регіонів, де розташовані пивоварні заводи. ТОВ "Пивоварня Зіберта" є успішним підприємством у пивоварній промисловості, яке виробляє пиво і безалкогольну продукцію та демонструє високі стандарти якості продукції та безпеки праці.

2. Під час виробництва на ТОВ «Пивоварня Зіберта» утворюється значна кількість стічних вод на всіх стадіях виробництва, що є головною екологічною проблемою. Наразі стічні води скидають в каналізаційну мережу, тому що на підприємстві немає очисних споруд. Показники забруднення стічних вод: ХСК – 2500 O_2/дм^3 , БСК – 2000 O_2/дм^3 .

3. У кваліфікаційній роботі була запропонована технологія анаеробно-аеробного біологічного очищення виробничих стічних вод. Технологія ґрунтується на використанні метантенку. Загальна ефективність очищення в метантенку та високонавантаженому біофільтрі – 87,6%. Кінцеві показники ХСК та БСК становлять відповідно 580 та 150 мг O_2/дм^3, що дозволяє скидати їх в каналізаційну мережу м. Фастів.

4. Також вплив на природнє середовище спричиняється через викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря. Викиди утворюються в результаті роботи технологічного обладнання, спалювання палива в котельні, роботи автотранспорту, а також внаслідок випаровування з відкритих поверхонь ємностей, резервуарів. Для забезпечення дотримання нормативів ГДВ на підприємстві впроваджено ряд заходів з охорони атмосферного повітря та запроваджено систему виробничого екологічного моніторингу для контролю за дотриманням нормативів. Але існує потреба у вдосконаленні системи очищення та впровадженні додаткового обладнання.

5. Процес виробництва напоїв на ТОВ «Пивоварня Зіберта» супроводжується утворенням значної кількості відходів на всіх стадіях технологічного процесу. Раціональне поводження з відходами дозволить зменшити негативний вплив та отримати додатковий прибуток.

6. За економічними розрахунками, було визначено, що капітальні витрати на запропонований проект становитимуть 9 980 600 грн, річні поточні витрати – 2 701 304 грн, виручка від продажу активного мулу – 1 610 000 грн, економія на виплаті екологічних податків 100 000 грн, а термін окупності – 208 днів.

7. Підприємство дотримується вимог охорони праці згідно Закону України «Про охорону праці». Організація і розташування робочих місць відповідають фізіологічним та психологічним вимогам працівників і характеру виконуваних робіт. На пивоварні є всі необхідні посадові інструкції, а працівники проходять інструктажі з охорони праці, навчання та перевірки знань. Правила протипожежної безпеки дотримані. Система освітлення відповідає потрібним вимогам.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

[1] Внутрішні документи підприємства ТОВ «Пивоварня Зіберта»: енергоресурси діяльності підприємства за 2018/2019 рр.. – К.: 2019. – 10 с.

[2] Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості. ДСТУ 7525:2014 [Чинний з 02.01.2015]; Державний стандарт України: Київ, 2014; с 6. (дата звернення Трав 15, 2024).

[3] Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною ДСанПіН 2.2.4–171–10. Затверджено наказом МОЗ України від 12.05.2010 № 400, зареєстровано в Мін'юсті України наказом від 01.07.2010 за № 452/17747.

[4] Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді. Державні гігієнічні нормативи. Редакція від 15.07.2008. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0845-06#Text (дата звернення Трав 16, 2024).

[5] ДСТУ 4069:2016. «Напої безалкогольні. Загальні технічні умови». Чинний від 2024-05-01. Вид. офіц.

[6] 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

[7] Кошова В. М., Романова З. М., Ашмаріна Г. Р. Особливості використання відходів пивоваріння. – 2012.

[8] Левандовський, Л.; Бублієнко, Н.; Семенова О. Природоохоронні Технології Та Обладнання; НУХТ, Київ, 2013; с 243

[9] Напої безалкогольні. Загальні технічні умови: ДСТУ 4069:2016. – [Чинний від 01.06.2016]. – К.: Держспоживстандарт України, 2016. – 35 с. –

[10] Офіційний сайт ТОВ «Пивоварня Зіберта» http://www.zibert.ua (дата звернення Трав 14, 2024)

[11] Правила приймання стічних вод до систем централізованого водовідведення [Електронний ресурс]. Затверджено наказом Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 01.12.2017 р. No 316. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0056-18#Text. (дата звернення Трав 14, 2024).

[12] Прибильський, В. Л.; Романова, З. М.; Сидор, В. М. Технологія Безалкогольних Напоїв; НУХТ: Київ, 2014; с 310.

[13] Промислова екологія – Апостолюк С.О.-2.1. Основні джерела забруднення атмосферного повітря на промислових підприємствах. Бібліотека українських підручників. URL:

[14] Тимчак В. С. Ефективність інновацій комплексного використання відходів харчової промисловості : дис. – Житомирський національний агроекологічний університет, 2017.

[15] Цукор білий. Технічні умови: ДСТУ 4623:2023 [Чинний від 2023.11.01]; Національний стандарт України: Київ, 2023; с 30. (Національний стандарт України). https://westudents.com.ua/glavy/13324-21-osnovn-djerela-zabrudnennya-atmosfernogo-povtrya-na-promislovih-pdprimstvah.html (дата звернення: Трав 15 2024).

[16] YouControl – сервіс перевірки контрагентів. Анкета юридичної особи ТОВ «Пивоварня Зіберта» https://youcontrol.com.ua/catalog/company_details/00382533// (дата звернення Трав 15, 2024)

[18] Антипчук А.Ф. Очищення стічних вод: опорний конспект лекцій. / Антипчук А.Ф. - К.: Університет "Україна", 2021. - 394 с.

[19] Технологія пива [Електронний ресурс]. URL: https://kc.pnu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/11/2021/02/Chemical-technology-of-food-productsLectures9.pdf

[20] Закон України «Про охорону праці». Документ 2694-XII, Редакція від 31.03.2023. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text (дата звернення 21 Трав, 2023).

[21] Декларація відповідності матеріально-технічної бази ТОВ «Пивоварня Зіберта» вимогам законодавства щодо охорони праці. https://kiev.dsp.gov.ua/wpcontent/uploads/2018/05/184-18-32-K.04.05.2018.00382533.pdf (дата звернення Трав 24, 2024).

[22] Державні санітарні норми та правила «Гігієнічна Класифікація Праці За Показниками Шкідливості Та Небезпечності Факторів Виробничого Середовища, Важкості Та Напруженості Трудового Процесу». Наказ МОЗ України z0472-14 від 08.04.2014. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14#Text (дата звернення Трав 23, 2023)

[23] Пожежна безпека на підприємстві: правила та організація. https://profiteh.ua/pozhezhna-bezpeka-na-pidpryiemstvi-pravyla-ta-orhanizatsiia/ (дата звернення Трав 26, 2023).

[24] ДБН И.2.5-28:2018 *Природне І Штучне Освітлення.* Наказ № 266, 2018. https://ledeffect.com.ua/images/__branding/dbn2018.pdf (дата звернення Трав 26, 2024).

[25] Винокурова, Л.Е.; Васильчук, М.В.; Гаман, М.В. Основи Охорони Праці; Факт : Київ; 2005; с 344.

[26] Anaerobic Digesters and Biogas Safetyhttps. https://farm-energy.extension.org/anaerobic-digesters-and-biogas-safety/ (дата звернення 08.06.2024)

[27] Safety precautions for anaerobic digestion systems https://www.biogasworld.com/news/safety-precautions-anaerobic-digestion-systems/ (дата звернення 08.06.2024)

[28] Anaerobic Digester/Biogas System Operator Guidebook https://www.epa.gov/agstar/anaerobic-digesterbiogas-system-operator-guidebook (дата звернення 08.06.2024)

[29] Biogas Safety https://extension.psu.edu/biogas-safety (дата звернення 08.06.2024)

[30] Biogas Production Depending on the Substrate Used: A Review and Evaluation Study—European Examples https://www.mdpi.com/1996-1073/16/2/798 (дата звернення 08.06.2024)

[31] Ячмінь. Технічні умови. ДСТУ 3769-98 [Чинний від 1998.07.01]; Національний стандарт України: Київ, 1998; с 15.