

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**Інститут (факультет) Біотехнології та екологічного контролю  
Кафедра Екологічної безпеки та охорони праці**

**«До захисту в ЕК»**  
Директор інституту (декан факультету)  
\_\_\_\_\_ **Грегірчак Н.М.** \_\_\_\_\_  
(підпис) (прізвище та ініціали)

«17» \_\_\_\_\_ лютого 2021 р.

**«До захисту допущено»**  
Завідувач кафедри  
\_\_\_\_\_ **Семенова О.І.** \_\_\_\_\_  
(підпис) (прізвище та ініціали)

«17» \_\_\_\_\_ лютого 2021 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності \_\_\_\_\_ **101 «Екологія»** \_\_\_\_\_  
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми «Екологія, охорона навколишнього  
середовища та збалансоване природокористування»

на тему: Очищення стічних вод ПрАТ «ПБК «Радомишль»

Виконав: здобувач V курсу, групи 3

\_\_\_\_\_ **Колочавіна Ольга Миколаївна** \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник Євтушенко Ольга Володимирівна \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали) (підпис)

\_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали) (підпис)

\_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали) (підпис)

Рецензент Романова З.М. \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що в цій  
кваліфікаційній роботі немає  
запозичень із праць  
інших авторів без відповідних  
посилань.

Здобувач \_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ – 2021 р.

# НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) Біотехнології та екологічного контролю

Кафедра Екологічної безпеки та охорони праці

Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність 101 «Екологія»

(код і назва)

Освітньо-професійна програма «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування»

(назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри доц. Семенова О.І.

“ 28 ” жовтня 2020 року

## ЗАВДАННЯ

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Колочавіна Ольга Миколаївна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Очищення стічних вод ПрАТ «ПБК «Радомишль»

керівник роботи Євтушенко Ольга Володимирівна, кандидат технічних наук, доцент

( прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “27” жовтня 2020 року №875кс

2. Строк подання здобувачем роботи 02 лютого 2021 р.

3. Вихідні дані до роботи дані підприємства, об'єм стічних вод дорівнює 1 367 м<sup>3</sup>/добу, ХСК = 5 170 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, БСК = 3 971 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) загальні відомості про підприємство, екологічна характеристика об'єкту проектування та оцінка його впливу на навколишнє середовище, розробка та обґрунтування технології очищення стічних вод, економічне обґрунтування доцільності реалізації запропонованих рішень, охорона праці на підприємстві.

5. Перелік графічного матеріалу

Генеральний план підприємства, генеральний план очисних споруд, апаратурно-технологічна схема виробництва пива, апаратурно-технологічна схема очищення стічних вод, розріз метантенка, показники економічної ефективності екологічного проекту.



## АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавра виконана на тему: «Очищення стічних вод ПрАТ «ПБК «Радомишль». У цій роботі проаналізовано технологічні й екологічні особливості функціонування пивоварного заводу. Розроблена технологія біологічного анаеробно-аеробного очищення стічних вод підприємства.

**Метою** кваліфікаційної роботи є розроблення технології очищення стоків, яка сприятиме зменшенню негативного впливу ПрАТ «ПБК «Радомишль» на навколишнє природне середовище.

**Об'єктом дослідження** є стічні води ПрАТ «ПБК «Радомишль».

**Предметом дослідження** є очищення стічних вод ПрАТ «ПБК «Радомишль».

Кваліфікаційна робота викладена на 99 сторінках, ілюстрована 19 таблицями та 4 рисунками. Графічна частина кваліфікаційної роботи: 6 креслень формату А3. Використано 24 літературних джерела.

**Ключові слова:** ПИВОВАРНИЙ ЗАВОД, СТІЧНІ ВОДИ, БІОЛОГІЧНЕ ОЧИЩЕННЯ, МЕТАНТЕНК, АЕРОТЕНК, БЮГАЗ, АКТИВНИЙ МУЛ, КАПІТАЛЬНІ ВИТРАТИ, ПОТОЧНІ ВИТРАТИ, ЕКОЛОГІЧНИЙ ПОДАТОК, ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ, ОХОРОНА ПРАЦІ.

					160773.21.ЕОНС.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив		Колочавіна О.М.			Літ.	Арк.	Архувів
Перевірів		Євтушенко О.В.			Д	3	99
Реценз.					АНОТАЦІЯ		
Н. контр.							
Затверд.		Семенова О.І.					
					ЗЕК – V – 2		

## ANNOTATION

Qualifying work for the bachelor's degree was performed on the topic: «Wastewater treatment PJSC BNAP «Radomyshl». This paper analyzes the technological and environmental features of the brewery. The technology of biological anaerobic-aerobic treatment of wastewater of the enterprise is developed.

**The purpose** of the qualification work is to develop wastewater treatment technology that will help reduce the negative impact of PJSC BNAP «Radomyshl» on the environment.

**The object** of the study is the wastewater of PJSC BNAP «Radomyshl».

**The subject** of the study is the treatment of wastewater of PJSC BNAP «Radomyshl».

The qualifying work is set out on 99 pages, illustrated with 19 tables and 4 figures. Graphic part of the qualification work: 6 drawings in A3 format. 24 literature sources were used.

**Key words:** BREWERY, WASTEWATER, BIOLOGICAL TREATMENT, METANTENK, AEROTENK, BIOGAS, ACTIVE SLUDGE, CAPITAL COSTS, CURRENT COSTS, ECOLOGICAL TAX, ECONOMIC EFFICIENCY, LABOR PROTECTION.

					<i>160773.21.ЕОНС.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>		<i>Колочавіна О.М.</i>			<i>ANNOTATION</i>	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевірів</i>		<i>Євтушенко О.В.</i>				Д	4	99
<i>Реценз.</i>						<i>ЗЕК – V – 2</i>		
<i>Н. контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Семенова О.І.</i>						

## ЗМІСТ

<b>ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....</b>	<b>8</b>
<b>ВСТУП.....</b>	<b>9</b>
<b>ТЕХНІКО – ЕКОЛОГО - ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ПИВОВАРНОГО ЗАВОДУ.....</b>	<b>11</b>
<b>РОЗДІЛ 1</b>	
<b>ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПрАТ «ПБК «РАДОМИШЛЬ».....</b>	<b>13</b>
1.1 Характеристика підприємства.....	13
1.2 Опис продукції, що виготовляється на підприємстві.....	16
1.3 Сировинна база, водні, енергетичні ресурси підприємства.....	17
1.4 Вимоги до якості та безпеки сировини.....	18
1.4.1 Показники якості основної сировини.....	23
1.4.2 Показники безпеки основної сировини.....	26
1.5 Вимоги до якості та безпеки пива.....	28
1.5.1 Вимоги до показників якості пива.....	28
1.5.2 Вимоги до показників безпеки пива.....	29
1.6 Опис технологічного процесу.....	31
1.6.1 Принципова технологічна схема виробництва світлого пива.....	31
1.6.2 Апаратурно-технологічна схема виробництва світлого пива.....	46
<b>РОЗДІЛ 2</b>	
<b>ЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПрАТ «ПБК «РАДОМИШЛЬ» І ОЦІНКА ЙОГО ВПЛИВУ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ.....</b>	<b>50</b>

					160773.21.ЕОНС.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЗМІСТ		
Розробив		Колочавіна О.М.					
Перевірів		Євтушенко О.В.					
Реценз.							
Н. контр.							
Затверд.		Семенова О.І.			Літ.	Арк.	Аркушів
					Д	5	99
					ЗЕК – V – 2		

2.1 Джерела утворення та характеристика стоків на пивоварному заводі..	50
2.2 Вимоги до скидання стічних вод у каналізаційну мережу м. Радомишль.....	51
2.3 Аналіз технології очищення стічних вод на Радомишльському пивзаводі.....	53
2.4 Характеристика інших екологічних проблем ПрАТ «ПБК «Радомишль» та способи їх вирішення.....	55
2.4.1 Джерела викидів ПрАТ «ПБК «Радомишль та рекомендовані способи очищення викидів пивзаводу.....	55
2.4.2 Джерела утворення та способи утилізації відходів пивзаводу.....	56

### **РОЗДІЛ 3**

## **РОЗРОБКА Й ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД РАДОМИШЛЬСЬКОГО ПБК.....**

3.1 Обґрунтування вибраної технології очищення стічних вод Радомишльського заводу.....	59
3.1.1 Придатність стоків до біологічного очищення.....	59
3.1.2 Сутність анаеробно-аеробного очищення стоків.....	61
3.2 Принципова технологічна схема очищення стічних вод Радомишльського ПБК.....	62
3.3 Матеріальний баланс очисних споруд.....	64
3.4 Обґрунтування вибору і розрахунок обладнання для очищення стічних вод.....	65
3.4.1 Розрахунок метантенку.....	66
3.4.2 Розрахунок вторинного горизонтального відстійника після метантенку.....	69
3.4.3 Розрахунок аеротенка-змішувача.....	70
3.4.4 Розрахунок вторинного горизонтального відстійника після аеротенка-змішувача.....	72

						160773.21.ЕОНС.ПЗ	Арк.
Знач..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			6



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

БГКП	Бактерії групи кишкової палички
БСК	Біологічне споживання кисню
ГДК	Гранично допустима концентрація
Дал	Декалітр
ДБН	Державні будівельні норми
ДСТУ	Державний стандарт України
КОС	Каналізаційні очисні споруди
КУО	Колонієутворюючі одиниці
ЛОС	Локальні очисні споруди
МКП	Міське комунальне підприємство
НАМ	Надлишковий активний мул
НПАОП	Нормативно-правові акти з охорони праці
ОП	Охорона праці
ПБК	Пиво-безалкогольний комбінат
ПрАТ	Приватне акціонерне товариство
СЗЗ	Санітарно-захисна зона
СПАР	Синтетичні поверхнево-активні речовини
ХСК	Хімічне споживання кисню
ЦАМ	Циркулюючий активний мул

					<b>160773.21.ЕОНС.ПЗ</b>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<b>ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ</b>	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розробив</i>	<i>Колочавіна О.М.</i>					Ц	8	99
<i>Перевірів</i>	<i>Євтушенко О.В.</i>					<b>ЗЕК – V – 2</b>		
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. контр.</i>								
<i>Затверд.</i>	<i>Семенова О.І.</i>							

## ВСТУП

Пиво – є одним із найпопулярніших алкогольних напоїв. Приємний смак і тонізуюча дія зумовлюють підвищений попит на цей продукт у всьому світі.

Водночас пивоваріння є галуззю харчової промисловості, для якої характерний значний негативний вплив на навколишнє середовище. Адже процес виробництва пива супроводжується утворенням забруднених різноманітними компонентами виробничих стічних вод, викидами в атмосферне повітря від котелень та деяких технологічних процесів, накопиченням різноманітних відходів на багатьох стадіях пивоваріння.

**Актуальність теми.** Однією із проблем, які потребують нагального вирішення, є очищення стоків пивоварного підприємства. На ПрАТ ПБК «Радомишль» для їх обробки застосовують малоефективні, екологічно недоцільні способи. Тому актуальним є впровадження сучасної, економічно виправданої і екологічно безпечної технології очищення таких стічних вод.

Нами рекомендоване застосування біологічного анаеробно-аеробного очищення стоків. Це дасть змогу очистити стічні води до рівня нормативів, допустимих для скидання в каналізацію міста Радомишль.

**Метою** кваліфікаційної роботи є розроблення технології очищення стоків, яка сприятиме зменшенню негативного впливу ПрАТ «ПБК «Радомишль» на навколишнє природне середовище.

**Об'єктом дослідження** є стічні води ПрАТ «ПБК «Радомишль».

**Предметом дослідження** є очищення стічних вод ПрАТ ПБК «Радомишль».

**Наукова новизна** кваліфікаційної роботи: вперше розроблена ефективна технологія біологічного очищення стічних вод ПрАТ «ПБК

					160773.21.ЕОНС.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Колочавіна О.М.			ВСТУП	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірів		Євтушенко О.В.				Д	9	99
Реценз.						ЗЕК – V – 2		
Н. контр.								
Затверд.		Семенова О.І.						

«Радомишль», основою якої є використання метантенку та аеротенку.

**Практичне значення** кваліфікаційної роботи: впровадження такої технології комплексного біоочищення стічних вод ПрАТ «ПБК «Радомишль» сприятиме вирішенню екологічної проблеми підприємства, оптимізує місцевий екологічний стан, матиме економічний ефект завдяки використанню біогазу.

					160773.21.ЕОНС.ПЗ	Арк.
Знач.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

# ТЕХНІКО-ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ПИВОВАРНОГО ЗАВОДУ

Однією із найгостріших екологічних проблем ПрАТ «ПБК «Радомишль» є виробничі стічні води, які характеризуються високими показниками забрудненості (ХСК 4 190 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, БСК<sub>повн</sub> 3 226 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>), а також господарсько-побутові, для яких ХСК становить 980 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, а БСК<sub>повн</sub> 745 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>.

На пивоварному заводі виробничі та господарсько-побутові стічні води після механічного очищення скидають на поля фільтрації МКП «Водоканал» м. Радомишль. Це є недоцільним (має тривалий термін очищення та невисоку ефективність), водночас спричиняє забруднення водних об'єктів (у тому числі підземних), ґрунтів та повітря.

Нами запропонована технологія біологічного очищення виробничих стічних вод із використанням метантенка на основному етапі очищення, потім змішування цих стоків із господарсько-побутовими і подальша спільна їх обробка в аеротенку для досягнення показників, допустимих для скидання в каналізацію міста Радомишль.

Ефективність очищення у метантенку – 73,75 %, в аеротенку – 52,8 %. Загальна ефективність очищення стічних вод 87,6 %. При цьому досягнуті показники (БСК<sub>кінц.</sub> 400 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>), при яких очищену воду дозволено скидати у каналізаційну мережу Радомишля.

Біогаз, який накопичений в процесі метаногенезу, характеризується високим вмістом метану (79 %). Частина його застосовують для підтримання термофільного режиму у метантенку, а частина біогазу йде на продаж.

Надлишковий анаеробний мул рекомендовано до використання як

					<b>160773.21.ЕОНС.ПЗ</b>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>		<i>Колочавіна О.М</i>			<b>ТЕХНІКО-ЕКОЛОГО- ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ПИВОВАРНОГО ЗАВОДУ</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевірив</i>		<i>Євтушенко О.В.</i>				Д	11	99
<i>Реценз.</i>						<b>ЗЕК – V – 2</b>		
<i>Н. контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Семенова О.І.</i>						

компонент кормів у фермерських тваринницьких комплексах Житомирщини.

Розрахунок економічної ефективності природоохоронного заходу засвідчив, що річний приріст чистого прибутку становить 342 610,287 грн., термін окупності капітальних витрат 15 років, коефіцієнт економічної ефективності 0,067 грн./грн.

					160773.21.ЕОНС.ПЗ	Арк.
Знач..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

## РОЗДІЛ 1

### ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПРАТ «ПБК «РАДОМИШЛЬ»

#### 1.1 Характеристика підприємства

ПрАТ «ПБК «Радомишль» — підприємство харчової промисловості України, зайняте у галузі виробництва та реалізації напоїв натурального бродіння (пива та квасу). Входить в четвірку лідерів пивного ринку України.

Броварню було засновано у 1886 році братами Гнатом та Франком Альбрехтами, які привезли до Радомишлю з Європи обладнання, броварські технології, а також зразки ячменю та хмелю для вирощування в місцевих умовах. Чехи за походженням, брати розпочали виробництво класичного чеського Пілснера, згодом розширивши асортимент продукції броварні за рахунок інших популярних в Європі сортів, а також розробки власних рецептур [1].

Після 1917 року чеські власники емігрували, а саму броварню було націоналізовано. Протягом радянського періоду броварня працювала у форматі локального пивзаводу, виробляючи уніфікований асортимент сортів пива для потреб населення Житомирської області.

Перехід до ринкової економіки у 1990-х та поява на традиційному ринку збуту броварні продукції великих національних та іноземних виробників пива стали справжнім викликом для підприємства.

У 2001 році розпочався новий етап у розвитку ПБК «Радомишль» — завод став основною виробничою базою київської корпорації «Рідна Марка». В 2001 — 2003 рр. тут було збудовано відразу 2 унікальних за своїми технічними характеристиками комплекси: з виробництва пшеничного пива та сокової продукції. Паралельно було проведено реконструкцію потужностей з виробництва ячмінного пива [1].

					<b>160773.21.ЕОНС.01.ПЗ</b>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<b>ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПРАТ «ПБК РАДОМИШЛЬ»</b>	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розробив</i>		<i>Колочавіна О.М</i>				<i>Д</i>	<i>13</i>	<i>99</i>
<i>Перевірив</i>		<i>Євтушенко О.В</i>				<b>ЗЕК – V – 2</b>		
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Семенова О.І.</i>						

Інвестиції, зроблені у розробку та налагодження виробництва пшеничного пива, дали швидку віддачу — в 2004 р. на підприємстві було зварено пиво «Пшеничне Еталон», яке вперше в історії України було визнане найкращим у світі в своєму класі та одержало Золоті медалі обох найпрестижніших конкурсів пива: американського World Beer Cup-2004 та європейського Brewing Industry International Awards-2004. Низька конкуренція на ринку пшеничного пива України, активна рекламна кампанія та використання у рекламних матеріалах інформації про світове визнання сорту дозволили пиву «Пшеничне Еталон» швидко захопити провідну позицію у сегменті пшеничного пива на вітчизняному ринку. Вже за підсумками 2006 року частка корпорації «Рідна Марка» у цьому сегменті українського ринку перевищила 50 %.

Протягом 2006—2008 року було введено в експлуатацію другу та третю черги виробництва — нові лінії з розливу пива та квасу, загальні потужності з виробництва яких сягнули 15 мільйонів декалітрів.

Навесні 2009 року ПБК «Радомишль» розпочав співробітництво з львівською Першою приватною броварнею, надаючи останній власні виробничі потужності для випуску пива торгових марок «Перша приватна броварня» та «Галицька корона».

Наприкінці 2011р. міжнародний холдинг Oasis CIS завершив операцію з купівлі 100% акцій групи компаній «Рідна Марка», що об'єднує пиво-безалкогольний комбінат «Радомишль» та дистриб'юторську мережу. У квітні 2012 р. Oasis CIS, який вже володів пивзаводом у Радомишлі, об'єднав свої активи з українською компанією Перша приватна броварня. У результаті злиття Перша приватна броварня здійснює управління двома сучасними технологічними майданчиками у Львові та Радомишлі, загальною продуктивністю 2,3 млн. гектолітрів (2016 рік), з єдиною структурою продажів і маркетингу. Зараз «Радомишль» — сучасний виробничий майданчик повністю реконструйований в 2006 році, є одним з найбільш технологічно досконалих виробничих комплексів України, де одночасно

									1608773.21.ЕОНС.01.ПЗ	Арк.
Знач.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						14





### 1.3 Сировинна база, водні, енергетичні ресурси підприємства

Пивоваріння — ціле мистецтво, яке виникло більше 8 століть тому. Незважаючи на його давню появу, пивоварам є до чого прагнути. Щорічно представляються нові напої, вдосконалюється смак відомих сортів. Існує більше сотні технологій виробництва пінного. Сировина для пива залишилася незмінною. Основними інгредієнтами виступають [3]:

вода;

пивні дріжджі;

хміль;

солід.

Сировина, що використовується в пивоварінні на підприємстві закупається як в українських, так і іноземних постачальників. Для виробництва соків та морсів використовують продукцію регіональних фермерів.

Водопостачання ПрАТ «ПБК «Радомишль» відбувається за рахунок з артезіанських свердловин [4].

Експлуатація підземних вод на водозаборі ПрАТ «ПБК «РАДОМИШЛЬ» здійснюється з 1974 року. Радомишльське родовище питних підземних вод розташоване в південно-західній частині Радомишльського району Житомирської області України. Родовище представлене 9-ма свердловинами, 7 з яких - належать ПрАТ «ПБК «РАДОМИШЛЬ», а 2 – орендуються підприємством (згідно договору оренди із Радомишльською міською радою від 04 квітня 93 2018 р.). Свердловини обладнані на водоносний горизонт у тріщинуватій зоні кристалічних порід та їх кори вивітрювання. Усі 9 свердловин розміщені в межах території м. Радомишль Житомирської області за адресами: - № 1(2008(1)) та № 2(1702А) - по вул.Микгород,71 м. Радомишль; - № 3(2513(2)) - по вул.Микгород, 45 А м. Радомишль; -№ 4(4) - по вул.Микська, 43 м. Радомишль; -№ 5(5) - по вул.Ціалковського, 56 м. Радомишль;. -№ 6(1) - по вул.Микська, 20 б м. Радомишль; -№ 7(2) - по вул.Микська, 20 в м. Радомишль; -№ 6 (орендована)

										Арк.
										17
Знач.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	160773.21.ЕОНС.01.ПЗ					



Продовження табл. 1.2

1	2	3	4
8	Загальна жорсткість	ммоль/дм <sup>3</sup>	≤7,0 (10,0)1
9	Загальна лужність	ммоль/дм <sup>3</sup>	не визначається
10	Йод	мкг/дм <sup>3</sup>	не визначається
11	Кальцій	мг/дм <sup>3</sup>	не визначається
12	Магній	мг/дм <sup>3</sup>	не визначається
13	Марганець	мг/дм <sup>3</sup>	≤0,05 (0,5)1
14	Мідь	мг/дм <sup>3</sup>	≤1,0
15	Поліфосфати (за РО43-)	мг/дм <sup>3</sup>	≤3,5
16	Сульфати	мг/дм <sup>3</sup>	≤250 (500)1
17	Сухий залишок	мг/дм <sup>3</sup>	≤1000 (1500)1
18	Хлор залишковий вільний	мг/дм <sup>3</sup>	≤0,5
19	Хлориди	мг/дм <sup>3</sup>	≤250 (350)1
20	Цинк	мг/дм <sup>3</sup>	≤1,0
б) органічні компоненти			
21	Хлор залишковий зв'язаний	мг/дм <sup>3</sup>	≤1,2
Санітарно-токсикологічні показники			
а) неорганічні показники			
22	Алюміній**	мг/дм <sup>3</sup>	≤0,2 (0,5)2
23	Амоній	мг/дм <sup>3</sup>	≤0,5 (2,6)1
24	Діоксид хлору	мг/дм <sup>3</sup>	≤0,1
25	Кадмій **	мг/дм <sup>3</sup>	≤0,001
26	Кремній**	мг/дм <sup>3</sup>	≤10
27	Миш'як**	мг/дм <sup>3</sup>	≤0,01
28	Молібден**	мг/дм <sup>3</sup>	≤0,07
29	Натрій**	мг/дм <sup>3</sup>	≤200
30	Нітрати (по NO3)	мг/дм <sup>3</sup>	≤50
31	Нітрити**	мг/дм <sup>3</sup>	≤0,5 (0,1)3
32	Озон залишковий	мг/дм <sup>3</sup>	0,1-0,3
33	Ртуть*	мг/дм <sup>3</sup>	≤0,0005
34	Свинець**	мг/дм <sup>3</sup>	≤0,01
35	Срібло**	мг/дм <sup>3</sup>	не визначається





первинного відстійника. З першого баку вода надходить у другий та третій баки. Для попередження окислення двохвалентного заліза в баки дозується відновник – розчин сульфїту натрію, який подається зі станції дозування відновника. З баків-накопичувачів вода надходить на насосну станцію артезіанської води та подається на Н-катіонітові фільтри. В Н-катіонітових фільтрах відбувається зниження концентрації в воді заліза, марганцю, лужності і жорсткості. Регенерація катіоніту здійснюється соляною кислотою, яка подається на фільтри від модуля підготовки і подачі регенераційного розчину кислоти. Підготовка регенераційного розчину здійснюється за допомогою гідроінжектора. Після Н-катіонітових фільтрів вода подається на зворотньоосмотичні установки, на яких відбувається комплексна демінералізація. Вода подається на вузол демінералізації, де підлягає очистці на трьох установках зворотнього осмосу Екософт МО-10 та чотирьох установках Екософт МО-27. Перед подачею води на установки зворотнього осмосу у воду дозують луги від станції коригування рН. Для періодичної хімічної промивки мембран зворотньоосмотичних фільтрів передбачено спеціальний модуль, а для попередження їх мікробіологічного забруднення – станція дозування біоциду. Після зворотньоосмотичних установок вода містить розчинену вуглекислоту. Видалення вуглекислоти проводиться на установці вакуумної декарбонізації, яка складається з декарбонізатора та вакуумного насосу. 104 При даній технології демінералізована вода може мати підвишену - до 350 мг/дм<sup>3</sup> – концентрацію вуглекислоти.

Для видалення вуглекислоти вибрано процес вакуумної декарбонізації, який дозволяє досягти ефективного зниження концентрації вуглекислого газу в воді без насичення води киснем повітря. Із декарбонізатора вода самопливом зливається в барометричні накопичувачі. З барометричних накопичувачів вода подається насосами в баки-накопичувачі кондиціонованої води. Перед подачею води в накопичувачі вона знезаражується за допомогою установки приготування і дозування діоксиду

						160773.21.ЕОНС.01.ПЗ	Арк.
Знач.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			22

хлору. Діоксид хлору отримують на спеціальній установці BelloZon типу CDVb, що працює з використанням розбавлених реагентів (9 % розчину соляної кислоти  $HCl$  і 7,5% розчину хлориту натрію  $NaClO_2$ ).



Вода, що використовується для приготування продукції ПРАТ «ПБК «Радомішль», а також сервісних та господарсько-побутових потреб, потребує коригування жорсткості, лужності, рН. Ця обробка відбувається за допомогою станції ремінералізації, що включає дозування розчину хлористого кальцію та розчину лугу. На ПРАТ «ПБК «Радомішль» встановлені лічильники води типу ЛЛТ50Х, MWN, Єргомера-125. Лічильники опломбовані.

Крім води для варіння пива на підприємстві використовують солод, пивні дріжджі та хміль.

#### 1.4.1 Показники якості основної сировини

Основою для виробництва солоду є ячмінь. Інгредієнти для пива беруть тільки ті, які проросли на 90–95 % та містять незначну кількість білку (8–12 %). Важливими є розміри та структура зерна. Ці показники повинні становити до 10 % від загальної маси. Відповідно до вимог стандарту ДСТУ 3769 – 98 «Ячмінь. Технічні вимоги» [6] пивоварний ячмінь поділяють на два класи.

Ячмінь першого класу повинен мати життєздатність не нижчу за 95 %, другого – 90 %.

Ячмінь повинен бути здоровим, без самозигрівання і теплового ушкодження під час висушування; мати нормальний запах, властивий здоровому зерну (без солодового, пліснявого, затхлого та сторонніх запахів), нормальний колір, властивий здоровому зерну цього класу; не допускається зараженість шкідниками хлібних запасів, крім зараженості кліщем не вище 1 ступеня. Органолептичні та фізико-хімічні показники ячменю наведені в таблиці 1.4.

Пивні дріжджі мають безпосередній вплив на аромат та смак пива. На

									Арк.
									23
Знач.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	160773.21.ЕОНС.01.ПЗ				



Солод як основа для варіння пива має відповідати вимогам стандарту ДСТУ 4282:2004. «Солод пивоварний ячмінний. Загальні технічні умови» [7].

Солод – продукт штучного пророщування зерен злаків, що містять активні речовини – ферменти. Ці речовини визначають здатність солоду розщеплювати крохмаль на прості цукри, які потім перетворюються дріжджами на спирт. Приготування солоду вимагає особливої уваги і чистоти. Гарний солод – основа успіху і гарантія високої якості пива.. Органолептичні та основні фізико-хімічні показники сухого ячмінного солоду наведені в таблицях 1.5 і 1.6.

Таблиця 1.5 – Органолептичні показники якості ячмінного солоду

Назва показника	Характеристики світлого солоду
Зовнішній вигляд	Однорідна зернова маса, що не містить пліснявих та пошкоджених зерен
Колір	Для солоду високої якості – від світло-жовтого до жовтого. Для солоду I та II класу дозволено сірувато-жовтий.
Запах	Солодовий. Не дозволено кислий, запах плісняви та інші не властиві солодовому.
Смак	Солодовий, солодкуватий. Не дозволено сторонній присмак.

Таблиця 1.6 - – Основні фізико-хімічні показники якості ячмінного та пшеничного солоду

Показник	Солод	
	пшеничний	вівсяний
1	2	3
Масова частка вологи, %, не більше	8,0	8,0
Масова частка екстрактивних речовин у перерахунку на СР, % не менше	75,0	50,0

					160773.21.ЕОНС.01.ПЗ	Арк.
Знач.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Закінчення табл. 1.6

1	2	3
Тривалість оцукрення, хв., не більше	30,0	30,0
Масова частка сміттєвих домішок, %, не більше	0,3	0,3
Прозорість лабораторного сусла	Прозоре, допускається слабка опалесценція	
Колірність, см <sup>3</sup> розчину йоду концентрацією 0,1 моль/дм <sup>3</sup> на 100 см <sup>3</sup> сусла	0,3	0,4
Кислотність, см <sup>3</sup> розчину NaOH концентрацією 1 моль/ дм <sup>3</sup> на 100 см <sup>3</sup> сусла	0,8-1,2	0,8-1,3

Хміль – це інгредієнт, від якого залежать утворення піни напою, колір і ступінь прозорості. Вимоги до якості хмелю прописані в ДСТУ 4098.1-2002. «Хміль ароматичний. Технічні умови» [8]. При виготовленні пива недоцільно використовувати продукт з будь-якими сторонніми запахами. Колір хмелю може варіюватися від жовто-зеленого до коричневого, відсоток вмісту амінокислот — 2,5–3,5, вологість — 11–13 %

#### 1.4.2 Показники безпеки основної сировини

У таблиці 1.7 представлено показники безпеки солоду ячмінного пивовареного за вмістом важких металів та мікотоксинів відповідно до ДСТУ 4282:20004 [7].

Таблиця 1.7 - Вміст токсичних елементів, N-нітрозамінів та мікотоксинів у солоді пивоварному ячмінному

Допустимі рівні, не більше, мг/кг	Допустимі рівні, не більше, мг/кг
Ртуть	0,03
Миш'як	0,2
Кадмій	0,1
N-нітрозаміни	0,015
Мікотоксини:	
Афлатоксин В1	0,005
Зеараленон	1,0
T-2 токсин	0,1



## 1.5 Вимоги до якості та безпеки пива

Пиво повинне відповідати вимогам стандарту ДСТУ 3888:2015. «Пиво. Загальні технічні умови» [9]. Пиво залежно від кольору виробляють трьох типів: світле, напівтемне та темне, та пшеничне — двох типів: світле та темне. Пиво поділяють на фільтроване та нефільтроване; нефільтроване — на освітлене та неосвітлене; за способом оброблення — на пастеризоване та непастеризоване.

### 1.5.1. Вимоги до показників якості пива

Пиво залежно від масової частки спирту, одержаного внаслідок бродіння охмеленого суслу, без його додавання, поділяють на безалкогольне та слабоалкогольне. Органолептичні показники якості пива наведені в таблиці 1.9.

Таблиця 1.9 - Органолептичні показники якості пива

Найменування показника	Характеристика показника			
	фільтроване пиво			нефільтроване пиво:
	світле	напівтемне	темне	освітлене, неосвітлене світле, напівтемне, темне
Зовнішній вигляд	Прозора пінна рідина, без осаду і сторонніх включень			Прозора пінна рідина, без сторонніх включень, не властивих продукту (допускається наявність дріжджового осаду)
Смак	Солодовий і хмельовий смак із присмаком, характерним відповідному сорту пива	Солодовий смак з присмаком карамельного солоду, приємною гіркотою, відповідної для кожного сорту пива	Повний солодовий смак із яскраво вираженим карамельним смаком, приємна гіркоту, відповідної сорту пива	Чистий смак зброженого солодового напою з хмельовий гіркотою і з присмаком дріжджів. Сторонній присмак заборонено.
Аромат	Аромат, характерний сорту пива, чистий, без сторонніх запахів і присмаків			Аромат зброженого солодового напою. Допускається слабкий дріжджової аромат. Сторонні запахи не допускаються

Знач.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

160773.21.ЕОНС.01.ПЗ

Арк.

28



Перелік мікробіологічних показників, що регламентують якість пива, наведений у таблиці у таблиці 1.11

Таблиця 1.11 – Мікробіологічні показники пива

Продукт	КМАФАнМ, КОЕ/г, не більше	Об'єм або маса продукту (см <sup>3</sup> , г) в яких не допускаються		
		БГКП (коліформи)	Патогенні в т. ч. сальмонели	Дріжджі та плісені (сума)
Пиво не пастеризоване в пляшках, сорти з екстрактивністю початкового сула:				
12% й більше	-	10,0	25	-
8-11%	-	3,0	25	-
Пиво пастеризоване в пляшках і інших видах споживчої тари		10,0	25	40
Пиво розливне	500	1,0	25	-

Дефекти пива, що виникають в результаті порушення технології виробництва, проявляються, перш за все, у зниженні прозорості пива. Залежно від причин, що її викликали, помутніння пива може мати різний характер.

Характеристику дефектів, які виникають у пиві в процесі виробництва, наведено в табл. 1.12.

Таблиця 1.12 – Основні дефекти пива

Назва дефекту	Причина виникнення
Кристалічне помутніння	Виникає в результаті утворення кристалів щавлевокислого кальцію. Дефект легко усувається фільтруванням.
Білкове помутніння	Є наслідком низької якості солоду, а також порушення режимів затирання і кип'ятіння сула з хмелем. Різновидністю білкового помутніння є глютинова опалесценція, що виникає при охолодженні пива до 1°C і зникає при нагріванні до 20°C.
Бактеріально-дріжджова каламуть	Виникає при порушенні умов зберігання пива внаслідок розмноження диких дріжджів, а також аеробних мікроорганізмів, особливо оцтовокислих і молочнокислих бактерій. В результаті їх дій пиво мутніє і прокисає

									Арк.
									30
Знач.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	160773.21.ЕОНС.01.ПЗ				



7. Освітлення і охолодження пивного сусла
8. Бродіння пивного сусла
9. Освітлення пива
10. Підготовка посуду та розлив пива

### ***Полірування зерна***

Ця операція здійснюється на полірувальній машині. Вона складається з похилих сит, на яких відокремлюються крупні домішки, щіткового барабана і вентилятора. Навпроти щіткового барабана розташований сталевий лист із хвилястою поверхнею. Зерно потрапляє в отвір між щітками і листом і полірується. Пил і дрібні домішки за допомогою вентилятора виносяться струменем повітря в циклон.

### ***Подрібнення солоду і ячменю***

Основною метою подрібнення солоду та ячменю є полегшення та прискорення фізичних та біохімічних процесів розчинення зерна при затиранні з метою забезпечення максимально можливого переходу екстрактивних речовин в водний розчин, що називається суслom.

Ступінь помелу солоду та ячменю відіграє важливу роль в процесі затирання, оскільки завдяки цьому збільшується поверхня частинок які підлягають впливу ферментів.

Подрібнення намагаються вести так, щоб борошністу частину зерна перетворити в дрібну крупку і борошно, а оболонки зберегти і використовувати в якості фільтруючого прошарку.

Оптимальний склад фракцій помелу при роботі на фільтр-апараті (у %) такий: оболонки 15-18, велика крупка 18-22, дрібна крупка 30-35; борошно 25-35. За 2-3 години перед подрібненням рекомендується підволжити зерно, після чого оболонки стають більш еластичними і їх цілісність краще зберігається.

Для підвищення продуктивності варильного відділення на 25-30 % здійснюють подрібнення мокрого солоду на спеціальних дробарках.

					160773.21.ЕОНС.01.ПЗ	Арк.
Знач.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Полірований солод завантажується в замочний апарат, куди подається вода з температурою 35-55°C. При проходженні через прошарок солоду частина води всмоктується солодом, а інша стікає в корпус дробарки, звідки разом із знову подаваною водою насосом повертається в апарат. Рециркуляцію води ведуть до досягнення вологості солоду 30 %, на що витрачається 25-30 хв. Зайву замочну воду перекачують у заторний апарат. Потім включають дробарку. Вал, що живить, порціями подає солод на вальці, при проходженні між якими солодові оболонки знімаються майже без ушкодження, і відбувається тонке подрібнення ендосперму. З дробарки солод надходить у бункери (по 16 т кожний), де змішується з водою і потім насосом подається в заторний апарат.

### **Затирання зернопродуктів**

Мета затирання зернопродуктів полягає в переведенні максимально можливої кількості сухих речовин солоду і несолоджених продуктів у розчинний стан шляхом створення сприятливих умов для дії ферментів солоду.

Солод та інші зернопродукти складаються із розчинних та нерозчинних у воді сполук. Водорозчинні сполуки легко та швидко переходять в розчин без участі ферментів. В розчин переходять і ферменти солоду, які знаходяться в незв'язаному стані. Але водорозчинних речовин як в солоді так і в несолоджених зернопродуктах міститься небагато. В солоді водорозчинні речовини складають 10-15% до маси сухих речовин, а в ячмені їх приблизно в 2 рази менше.

Переважна частина солодового ячмінного зерна – крохмаль – нерозчинний. Більша частина білкових речовин як в солоді так і в ячмені знаходиться також в нерозчинному стані. Для переведення крохмалю та білків в розчинний стан їх необхідно розщепити за допомогою ферментів, використовуючи при цьому різні температурні режими, кислотність середовища та певний час витримки, що і являє собою процес затирання.

Для успішного протікання ферментативного гідролізу необхідна

					160773.21.EOHC.01.ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

визначена кислотність середовища (рН 5,3 – 5,5). При використанні лужної води затор не оцукрюється, різко падає вихід екстракту. Затор роблять при температурі 47 °С і 60 °С протягом 30 хвилин при кожній температурі.

Затирання подрібненого солоду та несолодженого зерна ведуть в заторних апаратах, які розміщені у варильному відділенні. Заторний апарат виготовлений з нержавіючої сталі (з верхнім мідним покриттям), має циліндричну форму, сферичне дно та куполовидну кришку. Для обігріву паром він оснащений паровою рубашкою, а на його кришці розміщена витяжна труба для пару. Циліндрична поверхня заторного апарату покрита теплоізоляцією. Змішування затору в апараті здійснюється за допомогою пропелерної мішалки. Робочий об'єм апарату – 600 гл. Варильне відділення має три порядки. Кожний порядок має по 2 заторних апарата. Для варки світлого пива використовують один заторний апарат, а варку сортового пива – ведуть на двох заторних апаратах.

Для варіння пива використовують два способи: одновідварний та двовідварний.

#### *Режим затирання одновідварний*

Одновідварний спосіб полягає в тому, що в заторний апарат набирають ½ усієї води, яку витрачають на один затор, нагрівають її до такої температури, щоб після внесення подрібненого солоду температура затору досягла 50 – 52 °С, вмикають мішалку і спускають в апарат із бункера подрібнений солод, одночасно подають решту води.

Температуру заторної маси після розмішування встановлюють у межах 50 – 52 °С, що відповідає оптимуму дії протеолітичних ферментів. При цій температурі затір витримують 30 хв, потім при вимкненій мішалці спускають у відварний апарат 1/3 густої маси. У відварному апараті заторну масу при перемішуванні підігрівають до 62 – 63 °С і витримують при цій температурі 20 хв, далі її підвищують до 70 – 72 °С і витримують 15 хв для оцукрювання крохмалю. Під час витримання затору при постійній температурі мішалка

									160773.21.ЕОНС.01.ПЗ	Арк.
										34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

не працює . Після оцукрювання масу нагрівають до кипіння і кип'ятять 20 хв з увімкненою мішалкою.

При підігріванні й кип'ятінні відбуваються клейстеризація крохмалю, подальше перетворення проміжних продуктів гідролізу крохмалю, коагуляція та осадження частини білків, інактивування ферментів, мікроорганізмів і утворення меланоїдинів. Прокип'ячену частину маси перекачують в основний затор при працюючих мішалках в обох апаратах. У результаті змішування відвару та основного затору температура всієї маси підвищується до 70<sup>0</sup>С. При цій температурі затор витримують у спокої 30 хв. У разі потреби його витримують при температурі 72 – 73<sup>0</sup>С до повного оцукрювання, яке визначають за йодною пробєю. Потім при перемішуванні затор нагрівають до 76 – 77<sup>0</sup>С і перекачують в апарат для фільтрування.

#### *Режим затирання двовідварний*

У заторний апарат набирають воду 1/2-1/3 від необхідної для приготування затору, вмикають мішалку, засипають подрібнений солод і додають решту води. Температура затору досягає 50-52<sup>0</sup>С. При ній його витримують 15-30 хв.

Далі у відварний апарат спускають приблизно 1/2-1/3 густої заторної маси, підігривають її при перемішуванні до температури 63<sup>0</sup>С, вимикають мішалку і нагрівання. Тривалість мальтозної паузи 15-30 хв. Потім відвар підігривають до температури 70<sup>0</sup>С при перемішуванні, перекривають подачу пари, зупиняють мішалку й при цій температурі витримують 20-30 хв. для оцукрювання. Маса відвару швидко нагрівають до кипіння і кип'ятять 15-30 хв. Цю частину затору називають першим відваром. При працюючих мішалках у заторному й відварному апаратах перший відвар повільно перекачують в основний затір. Після змішування основного затору з першим відваром температуру маси встановлюють у межах 62-63<sup>0</sup>С і при ній витримують протягом 10-15 хв. Потім 1/3 густої заторної маси перекачують у відварний апарат, нагрівають до кипіння і кип'ятять від 5 до 20 хв. залежно від якості солоду та сорту пива.

									Арк.
									35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	160773.21.ЕОНС.01.ПЗ				

Тривалість кип'ятіння відвару подовжують при переробці погано розчинного солоду та приготуванні темного пива. Після кип'ятіння цю частину затору, тобто другий відвар, повільно, при неповному заповненні труби, що з'єднує два заторних апарати, повертають до основної маси. Далі температуру всього затору підвищують до 70<sup>0</sup>С і залишають у спокої на 30 хв. У разі неповного оцукрювання роблять паузу при 72<sup>0</sup>С і витримують скільки потрібно, після чого затір нагрівають до температури 76-77<sup>0</sup>С і перекачують на фільтрування.

### ***Приготування пивного сусла***

Призначення варильного цеху – провести за допомогою ферментів найбільш повне розщеплення білку та крохмалю до амінів та моносахаридів – розчинних у воді речовин.

Сусло готують у варочному відділенні заводу. При варці намагаються можливо повніше витягти цінні речовини із солоду та хмелю. Солод і ячмінь спочатку очищають від забруднень (полірування), потім подрібнюють. Дроблене зерно змішують із водою, одержуючи затор, який витримують при температурах, оптимальних для дії ферментів, що гідролізують білки і крохмаль. Ця операція називається затиранням. Після повного оцукрювання крохмалю затор фільтрують, відокремлюючи від сусла частину зерна, що не розчинилася (шротину). Сусло кип'ятять із хмелем, потім виварений хміль (хмелеву шротину) відокремлюють і гаряче охмелене сусло освітлюють, охолоджують і передають на бродіння.

### ***Фільтрація оцукреного затору***

Фільтрування – процес при якому необхідно відділити тверду фазу від рідкої та затримати тверді нерозчинні частинки які містяться в суслі. Оцукрений затор складається з двох фаз: рідкої (сусло), що містить розчинений екстракт, і твердої (шротини) у виді залишків зерна, що не розчинилися. Відокремлюють сусло фільтрацією, причому шротину використовують у якості фільтруючого матеріалу. Процес ведуть у дві стадії. Спочатку відокремлюють сусло, що називається першим суслем, а потім

									Арк.
									36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	160773.21.ЕОНС.01.ПЗ				

гарячою водою вимивають із шротини екстракт, що залишився в ній. При фільтрації і промиванні температура затору повинна бути 75-78<sup>0</sup>С. При зниженні температури в'язкість сусла збільшується і фільтрація сповільнюється, а при підвищенні – інактивується амілаза, що може призвести до появи клейстерної муті в суслі в результаті клейстеризації крохмалю, що залишився в шротині. Фільтрацію затора здійснюють за допомогою фільтраційного апарата.

Фільтраційний апарат являє собою сталевий циліндр з плоским днищем та сферичною кришкою, на відстані 10-12 мм від основного дна в ньому знаходиться друге ситчате днище яке служить основою для фільтруючого шару дробини. В основному дні містяться рівномірно розміщені відхідні трубопроводи, кінці яких оснащені окремими кранами які регулюють швидкість фільтрування сусла. Крани розміщені над лотком для відбору сусла. Збірний лоток з'єднаний з насосом для перекачки мутного сусла в фільтраційний апарат. Крани разом з лотком називаються фільтраційною батареєю.

Кізельгур, який викидається, складає основну частину твердих відходів. На 1000 дал пива витрачається 22 кг кізельгуру.

### ***Кип'ятіння сусла з хмелем***

При кип'ятінні сусла з хмелем розчинюються гіркі й ароматні речовини хмелю і випарюється надлишок води. Крім того, інактивуються ферменти і гинуть мікроорганізми, що потрапляють у сусло із солодом і хмелем, що забезпечує сталість хімічного складу сусла до бродіння і запобігає скисанню пива. Під впливом високої температури білки випадають в осад у вигляді крупних пластівців.

Кип'ятіння сусла починають після закінчення фільтрації затору. До цього моменту температуру сусла в сусловарочном котлі підтримують біля 75 °С, щоб дооцукрити крохмаль, що вимивається зі шротини. Хміль у сусло ввводять декількома засобами в залежності від сорту пива. У слабо охмелені темні сорти пива весь хміль задають на початку кипіння. При приготуванні

									Арк.
									37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

160773.21.ЕОНС.01.ПЗ

більш охмелених сортів пива хміль вносять у 2-3 прийоми. Для сильно охмелених і ароматизованих сортів пива невелику порцію хмелю не кип'ятять, а задають у хмелевідділювач. Кількість хмелю залежить також від типу і концентрації сусла; із підвищенням концентрації норма внесення хмелю збільшується.

Кінець варіння сусла з хмелем визначають по концентрації сусла і його освітленню. Сусло повинно мати стандартну для даного сорту пива концентрацію екстракту, бути прозорим і містити швидко осідаючі пластівці білків. Тривалість кип'ятіння 2-3 години. По закінченні кип'ятіння вимірюють об'єм гарячого сусла і спускають його в хмелевідбірний апарат.

Сусловарильний апарат мало відрізняється від заторного по своїй конструкції, проте має велику поверхню теплопередачі, що пояснюється необхідністю інтенсивного випаровування значних кількостей води .

#### *Відділення хмелевої шротини*

На підприємстві використовують хмелевий екстракт, тому хмелевої шротини не утворюється, а сусло відкачують насосом і передають у інше відділення заводу для освітлення й охолодження.

#### *Вихід екстракту у варочному відділенні*

Цей показник є основним техніко-економічним показником, що характеризує роботу варочного відділення і якість солоду. Під виходом екстракту  $E$  розуміють кількість (у %) сухих речовин солоду і несоложеної сировини, яка перешла в сусло при затиранні.

Розрахунок виходу екстракту  $E$  ведеться по формулі  $E = 0.96 Vd / M$ , де 0.96 – коефіцієнт, що враховує теплове розширення сусла і присутність хмелевої шротини.  $V$  - об'єм сусла в сусловарочному котлі при 100°C, л;

$d$  – щільність сусла при концентрації  $V$ ;

$B$  – вміст екстракту в суслі, % до маси, при 20 °C;

$M$  – маса зернової сировини, витраченого на готування затора, кг.

$B$  залежності від якості сировини вихід екстракту складає 70-72%.

Втрати екстракту у варочному відділенні коливаються в межах 1.5-2%.

									Арк.
									38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	160773.21.ЕОНС.01.ПЗ				

Розрізняють два види втрат екстракту в шротині: екстракт, що вимивається, в останній промивній воді (0.5-0.6%), і екстракт, що не вимивається, який міститься в погано роздроблених кінчиках зерен (1-1.5%).

### ***Освітлення і охолодження пивного сусла***

Мета освітлення сусла – видалення осілих при кип'ятінні білків, що забруднюють бродильні апарати і надають пиву неприємну грубу гіркоту. Після освітлення сусло охолоджують до температури 5-6 °С, при якій вносять дріжджі.

Сусло освітлюють за допомогою сепарування.

Сепарування є прискороною седиментацією, при якій замість звичайного прискорення сили тяжіння розвивається в набагато швидше (в 4500 разів і більше) прискорення, за допомогою центробіжної сили.

При зброджуванні сепарованого сусла на дно бродильного апарата осідають більш чисті дріжджі. Крім того, прискорюється освітлення сусла, скорочуються втрати екстракту. Однак сепаратор є енергоємним апаратом.

Охолодження сусла проводять у пластинчастому теплообміннику, оскільки він при малих розмірах має високу продуктивність, що просто регулюється зміною числа пластин; очищаються й розбираються пластини швидко і легко.

Пластинчастий теплообмінник складається з рифлених робочих пластин і гладких прокладок (листів). Пластини і листи, чергуючи парами, встановлюють і закріплюють на станині, як у фільтр-пресі. Між пластинами і листами утворюються канали по яких з однієї сторони листа протікає холодна рідина, а з іншого боку, в оберненому напрямку – сусло, що охолоджується. По краях пластин є отвори, що утворюють при складанні канали для підводу і відводу сусла і рідини, що проохолоджується.

Врахування втрат від гарячого сусла до готового пива ведеться не по екстракту, а по так названій рідкій фазі, тобто за об'ємом. Втрати сусла від сусловарильного котла до бродильного відділення складають 5-6% по об'єму гарячого сусла, причому дійсні втрати сусла в хмелевій шротині, у білковому

									Арк.
									39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	160773.21.ЕОНС.01. ПЗ				

осаду і на змочування апаратів складають 1.5-3%, а інші є мнимими, пов'язаними зі зменшенням об'єму при охолодженні.

### **Бродіння пивного сусла**

Для збродження сусла використовують особливі раси пивних дріжджів низового бродіння. Ці дріжджі до кінця бродіння осідають на дно, завдяки чому пиво добре освітлюється. Вони активно зброджують сусло при температурі 6-9 °C, а доброджують при температурі 1-2 °C, несприятливої для життєдіяльності сторонніх мікробів, що також має велике значення для якості пива.

Спроможність дріжджів низового бродіння осідати на дно бродильного апарата у виді щільного шару дозволяє багаторазово використовувати їх у якості насінних. Повторно використовувані дріжджі називають генераціями. Працюють із 7 генераціями дріжджів.

Використання бродильних циліндричних апаратів закритого типу для бродіння дає можливість утилізувати вуглекислий газ, поліпшити умови праці і знизити небезпеку потрапляння інфекцій у пиво.

Процес головного бродіння починають із заповнення танка холодним суслom. У наповнений на 1/3 танк задають насінні дріжджі (0.35-0.5 л/100 л сусла). Після заповнення танка вимірюють об'єм прийнятого сусла і визначають його концентрацію. Тривалість головного бродіння для сортів пива з початковою концентрацією сусла 11-13% складає 7-9 діб, а для сортів із більш високою концентрацією 9-12 діб. Максимальна температура бродіння 9 °C. Вуглекислий газ відбирають для утилізації на 3-5 доби, у період найбільш бурхливого бродіння. Кінець головного бродіння визначають по втраті екстракту. Якщо вміст екстракту за добу знижується на 0.15-0.2%, то головне бродіння вважають закінченим. Молоде пиво охолоджують до 4-5 °C. Після спуску пива на дні танка залишається прошарок дріжджів, що передають у дріжджове відділення.

Загальні втрати пива в бродильному відділенні складають біля 2% по об'єму холодного сусла.

					160773.21.ЕОНС.01.ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Одержують чисту культуру дріжджів із мікробіологічних лабораторій у пробірках. Розмножують чисту культуру спочатку в заводській лабораторії, а потім у спеціальних апаратах Грейнера. Вони складаються зі стерилізатора сусла, циліндрів зброжування із судами для збереження дріжджей і резервуара попереднього бродіння.

Після головного бродіння одержують біля 2 л дріжджів на кожні 100 л молодого пива. Половина їх використовується для засіву в бродильний апарат (насінні дріжджі), а половина - надлишкові дріжджі. Насінні дріжджі спочатку очищують від забруднень проціджуванням через вібросито, потім промивають холодною водою (не вище 3<sup>0</sup>С) до повного освітлення промивної води. Перед повторним використанням дріжджам необхідний 2-3 - денний відпочинок. Дріжджі зберігають у ванночках під прошарком холодної води (0-3 °С), який щодня змінюють. Перед подачею в бродильний апарат дріжджі розбавляють 2-3 - кратною кількістю сусла, перемішують вуглекислим газом, подаваним через барботер. Надлишкові дріжджі без опрацювання передають на реалізацію.

Відходом при бродінні є СО<sub>2</sub>, яке викидається в атмосферу.

#### Доброджування й дозрівання пива

Ці операції необхідні для насичення пива вуглекислим газом, освітлення і дозрівання, у процесі яких поліпшується смак і аромат пива.

При доброджуванні, як і при головному бродінні, основним процесом є спиртове бродіння, але воно протікає повільно, тому що ведеться при температурі 0-2 °С. Молоде пиво містить біля 0.2% (до маси) вуглекислого газу. Для насичення пива вуглекислою в молодому пиві на доброджування залишають біля 1% екстрактивних речовин. Щоб підвищити розчинність вуглекислого газу, доброджування проводять при тиску 0.03-0.05 МПа. Освітлення пива настає після закінчення бродіння, коли дріжджі, що осідають захоплюють частинки білків і хмелевих смол і захоплюють їх в осад, при цьому пиво не тільки освітлюється, але і втрачає грубу гіркоту. При дозріванні пива зменшується кількість альдегідів і наростає вміст ефірів,

									Арк.
									41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	160773.21.ЕОНС.01.ПЗ				

вищих спиртів і кислот, у результаті чого пиво набуває тонкого смаку і аромату.

Тривалість доброджування і витримки залежить від сорту пива (світле 11% - 12 доби; темне «2000» 14% - 90 діб). Готове пиво передають на освітлення. В міру опорожнення танка в нього подають стиснутий вуглекислий газ, щоб підтримувати постійний тиск у танку, і тим запобігти спінюванню пива і втратам вуглекислого газу внаслідок зменшення його розчинності.

Після спуску пива на дні танка залишається осад, що складається з дріжджів, білків і хмелевих смол. Його збирають у збірник, відстоюють, сепарують або фільтрують. Виділене пиво використовують разом з іншими відходами пива (так назване смарочне пиво), а значну частину відстою приєднують до надлишкових дріжджів і реалізують.

Використання циліндро-конічних танків (цех ЦКТ) перспективно, тому що в них сполучають головне бродіння і доброджування пива.

ЦКТ – апарат призначений для бродіння і доброджування пива.

Охолоджене сусло надходить в ЦКТ температурою 7 ... 9 ° С, перші 50% сусла аерують стерильним повітрям.

У перші дві доби бродіння температура зброджуваного середовища мимовільно підвищується з 9 ... 10 до 13 ... 14 ° С. Зброджування сусла в цих умовах триває в середньому 5 ... 7 діб. Підтримка температурного режиму в процесі бродіння забезпечується для посилення теплової конвекції подачею холодоагенту в верхню сорочку ЦКТ. Температура холодоагенту повинна бути не нижче мінус 6 ° С для запобігання примерзання зброджуваної маси сусла до внутрішніх стінок апарату. Після закінчення зброджування екстракту холодоагент подають в сорочку конічної частини ЦКТ для утворення більш щільного осаду дріжджів і запобігання їх автолізу. Після того, як температура пива в конічній частині апарату знизиться до 1-2 ° С, охолодження припиняють, щоб запобігти в подальшому можливе примерзання дріжджів до стінок конуса. Температура пива в циліндричній

									Арк.
									42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	160773.21.ЕОНС.01.ПЗ				

частини ЦКТ підтримується рівною 13 ... 14 ° С ще протягом 2 ... 3 діб до закінчення редукції діацетила. Потім холодоагент подають в усі сорочки апарату, крім сорочки на конічній частини. Охолодження триває до зниження температури всієї маси пива до 1 ... 2 ° С, і при цій температурі пиво витримується до закінчення процесу. При цьому тиск в апараті підтримується 0,05 ... 0,06 МПа. Знімання дріжджів проводиться двічі: через 10 ... 11 діб від початку бродіння і перед подачею пива на освітлення шляхом їх повільного спуску з конічній частини ЦКТ.

Загальна тривалість бродіння і доброджування в ЦКТ початкового суслу з екстрактивністю 11% становить не менше 12 діб, 12% - не менше 18 діб і 13% - не менше 22 діб.

### ***Освітлення пива***

Після витримки в лагерному танку пиво ще містить різні суспензії, що обумовлюють його каламутність. Для досягнення потрібної прозорості пиво фільтрують.

На освітлення пиво подають одночасно з декількох танків через змішувач, чим вирівнюється його якість. Після змішувача пиво спрямовують насосом на охолодження до 1 °С у пластинчастому холодильнику, а потім на освітлення.

У фільтрах для освітлення пива в якості прошарку, що фільтрує, використовують стерилізаційний картон (фільтр-прес) і кізельгур (свічковий фільтр KHS).

Якщо освітлене пиво недостатньо насичене CO<sub>2</sub>, то його штучно насичують у карбонізаторах. Після цього пиво спрямовують у збірники - мірники, де його витримують 2-6 годин для стабілізації розчиненої CO<sub>2</sub>, а потім подають на розлив.

Відходами є кізельгур і СО. Кізельгур- твердий відхід, він складає основну частину твердих відходів. СО виділяється в атмосферу.

### ***Підготовка посуду та розлив пива***

									Арк.
									43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	160773.21.ЕОНС.01.ПЗ				

Автоматична лінія розливу складається із автомата для виймання пляшок із ящиків, пляшкомиючої машини, бракеражного автомату, закупорювального автомату, етикетувального автомату, автомату для складання пляшок в ящики.

Всі види робіт в цеху розлива – механізовані, а саме виймка пляшок з ящиків, розлив пива в пляшки на моноблоці, закупорювання на закупорювальному апараті, наклеювання етикеток на етикетувальному апараті, укладання пляшок в ящики, укладання ящиків на піддони у політайзери. Для миття пляшок використовують такий миючий засіб як їдкий натрій (NaOH). Вихід гідроксиду натрію від однієї пляшкомиючої машини складає 0,4 г/тис пляшок. Контроль за якістю миття іде мікробіологічним і візуальним способом. Витяжка цеху йде за допомогою 8 аераційних ліхтарів розміром 2x1,5 м які розміщені на даху будівлі. Розлив пива як в бочки, так і в пляшки здійснюється в ізобаричних умовах, при яких пиво знаходиться під постійним тиском, інакше пиво піниться, що призводить не лише до втрати CO<sub>2</sub>, але і запобігає необхідному заповненню пляшок та бочок.

Конструкція ізобаричних розливочних апаратів дозволяє заповнювати пивом бочки та пляшки при постійному тиску пива. Перед заповненням, пляшка або бочка герметично закупорюється і змішується з газовим простором пивного резервуара апарата, в результаті чого них встановлюється тиск, рівний тиску в пивному резервуарі. Лише після цього в бочку або пляшку починає потрапляти пиво, причому витіснений пивом діоксид вуглецю знов направляється в газовий простір резервуара. При ізобаричному розливу майже повністю виключається спінення пива і втрати CO<sub>2</sub> зводяться до мінімуму.

Під час розливу і закупорювання б'ється 3% пляшок. Тобто склобій – є відходом, який вивозиться на переробку.

Принципова технологічна схема виробництва світлого пива зображена на рис. 1.1.

					160773.21.ЕОНС.01.ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

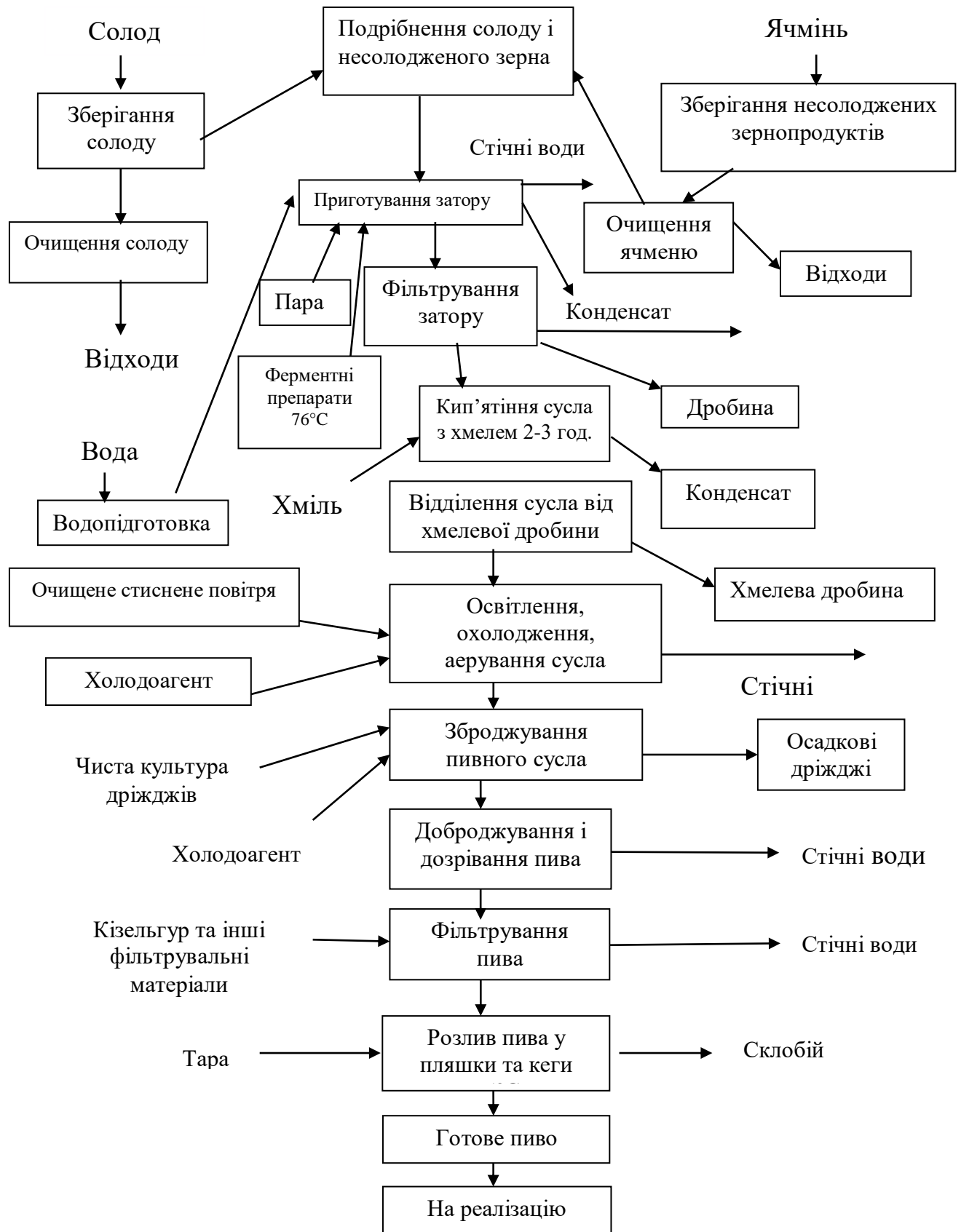


Рисунок 1.1 Принципова схема виготовлення світлого пива

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

160773.21.ЕОНС.01.ПЗ

Арк.

45

## 1.6.2 Апаратурно-технологічна схема виробництва світлого пива

Апаратурно-технологічна схема виробництва світлого пива представлена на листі 2 графічної частини кваліфікаційної роботи.

Технологічний процесі виробництва пива складається з наступних основних операцій: приймання, зберігання, очищення і дроблення солоду, приготування пивного сусла, приготування чистої культури дріжджів, зброджування пивного сусла, освітлення і розливу пива в пляшки, бочки, автотермоцистерни.

### Приготування пивного сусла

Свіжоприготовлений сухий солод, очищений від паростків, подають в приймальний бункер 1, звідки норією(розвантажувальна машина) 2 піднімають на ваги 4, зважують і шнеком 5 розподіляють по силосам 6, де витримують його не менше 4-5 тижнів. При цьому вологість солоду з 3-4% підвищується до 5-6%. Відлежаний солод з силосів пневматичним транспортером спрямовують на подальшу переробку. Під дією вакуум-насоса 7 в развантажувачі 8 і трубопроводах створюється розрідження. Атмосферне повітря засмоктується через воронки 3, захоплюючи з собою солод, і піднімає його в развантажувач 8. З розвантажувача через шлюзовий затвор солод надходить в полірувальну машину 9, де очищається від пилу, інших домішок і норією 2 подається через магнітний сепаратор 10 на автоматичні ваги 4. Для прискорення процесу екстрагування компонентів зерна солод після зважування подрібнюють в вальцьовий дробарці 11 і накопичують в бункері 12.

Подрібнений солод змішують з гарячою водою температурою близько 54 °С в заторному апараті 13а. Після ретельного перемішування (затирання) частина затору (суміш солоду з водою) насосом 14 перекачують в інший заторний апарат 13б, де нагрівають до температури 68-70 °С. При такому режимі відбувається оцукрювання - ферментативний гідроліз крохмалю з утворенням розчинних, що не офарблюються йодом цукрів і декстринів. Велика частина нерозчинних речовин під дією ферментів стають

					160773.21.ЕОНС.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

розчинними. Потім затор доводять до кипіння і після короткочасного кип'ятіння (для розварювання великих частинок солоду - крупки) затор (першу відварку) насосом 14 повертають в апарат 13а. При змішуванні кип'яченої частини затору із затором, які залишилися в апараті 13а, температура всієї маси встановлюється приблизно 70 °С, що необхідно для його оцукрювання.

Після закінчення оцукрювання частина затору знову перекачують насосом 14 в котел 136 (друга відварка) для нагрівання до кипіння і розварення крупки. Другу відварку повертають в апарат 13а, де після змішування обох частин затору температура підвищується до 75-78 °С. Після цього всю масу з апарату 13а насосом 14 перекачують в один з фільтраційних апаратів 24, де відбирають сусло від дробини. Сусло - водний розчин екстрактивних речовин, одержуваних при затирання солоду.

Каламутне сусло, що отримується на початку циклу фільтрування, насосом 21 повертають назад в фільтраційний апарат 24. Прозоре сусло (перше сусло), проходячи через фільтраційну батарею або через регулятор тиску 22, стікає в один з сусло-варильних апаратів 19.

Промиту солодову дробину (гущу, що залишилася після фільтрування затору і промивання його гарячою водою) з фільтраційного апарату насосом 29 перекачують в бункер для продажу на корм худобі. Промивна вода, що містить невелику кількість екстрактивних речовин, стікає в збірник 23, звідки насосом 14 перекачується в апарат 13а для приготування наступного затору.

У сусловарильному апараті 19 сусло кип'ятять з хмелем. При кип'ятінні в сусло переходять гіркі і ароматичні речовини хмелю, випаровується деяка кількість води, відбувається часткова денатурація білків і стерилізація сусла. Гаряче сусло спускають в хмелерозділювач 16, де затримуються виварені хмільні пелюстки, а сусло насосом 15 перекачується в збірник гарячого сусла 17. Цей спосіб приготування гарячого сусла не є єдиним, але він набув найбільшого поширення.

									160773.21.ЕОНС.01.ПЗ	Арк.
										47
Знач.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Зі збірки 17 гаряче сусло стікає в відцентровий сепаратор 18, в якому очищається від завислих часток білка. Після сепаратора сусло пропускається через пластинчастий теплообмінник 20 (де охолоджується до 5-6 °С) до збірки 25, звідки його перекачують в бродильні апарати. Освітлене і охолоджене сусло зі стандартною концентрацією екстрактивних речовин називається «початковим суслom».

#### Зброджування пивного сусла і фасування пива

Для забезпечення чистоти бродіння насінневі дріжджі періодично замінюють дріжджами чистої культури, які отримуються з однієї клітини в стерильних умовах. Для розмноження дріжджів чистої культури охмелене сусло після освітлення його в сепараторі 18 стерилізують в апараті 26 і перекачують в бродильні апарати 27 і 28, в які вводять чисту культуру дріжджів (з лабораторії). Подальше розмноження дріжджів відбувається в апараті 60.

Охолоджене (початкове) сусло заливають в закриті бродильні апарати 58 і 59, сюди ж додають дріжджі з апарату 60 для бродіння. Після закінчення головного бродіння, що протікає протягом 6-8 діб, молоде пиво насосом 57 перекачують в апарати 52 і 53 для доброджування. Дріжджі, що залишаються на дні бродильних апаратів, за допомогою вакууму, що створюється вакуум насосом 61, направляються в збірник 62 для повторного використання або в збірник 56 для продажу. Зі збірки 56 тиском стисненого діоксиду вуглецю дріжджі переміщують в фільтр-прес 55. Пиво, відфільтроване в фільтр-пресі, зливається в танк 54 для переробки. Відмивання дріжджів від залишків пива і охолодження їх водою, охолоджуваною в баку 63.

Добродження молодого пива відбувається в апаратах для добродження протягом 15-90 діб в залежності від типу пива і прийнятої технології. Після закінчення доброджування пиво під тиском діоксиду вуглецю стікає з апаратів 52 і 53 в змішувач 51, потім насосом 50 нагнітається в сепаратори 49.

									Арк.
									48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	160773.21.ЕОНС.01.ПЗ				

У сепараторі пиво звільняється від зважених в ньому дріжджів, інших мікроорганізмів і дрібних частинок. Для додання готовому напою повної прозорості і блиску його після сепарування фільтрують в фільтр-пресі 48. Освітлене пиво охолоджується в пластинчастому теплообміннику 47, насичується діоксидом вуглецю в карбонізаторі 46 і зливається в збірники 45.

Відфільтроване пиво зі збірок 45 під тиском CO<sub>2</sub> подають до відділення розливу. Ящики з брудними пляшками надходять зі складу до автомата 44, який витягує пляшки з ящиків. Пластинчастим транспортером 42 пляшки направляються в пляшко-мийну машину 40 з лужним розчином, що надходить з бака 31. Порожні ящики після очищення від сміття в автоматі 43 стрічковим транспортером 41 подаються до автомата 33 для укладання в них пляшок з продукцією. Вимиті пляшки з мийної машини 40 пластинчастим транспортером 34 передаються до світлового екрану 39 для відбракування, а потім до лінії машин-автоматів: розливному 38, закупорному 37, бракеражному напівавтомату 36, етикетувальнику 35 і укладальникові пляшок в ящики 33. Готова продукція транспортерами передається на склад або на реалізацію.

Металеві або обсмолені дерев'яні бочки, а також кеги (металева ємність для транспортування алкоголю) перед заповненням їх пивом споліскують всередині за допомогою шприца, потім обмиваються зовні на напівавтоматі 32, знову споліскують всередині, а потім ізобариним апаратом 30 заповнюються пивом, закупорюються вручну і направляються на склад або реалізацію.

					160773.21.ЕОНС.01.ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ 2

### ЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПрАТ «ПБК «РАДОМИШЛЬ» І ОЦІНКА ЙОГО ВПЛИВУ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

#### 2.1 Джерела утворення та характеристика стоків на пивоварному заводі

Водовідведення комбінату складається із виробничих, господарсько-побутових і дощових стічних вод. Загальна кількість стоків становить 763,11 тис. м<sup>3</sup>/рік.

На пивоварному підприємстві «Радомишль» воду використовують як компонент готової продукції, для гідротранспортування сировини, замочування зерна, видалення дробини, миття обладнання та тари, як теплоносій/охолоджувач тощо.

Малозабруднені води з теплообмінників із холодильно-компресорного відділення, після охолодження в градирнях підприємства, використовують повторно.

Забруднені виробничі води після миття обладнання, інших технологічних операцій містять залишки пива, зерна, дріжджів, корінці солоду, часточки подрібненого хмелю тощо. Ці води мають у складі білки і вуглеводи, які дуже швидко загнивають, при цьому виділяються речовини із неприємним запахом, рН стоків знижується до 4 [11, 12].

Найбільшу забрудненість мають стоки від замочування зерна, екстракції хмелю, миття фільтромаси, відмивання дріжджів. Ці води становлять 27 % забруднених вод і містять 10 – 15 г/дм<sup>3</sup> завислих речовин та 5 – 10 г/дм<sup>3</sup> БСК<sub>5</sub>.

					160773.21.ЕОНС.02.ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розробив		Колочавіна О.М			ЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПрАТ «ПБК «РАДОМИШЛЬ» І ОЦІНКА ЙОГО ВПЛИВУ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ					
Перевірів		Свтушенко О.В						Літ.	Арк.	Аркушів
Реценз.								Д	50	99
Н. контр.								ЗЕК – V – 2		
Затверд.		Семенова О.І.								

Усереднені значення показників забрудненості виробничих стоків: ХСК 4 190 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, БСК<sub>5</sub> 3 226 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, рН близько 7,1. Виробництво 1 дал пива супроводжується скиданням зі стічними водами 80 г БСК<sub>5</sub>.

Також виробничі стічні води містять: нітрогену амонійного 64 мг/дм<sup>3</sup>, фосфору – 9 мг/дм<sup>3</sup>, завислих речовин – 1 400 мг/дм<sup>3</sup>, жирові компоненти відсутні або є у слідових кількостях.

На миття бродильних та відстійних апаратів, дріжджанок тощо використовують до 25 % води до об'єму обладнання, яке миють.

На миття пляшок необхідно 2 – 3 дм<sup>3</sup> води на 1 дм<sup>3</sup> ємності пляшки, 1 дм<sup>3</sup> води – на 1 дм<sup>3</sup> ємності бочки. В цілому кількість стоків на пивзаводі досягає 7 – 8 м<sup>3</sup>/100 дал пива [13].

Господарсько-побутові стоки пивоварного підприємства «Радомишль» мають такі екологічні параметри: ХСК 980 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, БСК 745 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, рН близько 7,8.

Отже стічні води пивзаводу характеризуються досить високими показниками вмісту органічних компонентів та не містять токсичних домішок, які могли б чинити пригнічуючу дію на процеси їх біологічного очищення.

## **2.2 Вимоги до скидання стічних вод у каналізаційну мережу м. Радомишль**

Відповідно [14] вимоги до складу та властивостей стоків, які скидають до систем каналізаційних мереж міст України такі:

1. Дозволено приймання стічних вод, які не порушують роботу каналізаційних мереж і водоочисного обладнання; відповідають вимогам безпеки їх експлуатації і можуть бути очищені на КОС згідно вимог «Правил охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами» [15].

2. Стічні води не повинні:

					160773.21.ЕОНС.02.ПЗ	Арк.
						51
Знач.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- містити горючі і розчинені газоподібні компоненти, через які можливе утворення вибухонебезпечних сумішей;
- містити речовини без встановлених ГДК або токсиканти, які унеможливають біологічне очищення;
- містити речовини, які захаращують труби, ґратки, колодязі, чи схильні до відкладення на внутрішніх поверхнях обладнання чи комунікацій (пивна дробина, дріжджі, пісок, сміття, ґрунт, вапно, абразивні порошки, стружка різного походження, мазут, жири тощо);
- містити тільки неорганічні компоненти або такі, що не є біорозкладаними;
- містити біологічно стійкі СПАР, рівень біологічного розкладання яких менше, ніж 80 %;
- містити небезпечні вірусні, бактеріальні, радіоактивні чи токсичні складові;
- мати рН, що менше 6,5 чи перевищує 9,0;
- мати температуру вищу 40 °С ;
- мати ХСК вище БСК<sub>5</sub> більше, ніж у 2,5 рази;
- завдавати шкоду стану здоров'я обслуговуючому персоналу водоочисних систем;
- мати БСК, яке перевищує вказане в проєкті КОС м. Радомишль (Житомирська обл.);
- містити забруднювальні речовини у концентраціях, які перевищують допустимі, що встановлені цими Правилами та Правилами приймання стічних вод у каналізацію м. Радомишль;
- робити неможливою або ускладненою утилізацію осадів стічних вод (після відстійників, метантенків, аеротенків тощо) за допомогою екологічно безпечних способів.

У табл. 2.1 наведені вимоги до основних параметрів стічних вод, що допустимі для скидання у каналізаційну мережу м. Радомишль Житомирської обл.

					160773.21.ЕОНС.02.ПЗ	Арк.
Знач.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Таблиця 2.1 – Вимоги до складу стічної води, яку дозволено скидати у каналізацію м. Радомишль

Назва показників	Значення показників
Температура, °С	не > 40
Завислі речовини, мг/ дм <sup>3</sup>	не > 300
СПАР аніонні, мг/дм <sup>3</sup>	не > 10,0
БСК <sub>повне</sub> , мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	не > 400
ХСК, мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	не > 500
рН середовища	6,5 – 9,0
Нафта на нафтопродукти, мг/дм <sup>3</sup>	не > 10,0
Жири рослинні і тваринні, мг/дм <sup>3</sup>	не > 50,0
Нітроген, мг/ дм <sup>3</sup>	не > 50,0
Фосфор, мг/ дм <sup>3</sup>	не > 5,0
Хлориди, мг/ дм <sup>3</sup>	не > 350
Феноли, мг/ дм <sup>3</sup>	не > 0,25
Сульфіди, мг/дм <sup>3</sup>	не > 1,5
Сульфати, мг/ дм <sup>3</sup>	не > 400
Залізо, мг/ дм <sup>3</sup>	не > 3,0

### 2.3 Аналіз технології очищення стічних вод на Радомишльському пивзаводі

На ПрАТ «ПБК «Радомишль» стічні води відводять на:

– локальні очисні споруди дощової каналізації у кількості 264,16 тис. м<sup>3</sup>/рік. Це дощові стічні води та стічні води станції водопідготовки (концентрат зворотньоосмотичних установок, стоки гідропромивання). Гідрохімічний склад води відповідає за всіма якісними показниками нормативам, встановленим для водних об'єктів господарсько-побутового призначення;

					160773.21.ЕОНС.02.ПЗ	Арк.
Знач.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

– після механічного очищення на поля фільтрації МКП «Водоканал» у кількості 498,95 тис.м<sup>3</sup>/рік. Це виробничі і господарсько-побутові стічні води.

Локальні очисні споруди (ЛОС) дощової каналізації продуктивністю 20 дм<sup>3</sup>/с побудовані по ТП 902-2-411.86 у 2003 році та призначені для очищення дощових стічних вод від завислих речовин і нафтопродуктів. До складу очисних споруд входять відстійник, мазутозбірний лоток і два ступеня гравійно-піщаних фільтрів.

Після очищення в ЛОС ці води скидають у р. Мика. Скидання здійснюють у безнапірному режимі в створі майданчика комбінату, розміщеного в межах території м. Радомишль. Враховуючи те, що усереднена якість цих вод є кращою за якість води у фоновому створі р. Мика, води, які скидають у р. Мика, можна охарактеризувати як умовно чисті. Тому негативного впливу на водне середовище при випуску в р. Мика вод після ЛОС не відбувається.

Виробничі та господарсько-побутові стічні води після попереднього механічного очищення (ґратки, пісковловлювач), скидають на поля фільтрації МКП «Водоканал».

Вони мають площу 10,7 га і згідно діючих договірних умов забезпечують приймання всіх виробничо-побутових стічних вод комбінату. Максимально можливий об'єм зворотних (стічних) вод, що передають на поля фільтрації, згідно з дозволом на спецводокористування ПрАТ «ПБК «Радомишль» становить 1 364,38 м<sup>3</sup>/добу. Проектна потужність полів фільтрації МКП «Водоканал» – 2,5 тис м<sup>3</sup>/добу.

Поля фільтрації – це території, де відбувається природне біологічне очищення забруднень стоків за рахунок діяльності ґрунтових організмів (бактерій, найпростіших, водоростей, черв'яків, коловерток тощо).

Такий спосіб не забезпечує потрібної ефективності очищення стічних вод, є тривалим, зумовлює виведення із використання значних площ угідь, залежить від змін клімату, погодних коливань і місцевих гідрогеологічних умов.

					160773.21.ЕОНС.02.ПЗ	Арк.
Знач.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54



Закінчення табл. 2.2

1	2	3
3	Гідроокис натрію	0.055800
4	Діоксид азоту	0.00900
5	Аміак	6.000000
6	Сірчана кислота (по молекулі H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	0,071
7	Сірчистий ангідрид	0,022
8	Оксид вуглецю	0.547100
9	Етилацетат	0,0129
10	Пил деревини	0,04100
11	Пил зерновий	10,56500
	Всього	17,3247

Для запобігання потраплянню цих сполук у навколишнє середовище можна відхідні гази очищувати в сухих або мокрих фільтрах.

Для відокремлення легких домішок (пилу, полови, частинок стебел і пр.) крізь потік зерна продувають струмінь повітря. Легкі домішки захоплюються цим струменем і несуться із зернової маси. Для цього процесу призначений повітряно-ситовий сепаратор. Сепаратор складається з набору сит, вентилятора і корпусу. Зерно, просуваючись по внутрісотовому простору, потрапляє під дію зовнішнього повітряного струменя, що створюється вентилятором. У результаті цього з зерна несуться домішки, а саме зерно затримується ситами.

#### 2.4.2 Джерела утворення та способи утилізації відходів пивзаводу

У харчовій промисловості на різних стадіях виробництва продукції утворюється велика кількість вторинних матеріальних ресурсів. Деякі з них використовуються як сировина для подальшого отримання корисних продуктів, але на жаль, певна частина не знайшла жодного застосування в будь-яких галузях виробництва. Тому, розробка технології утилізації

					160773.21.ЕОНС.02.ПЗ	Арк.
Знач.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56



білку в перерахунку на суху речовину, до 20% гірких смол та до 30% дубильних речовин в окисленій формі.

Перспективним напрямом безвідходної технології використання рослинних залишків харчової промисловості є сушіння, яке в подальшому забезпечує їх використання як сировини для комбікормової, мікробіологічної, фармацевтичної та інших галузей національного господарства.

Технологію сушіння пивної дробини, яка утворюється під час виробництва пива в умовах Радомишльського пивоварного заводу, застосовує ТОВ «Владівік корми». Сушіння пивної дробини забезпечує тривалий термін її зберігання та здешевлює транспортування на великі відстані. Додавання сухої дробини до складу раціонів тварин забезпечує оптимізацію живлення тварин та зниження витрат на виробництво продукції. За продуктивною дією суха пивна дробина може бути заміником високобілкових кормів в раціонах тварин, що дає можливість економити високоякісні зернові корми та поліпшувати екологічний стан прилеглих територій пивоварних заводів.

					160773.21.ЕОНС.02.ПЗ	Арк.
Знач.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

## РОЗДІЛ 3

### РОЗРОБКА Й ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД РАДОМИШЛЬСЬКОГО ПБК

#### 3.1 Обґрунтування вибраної технології очищення стічних вод Радомишльського заводу

##### 3.1.1 Придатність стоків до біологічного очищення

Придатність *виробничих* стоків Радомишльського ПБК до анаеробного біоочищення визначають залежно від співвідношення органічних і неорганічних компонентів стоків, концентрації забруднень за хімічним споживанням кисню, наявністю необхідної кількості біогенних елементів, показника рН, відсутністю токсикантів, які б зумовили пригнічення діяльності організмів анаеробного і аеробного активного мулу [11].

1. Співвідношення між  $BCK_{повн}$  і ХСК повинне перевищувати або бути рівним 0,75:

$$\frac{BCK_{повн}}{ХСК} = \frac{3226}{4190} = 0,77 \quad (3.1)$$

Співвідношення між  $BCK_{повн}$  і ХСК рівне 0,77. Це більше 0,75, тому стічні води підприємства придатні до біоочищення.

2. ХСК виробничих стоків пивзаводу дорівнює 4 190 мг  $O_2/дм^3$ , що є значно більшим за 2 000 мг  $O_2/дм^3$ , тому стічні води придатні до анаеробного біоочищення.

3. Співвідношення між  $BCK_{повн}$  і кількісним вмістом біогенних елементів

					160773.21.ЕОНС.03.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Колочавіна О.М			РОЗРОБКА Й ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД РАДОМИШЛЬСЬКОГО ПБК	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірів		Євтушенко О.В				Д	59	99
Реценз.						ЗЕК – V – 2		
Н. контр.								
Затверд.		Семенова О.І.						

нітрогеном і фосфором):

$$\text{БСК}_{\text{повн}} : \text{N} : \text{P} = 3\,226 : 64 : 9 = 358,44 : 7,11 : 1. \quad (3.2)$$

Це співвідношення повинно бути  $(300 - 500) : 7 : 1$ , отже виробничі стічні води Радомишльського ПБК мають достатньо біогенних елементів для успішного здійснення біологічного анаеробного очищення.

4. рН виробничих стічних вод ПБК рівний 7,1, що є в допустимих межах (6,5 – 8,5).

5. Ці стічні води не містять токсичних речовин, які негативно впливали б на процес біологічного очищення.

Придатність *господарсько-побутових* стоків Радомишльського ПБК до аеробного біоочищення [11]:

1. Співвідношення між  $\text{БСК}_{\text{повн}}$  і ХСК повинне перевищувати або бути рівним 0,75:

$$\frac{\text{БСК}_{\text{повн}}}{\text{ХСК}} = \frac{745}{980} = 0,76$$

Співвідношення між  $\text{БСК}_{\text{повн}}$  і ХСК рівне 0,76. Це більше 0,75, тому господарсько-побутові стічні води підприємства придатні до біоочищення.

2. ХСК господарсько-побутових стоків пивзаводу дорівнює 980 мг  $\text{O}_2/\text{дм}^3$ , що є меншим за 2 000 мг  $\text{O}_2/\text{дм}^3$ , тому ці стічні води придатні до аеробного біоочищення.

3. Співвідношення між  $\text{БСК}_{\text{повн}}$  і кількісним вмістом біогенних елементів нітрогеном і фосфором):

$$\text{БСК}_{\text{повн}} : \text{N} : \text{P} = 745 : 38 : 7,5 = 99,33 : 5,07 : 1.$$

					160773.21.ЕОНС.03.ПЗ	Арк.
						60
Знач.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Це співвідношення повинно бути 100 : 5 : 1, отже господарсько-побутові стічні води Радомишльського ПБК мають достатньо біогенних елементів для успішного здійснення біологічного аеробного очищення.

4. рН господарсько-побутових стічних вод ПБК рівний 7,8, що є в допустимих межах (6,5 – 8,5).

5. Ці стічні води не містять токсичних речовин, які негативно впливали б на процес біологічного очищення

### 3.1.2 Сутність анаеробно-аеробного очищення стоків

Згідно теорії метанового бродіння, воно відбувається під дією кількох груп бактерій:

1. Ацидогенні бактерії – відбувається гідроліз органічних речовин стоків до органічних кислот (мурашина, оцтова, пропіонова та інші кислоти), метилового і етилового спиртів, ацетону, метану, вуглекислого газу тощо.

Це протеолітичні бактерії (*Eubacterium*), целюлолітичні (*Clostridium*), а також *Enterobacteriaceae*, *Bacteroides*.

2. Гетероацетогенні бактерії, які виробляють оцтову кислоту і водень розкладанням органічних кислот. Це *Synthrobacter wolinii*, *Synthrophomonas wolfii*.

3. Метанотворні бактерії:

– ті, що перетворюють водень і діоксид карбону у метан і воду;

– ті, що перетворюють оцтову і мурашину кислоти у метан і діоксид карбону.

Це *Methanothrix*, *Methanosarcina*, *Methanococcus*, *Methanospirillum*, *Methanobacterium*.

Метанове бродіння відбувається при різних температурах, тому відомі психрофільний режим – менше 20 °С, мезофільний 20 – 45 °С, термофільний 45 – 60 (65) °С.

										160773.21.ЕОНС.03.ПЗ	Арк.
Знач.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							61

Біогаз містить горючий газ метан, вуглекислий газ, меркаптани, водень. Вміст метану в біогазі залежить від вмісту забруднень у стічних водах, типу забруднень, особливостей здійснення бродіння. Досить високий вміст метану в біогазі зумовлює його застосування як замінича традиційного палива [11].

Метанове бродіння застосовують для вилучення основної маси забруднень зі стоків, але для доочищення обов'язково потрібно використовувати аеробні способи. Це пояснюється тим, що анаеробні бактерії утворюють леткі жирні кислоти (оцтову, пропіонову, мурашину), які не завжди здатні повністю перетворити на метан.

На відміну від анаеробного активного мулу, аеробний має значно багатший склад організмів і застосовується для повного вилучення політантів із стоків.

До складу аеробного мулу належать бактерії родів *Micrococcus*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Bacterium* тощо; гриби *Mucor* і *Fusarium*; найпростіші *Oxytricha*, *Cyclidium*, *Aspidisca*, *Styloichia*.

Ще в аеробному мулі поширені щетинконогі і круглі (*Nematoda*) черви, а також коловертки. В аеробних очисних спорудах також зустрічаються личинки і лялечки комах, водяні кліщі, нижчі рачки [16, 17].

### **3.2 Принципова технологічна схема очищення стічних вод Радомишльського ПБК**

На рис. 3.1 наведена принципова технологічна схема анаеробно-аеробного біоочищення стічних вод ПрАТ «ПБК «Радомишль»».

На початковому етапі відбувається механічне очищення стоків на ґратках і пісковловлювачах, які зараз є на підприємстві і використовуються для вилучення із стічних вод крупних завислих часточок і піску, відповідно.

Затримані крупні забруднення подрібнюють і утилізують, а пісок зневоднюють на піскових майданчиках, розташованих поблизу території підприємства.

					160773.21.ЕОНС.03.ПЗ	Арк.
Знач.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

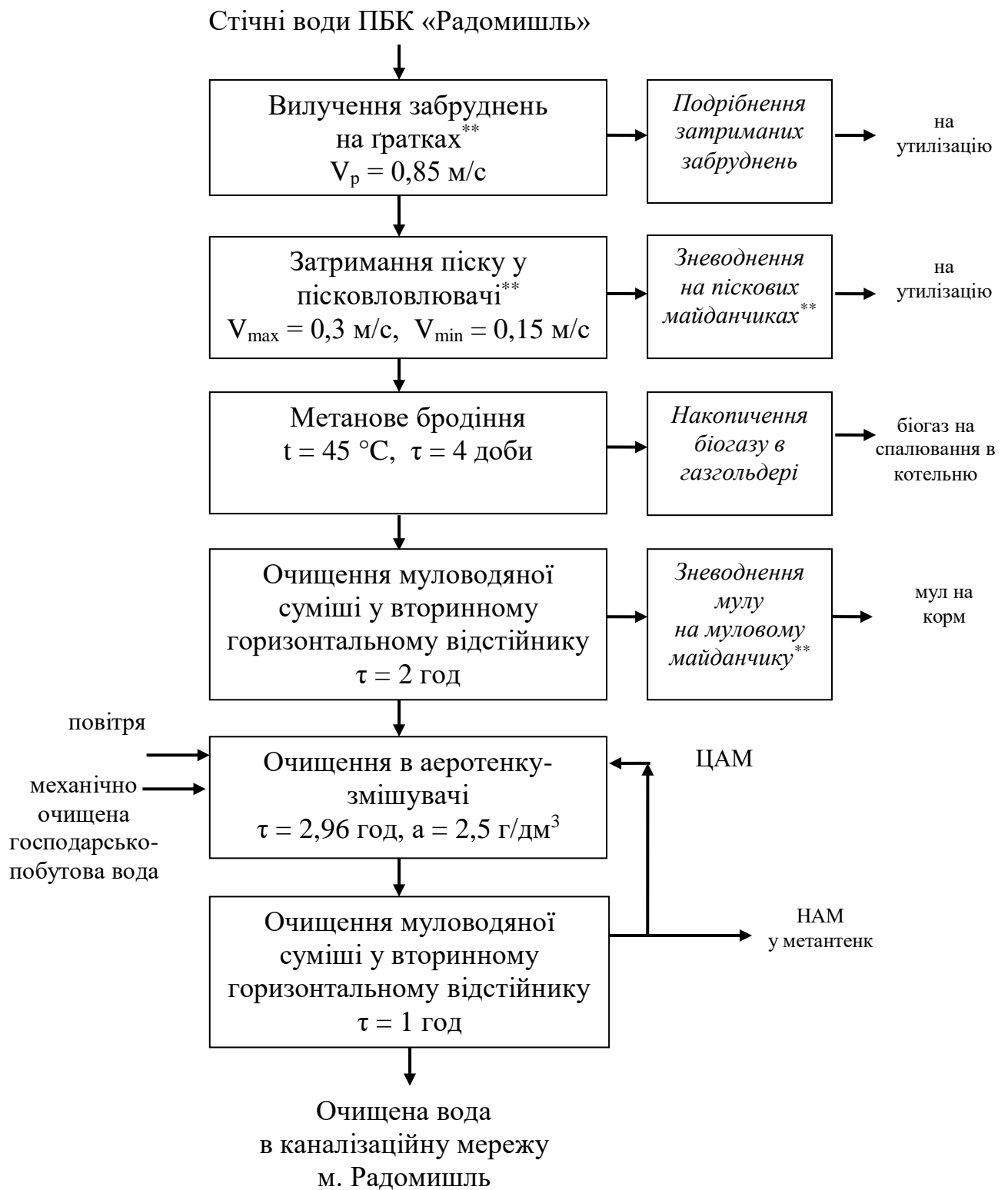


Рисунок 3.1 – Принципова технологічна схема анаеробно-аеробного біоочищення стічних вод ПБК «Радомишль» (знаком \*\* показані очисні та допоміжні споруди, які є зараз на пивзаводі)

Після цього виробничі стоки спрямовують у метантенк, де в термофільному режимі (45 °С) під дією анаеробного активного мулу відбувається метанове бродіння.

При цьому виділяється біогаз, який направляють для накопичення і тимчасового зберігання у газгольдер. Після чого спалюють у котельні пивзаводу. Теплову енергію, що при цьому утворюється, спрямовують на забезпечення температурного режиму в метантенку.

У вторинному горизонтальному відстійнику муловодяну суміш розділяють на стічну воду і активний мул. Останній має цінні біологічно активні речовини, у тому числі вітаміни групи В (ціанкобаламін тощо), тому його застосовують як добавку до раціону худоби у спеціалізованих тваринницьких господарствах.

В аеротенк-змішувач подають для доочищення виробничі стічні води, а також попередньо механічно очищені господарсько-побутові стоки. Після аеротенка встановлено вторинний горизонтальний відстійник, де відокремлюють активний мул від очищеної води. Частина мулу (циркулюючий) повертають в аеротенк-змішувач, інший (надлишковий активний мул) спрямовують у метантенк для отримання додаткової кількості біогазу.

Очищену воду скидають у каналізаційну мережу м. Радомишль.

### 3.3 Матеріальний баланс очисних споруд

Матеріальний баланс споруд для водоочищення на ПБК «Радомишль» враховує витрати стічних вод, яка надходять і виводяться із кожного очисного апарату.

На ПрАТ «ПБК «Радомишль» утворюються виробничі і господарсько-побутові стічні води в кількості 498,95 тис.м<sup>3</sup>/рік, тобто 1 367 м<sup>3</sup>/добу. І з них 1 050 м<sup>3</sup>/добу – виробничі, 317 м<sup>3</sup>/добу – господарсько-побутові стічні води.

Позначкою \*\* виділені споруди для очищення стоків, які є зараз на пивзаводі і використовуються для попереднього механічного очищення.

					160773.21.ЕОНС.03.ПЗ	Арк.
						64
Знач.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



### 3.4.1 Розрахунок метантенку

Ефективність очищення стічних вод ПБК «Радомишль» у метантенку  $E$ , %:

$$E = \frac{(S_0 - S_k)}{S_0} \cdot 100, \quad (3.3)$$

де  $S_0$  і  $S_k$  – початкові і кінцеві показники ХСК, г/м<sup>3</sup>.

$$E = \frac{(4190 - 1100)}{4190} \cdot 100 = 73,75 \%$$

Кількість біогазу на завантажені забруднення ХСК,  $W_{\text{біогазу}}$ , дм<sup>3</sup>/г ХСК<sub>заван.</sub>:

$$W_{\text{біогазу}} = V_{\text{біогазу}} / \text{ХСК}_{\text{почат.}} \quad (3.4)$$

$$W_{\text{біогазу}} = 4,1 / 4,19 = 0,979 \text{ дм}^3/\text{г ХСК}_{\text{заван.}}$$

Кількість біогазу на зброджені забруднення ХСК,  $Y_{\text{біогазу}}$ , дм<sup>3</sup>/г ХСК<sub>зброд.</sub>:

$$Y_{\text{біогазу}} = V_{\text{біогазу}} / (\text{ХСК}_{\text{почат.}} - \text{ХСК}_{\text{кінц.}}) \quad (3.5)$$

$$Y_{\text{біогазу}} = 4,1 / (4,19 - 1,1) = 1,326 \text{ дм}^3/\text{г ХСК}_{\text{зброд.}}$$

Робочий об'єм метантенка, м<sup>3</sup>:

$$W_{\text{роб}} = V_c t, \quad (3.6)$$

					160773.21.ЕОНС.03.ПЗ	Арк.
						66
Знач.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де  $V_c$  – об'єм стоків пивзаводу, м<sup>3</sup>/добу;

$t$  – тривалість бродіння, діб.

$$W_{\text{роб}} = 1\,049,958 \cdot 4 = 4\,199,832 \text{ м}^3.$$

Загальний об'єм метантенка, м<sup>3</sup>:

$$W_{\text{заг}} = W_{\text{роб}} + 0,15W_{\text{роб}}, \quad (3.7)$$

$$W_{\text{заг}} = 4\,199,832 + 0,15 \cdot 4\,199,832 = 4\,829,8 \text{ м}^3.$$

Вибираємо два типові метантенки: один об'ємом 4 000 м<sup>3</sup> (діаметр 20 м, висота верхнього конуса 2,9 м, висота нижнього конуса 3,5 м, висота циліндричної частини 10,6 м,) та один об'ємом 1 000 м<sup>3</sup> (висота верхнього конуса 1,9 м, висота циліндричної частини 6,5 м, висота нижнього конуса 2,15 м, діаметр 12,5 м).

Кількість енергії, яку потрібно докласти, щоб нагріти стічні води, Вт:

$$Q_n = \frac{V_c \rho_c c_c (t_2 - t_1)}{3600}, \quad (3.8)$$

де  $V_c$  – об'єм стічних вод, м<sup>3</sup>/год;

$\rho_c$  – густина стоків, кг/м<sup>3</sup>;

$c_c$  – теплоємність стоків, Дж/(кг·К);

$t_2$  і  $t_1$  – кінцева і початкова температура стічних вод пивзаводу, °С.

$$Q_n = \frac{43,75 \cdot 1050 \cdot 4180(45 - 25)}{3600} = 1066770,83 \text{ Вт.}$$

					160773.21.ЕОНС.03.ПЗ	Арк.
Знач.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

Енергетичні витрати для забезпечення потрібного температурного режиму в метантенку (термофільного) та на компенсацію теплових витрат процесу вибираємо 10 % від  $Q_n$ , а енерговитрати на роботу насосів становлять 3 %. Тоді загальну кількість енергії для забезпечення роботи метантенка позначаємо  $Q_m$ .

$$Q_m = 1\,066\,770,83 + 0,13 \cdot 1\,066\,770,83 = 1\,205\,451 \text{ Вт} = 1\,205,5 \text{ кВт.}$$

Енергоємність отриманого в процесі бродіння біогазу,  $\text{кДж/м}^3$ :

$$q_g = 334M, \quad (3.9)$$

де  $M$  – вміст метану в біогазі, %.

$$q_g = 334 \cdot 79 = 26\,386 \text{ кДж/м}^3.$$

Кількість енергії, яку можливо отримати із синтезованого біогазу, кВт:

$$Q_g = \frac{V_g q_g}{3600}, \quad (3.10)$$

де  $V_g$  – вихід біогазу,  $\text{м}^3/\text{год}$ ;

$q_g$  – енергоємність біогазу,  $\text{кДж/м}^3$ .

$$Q_g = \frac{179,375 \cdot 26386}{3600} = 1314,72 \text{ кВт.}$$

Визначаємо можливість енергозабезпечення метантенка за рахунок біогазу:

					<i>160773.21.ЕОНС.03.ПЗ</i>	Арк.
Знач.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

$$Q_{m\%} = \frac{100Q_g}{Q_m}. \quad (3.11)$$

$$Q_{m\%} = \frac{100 \cdot 1314,72}{1205,5} = 109,06 \%$$

Кількості енергії, отримуваної від біогазу, достатньо для повного забезпечення термофільного режиму метаногенезу, а 9,06 % енергії можна спрямувати на продаж.

### 3.4.2 Розрахунок вторинного горизонтального відстійника після метантенку

Для відокремлення стічної води від анаеробного активного мулу запропонований вторинний горизонтальний відстійник. Він забезпечує швидке і ефективне розділення муловодяної суміші на складові.

Довжина відстійника  $L$ , м:

$$L = vt \cdot 3600, \quad (3.12)$$

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

$t$  – час обробки стоків у відстійнику, год.

$$L = 0,002 \cdot 2 \cdot 3600 = 14,4 \text{ м.}$$

Робочий об'єм вторинного горизонтального відстійника, м<sup>3</sup>:

$$W_{\text{роб}} = \frac{Qt}{24}, \quad (3.13)$$

					160773.21.ЕОНС.03.ПЗ	Арк.
Знач.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

де  $Q$  – кількість стічних вод, м<sup>3</sup>/добу;

$t$  – час обробки стоків у відстійнику, год.

$$W_{роб} = \frac{1049,908 \cdot 2}{24} = 87,5 \text{ м}^3.$$

Загальний об'єм вторинного горизонтального відстійника, м<sup>3</sup>:

$$W_{заг} = W_{роб} + 0,05W_{роб} + 0,1W_{роб}, \quad (3.14)$$

$$W_{заг} = 87,5 + 0,05 \cdot 87,5 + 0,1 \cdot 87,5 = 100,63 \text{ м}^3.$$

Ширина відстійника, м:

$$S = \frac{L}{4} = \frac{14,4}{4} = 3,6 \text{ м}. \quad (3.15)$$

Глибина відстійника, м:

$$H = \frac{W_{заг}}{L \cdot S} = \frac{100,63}{14,4 \cdot 3,6} = 1,94 \text{ м}. \quad (3.16)$$

### 3.4.3 Розрахунок аеротенка-змішувача

Для доочищення стічних вод запропоновано використати аеротенк-змішувач, в якому забезпечене рівномірне навантаження на аеробний активний мул по всій довжині апарата та відбувається швидко і ефективно очищення.

Ефективність очищення стічних вод в аеротенку-змішувачі  $E$ , %:

$$E = \frac{(L_{en} - L_{ex})100}{L_{en}}, \quad (3.17)$$

					160773.21.ЕОНС.03.ПЗ	Арк.
						70
Знач.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де  $L_{en}$  – БСК<sub>повн</sub> стічної води, що подається в аеротенк-змішувач, г О<sub>2</sub>/м<sup>3</sup>;  
 $L_{ex}$  – БСК<sub>повн</sub> очищеної води, г О<sub>2</sub>/м<sup>3</sup>.

$$E = \frac{847 - 400}{847} \cdot 100 = 52,8 \text{ \%}.$$

Тривалість очищення в аеротенку-змішувачі, год:

$$t_{atm} = \frac{L_{en} - L_{ex}}{a_i(1 - S)\rho}, \quad (3.18)$$

де  $a_i$  – концентрація аеробного активного мулу, г/дм<sup>3</sup>;

$\rho$  – питома швидкість окиснення політантів, мг БСК<sub>повн</sub>/(г·год);

$S$  – зольність аеробного активного мулу, частки одиниці.

$$t_{atm} = \frac{847 - 400}{2,5(1 - 0,3)82} = 3,11 \text{ год}.$$

Ступінь рециркуляції аеробного активного мулу в аеротенку-змішувачі:

$$R_i = \frac{a_i}{\frac{1000}{I_i} - a_i}, \quad (3.19)$$

де  $I_i$  – муловий індекс, см<sup>3</sup>/г.

$$R_i = \frac{2,5}{\frac{1000}{75} - 2,5} = 0,23$$

					160773.21.ЕОНС.03.ПЗ	Арк.
						71
Знач.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Навантаження на аеробний активний мул в аеротенку-змішувачі, мг БСК<sub>повн</sub>/(г·добу):

$$q_i = \frac{24(L_{en} - L_{ex})}{a_i(1 - S)t_{at}}, \quad (3.20)$$

$$q_i = \frac{24(847 - 400)}{2,5(1 - 0,3)3,11} = 1970,97 \text{ мг БСК}_{\text{повн}}/(\text{г} \cdot \text{добу}).$$

Об'єм аеротенка, м<sup>3</sup>:

$$W_{at} = q_w t_{at}, \quad (3.21)$$

де  $q_w$  – кількість стічних вод (суміш господарсько-побутових і недоочищених виробничих), м<sup>3</sup>/год.

$$W_a = 56,95 \cdot 3,11 = 177,11 \text{ м}^3.$$

Приріст аеробного активного мулу, г/м<sup>3</sup>, в аеротенку-змішувачі:

$$P_i = 0,8C_{cdp} + K_g L_{en}, \quad (3.22)$$

де  $C_{cdp}$  – концентрація завислих речовин у стічній воді, г/м<sup>3</sup>;

$K_g$  – коефіцієнт приросту мулу.

$$P_i = 0,8 \cdot 265 + 0,3 \cdot 847 = 466,1 \text{ г/м}^3.$$

Питомі витрати повітря, м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>:

$$q_{air} = \frac{q_o(L_{en} - L_{ex})}{K_1 K_2 K_t K_3 (C_a - C_o)}, \quad (3.23)$$

					160773.21.ЕОНС.03.ПЗ	Арк.
						72
Знач.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де  $q_o$  – питомі витрати кисню повітря для стоків, мг/мг БСК<sub>повн</sub>;

$K_1$  – коефіцієнт, що враховує тип аератора (для середньобульбашкової аерації = 0,75);

$K_2$  – коефіцієнт, що залежить від глибини занурення аераторів  $h_a$  (для глибини занурення аераторів 1 м = 1);

$K_t$  – коефіцієнт, що враховує температуру стічної рідини (рівний 1);

$K_3$  – коефіцієнт якості стічної води (рівний 0,7);

$C_o$  – концентрація кисню в аеротенку, г/м<sup>3</sup> (рівна 2 г/м<sup>3</sup>);

$C_a$  – розчинність кисню повітря у воді, г/м<sup>3</sup>.

$$q_{air} = \frac{0,9(847 - 400)}{0,75 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,7(7 - 2)} = 153,26 \text{ м}^3/\text{м}^3.$$

Інтенсивність аерації в аеротенку-змішувачі, м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·год):

$$J_a = \frac{q_{air} H_{at}}{t_{at}}, \quad (3.24)$$

де  $H_{at}$  – робоча глибина аеротенка-змішувача, м.

$$J_a = \frac{153,26 \cdot 1}{3,11} = 49,28 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год}).$$

Розрахована величина інтенсивності аерації  $J_a$  (49,28 м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·год)) більше за  $J_{a \text{ min}}$  (24 м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·год)) для вибраного значення  $K_2$ . Таким чином, аеротенк-змішувач розраховано правильно.

Вибираємо аеротенк-змішувач із робочою глибиною  $H_{at}=1$  м, шириною коридорів  $F=2$  м, кількістю коридорів  $n=2$ .

Тоді довжина аеротенка, м:

					160773.21.ЕОНС.03.ПЗ	Арк.
Знач.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

$$L = \frac{W_{at}}{F \cdot n \cdot H_{at}} = \frac{177,11}{2 \cdot 2 \cdot 1} = 44,3 \text{ м.} \quad (3.25)$$

### 3.4.4 Розрахунок вторинного горизонтального відстійника після аеротенка-змішувача

Довжина відстійника, м:

$$L = 0,0025 \cdot 1 \cdot 3600 = 9 \text{ м.}$$

Робочий об'єм відстійника, м<sup>3</sup>:

$$W_{роб} = \frac{1366,678 \cdot 1}{24} = 56,94 \text{ м}^3.$$

Загальний об'єм відстійника, м<sup>3</sup>:

$$W_{заг} = 56,94 + 0,05 \cdot 56,94 + 0,1 \cdot 56,94 = 65,5 \text{ м}^3.$$

Ширина відстійника, м:

$$S = \frac{L}{4} = \frac{9}{4} = 2,25 \text{ м.}$$

Глибина відстійника, м:

$$H = \frac{W_{заг}}{L \cdot S} = \frac{65,5}{9 \cdot 2,25} = 3,2 \text{ м.}$$

					160773.21.ЕОНС.03.ПЗ	Арк.
Знач.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

## РОЗДІЛ 4

### ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ ЗАПРОПОНОВАНИХ РІШЕНЬ

#### 4.1 Розрахунки капітальних витрат

Капітальні витрати К на впровадження технології біологічного анаеробно-аеробного очищення виробничих і господарсько-побутових стічних вод ПБК «Радомишль» рахують, беручи до уваги ціну нового природоохоронного обладнання, витрати на їх транспортування, монтаж, а також невраховані витрати, грн.:

$$K = Y + T + M + I, \quad (4.1)$$

де Y – вартість нового природоохоронного обладнання, грн.;

T – витрати на його транспортування, грн.;

M – витрати на його монтаж, грн.;

I – вартість неврахованих витрат (благоустрій території ПрАТ «ПБК «Радомишль», прокладання трубопроводів тощо), грн.

Розроблена технологія анаеробно-аеробного біологічного очищення виробничих і господарсько-побутових стічних вод ПБК «Радомишль» передбачає закупівлю і використання нового очисного обладнання (метантенки, аеротенк, горизонтальні відстійники). Також будуть задіяні вже використовувані на заводі очисні споруди (ґратки, пісковловлювач, пісковий і муловий майданчики).

Тому розрахунки капітальних витрат проведені лише для нового природоохоронного обладнання.

					<b>160773.21.ЕОНС.04.ПЗ</b>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>		<i>Колочавіна О.М.</i>			<b>ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ ЗАПРОПОНОВАНИХ РІШЕНЬ</b>	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевірів</i>		<i>Євтушенко О.В.</i>				Д	75	99
<i>Реценз.</i>						<b>ЗЕК – V – 2</b>		
<i>Н. контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Семенова О.І.</i>						

Вихідні дані щодо виду природоохоронного обладнання, його кількості та вартості для розрахунку капітальних витрат представлені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Вартість нового природоохоронного устаткування

Назва устаткування	Кількість, шт.	Вартість, грн.
Метантенк об'ємом 4 000 м <sup>3</sup>	1	2 450 000
Метантенк об'ємом 1 000 м <sup>3</sup>	1	1 300 000
Газгольдер	1	145 000
Аеротенк-змішувач	1	150 000
Вторинний відстійник після метантенку	1	45 000
Вторинний відстійник після аеротенка-змішувача	1	18 000
Теплообмінник	1	35 000
Насос відцентровий	2	10 000
<i>Усього:</i>	9	4 153 000

Витрати на транспортування нового природоохоронного устаткування Т рахують як 1 % від вартості цього устаткування:

$$T = 4\,153\,000 \cdot 0,01 = 41\,530 \text{ грн.}$$

Витрати на монтаж нового природоохоронного устаткування М рахують як 8 % від його вартості:

$$M = 4\,153\,000 \cdot 0,08 = 332\,240 \text{ грн.}$$

Вартість неврахованих витрат на благоустрій території ПБК «Радомишль», а також на проведення комунікацій, трубопроводів тощо І рахують як 15 % від вартості обладнання:

$$I = 4\,153\,000 \cdot 0,15 = 622\,950 \text{ грн.}$$

					160773.21.ЕОНС.04.ПЗ	Арк.
Знач.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

Загальна сума капітальних витрат на природоохоронний захід становить:

$$K_{\text{заг.}} = 4\,153\,000 + 41\,530 + 332\,240 + 622\,950 = 5\,149\,720 \text{ грн.}$$

#### 4.2 Розрахунки зміни поточних витрат

Розрахунки зміни поточних витрат ПБК «Радомишль» на впровадження біологічного анаеробно-аеробного очищення виробничих і господарсько-побутових стічних вод враховують ті витрати, які будуть змінюватись при впровадженні природоохоронного проєкту. Тобто, це витрати на електричну енергію, утримання і експлуатацію нового природоохоронного устаткування, оплату праці персоналу.

Через те, що на ПБК «Радомишль» є очисне обладнання для попереднього механічного очищення стічних вод (ґратки, пісковловлювач, пісковий і муловий майданчик), їх обслуговування вже здійснює персонал відділу охорони праці. Отже введення нової посади для обслуговування запроєктованого очисного устаткування не потрібно.

Витрати на утримання і експлуатацію нового природоохоронного устаткування ( $Y_o$ ) рахують як 15 % від суми капітальних витрат:

$$Y_o = 5\,149\,720 \cdot 0,15 = 772\,458 \text{ грн.}$$

Витрати на електричну енергію:

$$B_n = V \cdot C_n, \quad (4.2)$$

де  $V$  – кількість електричної енергії, яку використовує нове природоохоронне обладнання за рік, (кВт·год)/рік;

$C_n$  – ціна для заводу 1 кВт·год електричної енергії, грн/кВтгод.

					160773.21.ЕОНС.04.ПЗ	Арк.
						77
Знач.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Метантенк об'ємом 4 000 м<sup>3</sup>:

$$V_H = 14\,900 \cdot 1,9066 = 28\,408,34 \text{ грн.};$$

Метантенк об'ємом 1 000 м<sup>3</sup>:

$$V_H = 4\,500 \cdot 1,9066 = 8\,579,7 \text{ грн.};$$

Аеротенк-змішувач:

$$V_H = 11\,000 \cdot 1,9066 = 20\,972,6 \text{ грн.}$$

Теплообмінник:

$$V_H = 3\,100 \cdot 1,9066 = 5\,910,46 \text{ грн.}$$

Насос відцентровий:

$$V_H = 1\,100 \cdot 1,9066 = 2\,097,26 \text{ грн.}$$

Сума річних витрат на електричну енергію:

$$\begin{aligned} V_{e/e} &= 28\,408,34 + 8\,579,7 + 20\,972,6 + 5\,910,46 + 2\,097,26 = \\ &= 65\,968,36 \text{ грн.} \end{aligned}$$

Загальні витрати на утримання та експлуатацію природоохоронного устаткування (поточні витрати) наведені у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Зміна поточних витрат для анаеробно-аеробної технології біологічного очищення

Поточні витрати	Сума витрат, грн.
Витрати на утримання і експлуатацію очисного устаткування	772 458
Витрати на електричну енергію	65 968,36
<i>Усього:</i>	838 426,36

#### 4.3 Розрахунки екологічного податку за скидання поллютантів у водні об'єкти

Сума екологічного податку за скидання забруднювальних речовин у водні об'єкти  $P_c$ , грн.:

					160773.21.ЕОНС.04.ПЗ	Арк.
						78
Знач.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_c = \sum_i^n (M_{ли} \cdot H_{п} \cdot K_{ос}), \quad (4.3)$$

де  $M_{ли}$  – обсяг скидання  $i$ -го забруднюючого компоненту, т;

$H_{п}$  – ставки податку у поточному році за 1 т  $i$ -го виду забруднюючого компоненту, грн.;

$K_{ос}$  – коефіцієнт, що дорівнює 1,5 при скиданні забруднюючих компонентів у водні об'єкти.

Зі стічними водами ПБК «Радомишль» скидає забруднюючих компонентів, т/рік: фосфатів – 1,2, нітритів – 0,6 та нітратів – 0,9, завислих часточок – 5,2, органічних речовин – 5,3, нітрогену амонійного – 7,2, хлоридів – 3,1. За ставками податку (таблиця 4.3) рахують суму екологічного податку [19].

Таблиця 4.3 – Ставки податку за скидання забруднювальних речовин у водойми

Найменування забруднювальної речовини	Ставка податку, гривень за 1 т
Фосфати	1 287,18
Нітрити	7 909,77
Нітрати	138,57
Завислі часточки	46,19
Органічні речовини	644,6
Нітроген амонійний	1 610,48
Хлориди	46,19

$$P_{с(фосфати)} = 1,2 \cdot 1\,287,18 \cdot 1,5 = 2\,316,924 \text{ грн.}$$

$$P_{с(нітрити)} = 0,6 \cdot 7\,909,77 \cdot 1,5 = 7\,118,793 \text{ грн.}$$

$$P_{с(нітрати)} = 0,9 \cdot 138,57 \cdot 1,5 = 187,07 \text{ грн}$$

$$P_{с(завислі речовини)} = 5,2 \cdot 46,19 \cdot 1,5 = 360,282 \text{ грн.}$$

$$P_{с(органічні речовини)} = 5,3 \cdot 644,6 \cdot 1,5 = 5\,124,57 \text{ грн.}$$

$$P_{с(нітроген амонійний)} = 7,2 \cdot 1\,610,48 \cdot 1,5 = 17\,393,184 \text{ грн.}$$

$$P_{с(хлориди)} = 3,1 \cdot 46,19 \cdot 1,5 = 214,784 \text{ грн.}$$

					<i>160773.21.ЕОНС.04.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79

Загальна сума екологічного податку:

$$P_c = 2\,316,924 + 7\,118,793 + 187,07 + 360,282 + 5\,124,57 + 17\,393,184 + \\ + 214,784 = 32\,715,607 \text{ грн.}$$

#### **4.4 Розрахунки прибутку від реалізації анаеробного активного мулу і біогазу**

При метановому бродінні за добу накопичується 0,32 т активного мулу з високою концентрацією біологічно активних компонентів. Тому мул використовують як добавку до раціону тварин у спеціалізованих фермерських господарствах, продаючи за 5 600 грн./т. За рік утворюється 116,8 т анаеробного активного мулу для продажу.

Річний прибуток за продаж активного мулу:

$$PP_{\text{акт.мул}} = 116,8 \cdot 5\,600 = 654\,080 \text{ грн.}$$

При метановому бродінні синтезується 179,375 м<sup>3</sup>/год біогазу, тобто 1 571 325 м<sup>3</sup> за рік. Більшу частину біогазу використовують на забезпечення температурного (термофільного) режиму у метантенку, а 9,06 % (142 362,045 м<sup>3</sup>/рік) можна продавати за 4 грн/м<sup>3</sup>.

Річний прибуток за продаж біогазу становитиме:

$$PP_{\text{біогаз}} = 142\,362,045 \cdot 4 = 569\,448,18 \text{ грн.}$$

#### **4.5 Розрахунки основних показників економічної ефективності природоохоронного заходу**

Річний приріст прибутку:

					160773.21.ЕОНС.04.ПЗ	Арк.
Знач.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80

$$\Delta\Pi = E_{\text{шт}} + \text{РП}_{\text{акт.мул}} + \text{РП}_{\text{біогаз}} - В, \quad (4.4)$$

де  $E_{\text{шт}}$  – економія на штрафах, грн.;

$\text{РП}_{\text{акт.мул}}$  – виручка від реалізації активного мулу, грн.;

$\text{РП}_{\text{біогаз}}$  – виручка від реалізації біогазу, грн.;

$В$  – поточні витрати, грн.

$$\Delta\Pi = 32\,715,607 + 654\,080 + 569\,448,18 - 838\,426,36 = 417\,817,427 \text{ грн.}$$

Величина чистого прибутку (ставка податку на прибуток – 18 %):

$$\Delta\text{ЧП} = \Delta\Pi - \Delta\Pi \times 0,18, \quad (4.5)$$

$$\Delta\text{ЧП} = 417\,817,427 - 417\,817,427 \times 0,18 = 342\,610,287 \text{ грн.}$$

Термін окупності капітальних витрат:

$$T = \frac{K}{\Delta\text{ЧП}} \quad (4.6)$$

$$T = \frac{5149720}{342610,287} = 15 \text{ років}$$

Коефіцієнт економічної ефективності капітальних витрат:

$$E = \frac{\Delta\text{ЧП}}{K} \quad (4.7)$$

$$E = \frac{342610,287}{5149720} = 0,067 \text{ грн./грн.}$$

Результати розрахунків економічної ефективності впровадження технології біологічного анаеробно-аеробного очищення виробничих і господарсько-побутових стічних вод на ПБК «Радомишль» представлені у таблиці 4.4.

					160773.21.ЕОНС.04.ПЗ	Арк.
						81
Знач.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.4 – Показники економічної ефективності

Показники	Одиниці виміру	Значення показника
Кількість виробничих стічних вод	м <sup>3</sup> /добу	1 050
Кількість господарсько-побутових стічних вод	м <sup>3</sup> /добу	317
Капітальні витрати	грн.	5 149 720
Річні поточні витрати	грн.	838 426,36
Виручка від реалізації активного мулу	грн.	654 080
Виручка від реалізації біогазу	грн.	569 448,18
Економія на виплаті штрафів	грн.	32 715,607
Річний приріст чистого прибутку	грн.	342 610,287
Термін окупності капітальних витрат	років	15
Коефіцієнт економічної ефективності капітальних витрат	грн./грн.	0,067

## РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ

### 5.1 Організація служба охорони праці на ПрАТ ПБК «Радомишль»

Основним законодавчим документом в сфері охорони праці є Закон України «Про охорону праці», вимоги якого поширюється на всі підприємства та організації незалежно від форм власності та видів їх діяльності, на всіх працюючих громадян, а а також тих, хто задіяні на цих підприємствах. Цей Закон встановлює основні положення щодо реалізації конституційного права працівників на охорону їх життя і здоров'я у процесі трудової діяльності, на безпечні та здорові умови праці, регулює за участю відповідних органів державної влади відносини між роботодавцем і працівником з питань виробничого середовища, безпеки, гігієни праці та і встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні. Згідно із статтею 23 Закону України «Про охорону праці», власник створює на підприємстві службу охорони праці. Типове Положення про цю службу затверджується Державним Комітетом України з нагляду охорони праці. Особи, винні у порушенні Правил безпеки, притягаються до дисциплінарної, адміністративної, матеріальної або кримінальної відповідальності згідно з чинним законодавством [20].

На ПрАТ «ПБК «Радомишль» організований відділ з охорони праці, оскільки чисельність працівників перевищує 50. Відділ очолює інженер з охорони праці. На підприємстві присутні та затвержені всі необхідні нормативні акти з охорони праці з дотриманням юридичних норм та вимог чинного законодавства України.

Закон України «Про охорону праці» передбачає:

– пріоритетність життя та здоров'я працівників;

					160773.21.ЕОНС.05.ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>		<i>Колочавіна О.М</i>			<b>ОХОРОНА ПРАЦІ</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевірів</i>		<i>Свтушенко О.В.</i>					83	99
<i>Реценз.</i>						<b>ЗЕК – V – 2</b>		
<i>Н. контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Семенова О.І.</i>						

- встановлення єдиних вимог з охорони праці для всіх суб'єктів підприємницької діяльності;
- інформування населення, професійну підготовку працівників з питань охорони праці;
- підвищення рівня промислової безпеки за рахунок забезпечення постійного технічного контролю стану виробництв, технологій та продукції,
- повну відповідальність роботодавця за створення належних, здорових та безпечних умов праці;
- соціальний захист працівників, повне відшкодування шкоди особам, які постраждали від нещасних випадків на виробництві чи професійних захворювань;
- використання економічних методів управління охороною праці, участь держави у фінансуванні заходів щодо охорони праці;
- використання світового досвіду організації роботи для підвищення безпеки праціта поліпшення умов праці на основі міжнародного співробітництва [20].

Власник створює на підприємстві службу (відділ) охорони праці згідно з Типовим положенням. На державному рівні у встановленому Кабінетом Міністрів України порядку формуються фонди охорони праці. На підприємстві кошти вказаного фонду використовуються виключно на виконання заходів, що забезпечують доведення умов безпеки праці до нормативних вимог або підвищення наявного рівня охорони праці на виробництві.

На ПрАТ «ПБК «Радомишль» відділ з охорони праці організовує проведення інструментальних досліджень умов праці, аудиту охорони праці, оцінки технічного стану виробничого обладнання та за їх підсумками вживає необхідні заходи з метою усунення виробничих факторів, які є небезпечними та шкідливими для здоров'я.

					160773.21.ЕОНС.05.ПЗ	Арк.
Знач.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		84

## 5.2 Небезпечні та шкідливі виробничі фактори на ПрАТ «ПБК «Радомишль»

В процесі роботи на підприємстві на працівника можуть впливати такі небезпечні й шкідливі виробничі фактори:

- машини, що рухаються, автотранспорт і механізми;
- рухомі незахищені елементи механізмів, машин і виробничого обладнання;
- падаючі вироби техніки, інструмент і матеріали під час роботи;
- ударна хвиля (вибух посудини, що працює під тиском пари рідини);
- струмені газів і рідин, що стікають, із посудин і трубопроводів під тиском;
- підвищене ковзання (через зледеніння, зволоження й замаслювання поверхонь, по яких переміщується робочий персонал);
- підвищені запыленість й загазованість повітря;
- підвищена чи знижена температура поверхонь техніки, обладнання й матеріалів;
- підвищена чи знижена температура, вологість і рухомість повітря;
- підвищений рівень шуму, вібрації, ультра- та інфразвука;
- підвищена напруга в електричному ланцюзі, замикання якого може відбутися через тіло людини;
- підвищений рівень статичної електрики;
- гострі кромки, задирки й шорсткість на поверхнях обладнання й інструментів;
- відсутність чи нестача природного світла;
- недостатня освітленість робочої зони;
- знижена контрастність об'єктів в порівнянні з фоном;
- пряма блискість (прожекторне освітлення територій виробництв, світло фар автотранспорту) і відбита блискість (від розливої води й інших рідин на поверхні територій виробництв);
- підвищена пульсація світлового потоку;

										160773.21.ЕОНС.05.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							85

- підвищений рівень ультрафіолетової й інфрачервоної радіації;
- хімічні речовини (токсичні, подразнюючі, сенсibiliзуючі, канцерогенні, мутагенні, що впливають на репродуктивну функцію людини);
- хімічні речовини , що проникають в організм через органи дихання, шлунково-кишковий тракт, шкірні покриви і слизові оболонки;
- патогенні мікроорганізми (бактерії, віруси, гриби, найпростіші) і продукти їхньої життєдіяльності;
- перевантаження (статичні й динамічні) і нервово-психічні чинники (емоційні перевантаження, перенапруга аналізаторів, розумова перенапруга, монотонність праці).

Згідно з державним стандартом шкідливі і небезпечні фактори по природі їх впливу поділяються на фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні [21].

Умови праці впливають на технологію, якість і безпеку робіт. Робота при занадто високих або низьких температурах може призвести до погіршення самопочуття працівників, розвитку професійних захворювань та зниження або ж втрати працездатності. Саме тому законодавство зобов'язує роботодавців подбати про створення безпечних умов праці на робочих місцях, зокрема забезпечити оптимальні параметри виробничого мікроклімату. Мікроклімат виробничих приміщень залежить від технології виробництва («холодні» й «гарячі» цехи), умов повітрообміну, атмосферних умов та їх сезонних коливань. Нормалізація мікрокліматичних умов на робочих місцях здійснюється за допомогою комплексу заходів та способів, які включають будівельно-планувальні, організаційно-технологічні, санітарно-гігієнічні, технічні та інші заходи колективного захисту. Щоб забезпечити сприятливі умови праці та відпочинку, оптимальне функціонування технологічних схем, у виробничих приміщеннях створюють штучний виробничий мікроклімат.

					<i>160773.21.ЕОНС.05.ПЗ</i>	Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Мікрокліматичні умови виробничих приміщень характеризуються такими показниками: температура повітря; відносна вологість повітря; швидкість руху повітря; інтенсивність теплового (інфрачервоного) опромінення (рисунок 5.1.)



Рисунок 5.1. – Складові мікрокліматичних умов виробничих приміщень.

*Температура повітря* Коли температура навколишнього середовища знижена, активується хімічна терморегуляція — зростає кількість тепла, яке виробляє організм. Одночасно звужуються шкірні судини. Через це зменшується віддача тепла у навколишнє середовище. Коли температура навколишнього середовища підвищена, зменшується тепловіддача внаслідок конвекції, кондукції, радіації і зростає тепловіддача через випаровування (потовиділення) вологи з поверхні тіла. За підвищеної температури повітря від 16 до 30 °С і роботи середнього ступеня тяжкості в одягненої людини частка тепловіддачі через конвекцію і радіацію знижується з 73 до 8%. Тепловіддача через випаровування вологи зростає з 27 до 92%. Віддача тепла з поверхні тіла через конвекцію і радіацію припиняється, коли температура навколишнього середовища становить 33 °С.

*Вологість повітря* На ступінь вологості повітря в робочій зоні впливає технологічний процес. Він може підвищувати її до високого рівня (понад 75% відносної вологості) або знижувати. Повітря в цехах із високою відотною вологістю, коли знижується температура, швидко насичується до

					160773.21.ЕОНС.05.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		87

100%. Утворюється туман і конденсується пара. Потовиділення — найефективніший спосіб самоохолодження організму. Сухість повітря сприяє випаровуванню поту. Однак за високої вологості воно неефективне, адже піт не може випаровуватися і стікає, не охолоджуючи шкіру. Саме тому високу температуру погано переносять за підвищеної вологості повітря. Одночасно, коли організм збільшує тепловіддачу, зменшується вироблення тепла, оскільки уповільнюються процеси обміну. Висока вологість за низької температури повітря сприяє більшій тепловіддачі радіаційним шляхом — вода поглинає інфрачервоне випромінювання тіла і забирає тепло організму. За підвищеної вологості повітря людина гірше переносить високу та низьку температуру.

*Швидкість руху повітря* На тепловий обмін людини з навколишнім середовищем впливає рух повітря. За прискореного руху повітря людина легше переносить високу температуру, ніж низьку. Швидкість руху повітря на робочих місцях коливається у межах від 0,09 до 5 м/с і більше. Це залежить від розташування і забудови виробничого комплексу на місцевості, архітектури приміщень, характеру технологічного процесу, природної та штучної вентиляції тощо. За значного руху та низької температури повітря організм втрачає теплоту внаслідок конвекції. Віддача через випромінювання знижується. Якщо температура повітря не перевищує температуру тіла, рух повітря збільшує потовиділення і сприяє охолодженню організму.

*Тепловий комфорт* Задоволеність умовами мікроклімату навколишнього середовища — це і є тепловий комфорт. За теплового комфорту механізми терморегуляції працюють оптимально, не перенапружуються. Підтримується тепловий баланс і сталість температури внутрішнього середовища. Це обов'язкова умова, щоб організм повноцінно функціонував. Тепловий комфорт визначають за тепловідчуттям і температурою шкіри. На зміну температури впливають різні чинники, зокрема й виробничий мікроклімат. Істотне значення, крім інтенсивності та важкості праці, мають температура, вологість, швидкість руху повітря й інфрачервоне (теплове) випромінювання.

									160773.21.ЕОНС.05.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						88

### 5.3 Пожежна та електробезпека безпека ПрАТ «ПБК «Радомишль»

Пожежна безпека ПрАТ «ПБК «Радомишль» повинна відповідати вимогам ДНАОП 15.9-1.13-97. Правила безпеки при виробництві солоду, пива та безалкогольних напоїв [23].

Усі види пожежної техніки та протипожежного устаткування, що застосовуються для запобігання пожежам і їх гасіння, мають державний сертифікат якості. Відповідальність за оснащення, технічне обслуговування, утримання та своєчасний ремонт пожежної техніки та обладнання, засобів зв'язку, вогнегасників та інших засобів пожежогасіння, а також навчання правилам користування вогнегасниками покладена на роботодавця. Вогнегасники і засоби виклику пожежної допомоги, що знаходяться у кімнаті оператора, передані під відповідальність (збереження) начальників цехів, складів та інших посадових осіб.

Контроль за утриманням і готовністю до дії вогнегасників та інших засобів гасіння пожеж, які знаходяться в кімнаті оператора здійснює начальник пожежної охорони або добровільної пожежної дружини підприємства (за їх наявності).

Усі виробничі приміщення мають бути забезпечені первинними засобами пожежегасіння. До них належать: вогнегасники, пожежний інвентар (покривала з негорючого теплоізоляційного полотна, ящики з піском, пожежні відра, совкові лопати); пожежний інструмент (гаки, ломи, сокири, тощо). Обов'язково має бути передбачено пожежний водопровід з гідрантами і пожежними викидними рукавами [23].

Електрообладнання, яким доводиться користуватися оператору очистного обладнання, являє собою потенційну небезпеку. Ураження людини електричним струмом може відбутися в результаті дотику до відкритих струмоведучих частин при ушкодженні ізоляції мережних шнурів, при пробі чи короткому замиканні в результаті неправильних дій самої людини.

Небезпека ураження людини електричним струмом визначається факторами електричного струму (сила струму, напруга, рід та частота

									Арк.
									89
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	160773.21.ЕОНС.05.ПЗ				

струму, електричний опір людини) та неелектричного характеру (індивідуальні особливості людини, тривалість дії струму та його шлях проходження крізь людину), а також стан навколишнього середовища.

Сила струму є головним фактором, що зумовлює ступінь ураження людини. Людина починає відчувати змінний струм промислової частоти (50 Гц) приблизно з 1 мА (пороговий відчутний струм). При струмі 10...15 мА виникає судорожне скорочення м'язів, яке весь час підсилюється, і людина не може звільнитися від контакту зі струмопровідною частиною (порогів невідпускаючий струм). При 50 мА порушується дихання, а струм 100 мА призводить до фібриляції серцевих м'язів. Найнебезпечнішою є частота струму для людини – 50 Гц. Найнебезпечнішим є шлях струму: рука – ноги, рука – рука, особливо при проходженні струму через мозок, серце та легені.

Основні причини виникнення нещасних випадків, пов'язаних з дією електричного струму:

- випадкове доторкання до струмопровідних частин, що перебувають під напругою;
- несправність захисних засобів (резинові рукавиці), якими потерпілий доторкається до струмопровідних частин;
- поява напруги на металевих частинах електрообладнання (корпусі, кожухах) у результаті пошкодження ізоляції струмопровідних частин електрообладнання, замикання фази на землю і т. ін.;
- поява напруги на відключених частинах електрообладнання в результаті помилкового включення обладнання, замикання струмопровідних частин, розряд блискавки та ін.;
- виникнення крокової напруги на поверхні землі або підлоги, на якій стоїть людина, в результаті замикання проводу на землю, несправності заземлення.

					<i>160773.21.ЕОНС.05.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		90





містити токсичні, а також легкозаймисті речовини, можуть становити небезпеку мікробіологічного або вірусного характеру, при відборі проб необхідно дотримуватися значної обережності.

При виконанні робіт в метантенку необхідно відключити його від газової мережі. Для цього слід встановити заглушки. Повітряне середовище в метантенку повинно бути перевірене на відсутність пожежо-вибухонебезпечної концентрації газів. Не допускається перебування працівників та проведення будь-яких робіт в приміщеннях метантенків під час роботи вентиляції.

В підкупольному просторі метантенка дозволяється працювати не більше 15 хвилин, потім слід зробити перерву тривалістю не менше 30 хвилин.

Підсушений осад з мулових майданчиків слід видаляти механізованим шляхом, а приміщення, де розміщується обладнання для механічного зневоднення та термічної обробки осадів, має бути забезпечено підйомно-транспортним устаткуванням.

В газових системах метантенків тиск газу має перебувати під постійним контролем. При тиску в газових системах вище нормального і при аваріях на напірному газопроводі газ слід негайно випускати в атмосферу (на «свічку») або через запобіжні пристрої.

Все технологічне устаткування підприємства має використовуватися лише за призначенням, підтримуватися у справному стані та підлягати систематичному огляду та ремонту згідно графіку [20].

*Освітлення* на ПрАТ «ПБК «Радомишль» регламентується Державними будівельними нормами ДБН В.2.5-28 – 2018 «Природне і штучне освітлення» [24] та характеризується кількісними та якісними показниками.

*Шум* на ПрАТ «ПБК «Радомишль» регламентується Державними санітарними нормами ДСН 3.3.6.037 – 99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. Рекомендовано для боротьби з шумом на

									Арк.
									93
Знач.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

160773.21.ЕОНС.05.ПЗ

підприємстві встановлювати системи звукоізоляції, фільтри – поглиначі тощо [25].

*Вібрація* на пивзаводі нормується відповідно до ДСН 3.3.6.039-99 Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації [26].

*Електробезпека* на ПрАТ «ПБК «Радомишль» регламентується відповідно ДНАОП 0.00-1.32-01 Про затвердження «Правил будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок» [27].

Метантенки та виробничі приміщення при них відносяться до пожаро- та вибухонебезпечних у відповідності до класифікації виробництв по категоріях вибухо- та пожежонебезпеки. Електротехнічне обладнання приміщень метантенків та котелень, що працюють на газу, повинно мати резервне електроживлення для забезпечення постійної роботи вентиляційної системи. Відведення газу від метантенків, облаштування та експлуатація газгольдерів мають здійснюватися у відповідності до вимог Правил безпеки в газовому господарстві. Персонал, що обслуговує метантенки та пов'язане з ними газове господарство, зобов'язаний проходити спеціальні навчання та інструктажі з техніки безпеки.

					160773.21.ЕОНС.02.ПЗ	Арк.
Знач.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		94

## ВИСНОВКИ

1. ПрАТ «ПБК «Радомишль» спеціалізується на виробництві пива різних сортів, квасу та морсів.

Основна й допоміжна сировина, готова продукція (пиво) за показниками якості та безпеки відповідають усім нормативним вимогам.

2. На ПБК «Радомишль» утворюються виробничі стічні води, які характеризуються високими показниками забрудненості (ХСК 4 190 мг  $O_2/дм^3$ , БСК<sub>повн</sub> 3 226 мг  $O_2/дм^3$ ), а також господарсько-побутові, для яких ХСК становить 980 мг  $O_2/дм^3$ , а БСК<sub>повн</sub> 745 мг  $O_2/дм^3$ .

3. На пивоварному заводі виробничі та господарсько-побутові стічні води після механічного очищення скидають на поля фільтрації МКП «Водоканал» м. Радомишль. Це є недоцільним (має тривалий термін очищення та невисоку ефективність), водночас спричиняє забруднення водних об'єктів (у тому числі підземних), ґрунтів та повітря.

4. Нами запропонована технологія біологічного очищення виробничих стічних вод із використанням метантенка на основному етапі очищення, потім змішування цих стоків із господарсько-побутовими і подальша спільна їх обробка в аеротенку для досягнення показників, допустимих для скидання в каналізацію міста Радомишль.

Ефективність очищення у метантенку – 73,75 %, в аеротенку – 52,8 %. Загальна ефективність очищення стічних вод 87,6 %. При цьому досягнуті показники (БСК<sub>кінц.</sub> 400 мг  $O_2/дм^3$ ), при яких очищену воду дозволено скидати у каналізаційну мережу Радомишля.

5. Біогаз, який накопичений в процесі метаногенезу, характеризується високим вмістом метану (79 %). Кількості енергії, отримуваної від біогазу, достатньо для повного забезпечення термофільного режиму метаногенезу, а

					160773.21.ЕОНС.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив		Колочавіна О.М			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірів		Євтушенко О.В.			Д	95	99
Реценз.					ЗЕК – V – 2		
Н. контр.							
Затверд.		Семенова О.І.					

9,06 % енергії можна спрямувати на продаж.

6. У процесі виробництва пива спирту на ПрАТ «ПБК «Радомишль» основним забруднювачі повітря на підприємстві є зерновий пил, що утворюється при прийомі, транспортуванні та очищенні зерна солоду, при подрібненні солоду і зерна; гази бродіння, CO<sub>2</sub>, етиловий спирт, альдегіди, ефіри, леткі кислоти; аміак і фреон компресорних установок. Рекомендовано здійснювати ретельний контроль за роботою пилогазових установок та періодично здійснювати експлуатаційне обслуговування.

7. Основним відходом пивного виробництва є пивна дробина. Підприємством заключений договір з ТОВ «Владівік корми» щодо передачі та висування відходу для подальшого використання в чкості добавки до корму тваринам.

8. Проведений розрахунок економічної ефективності показав, що річний приріст чистого прибутку становить 342 610,287 грн., термін окупності капітальних витрат 15 років, коефіцієнт економічної ефективності 0,067 грн./грн.

9. На ПрАТ «ПБК «Радомишль» дотримуються належних санітарно-гігієнічних умов, відповідно до Державних санітарних правил та норм, вимог техніки безпеки при експлуатації основного та допоміжного виробничого обладнання. На підприємстві функціонує служба з охорони праці для створення на кожному робочому місці належних умов праці та забезпечення додержання вимог законодавства України щодо охорони праці.

					160773.21.ЕОНС.ПЗ	Арк.
Знач.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		96

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Пиво-безалкогольний комбінат «Радомишль». Режим доступу до сайту:  
[http://uk.wikwpedia.org/wiki/Пиво\\_безалкогольний\\_комбінат\\_«Радомишль»](http://uk.wikwpedia.org/wiki/Пиво_безалкогольний_комбінат_«Радомишль»)
2. YouControl – сервіс перевірки контрагентів. Режим доступу до сайту:  
[https://youcontrol.com.ua/catalog/company\\_details/05418365/](https://youcontrol.com.ua/catalog/company_details/05418365/)
3. Домарецький В.А. Технологія солоду та пива / В.А. Домарецький. – К.: Урожай, 1999. – 544 с.
4. Звіт з оцінки впливу на довкілля. «Про продовження ПРАТ «ПБК «РАДОМИШЛЬ» видобування експлуатаційних запасів питних підземних вод Радомишльського родовища на ділянках «Лівобережна» та «Правобережна». Режим доступу: <http://eia.menr.gov.ua/uk/case/id-2160>
5. ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text>
6. ДСТУ 3769-98 «Ячмінь. Технічні умови». [ Чинний від 1998 – 06 – 26]. – К.: Національний стандарт України. – 1998. – 21 с.
7. ДСТУ 4282:2004 «Солод пивоварний ячмінний. Загальні технічні умови» [ Чинний від 2004 - 03 - 30]. – К.: Національний стандарт України. – 204. – 34 с
8. ДСТУ 4098.1-2002. «Хміль ароматичний. Технічні умови» [ Чинний від 2002 – 06 – 03]. – К.: Національний стандарт України. – 2002. – 19 с.
9. ДСТУ 3888-2015 «Пиво. Загальні технічні умови» [ Чинний від 2015 – 05 – 28]. – К.: Національний стандарт України. – 2015. – 17 с.

					<b>160773.21.ЕОНС.ПЗ</b>					
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b>					
<i>Розробив</i>		<i>Колочавіна О.М</i>						<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Архивів</i>
<i>Перевірів</i>		<i>Євтушенко О.В</i>							97	99
<i>Реценз.</i>								<b>ЗЕК – V – 3</b>		
<i>Н. контр.</i>										
<i>Затверд.</i>		<i>Семенова О.І.</i>								



