

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

**Навчально-науковий інститут харчових технологій
Кафедра біотехнології продуктів бродіння і виноробства**

«До захисту в ЕК»

Директорка ННІХТ

_____ Оксана КОЧУБЕЙ-ЛИТВИНЕНКО
(підпис)

« » лютого 2025 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри БПБВ

_____ Анатолій КУЦ
(підпис)

« » лютого 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

із спеціальності 181 «Харчові технології»

(шифр та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми «Харчові технології та інженерія»

на тему: **Проект варильного відділення пивзаводу потужністю 9 млн дал пива на рік з використанням інноваційних технологій приготування пивного сусла**

Виконав: здобувачка 5 курсу групи ЗТБ-5-1

Поліна ГУДАНОВА

(підпис)

**Керівник: завідувач кафедри, кандидат
технічних наук, доцент Анатолій КУЦ**

(підпис)

Рецензент:

(підпис)

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

_____ **Поліна ГУДАНОВА**
(підпис)

Київ – 2025 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інститут харчових технологій

Кафедра біотехнології продуктів бродіння та виноробства

Освітній ступень – «бакалавр»

Спеціальність – 181 «Харчові технології»

Освітньо-професійна програма – «Харчові технології та інженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри біотехнології продуктів бродіння та виноробства

_____Анатолій КУЦ

28 жовтня 2024 року

З А В Д А Н Н Я НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА Поліни ГУДАНОВОЇ

1. Тема роботи Проект варильного відділення пивзаводу потужністю 9 млн дал пива на рік з використанням інноваційних технологій приготування пивного сусла.

Керівник роботи Анатолій КУЦ, к.т.н., доцент

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

затвержені наказом по Університету від 29 листопада 2024 року № 984-КС

2. Строк подання здобувачем роботи 5 лютого 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи _____

1. Норми технологічного проектування.
2. Матеріали, зібрані під час переддипломної практики.
3. Сировина для виробництва спирту: солод світлий, солод карамельний, рисова січка, кукурудзяна крупка.

4. Передбачити виробництво трьох сортів пива «Golden Malt», «Amber Stout» та «Light Seed» з масовими частками сухих у початковому суслі – 11,0%, 13,0% та 11,0% відповідно.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Титульний аркуш. Завдання на проектування. Анотація (двома мовами). Зміст. Вступ. 1. Характеристика підприємства та режими його роботи. 2. Обґрунтування асортименту проектованої продукції. 3. Техніко-економічне обґрунтування вибору технології пивного сусла та опис апаратурно-технологічної схеми. 4. Характеристика проектованої продукції, сировини, основних і допоміжних матеріалів. 5. Технологічні розрахунки. 6. Розрахунки площ виробничих та складських приміщень. 7. Розрахунки та підбір технологічного обладнання. 8. Контроль якості та безпеки готової продукції. 9. Система екологічного управління та енерго- і ресурсозбереження. 10. Заходи щодо організації безпечних умов виробництва. Загальні висновки. Список використаної літератури.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Апаратурно-технологічна схема – 1 аркуш

План і розріз – 2 аркуші

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання – 22 жовтня 2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Характеристика підприємства та режими його роботи	16.12.24- 03.01.25	виконано
1.1	Структура підприємства та режими його роботи		
2.	Обґрунтування асортименту проектованої продукції		
3.	Техніко-економічне обґрунтування вибору технології пивного суслу та опис апаратурно-технологічної схеми	04.01.25-15.01.25	виконано
3.1	Принципово-технологічна схема		
3.2	Техніко-економічний аналіз і вибір технологічних способів та режимів виробництва		
3.3	Опис апаратурно-технологічної схеми		
	1-а атестація	16.01.25	виконано
4	Характеристика проектованої продукції, сировини, основних і допоміжних матеріалів	17.01.25-21.01.25	виконано
4.1	Характеристика проектованої продукції		
4.2	Характеристика сировини		
4.3	Характеристика основних і допоміжних матеріалів		
5	Технологічні розрахунки	22.01.25-24.01.25	виконано
6	Розрахунки площ виробничих і складських приміщень		
7	Розрахунки та підбір технологічного обладнання		
8.	Викреслювання апаратурно-технологічної схеми та плану	25.01.25-29.01.25	виконано
9	Оформлення креслення і погодження з керівником		виконано
10.	Контроль якості та безпечності готової продукції	30.01.25-02.02.25	виконано
11.	Система екологічного управління та енерго- і ресурсозбереження		
12.	Заходи щодо організації безпечних умов праці на виробництві		
13	Оформлення пояснювальної записки	03.02.25-04.02.25	виконано
	2-а атестація	05.02.25	виконано
14	Подання роботи в комісію по перевірці на антиплагіат	06.02.25-14.02.25	виконано
15	Попередній розгляд проекту на кафедрі		
16	Отримання зовнішньої рецензії і підготовка до захисту в ЕК	15.02.25-19.02.25	виконано
17	Захист роботи в ЕК	20.02.25	

Здобувачка

Поліна ГУДАНОВА

**Керівник роботи, завідувач кафедри,
кандидат технічних наук, доцент**

Анатолій КУЦ

АНОТАЦІЯ

У кваліфікаційній роботі розглянуто проєкт пивоварного заводу потужністю 9 млн дал на рік із виробництва трьох сортів пива: світлих «Golden Malt» і «Light Seed» та темного «Amber Stout».

Обґрунтовано використання солоду двох типів та мінімальної кількості не-солодженої сировини, що забезпечує стабільну якість та автентичний смак продукції. Запропоновано технологічну схему виробництва, що включає кондиційоване подрібнення солоду на дробарці, фільтрування затору на сучасному фільтр-апараті та застосування гранульованого хмелю для покращення аромату та смакових характеристик напою.

Для підвищення енергоефективності передбачено встановлення енергозберігаючої колони, що сприяє зменшенню витрат теплової енергії. Проведено розрахунки виробничих площ, продуктивності обладнання та кількісних показників готової продукції.

Особливу увагу приділено системі контролю якості та безпечності пива, екологічному управлінню та ресурсозбереженню. Також у роботі розглянуто заходи щодо забезпечення безпечних умов праці на виробництві.

Запропоновані технічні рішення спрямовані на оптимізацію виробництва, зниження енергоспоживання та відповідність сучасним стандартам якості та екологічної безпеки.

Ключові слова: пивоваріння, солод, гранульований хміль, фільтр-апарат, кондиційоване подрібнення, енергозберігаюча колона, контроль якості, екологічне управління, ресурсозбереження, безпечні умови праці.

					АНОТАЦІЯ	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ANNOTATION

The qualification work examines the project of a brewery with a capacity of 9 million dal per year, producing three types of beer: the light varieties "Golden Malt" and "Light Seed," and the dark variety "Amber Stout."

The study justifies the use of two types of malt and a minimal amount of unmalted raw materials, ensuring stable quality and authentic product flavor. A technological production scheme has been proposed, including conditioned malt milling using a specialized crusher, mash filtration with a modern filter apparatus, and the use of pelletized hops to enhance the aroma and taste characteristics of the beverage.

To improve energy efficiency, the installation of an energy-saving column is planned, which helps reduce thermal energy consumption. Calculations have been conducted regarding production areas, equipment productivity, and quantitative indicators of the final product.

Special attention is given to the quality control and safety system of beer production, environmental management, and resource conservation. The work also considers measures to ensure safe working conditions in the production process.

The proposed technical solutions aim to optimize production, reduce energy consumption, and comply with modern quality and environmental safety standards.

Keywords: brewing, malt, pelletized hops, filter apparatus, conditioned milling, energy-saving column, quality control, environmental management, resource conservation, safe working conditions.

					<i>ANNOTATION</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		4

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ	8
1.1. Структура підприємства	8
1.2. Режими роботи відділів і цехів	9
2 ОБҐРУНТУВАННЯ АСОРТИМЕНТУ ПРОЄКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ	10
2.1. Асортимент проєктованої продукції	10
3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ПИВНОГО СУСЛА ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ..	12
3.1. Принципова технологічна схема приготування пивного сусла.....	12
3.2. Техніко-економічний аналіз і вибір технологічних способів та режимів виробництва пивного сусла.....	13
3.3. Опис апаратурно-технологічної схеми.....	27
4 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЄКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ ТА ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ.....	29
4.1. Характеристика проєктованої продукції.....	29
4.2. Характеристика сировини.....	30
4.3. Характеристика основних і допоміжних матеріалів.....	35
5 ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ.....	36
5.1. Вихідні дані до розрахунків	36
5.2. Продуктові розрахунки	36
5.3. Розрахунки витрат основних і допоміжних матеріалів	41
6 РОЗРАХУНКИ ПЛОЩ ВИРОБНИЧИХ І СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ	44
7 РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ.....	45
8 КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ	51
8.1. Основи системи управління якості та безпечності харчової продукції..	51
8.2. Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва та його метрологічне забезпечення	52
9 СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ ТА ЕНЕРГО- І РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ.....	55

					Проект варильного відділення пивзаводу потужністю 9 млн дал пива на рік з використанням інноваційних технологій приготування пивного сусла		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Поліна Гуданова			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Анатолій Куц			5	63	
Реценз.					ЗМІСТ НУХТ, ННІХТ, БПБВ ЗТБ-5-1, 2025		
Н. Контр.							
Затверд.		Анатолій Куц					

10 ЗАХОДИ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ БЕЗПЕЧНИХ УМОВ ПРАЦІ НА ВИРОБНИЦТВІ	57
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	60
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	61

					<i>ЗМІСТ</i>	<i>Арк.</i>
						6
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ВСТУП

На сучасному етапі розвиток пивоварної галузі відбувається в кількох напрямках. Один із них – це збільшення виробничих потужностей підприємств, що дозволяє знизити собівартість продукції, а також активне впровадження нових сортів пива.

Інший напрям – поширення крафтових і малих пивоварень, розташованих ближче до споживачів (нерідко вони функціонують на території великих торговельних центрів). Такі пивоварні випускають продукцію у невеликих обсягах, без додаткової обробки та консервантів. Термін реалізації крафтового пива зазвичай становить лише кілька днів/тижнів, але цього достатньо, оскільки покупці можуть придбати напій безпосередньо в місці його виготовлення. Хоча ціна такого пива вища, ніж у продукції великих заводів, воно знаходить свого споживача. Окрему категорію становлять виробники, які протягом століть випускають лише 1-2 сорти пива. Яскравим прикладом є монастирські пивоварні Західної Європи, для яких питання собівартості не є ключовим.

Як великі, так і малі пивоварні прагнуть знизити виробничі витрати. Впливати на ціну основної сировини (солоду, ячменю, хмелю) вони не можуть, тому оптимізація спрямована на скорочення витрат енергії, води, підвищення продуктивності праці та зниження вартості технологічної переробки. Найбільш енерговитратним процесом у виробництві пива (як у класичних, так і в інших технологічних схемах, що використовують готовий солод) є приготування пивного суслу. Дотримання технологічних параметрів на цьому етапі суттєво впливає на якість і стабільність кінцевого продукту.

Солод є одним із найдорожчих компонентів рецептури, тому великі виробники нерідко замінюють його несоложеними зерновими та ферментними препаратами. Водночас малі пивоварні зазвичай дотримуються класичних рецептів, що використовується як маркетинговий інструмент у їхній рекламній кампанії.

З урахуванням того, що потужність пивоварного заводу в рамках цього проекту становить 9 млн дал на рік, передбачено застосування оригінальної рецептури пива, виготовленого з традиційних компонентів – солоду та хмелю із додаванням незначної частки несолодженої сировини. У кваліфікаційній роботі розроблено унікальні рецептури світлого та темного пива на основі літературних джерел.

Матеріал роботи представлено у пояснювальній записці формату А4, викладений на 63 сторінках друкованого тексту.

Графічна частина оформлена на чотирьох аркушах формату А1, включає апаратурно-технологічну схему, плани, розрізи відділення і демонстраційний плакат.

										Арк.
										7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					ВСТУП	

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ

1.1. Структура підприємства

Організаційна структура пивоварного заводу формується відповідно до виробничих процесів і забезпечує ефективне управління підприємством і наведена в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Організаційна структура виробництва

Відділ	Посада	Функції
Керівництво заводу	Директор	Загальне управління підприємством, фінансово-економічний контроль, стратегічне планування
	Головний інженер	Контроль за технічним станом обладнання, модернізація виробництва
	Головний технолог	Контроль якості продукції, управління виробничими процесами, розробка рецептур
	Головний бухгалтер	Фінансовий контроль, ведення бухгалтерського обліку
Виробничий відділ	Головний технолог	Організація та контроль всіх виробничих процесів
	Цех підготовки сировини	Зберігання, подрібнення солоду, підготовка води
	Бродильно-лагерний цех	Зброджування та доброджування пива
	Цех фільтрації та розливу	Фільтрація, розлив і пакування готової продукції
Відділ контролю якості	Лабораторія контролю якості	Лабораторні аналізи, перевірка відповідності продукції стандартам
Відділ постачання та логістики	Менеджер із закупівель	Закупівля сировини, управління складськими запасами
	Логіст	Організація транспортування продукції
Відділ екологічного управління	Еколог	Контроль за екологічними нормами, зменшення відходів, ресурсозбереження
Відділ охорони праці та безпеки	Інженер з охорони праці	Проведення інструктажів, контроль дотримання техніки безпеки
Відділ маркетингу та збуту	Маркетолог	Аналіз ринку, рекламні кампанії
	Менеджер зі збуту	Організація продажів, пошук клієнтів

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2. Режими роботи відділів і цехів

Керівництво, начальники виробничих відділень, допоміжні і обслуговуючі підрозділи підприємства працюють з 8:00 до 17:00 з понеділка по п'ятницю. Начальники змін, майстри і персонал, який безпосередньо бере участь у виробничому процесі працюють у дві зміни по 12 годин. Цех розливу у скляну тару та кеги працює по 8 годин у дві зміни. Тривалість і режими роботи цехів наведена у таблиці 1.1. [2]

Таблиця 1.2 – Тривалість і режими роботи цехів і відділів виробництва

№	Цехи та відділення	Початок зміни, год	Кінець зміни, год	Перерва, год	Тривалість зміни
1	Керівництво заводу	8:00	17:00	13:00 – 13:45	8:15
2	Основне виробництво (безперервне) зміна зміна	8:00	20:00	По можливості	12:00
		20:00	8:00	По можливості	12:00
3	Цех розливу:	7:00	15:00	12:00 – 12:30	8:00
4	Допоміжні цехи	8:00	17:00	13:00 – 13:45	8:15

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

2 ОБҐРУНТУВАННЯ АСОРТИМЕНТУ ПРОЄКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ

2.1. Асортимент проекрованої продукції

Пиво — це алкогольний напій з виразною пінистістю та насиченням діоксидом вуглецю, який виготовляється шляхом бродіння охмеленого сусла за допомогою пивних дріжджів. Вміст етилового спирту в ньому коливається від 0,5 % об., а загальний діапазон для більшості сортів становить 4,0–7,9 % об. Крім того, пиво містить 0,3–0,5 % діоксиду вуглецю.

Залежно від рецептури, для виробництва пива використовують різні види зернової сировини, зокрема ячмінний солод, спеціальні барвні та ароматичні солоди, а також несолоДжені компоненти, такі як ячмінь, рис, кукурудза, цукор тощо. Частка несолоДжених матеріалів і цукровмісних продуктів може досягати 50 % від загальної маси зернопродуктів, що використовуються для приготування затору. Незброджені екстрактивні речовини, що залишаються у пиві, складаються з цукрів, білків, амінокислот, органічних сполук, мінеральних солей і незначної кількості вітамінів, що забезпечують напою насичений смак [23].

За кольором ячмінне пиво поділяють на три основні типи: світле, напівтемне та темне, а пшеничне — на два: світле та темне. Відмінності між ними визначаються використаною сировиною.

За способом обробки пиво може бути фільтрованим і нефільтрованим, причому нефільтроване поділяється на освітлене та неосвітлене. Крім того, його класифікують на пастеризоване та непастеризоване.

Залежно від масової частки спирту, отриманого виключно внаслідок бродіння охмеленого сусла, пиво поділяють на безалкогольне та алкогольне [4].

З урахуванням техніко-економічних особливостей виробництва та споживчого попиту в роботі було обрано певний асортимент і обсяги випуску продукції, що наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Асортимент і обсяг проектованих напоїв

Сорт пива	Відсоток від загальної кількості	Виробництво на		Розлив у	
		рік, млн дал	добу, тис дал	скляні пляшки, 0,5 дм ³ , млн дал	кеги, 50 дм ³ , млн дал
Golden Malt, світле 11%	60	5,4	15,8	4,0	1,4
Amber Stout, темне 13%	20	1,8	5,3	1,8	-
Light Seed, світле 11%	20	1,8	5,3	1,8	-
Всього	100	9	26,4	7,6	1,4

В кваліфікаційній роботі передбачається приготування таких сортів пива:

					ОБҐРУНТУВАННЯ АСОРТИМЕНТУ ПРОЄКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Пиво «Golden Malt» (світле, 11,0%) – готується з 90% світлого солоду, 10 % кукурудзяної крупки.

Пиво «Amber Stout» (темне 13,0%) – готується з 75% світлого, 20% карамельного солоду, 5% рисової січки.

Пиво «Light Seed» (світле 11,0%) – готується зі 100% світлого солоду.

Рецептури проєктованих напоїв наведено в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Рецептури проєктованих сортів пива

Сорт пива	Масова частка сухих речовин у початковому суслі, %	Витрати на 100 дал			Примітка
		Солод, кг	Несолоджена сировина, кг	Хміль, г	
Golden Malt	11,0	Солод світлий – 160,7	Кукурудзяна крупка - 18	Хміль гіркий - 22 Хміль ароматичний - 4	світле
Amber Stout	13,0	Солод світлий - 157 Солод карамельний - 42	Рисова січка - 10	Хміль гіркий - 32 Хміль ароматичний – 5,6	темне
Light Seed	11,0	Солод світлий - 177	-	Хміль гіркий - 22 Хміль ароматичний - 4	світле

					<i>ОБҐРУНТУВАННЯ АСОРТИМЕНТУ ПРОЄКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		11

3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ПИВНОГО СУСЛА ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ

3.1. Принципова технологічна схема приготування пивного сусла

Головним завданням при обґрунтуванні та виборі способів і режимів було, на основі аналізу літературних джерел, визначити енергоефективні технології та сучасне технологічне обладнання, що сприяють підвищенню виходу екстрактивних речовин.

Принципова технологічна схема ведення процесу зображена на рис. 3.1.

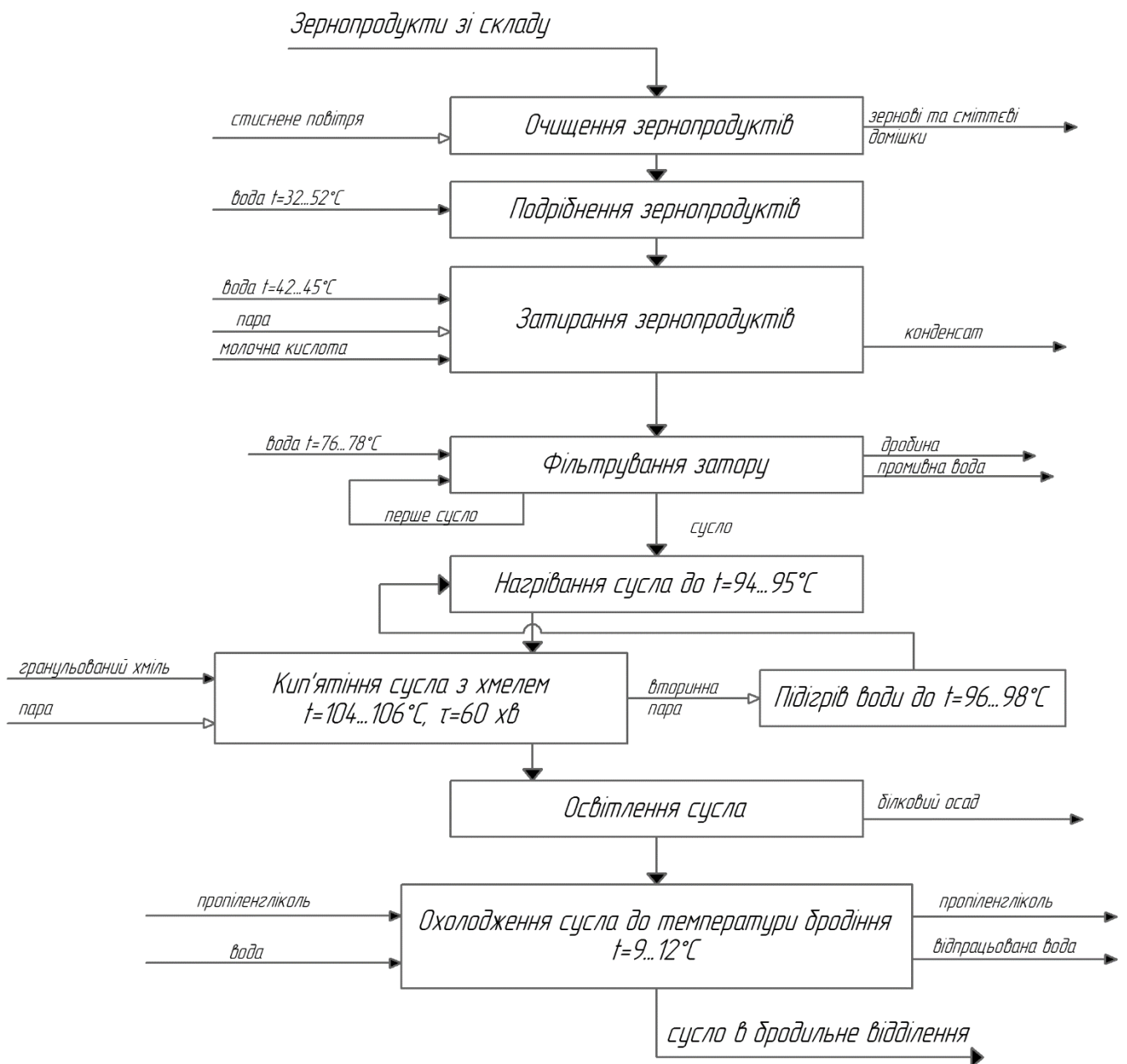


Рис. 3.1 - Принципова технологічна схема приготування пивного сусла

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ПИВНОГО СУСЛА ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

3.2. Техніко-економічний аналіз і вибір технологічних способів та режимів виробництва пивного сусла

Транспортні засоби для переміщення зернопродуктів

Залежно від принципу дії, транспортні засоби поділяються на дві основні групи: механічні та пневматичні. [23]

Пневматичний транспорт — це метод переміщення сипучих матеріалів по трубопроводах за допомогою потоку повітря або іншого газу. Основною його перевагою є можливість повної автоматизації та механізації процесів завантаження й розвантаження, що мінімізує втрати сировини, покращує санітарно-гігієнічні умови праці та підвищує безпеку виробничого процесу.

Пневматичні транспортні установки забезпечують продуктивність до 500 т/год при довжині траси до 700 м. Траса може включати горизонтальні, вертикальні та похилі ділянки, а також заокруглення.

Переваги пневмотранспорту:

✓ Гнучкість у проєктуванні – можливість прокладання трас будь-якої конфігурації, включаючи розгалуження.

✓ Високий ступінь автоматизації – мінімізація ручної праці.

✓ Висока швидкість транспортування – ефективне переміщення матеріалів, що зручно для завантажувальних процесів.

✓ Здатність до самозавантаження – можливість всмоктування матеріалу без додаткових механізмів.

Недоліки пневмотранспорту:

х Інтенсивний знос деталей – високе навантаження на конструктивні елементи.

х Подрібнення матеріалу та утворення пилу – може впливати на якість сировини.

х Високе енергоспоживання – значні витрати електроенергії на транспортування.

х Високий рівень шуму – особливо при використанні нагнітальних пристроїв.

Таким чином, пневмотранспорт є ефективним способом переміщення сипучих матеріалів, але потребує додаткових заходів для зменшення зносу обладнання, запобігання втратам матеріалу та підвищення енергоефективності.

Механічний транспорт також використовується для переміщення зернопродуктів та інших сипких матеріалів. Він поділяється на шнекові і стрічкові транспортери та норії, кожен із яких має свої особливості та сфери застосування. [19]

Шнековий транспортер

Шнекові транспортери забезпечують переміщення сипких матеріалів за допомогою обертового гвинта, що штовхає вантаж уздовж нерухомого жолоба.

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ПИВНОГО СУСЛА ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ	Арк.
					СХЕМИ	13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вони можуть працювати в горизонтальному, вертикальному чи похилому напрямках на відстань до 60 м по горизонталі та до 15 м по вертикалі, досягаючи продуктивності до 150 т/год.

Переваги шнекового транспорту:

- ✓ Простота конструкції – легкість у виготовленні та експлуатації.
- ✓ Компактність – займає менше місця порівняно з іншими транспортерами.
- ✓ Герметичність – дозволяє транспортувати пилоподібні та токсичні матеріали.
- ✓ Можливість транспортування гарячих матеріалів – витримує високі температури.

Недоліки шнекового транспорту:

- х Підвищене стирання та подрібнення матеріалу – може знижувати якість сировини.
- х Високе енергоспоживання – значні витрати електроенергії.
- х Зношування деталей – необхідність регулярного технічного обслуговування.

Стрічковий транспортер

Стрічковий транспортер — це механічний пристрій, що використовується для горизонтального або похилого транспортування сипких та кускових матеріалів. Основним елементом є конвеєрна стрічка, виготовлена з тканинних або полімерних матеріалів, що може бути пласкою або мати жолобоподібну форму.

Переваги стрічкового транспортера:

- ✓ Акуратність транспортування. Матеріал переміщується без різких пошкоджень, що особливо важливо для зернопродуктів.
- ✓ Низьке енергоспоживання. Використання ефективного приводу забезпечує економічність роботи.
- ✓ Безперервність процесу. Транспортер працює в автоматичному режимі, що мінімізує людське втручання.

Недоліки стрічкового транспортера:

- х Великі габарити конструкції. Потребує значного виробничого простору.
- х Зношення стрічки. З часом необхідна її заміна або ремонт.
- х Обмеження у транспортуванні певних матеріалів. Не підходить для дуже важких або липких вантажів.

Попри певні недоліки, стрічкові транспортери широко використовуються в харчовій, зернопереробній та інших галузях промисловості завдяки своїй надійності та ефективності.

Норія

Норії використовуються для вертикального транспортування сипких матеріалів із питомою масою 250...850 кг/м³. Це стаціонарні машини, що

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ПИВНОГО СУСЛА ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ	Арк.
					СХЕМИ	14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

застосовуються на елеваторах, млинах, зернопереробних підприємствах. Висота піднімання може досягати 65 м, а продуктивність – від 20 до 2000 т/год.

Принцип роботи: Стрічка з ковшами переміщує зерно вгору зі швидкістю 2,2–2,5 м/с. Завдяки цьому механічне пошкодження зерна мінімальне ($\approx 0,2\%$), що важливо для збереження його якості.

Переваги норії:

- ✓ Низьке енергоспоживання – найбільш економічний транспортний засіб.
- ✓ Мінімальне подрібнення зерна – збереження цілісності сировини.
- ✓ Безпечність в експлуатації – стабільна та надійна робота.
- ✓ Простота обслуговування – потребує мінімального технічного догляду.

Недоліки норії:

х Неможливість повного спорожнення нижньої частини (черевика). Це може спричинити змішування різних видів матеріалів, що є небажаним у виробничому процесі.

х Можливість зворотного руху ковшів при раптовому відключенні електроенергії. Під вагою завантаженого матеріалу ковші можуть опускатися назад, що може призвести до аварійної ситуації.

х Необхідність встановлення додаткових замикаючих пристроїв. Для запобігання зворотному руху при зупинці роботи норії необхідно використовувати спеціальні механізми блокування.

Попри зазначені недоліки, норії залишаються одним із найбільш ефективних і надійних засобів вертикального транспортування зернопродуктів, особливо в умовах великого виробництва.[19]

У цій кваліфікаційній роботі обґрунтовано доцільність використання механічних способів транспортування зернопродуктів. Зокрема, норія обрана завдяки її безпечності, простоті в обслуговуванні та доступній вартості, а стрічкові транспортери — за їхню надійність і низьке енергоспоживання.

Очищення солоду та несолодженої сировини

Очищення солоду та несолодженої сировини є важливим етапом у виробничому процесі. Зернопродукти транспортуються із зерносховища у варильне відділення механічним способом, де проходять зважування на автоматичних вагах та очищення від домішок за допомогою сепараторів. [19]

Типи сепараторів, що використовуються:

Повітряно-ситовий сепаратор – видаляє пил, сміттєві, зернові та мінеральні домішки, продуваючи потік сировини струменем повітря.

Магнітний сепаратор – очищує солод і несолоджену сировину від металевих домішок, запобігаючи потраплянню небажаних частинок у подальші стадії виробництва.

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБґРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ПІВНОГО СУСЛА ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

В межах даної кваліфікаційної роботи передбачено використання повітряно-ситового сепаратора для очищення солоду та магнітного сепаратора для солоду і несолодженої сировини. Це забезпечить високу якість подрібнення та покращить характеристики кінцевого продукту.

Подрібнення солоду та несолодженої сировини

Подрібнення зернопродуктів проводиться з метою прискорення фізико-біохімічних процесів їх розчинення під час затирання, що сприяє максимальному переходу екстрактивних речовин у сусло. Залежно від технологічних вимог, використовують три основні способи подрібнення [23]:

Сухе подрібнення передбачає перетирання сухих зернопродуктів між попарно розташованими валками. Цей метод відзначається простотою та можливістю регулювання складу помелу. Водночас його недоліком є пошкодження оболонки зерна, що може ускладнювати подальше фільтрування затору.

Мокре подрібнення передбачає попереднє замочування зерна до вологості 20-22%, що сприяє видаленню небажаних гірких та дубильних речовин, а також кремнієвої кислоти. Основні переваги цього способу – покращене та прискорене фільтрування затору, оскільки оболонка зерна залишається майже неушкодженою, а також покращення смакових характеристик готового напою. Водночас метод має свої недоліки, серед яких – підвищені витрати екстракту та необхідність ретельного дотримання санітарних норм.

Кондиційоване подрібнення передбачає зволоження солоду у бункері протягом 60 секунд водою температурою 50-55°C, що забезпечує підвищення вологості оболонки до 15-20%. Це сприяє покращенню та прискоренню фільтрування, оскільки оболонка залишається майже неушкодженою.

Враховуючи переваги і недоліки кондиційованого подрібнення, саме його було обрано як найдоцільніше для застосування в даному проєкті.

Затирання зернопродуктів

Комбінація подрібненого солоду та води утворює затор, з якого нерозчинені речовини формують дробину, а рідина, вилучена із зерна, називається суслом. Речовини, розчинені в суслі, утворюють екстракт. Затор отримують за допомогою гідромодуля, використовуючи співвідношення солоду до води від 1:4 до 1:2,5, з метою максимального включення сухих (екстрактивних) речовин у розчин. З економічної точки зору, це спрямовано на перетворення нерозчинних компонентів у розчинні для збільшення виходу екстракту, що підтверджується як кількістю матеріалу, вилученого з варочного агрегату, так і часткою екстракту у кінцевому продукті. [14]

Для забезпечення даного процесу створюється середовище, яке сприяє активності гідролітичних ферментів (амілолітичних, протеолітичних, цитолітичних). При змішуванні подрібненого солоду або суміші солоду з несолодженими

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ПИВНОГО СУСЛА ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ	Арк.
					СХЕМИ	16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

матеріалами з водою частинки речовин диспергуються, що дозволяє їм розчинятися без участі ферментів, а речовини, що перебувають у колоїдному стані, розширюються.

У процесі затирання з солоду вилучається 15...20 % компонентів, серед яких 7,5...10,0 % становлять цукри, 2,5...4,0 % - білки та продукти їх гідролізу (включаючи пентозани, де 1,0...1,5 % складають ксилоза та арабіноза), 0,3...0,5 % - пектин, 0,4 % - дубильних і гірких речовин, а також майже всі неорганічні компоненти.

Основними засобами регулювання ферментативних процесів під час затирання є контроль температури, підтримання оптимального рН середовища та інгібування ферментів шляхом кип'ятіння частин або всього затору.

Цитолітичні ферменти сприяють інтенсифікації процесу гідролізу геміцелюлоз, що дозволяє звільнити крохмальні зерна та підвищити активність амілолітичних ферментів, що сприяє гідролізу крохмалю. Ці ферменти гідролізують некрохмальні полісахариди, такі як геміцелюлози, гумі- та пектинові речовини, до пентозанів, β -глюкану, арабінози, ксилози та глюкози. Оптимальні умови для їх дії - температура 40-45°C і рН 5,6.

Протеолітичні ферменти (протеази та пептидази) гідролізують білки, сприяючи накопиченню низькомолекулярних фракцій при температурі 50°C, що є сприятливим для утворення піни та смакових якостей пива. Для максимального накопичення високомолекулярних фракцій, важливих для повноти смаку, температура повинна становити 60°C. Однак надмірна кількість таких фракцій може призвести до білкового помутніння. Оптимальний рН для дії протеолітичних ферментів - 5,5.

Амілолітичні ферменти гідролізують крохмаль, який вже частково зазнав дії ферментів при пророщуванні. Зміни крохмалю під час затирання відбуваються в три стадії: клейстеризація, розрідження та оцукрення. При температурі 65-70°C і рН 6,0 α -амілаза сприяє розрідженню крохмального клейстеру, а її інактивація настає при температурі 80°C. β -амілаза, для якої оптимальні умови - температура 60°C і рН 5,6, інактивується при 70°C.[14]

В ході затирання здійснюється поступовий нагрів із застосуванням «температурних пауз», що є необхідними для активації різних ферментів, кожен з яких має свої оптимальні температурні умови для роботи.[23]

Білкова пауза: температура 50-52°C протягом 10-15 хвилин, під час якої розщеплюються білки за допомогою протеолітичних ферментів.

Мальтозна пауза: температура 62-63°C протягом 15-30 хвилин, під час якої діє фермент бета-амілаза, що розщеплює крохмаль на великі фрагменти.

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ПИВНОГО СУСЛА ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ГХФМІ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Оцукрювання: температура 70-72°C протягом 30 хвилин, коли активується α -амілаза, яка подрібнює декстрини на більш дрібні фрагменти, такі як олігосахариди та мальтозу.

Оцукрений затор є суспензією, що складається з двох фаз: рідкої — пивного сусла, і твердої — пивної дробини. Рідка фаза містить розчинені екстрактивні речовини, які будуть використовуватися для подальшого виробництва пива, тоді як тверда фаза складається з нерозчинених частинок, таких як залишки зернових оболонки, білків та інших речовин.

Усі існуючі способи затирання поділяють на:

- настійні (інфузійні) та
- відварні (декокційні).

Настійний метод затирання полягає в тому, що подрібнений солод змішують з водою, підігрітою до певної температури, після чого затор поступово нагрівають за спеціальним температурним режимом до 75 °C для розкладу білків та оцукрення крохмалю, при цьому процес проходить без кип'ятіння. Цей спосіб виконується у єдиному заторному апараті, куди спочатку вливають половину розрахункової кількості води, потім одночасно додають подрібнений солод і решту води, що перемішуються. Затор утримують 30 хвилин при температурі 40 °C, після чого за допомогою мішалки поступово підігрівають до 52 °C зі швидкістю підвищення на 1 °C за хвилину та утримують білкову паузу протягом 30 хвилин. Потім затор нагрівають до 63 °C (мальтозна пауза) на 10-30 хвилин, після чого температура підвищується до 70...72 °C для завершення оцукрення, що контролюється пробою на йод. Остаточний оцукрений затор підігрівають до 75 °C і перекачують до фільтраційного апарату для подальшого відділення дробини від сусла.[14]

Настійний спосіб застосовується при переробці солоду, який зазнав тривалого пророщування та має високу амілолітичну активність. Його недоліком є знижений вихід екстракту і сусла, оскільки в кінцевих частинах помелу залишається значна кількість неоцукреного крохмалю, що збільшує втрати екстракту. Проте, цей метод є найпростішим, дозволяє краще зберігати активність амілолітичних і протеолітичних ферментів, що забезпечує сусло з підвищеним вмістом амінокислот і мальтози, а знижений вміст декстринів сприяє глибшому зброженню, що робить його придатним для верхового бродіння. Додатковою перевагою є легкість автоматизації всього процесу.

Відварні способи затирання передбачають змішування подрібнених зернопродуктів з водою певної температури та відбір окремих частин затору, так званих відварок. Ці відварки підігрівають, оцукрюють, кип'ятять і в гарячому вигляді додають до загального затору для подальшої ферментативної обробки.

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ	Арк.
					ПИВНОГО СУСЛА ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СХЕМИ	18

Метою відварки є розварити кінчики зерна, які погано розчиняються під час солодорощення, та звільнити крохмальні зерна з клітин.

Відварні способи поділяються на одно-, дво- та тривідварні методи в залежності від кількості відварок. Для їх застосування потрібно як мінімум два заторних апарати: один для основного затору, інший для відвару.[23]

Одновідварний спосіб затирання починається з того, що в заторний апарат набирають половину води, необхідної для затору, підігрівають її до температури 50...52 °С, після чого додають подрібнений солод. Після ретельного перемішування роблять білкову витримку та відбирають густу частину затору для відварки, яку підігрівають до 70 °С. Після кип'ятіння відварку додають до основного затору, підвищуючи його температуру до 70 °С і після оцукрення до 75 °С, після чого перекачують у фільтраційний апарат.

При даному способі затирання в заторний апарат спочатку вносять приблизно половину необхідної кількості води, температура якої підлаштовується таким чином, щоб після змішування з зерновим помелом суміш досягла температури 50...52 °С. Далі за допомогою мішалки в апарат поступово засипають подрібнений зернопродукт, додаючи решту води для досягнення необхідного гідромодуля. Після ретельного перемішування і встановлення температури близько 50 °С проводиться білкова пауза протягом 10-30 хвилин. Після цього частину густої частини затору (приблизно 1/3 або 1/2) перекачують в інший заторний апарат. Для вирівнювання консистенції густої частини мішалку періодично вмикають на короткий час. Температуру відварки поступово піднімають до 70 °С, проводять оцукрення, після чого нагрівають до кипіння і кип'ятять протягом 20-30 хвилин. Після цього її повільно перекачують назад до основного затору, забезпечуючи одночасну роботу мішалок у обох апаратах, що запобігає місцевому ошпаренню затору та інактивації ферментів у місцях вливання гарячого потоку рідини. Загальна температура затору при цьому досягає 70 °С. У разі переробки солоду з невисокою здатністю до оцукрення, при необхідності проводять мальтозну паузу при температурі 60...62 °С протягом 20-30 хвилин, а потім перекачують решту відварки. Після повного оцукрення, що підтверджується пробою на йод при температурі 70...72 °С, мішалку вмикають, затор нагрівають до 75 °С і перекачують у фільтраційний апарат.

Таким чином, одновідварні способи затирання дозволяють досягти високої оцукрюючої здатності солоду та повного розчинення зернових компонентів, що сприяє підвищенню виходу екстракту, але водночас характеризуються досить низькою продуктивністю варильного відділення та меншим коефіцієнтом завантаження апаратів через збільшені енергетичні витрати.

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ПИВНОГО СУСЛА ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ	Арк.
					СХЕМИ	19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Двовідварний спосіб затирання є одним із найпоширеніших методів, що застосовується зі зміненими температурними режимами в залежності від якості солоду. [23]

Спочатку в заторний апарат вливають 1/2 або 1/3 необхідної для приготування затору води, підігрітої до температури 54...55 °С. Потім через передзаторник додають подрібнений солод разом із рештою води, вмикаючи мішалку. Це дозволяє затору досягти температури 50...52 °С, при якій його витримують 15-30 хвилин в межах білкової паузи. Після цього частину густої фракції затору (приблизно 1/3) відбирають у інший відварний апарат, де її повільно підігрівають до 65...67 °С при безперервному помішуванні, витримують мальтозну паузу, а потім підвищують температуру до 70...72 °С. На даному етапі перекривають подачу пари, зупиняють мішалку і проводять кінцеве оцукрення протягом 20-30 хвилин. Далі, при безперервній роботі мішалки, отриману відварку швидко нагрівають до 100 °С і кип'ятять протягом 15-30 хвилин; ця частина називається першою відваркою. Потім, при працюючих мішалках у заторному та відварному апаратах, перший відвар повільно повертають у основний затор. Після змішування температуру маси встановлюють на рівні 62...63 °С і витримують 10-15 хвилин. Наступним етапом є проведення другої відварки, обсяг якої становить 1/3 загальної маси. Цю частину перекачують до відварного апарату, підігрівають до 70...72 °С, проводять оцукрення, після чого нагрівають до кипіння, кип'ятять 10-20 хвилин і, помішуючи, повертають назад до основного затору. Тоді, температуру всієї маси підвищують до 70...72 °С і утримують протягом 20-30 хвилин до повного оцукрення, після чого затор перекачують у фільтраційний апарат.

Тривідварний спосіб затирання застосовується переважно у виробництві темного пива та для покращення розчинення солоду з метою максимального вилучення смаку.

Починають приготування затору при температурі 35...37 °С, після першої відварки, температуру в основному заторі встановлюють на рівні 50...52 °С. Після 15-хвилинної витримки проводять відбір приблизно 1/3 густої частини затору, яку перекачують до іншого заторного апарату. У цьому апараті відварку повільно нагрівають до температури оцукрювання, знову доводять до кипіння і кип'ятять протягом 15-20 хвилин, після чого повертають до основного затору, що призводить до підвищення загальної температури до 63...68 °С. При виробництві солоду з тривалим оцукрюванням затор витримують при температурі 63...68 °С протягом 20 хвилин для завершення гідролізу крохмалю та білків і досягнення оптимального співвідношення між кінцевими і проміжними продуктами.

Для третьої відварки, яка спрямована на підвищення температури всього су-сла та інактивацію ферментів, вмикають мішалку заторної машини, дають масі

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ПИВНОГО СУСЛА ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ	Арк.
					СХЕМИ	20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розшаруватись на рідку і густу частини, після чого відбирають 1/3 рідкої частини, що містить більшу концентрацію ферментів, і швидко доводять її до кипіння в іншому апараті, витримуючи протягом 10-20 хвилин. Отриману відварку повертають до заторного апарату, встановлюючи загальну температуру приблизно 70 °С. Через 30 хвилин перевіряють повноту оцукрювання, а при неповному завершенні процесу затор утримують при температурі 72 °С із подальшим підігрівом до 76...77 °С, після чого передають на фільтрування.

При застосуванні тривідварного методу для прискорення фільтрації допускається використання крупно подрібненого солоду, що не знижує кількість екстрактивних речовин. Проте цей метод є досить тривалим (понад 5,5 годин) та вимагає значних енергетичних затрат. Саме тому методи затирання з одним або двома відварками вважаються більш прийнятними у виробничому процесі. [23]

Карамельний солод додається в апарат для приготування затору одночасно зі світлим або темним солодом.

Методи затирання з використанням підвищеної кількості несолодженої сировини можуть здійснюватися за двома основними підходами: з одночасною або роздільною підготовкою сировини. [14]

Одночасна підготовка сировини передбачає спільне затирання солоду та несолодженого зерна. Однак цей метод обмежений тим, що несолоджена сировина має вищу температуру клейстеризації (наприклад, для ячменю близько 100 °С, тоді як для солоду - 70...80 °С). Внаслідок цього можливе утворення густої, в'язкої маси, що ускладнює процес оцукрювання.

Роздільна підготовка сировини дозволяє спочатку обробити несолоджену частину при вищій температурі (до 100 °С), провести її клейстеризацію, а потім додати солод, який містить амілази, що сприяють оцукренню.

При використанні несолодженої сировини до 15 % наявних ферментів у солоді зазвичай вистачає для розщеплення крохмалю. Якщо частка несолодженого зерна перевищує цей рівень, у виробництво вводять додаткові ферментні препарати, кількість яких визначається відсотком несолодженої складової.

Оскільки несолоджена сировина має підвищену в'язкість, є ризик її приготування під час нагрівання. Для запобігання цьому частину солоду додають на початкових етапах, що сприяє розрідженню затору. Під час кип'ятіння затору білки денатуруються, що може ускладнювати їх подальше розщеплення протеолітичними ферментами. Тому в технологічному процесі передбачена білкова витримка перед нагріванням до температури кипіння.

Одновідварний спосіб затирання є оптимальним вибором для виробництва пива високої якості в рамках даної роботи, оскільки забезпечує повне оцукрення затору та ефективно поєднує переробку солоду й несолодженої сировини.

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ПИВНОГО СУСЛА ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Регулювання рН промивної води є важливим етапом у процесі затирання, особливо при використанні несолодженої сировини, оскільки це допомагає забезпечити стабільну якість сусла та підвищити вихід екстракту. В роботі запропоновано використання молочної кислоти.

Основні переваги підкислення промивної води молочною кислотою:

- оптимізація рН: підтримка значень 5,0...5,1 запобігає вимиванню небажаних речовин із твердої фази;
- поліпшення складу сусла: запобігає лужному зсуву рН, який може негативно впливати на стабільність ферментативних процесів;
- підвищення ефективності екстрагування: вихід екстракту збільшується на 0,5 %;
- прискорення технологічних процесів: процеси промивання дробини та ферментації сусла відбуваються на 10...20 % швидше;

Використання 0,1...0,3 % 40 %-го розчину молочної кислоти для підкислення промивної води є ефективним методом стабілізації кислотності сусла, що сприяє покращенню кінцевої якості пива. [14]

Фільтрування затору

Фільтрування затору – це важливий етап у виробництві пива, який впливає на якість кінцевого продукту та ефективність технологічного процесу.

По завершенню затирання оцукрений затор являє собою суміш розчинених та нерозчинених у воді речовин. Технологічною метою фільтрування є відокремлення рідкої фази, що містить розчинені компоненти заторної сировини, від твердої фази — нерозчинених відходів виробництва. Рідка фаза називається пивним сусллом, а тверда – пивною дробиною. У виробництві пива використовується лише сусло, у якому не повинно бути залишків дробини. Такий процес розділення фаз отримав назву фільтрування затору.

Фільтрування затору включає два етапи: відділення першого пивного сусла та промивання дробини водою температурою 78...80 °С для повного вилучення екстрактивних речовин та отримання другого сусла.

Під час фільтрування затору виникає вихровий рух сусла у зоні завитків. У результаті дрібні частинки шротини, що залетіли у підситовий простір і там приклеїлись до стінок, відриваються з частиною нового сусла й витікають разом із мутним сусллом. Це сусло обережно перекачують невеликим відцентровим насосом до фільтрувального апарата так, щоб не порушити фільтрувального шару шротини. Сусло продовжують повертати до апарата доти, поки воно не стане прозорим. Прозоре сусло спрямовують до збірника. [14]

Коли зійде приблизно 70 % передбачуваного першого сусла, починають промивати шротину, щоб вилучити з неї залишковий екстракт. Кількість

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ПИВНОГО СУСЛА ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

екстракту залежить від якості помелу, концентрації першого сусла, температури й поглинальної здатності шротини.

Після промивання фільтраційний апарат (рис.3.2) потрібно щільно закрити, далі перекрити люк для вивантаження дробини й крани фільтрувальної батареї. Наявність кисню у підситовому просторі і відвідних трубах затрудняє процес фільтрації, тому для його витіснення підситовий простір і відводні труби заповнюють водою температурою 80 °С. Рівень шару цієї води має бути не менше 10 мм. Далі вмикають розпушувач фільтраційного апарату й швидко перекачують затір із заторного апарату. Висота шару дробини при фільтрації становить 30...40 см, температура затору 75...78 °С. Коли верхній шар дробини звільнений від стікаючого сусла, починають промивати дробину водою температурою 75...80 °С, щоб вилучити залишковий екстракт. [19]

Перше сусло при фільтрації має концентрацію 14...15 % мас., а тривалість отримання першого сусла становить 90...120 хвилин. Загальна тривалість фільтрації триває 4...6 годин, а оборотність процесу становить 3,5.

При фільтруванні затору необхідно забезпечити отримання високоякісного сусла за мінімально можливий період часу при мінімальних залишках екстракту в дробині.

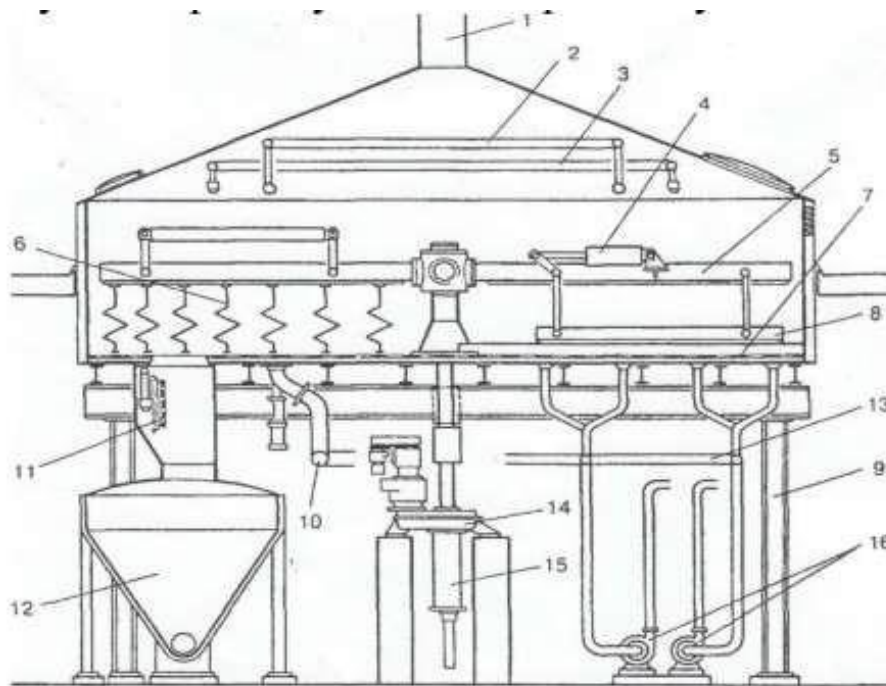


Рис. 3.2 – Схема фільтраційного апарату

На пивоварних підприємствах застосовують два основних типи обладнання для фільтрування затору: фільтраційні апарати і заторні фільтр-преси. Фільтраційні апарати знайшли більш широке використання у промисловості, оскільки мають більший термін експлуатації, невеликі витрати на обслуговування, дозволяють здійснювати 8...10 варок на добу, а вихід екстракту при цьому складає 98,5 %.

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ПИВНОГО СУСЛА ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Тому в кваліфікаційній роботі запропоновано використовувати сучасний фільтраційний апарат, що забезпечить високу якість кінцевого продукту та максимальний вихід екстракту.

Кип'ятіння сусла з хмелем

Відфільтроване сусло підлягає кип'ятінню з додаванням хмелю та хмелепродуктів для його хімічної та мікробіологічної стабілізації та надання йому специфічних органолептичних властивостей.

Хміль надає суслу приємну хмелеву гіркоту та характерний аромат, сприяє осіданню білка, покращує колір пива та має бактерицидну дію. Кількість хмелю, що додається, залежить від сорту пива. Тривалість кип'ятіння сусла залежно від технології та обладнання складає від 35 хв до 2 год. [23]

Основною метою є отримання гарячого охмеленого сусла з оптимальними якісними показниками. При кип'ятінні відбувається екстрагування і ізомеризація гірких речовин хмелю, коагуляція і осадження білкових речовин, випаровування води, перехід у сусло хмелевих ефірних олій, ароматизація сусла, екстрагування і осадження поліфенолів, зниження вмісту летких речовин, стерилізація сусла, інактивація ферментів та зміна його фізико-хімічних властивостей.

Основним процесом є перехід у сусло гірких, ароматичних і дубильних речовин хмелю, які мають антисептичні властивості, надають пиву певну гіркоту і перешкоджають розвитку мікроорганізмів. Ефективність переходу гірких речовин залежить від складу хмелю, його дози, ступеня ізомеризації, зворотного видалення ізомерів з сусла разом із білковим осадом, тривалості кип'ятіння та рН сусла.

Існує кілька способів внесення хмелю, які застосовують залежно від якості сировини і бажаного ступеня охмелення сусла. Якщо хміль вносять в один прийом, його додають у сусловарильний апарат перед початком кип'ятіння і варять 1,5...2,0 години, однак при цьому втрачається частина летких ароматичних речовин, що негативно впливає на смак пива. При внесенні хмелю у два прийоми всю норму ділять на дві частини: першу додають, коли в сусловарильний апарат набралось третина сусла, а другу — за 30...40 хв до кінця кип'ятіння.

У роботі використовується гранульований хміль (гіркий і ароматичний), а охмелення сусла здійснюється шляхом його циркуляції та екстрагуванням сухих речовин хмелю.

В кваліфікаційній роботі обрано кип'ятіння за низького надлишкового тиску з внутрішнім кип'ятильником.

Завдяки сусловарильному апарату з внутрішнім кип'ятильником відпадає необхідність у додатковому обладнанні (виносному кип'ятильнику), трубопроводах, циркуляційному насосі, а також в ізоляції цього додаткового обладнання, що знижує питомі витрати електроенергії на перекачку сусла. [14]

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ПИВНОГО СУСЛА ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Сусло в трубах кип'ятильника рухається знизу вгору під час нагрівання: спочатку його температура нижче, а потім, піднімаючись догори, воно поступово нагрівається. На внутрішній стінці труб утворюються зони: початкове утворення бульбашок пари, зона неповного пароутворення і широка зона, де пароутворення відбувається по всьому об'єму сусла. У цей час ззовні пар віддає свою енергію (ентальпію) та конденсується, а шар конденсату, що стікає вниз, поступово товщується, що дещо ускладнює теплопередачу. При такому способі кип'ятіння максимально випаровується надлишкова вода, а також ефективно видаляється диметилсульфід (ДМС).

Освітлення охмеленого сусла

З гарячого охмеленого сусла необхідно виділити завислі речовини, що складаються з крупних часток розміром 30...80 мкм. Вони дещо тяжчі за сусло і зазвичай добре осаджуються, якщо їм надати достатньо часу.

Видалення цих завислих речовин є важливим, оскільки вони негативно впливають на якість пива: перешкоджають освітленню сусла, склеюють дріжджі, збільшують кількість білкового бруху, містять жирні кислоти солоду та ускладнюють фільтрацію пива, якщо їх не усунути своєчасно.

Недостатнє видалення завислих речовин може бути спричинене недосконалими конструкціями фільтраційного або гідроциклонного апаратів, підвищеною мутністю сусла через незадовільний помел солоду, низьку якість самого солоду, порушення процесу фільтрації затору чи використання хмелю з недостатньою кількістю дубильних речовин.

Для відділення білкового осаду в суслі застосовують гідроциклонний апарат

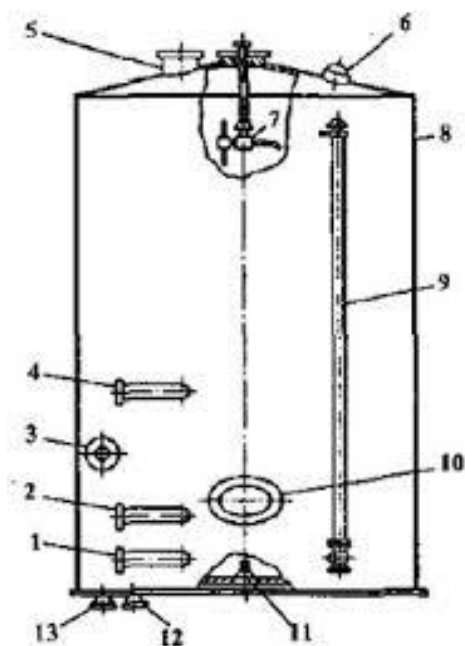


Рис.3.3 – Гідроциклонний апарат

типу «Вірпул» (рис.3.3). Він являє собою циліндричну посудину з конічною кришкою та плоским днищем. На обичайці корпусу, на висоті 900 мм від днища, розташований вхідний патрубок для нагнітання сусла, який виконаний у вигляді звуженого сопла і встановлений під кутом 30° до дотичної корпусу. Завдяки тангенціальному спрямуванню струменя всередині апарату створюється обертальний рух сусла, а під дією гідродинамічних сил зважені частинки концентруються в центрі днища, утворюючи осадковий конус. Приблизно через 20 хвилин після освітлення сусла починають його відкачку насосом, відкриваючи спочатку крани патрубків на рівні сусла. Такий апарат має ряд переваг: він простий за конструкцією, легко обслуговується, процес

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ПИВНОГО СУСЛА ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

освітлення протікає швидко і при високій температурі, що сприяє утворенню щільного осаду та скороченню втрат сусла [19].

Охолодження сусла

Охолодження сусла є необхідним етапом перед бродінням, оскільки температура сусла повинна бути в межах 9...12 °С.

Основною метою цього процесу є зниження температури сусла до оптимальної для бродіння та його насичення киснем. Протягом охолодження сушло поглинає кисень, який при температурах вище 40 °С витрачається на окислення органічних речовин, що призводить до потемніння сусла, зниження хмелевого аромату та гіркоти. Крім того, охолодження супроводжується випаровуванням частини води, що спричиняє зменшення об'єму сусла та підвищення його концентрації. [14]

Сушло є сприятливим середовищем для розвитку мікроорганізмів, таких як молочнокислі та оцтовокислі бактерії, сарцини та бактерії групи кишкової палички, для яких оптимальний інтервал температур становить 20...40 °С. Тому необхідно уникати застою сусла при таких температурах.

В кваліфікаційній роботі запропоновано проводити охолодження сусла у двохсекційному пластинчастому теплообміннику, що дозволяє одночасно здійснювати його охолодження та аерацію. У двохсекційний теплообмінник сушло температурою 92...95 °С подається насосом. У першій секції воно охолоджується водою, а в другій – пропіленгліколем. Після цього освітлене та охоложене сушло надходить у бродильне відділення.

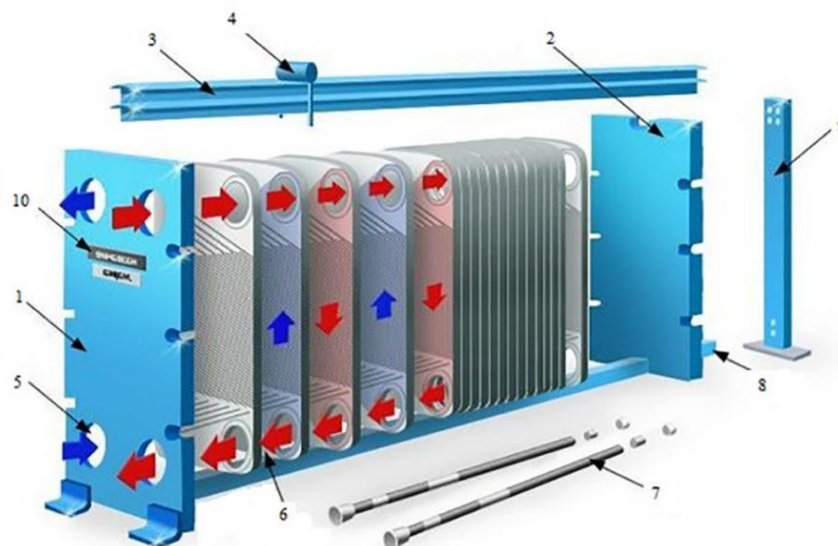


Рис. 3.4 - Пластинчастий теплообмінник

Основний принцип роботи пластинчастого теплообмінника (рис. 3.4) полягає в тому, що теплоносії надходять через колектори у спеціально сформовані канали, що є герметичним простором між двома пластинами. Прокладки,

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ПИВНОГО СУСЛА ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розташовані між пластинами, спеціальним чином розподіляють кожен з теплоносіїв по своїх каналах, що забезпечує ефективну теплопередачу через стінку, яка їх розділяє. Тип гофрування пластин, їх кількість та конфігурація каналів підбираються з урахуванням оптимальності процесу теплообміну.

Серед переваг двохсекційного пластинчастого теплообмінника для охолодження сусла слід зазначити простоту у використанні, відсутність потреби в складному монтажі та налаштуванні, низьку небезпеку контамінації, що гарантує мікробіологічну чистоту, а також компактність конструкції, яка не вимагає великої площі для розміщення. Крім того, апарат дозволяє проводити безрозбірну мийку (CIP), легко очищується і має високу теплопередачу при невеликих втратах тиску [19].

Згідно з проведеним техніко-економічним аналізом **в кваліфікаційній роботі обрані такі технологічні рішення:**

- Для транспортування зернопродуктів передбачено використання механічного транспорту, зокрема норії та стрічкового транспортера, які є енергоефективними, легкими в обслуговуванні та безпечними в експлуатації.

- Подрібнення солоду здійснюється методом кондиційованого помелу, що забезпечує більш еластичні оболонки, збільшення їх розміру на 10–20 %, що сприяє формуванню пухкого фільтрувального шару та прискореному фільтруванню затору. Подрібнення несолоджених зернопродуктів проводиться на молотковій дробарці.

- Затирання здійснюється одновідварним способом в сучасних заторних апаратах, оснащених мішалками спеціальної конфігурації, що дозволяє підвищити потужність апарату та збільшити вихід екстрактивних речовин.

- Для відділення білкового осаду використовується гідроциклонний апарат «Вірпул», який швидко та ефективно освітлює сусло.

- Охолодження сусла проводиться у двохсекційному пластинчастому теплообміннику, що забезпечує ефективне охолодження та аерацію сусла перед його надходженням у бродильне відділення.

3.3. Опис апаратурно-технологічної схеми

Солод та несолоджена сировина транспортуються норією 1 на стрічковий транспортер 2, який подає світлий солод в бункер 3, карамельний солод у бункер 4, а несолоджену сировину у бункер 5. Потім солод проходить через повітряно-ситовий сепаратор 6, після чого потрапляє в магнітний сепаратор 7, в той час як несолоджена сировина (рисова січка або кукурудзяна крупка) одразу подається в магнітний сепаратор 7. На автоматичних вагах 8 відбувається зважування солоду і несолодженої сировини для однієї варки, які надходять у бункери 9 і 10 відповідно.

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ПИВНОГО СУСЛА ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Подрібнення солоду здійснюється в дробарці конденційованого подрібнення 11, в яку через змішувач 31 подається гаряча і холодна вода з напірних збірників води 29 і 30. Несолоджена сировина подрібнюється в молотковій дробарці 12. Подрібнена несолоджена сировина через бункер помелу 13 поступає в передзаторний апарат 14, в який подається гаряча вода із збірника промивної води 20. Суміш перекачується до заторного апарату 16 суловим насосом 15 знизу. В заторний апарат перекачуються і подрібнений зволожений солод, додається розчин молочної кислоти для підкислення затору.

Процес затирання проводиться одновідварним способом із використанням апарату для відварок 17. Після завершення затирання сусло перекачується до фільтраційного апарату 18. Перше мутне сусло, що утворюється на початку фільтрування, повертається у фільтраційний апарат, а прозоре сусло потрапляє в проміжний збірник сусла 19. Дробина з фільтраційного апарату потрапляє в збірник дробини 21, а промивна вода в збірник промивної води 20, де вона підігрівається до температури 70 °С і за допомогою відцентрового насоса подається в передзаторний апарат 14 і в заторні апарати 16. Відфільтроване сусло перекачується в проміжний збірник 19, звідки насосом 15 воно надходить до пластинчастого теплообмінника 22, а далі в суловарильний апарат 23, частина сусла подається на вимивання хмелю з хмелезбірників 24.

Гранульований хміль подається зі складу в збірники гіркового та ароматичного хмелю 24, через які безперервно циркулює сусло з суловарильного апарату 23, обладнаного внутрішнім кип'ятильником. Кип'ятіння сусла здійснюється в суловарильному апараті 23.

Вода, що випарувалася під час кип'ятіння, конденсується в кожухотрубному теплообміннику 25, при цьому охолоджуюча вода в протипотоці нагрівається до температури 92...98 °С. Нагріта до температури 92...98 °С вода подається в верхню частину енергозберігаючої колони 26, де вона використовується для нагріву сусла в пластинчастому теплообміннику 22.

Після закінчення кип'ятіння з хмелем сусло перекачується за допомогою насоса 15 на освітлення в апарат для освітлення сусла типу "Вірпул" 27, а потім направляється на двосекційний пластинчастий теплообмінник для охолодження сусла 28. Далі готове сусло подається у бродильне відділення.

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ПІВНОГО СУСЛА ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЄКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ ТА ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ

4.1. Характеристика проекрованої продукції

Пиво — це слабоалкогольний пінистий напій, одержаний із зернових культур шляхом спиртового зброджування охмеленого суслу пивними дріжджами.

В якості основних характеристик проекрованої продукції наведено органолептичні та фізико-хімічні показники якості пива за ДСТУ 3888:2015 в табл. 4.1–4.2 [4].

Гранично допустима концентрація важких металів та миш'яку наведені у табл. 4.3 [4].

Таблиця 4.1 – Органолептичні показники якості пива

Показник	Характеристика					
	фільтроване			нефільтроване		
	світле	напівтемне	темне	світле	напівтемне	темне
Зовнішній вигляд	Прозора піниста рідина, без осаду та сторонніх включень не властивих пиву. Для пшеничного пива допустима опалесценція.			Непрозора піниста рідина або прозора з опалесценцією без сторонніх включень не властивих пиву. Допустима наявність дріжджового осаду та часточок білково-дубильних речовин		
Аромат	Чистий, зброджений, солодовий, хмельовий без сторонніх запахів			Чистий, зброджений, солодовий, хмельовий без сторонніх запахів. Допустимий слабкий дріжджовий аромат		
	Для пшеничного пива властивий пряний (фенольний) аромат					
Смак	Чистий, зброджений, солодовий, з хмельовою гіркотою, що відповідає сорту пива, без сторонніх присмаків	Чистий, зброджений, солодовий, з помірним присмаком карамельного або паленого солоду, з хмельовою гіркотою, що відповідає сорту пива, без сторонніх присмаків	Чистий, зброджений, солодовий, з присмаком карамельного або паленого солоду, з хмельовою гіркотою, що відповідає сорту пива, без сторонніх присмаків	Чистий, зброджений, солодовий, з хмельовою гіркотою, що відповідає сорту пива, з присмаком дріжджів, без сторонніх присмаків	Чистий, зброджений, солодовий, з помірним присмаком карамельного або паленого солоду, з хмельовою гіркотою, що відповідає сорту пива, без сторонніх присмаків, з присмаком дріжджів	Чистий, зброджений, солодовий, з присмаком карамельного або паленого солоду, з хмельовою гіркотою, що відповідає сорту пива, без сторонніх присмаків, з присмаком дріжджів
	Для пшеничного пива властивий пряний присмак					

Таблиця 4.2 – Фізико-хімічні показники якості пива

Масова частка СР у початковому суслі, %	Об'ємна частка спирту, не менше, % об.	Кислотність, см ³ , 1 моль/дм ³ розчину гідроксиду натрію на 100 см ³ пива	Колір, см ³ 0,1 моль/дм ³ розчину йоду на 100 см ³ води	Масова частка діоксиду вуглецю, не менше %
11	2,8	1,2-2,8	0,2-2,8	0,30
11	2,8	1,5-2,8	1,9-3,9	0,30
12	3,2	1,6-3,3	Більше 4,0	0,32
Стійкість пива, діб, не менше				
Фільтроване	Пастеризоване	30	30	30
	Непастеризоване	7	8	8
Нефільтроване	Пастеризоване	5	5	5
	Непастеризоване	3	3	3

Таблиця 4.3 – ГДК на важкі метали та миш'як

Назва елемента	Допустимі рівні, мг/кг, не більше	Метод випробування
Ртуть	0,005	Згідно з ГОСТ 26927
Залізо	15,0	Згідно з ГОСТ 26928
Миш'як	0,2	Згідно з ГОСТ 26930
Мідь	5,0	Згідно з ГОСТ 26931
Свинець	0,3	Згідно з ГОСТ 26932
Кадмій	0,03	Згідно з ГОСТ 26933

4.2. Характеристика сировини

До основної сировини, що використовується при виробництві пива відно- ситься солод світлий ячмінний, несолоджений ячмінь, гранульований хміль та хмельовий екстракт. Також до основної сировини на пивоварних підприємствах відноситься вода.

Вимоги для використання технологічної води у пивоварінні визначаються за ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для спо- живання людиною» і наведені в табл. 4.4.

Мікробіологічні показники технологічної води за ДСанПіН 2.2.4-171-10 на- ведені в табл. 4.5 [1].

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЄКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРО- ВИНИ, ОСНОВНИХ ТА ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Таблиця 4.4 – Характеристика технологічної води

Назва показника	Оптимальні значення показника		Граничні значення показника
	За класичною технологією	Для розбавлення пива з високою густиною	
Водневий показник (рН)	6,0...7,0	6,0...7,0	6,0...9,0
Жорсткість води загальна, ммоль/дм ³	2...4	Не більше 2	Не більше 7
Кальцій, мг/дм ³	2...4	Не більше 2	Са ⁺ та Mg ⁺ в сумі не більше 7,0
Магній, мг/дм ³	Сліди	Сліди	
Співвідношення Кальцію до Магнію, не менше	1:1	1:1	1:1
Лужність загальна, ммоль/дм ³	0,5...1,5	0,5...1,5	0,5...6,5
Показник лужності, не менше	1,0	1,0	1,0
Залізо, мг/дм ³ , не більше	0,1	0,1	0,3
Хлориди, мг/дм ³ , не більше	70	70	150
Сульфати, мг/дм ³ , не більше	150	150	200
Нітрати, мг/дм ³ , не більше	25	25	45
Марганець, мг/дм ³ , не більше	0,05	0,05	0,1
Сірководень, мг/дм ³ , не більше	0	0	0
Алюміній, мг/дм ³ , не більше	0,5	0,5	0,5
Цинк, мг/дм ³ , не більше	0,14...5,0	0,14...5,0	0,14...5,0
Мідь, мг/дм ³ , не більше	0,5	0,5	1,0
Окислюваність, мг О ₂ /дм ³ , не більше	2,0	2,0	4,0
Сухий залишок, мг/дм ³ , не більше	500	200	1000
Кисень, мг/дм ³ , не більше	—	0,1	—
Хлор та хлорфеноли	—	—	—

Таблиця 4.5 – Мікробіологічні показники якості технологічної води

№ п/п	Назва показника	Оптимальні значення		Граничні значення
		За класичною технологією	Для розбавлення високогустинного пива	
1	Загальна кількість бактерій в 1 см ³ води, не більше	100	20	100
2	Бактерії кишкової групи:			
	В 100 см ³ води, не більше	0	0	0
	В 1000 см ³ води, не більше	3	0	3

У табл. 4.6 наведені органолептичні та фізико-хімічні показники якості ячменю [3].

Таблиця 4.6 – Показники якості ячменю для виробництва солоду

Показники	Вимоги до зерна ячменю, яке використовують для пивоваріння	
	1 класу	2 класу
	Колір	Світложовтий або жовтий
Вологість, %, не більше	14,5	15,0
Натура, г/л, не менше	Не регламентується	
Маса 1000 зерен, грам, не менше	40,0	38,0
Масова частка білка, %, не більше	11,0	11,5
Смітна домішка, %, не більше	1,0	2,0
Дрібні зерна, %, не більше	5,0	7,0
Крупність, %, не менше	85,0	70,0
Здатність до проростання, %, не менше (для зерна, поставленого не раніше як за 45 днів після його збирання)	95,0	92,0
Життєздатність, %, не менше (для зерна, поставленого раніше як за 45 днів після його збирання)	95,0	95,0
Зараженість шкідниками	Не допускається, крім зараженості кліщем не вище I ступеня	

Фізико-хімічні та органолептичні показники якості світлого пивоварного солоду за ДСТУ 4282:2004 наведені в табл. 4.7 – 4.8 [5].

Таблиця 4.7 – Органолептичні показники якості світлого солоду

Назва показника	Характеристика світлого солоду
Зовнішній вигляд	Однорідна зернова маса, що не містить запліснявілих та пошкоджених зерен
Колір	Для солоду високої якості – від світло-жовтого до жовтого. Для солоду 1 та 2 класу дозволено сірувато-жовтий
Запах	Солодовий. Не дозволено кислий, запах плісняви та інші запахи не властиві солодовому
Смак	Солодовий, солодкуватий. Не дозволено сторонній присмак.

Таблиця 4.8 – Фізико-хімічні показники якості солоду світлого

Назва показника	Норми для світлого солоду			Темного
	Високої якості	1 класу	2 класу	
Прохід через сито (2,2×20 мм), %, не більше	2,0	3,0	7,0	7,0
Масова частка смітної домішки, %, не більше	Не дозволено	0,3	0,5	0,3
Кількість зерен, %:				
мучнистих, не менше	90,0	85,0	80,0	90,0
склоподібних, не більше	2,0	4,0	8,0	5,0
темних, не більше	Не дозволено	Не дозволено	4,0	10,0
Вологість, %, не більше	4,0	5,0	5,8	5,0
Масова частка екстракту в сухій речовині солоду тонкого помелу, %, не менше	80,0	78,5	76,0	74,0
Різниця масових часток екстрактів у сухій речовині солоду тонкого і грубого помелу, %	1,0-1,5	1,6-2,5	Не більше 3,5	Не більше 3,5
Масова частка білкових речовин у сухій речовині солоду, %, не більше	10,5	11,0	11,5	-
Розчинний азот у солоді (на сухій основі), %	0,75-0,70	0,69-0,65	0,64-0,55	-
Тривалість оцукрення, хв., не більше	10,0	15,0	25,0	-
Лабораторне сусло:				
Колір, см ³ розчину йоду концентрацією 0,1 моль/дм ³ на 100 см ³ води	Не більше 0,18	Не більше 0,23	Не більше 0,40	0,49-1,40
Кислотність, см ³ розчину гідроксиду натрію концентрацією 1,0 моль/дм ³ на 100 см ³ сусла	0,9-1,1	0,9-1,2	0,9-1,3	-
Прозорість (візуально)	Прозоре	Прозоре	Незначна опалесценція	-
Кінцевий ступінь зброджування, %	79-81	75-78	74-70	-
В'язкість, МПа·с за 20 °С	1,45-1,54	1,55-1,60	1,61-1,78	-

Показники якості карамельного солоду наведені в табл. 4.9 – 4.10 [5].

Таблиця 4.9 – Органолептичні показники якості карамельного солоду

Назва показника	Характеристика
Зовнішній вигляд	Однорідна зернова маса, що не містить пліснявих зерен і зернових шкідників
Колір	Від світло-жовтого до брунатного з глянцеvim відливом
Запах	Солодовий. Не дозволено прогірклий, затхлий і пліснявий та інші не властиві солодовому
Смак	Солодкуватий. Не дозволено гіркий і прогірклий
Вид зерна на зрізі	Запечена коричнева маса. Не дозволено обвуглілу масу

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ ТА ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Таблиця 4.10 – Фізико-хімічні показники карамельного солоду

Назва показника	Нормативне значення	
	I клас	II клас
Вологість, %	5,0	6,0
Масова частка екстракту в сухій речовині солоду, % не менше	75,0	70,0
Кількість карамельних зерен, % не менше	93,0	25,0
Масова частка смітної домішки, % не більше	0,5	0,5
Колір (величина Лінтнера — Ln), не менше	20,0	20,0

У табл. 4.11 наведено обмежувальні норми якості гранульованого хмелю згідно ДСТУ 7028:2009 [9].

Таблиця 4.11 – Обмежувальні норми якості хмелю гранульованого

Назва показника	Норма
Колір	Від світло-зеленого до зеленого на поверхні гранул і на їх зламі
Кондуктометричний показник гіркоти (масова частка альфа-кислот), % у сухій речовині	Не менше 2,5
Вологість, %	7 – 10
Запах	Чисто хмелевий
Вміст не хмелевих шишок	Не допускається
Наявність плісняви	Не допускається

Таблиця 4.12 містить вимоги до якості кукурудзи крохмалистої згідно з ДСТУ 4525:2006. [6].

Таблиця 4.12 – Вимоги до якості кукурудзи крохмалистої

Найменування показника	Нормативні значення
Колір	Жовтий-червоно-жовтий
Запах	Характерний для здорового зерна
Вологість, %, не більше	15,0
Натура, г/дм ³ , не менше	780
Засміченість, %, не більше	5,0
Зернова домішка, %, не більше	15,0
Зараженість	Кліщ 1ст.

Фізико-хімічні показники рисової січки, згідно з ДСТУ 4965:2008 наведені в табл. 4.13. [8]

Таблиця 4.13 – Фізико-хімічні показники рисової січки

Найменування показника	Норма
Вміст крохмалю, %	88,0
Вміст азотистих речовин, %	6,0
Вміст клітковини, %	0,3
Доброякісне ядро, %, не менше	98,2
Смітна домішка, %, не більше	0,8
Мінеральні домішка, %, не більше	0,1
Квіткові плівки, %, не більше	0,05

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ ТА ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

4.3. Характеристика основних і допоміжних матеріалів

У процесі виробництва пива також використовуються допоміжні матеріали, які дозволені органами охорони здоров'я України, використання яких передбачено відповідно технологічної інструкції, а саме *молочна кислота*.

Органолептичні та фізико-хімічні показники молочної кислоти відповідно до вимог ДСТУ 4621:2006 наведено в табл. 4.12 – 4.14 [7].

Таблиця 4.12 – Органолептичні показники молочної кислоти

Назва показника	Характеристика
Зовнішній вигляд	Прозора сироподібна речовина без осаду та муті
Запах	Слабкий, характерний для молочної кислоти
Смак	Кислий, без стороннього присмаку

Таблиця 4.13 – Фізико-хімічні показники молочної кислоти

Назва показника	Значення показників для сортів		
	вищого	першого	
1	2	3	
Масова частка загальної молочної кислоти, % не менше	40,0	40,0	60,0
Масова частка молочної кислоти, що прямо титрується, %, не менше	37,5	37,5	53,0
Масова частка ангідридів, %, не більше	2,5	2,5	7,0
Колірність, градуси, не більше	6,5	10,0	15,0
Масова частка зали, % не більше	0,6	1,0	1,2
Масова частка заліза, %, не більше	0,007	0,014	0,020
Масова частка сульфатів, %, не більше	0,3	Не нормується	
Масова частка хлоридів, %, не більше	0,1	Не нормується	
Масова частка редуруючих цукрів, %, не більше	1,0	Не нормується	
Визначення наявності барію	Не допускається	Не нормується	
Визначення наявності ціанисто-водневої кислоти	Витримує випробування на відсутність		
Визначення наявності фероціанідів	Витримує випробування на відсутність		
Визначення наявності вільної сірчаної кислоти	Витримує випробування на відсутність		

Таблиця 4.14 – Допустимі рівні токсичних елементів у молочній кислоті

Назва токсичного елемента	Допустимі рівні, мг/дм ³ , не більше ніж
Свинець	5,0
Кадмій	0,5
Ртуть	0,1
Миш'як	1,0

5 ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ

5.1. Вихідні дані до розрахунків

Згідно завдання, потужність пивоварного заводу становить 9 млн дал пива на рік. Асортимент продукції включає три сорти пива: пиво «Golden Malt» (світле, 11,0%) – готується з 90% світлого солоду, 10 % кукурудзяної крупки; пиво «Amber Stout» (темне 13,0%) – готується з 75% світлого, 20% карамельного солоду, 5% рисової січки; пиво «Light Seed» (світле 11,0%) – готується зі 100% світлого солоду.

Рецептура обраних сортів пива наведена в табл. 2.2.

Середньозважені втрати на основних стадіях виробництва пива зазначені в табл. 5.1 [24]

Таблиця 5.1 – Втрати при виробництві пива

Втрати	Пиво з масовою часткою початкового сусла, %		
	«Golden Malt» 11 %	«Light Seed» 11 %	«Amber Stout» 13 %
Солоду, % від загального, що надійшов у варильне відділення	0,1	0,1	0,1
Екстракту з пивною дробиною, % від маси зернопродуктів	1,75	1,75	2,2
Втрати з рідкою фазою за нормами становлять у цеху ферментації	8,3	8,3	9,2
При фільтруванні, % до об'єму молодого пива	1,3	1,3	1,4
При розливі			
- у пляшки (за вирахуванням поверненого пива)	2,5	2,5	2,5
- кеги (за вирахуванням поверненого пива)	0,5	0,5	0,5
Разом	14,45	14,45	15,9

5.2. Продуктові розрахунки

Пиво «Golden Malt». Виробляють із 90 % світлого солоду і 10 % кукурудзи, таким чином в 100 кг зернопродуктів міститься 90 кг світлого солоду і 10 кг кукурудзяної крупки. При поліруванні солоду втрати становлять 0,1 % від його маси, тобто $90 \cdot 0,001 = 0,09$ кг. На подрібнення солоду поступає $90 - 0,09 = 89,91$ кг. При вологості солоду 5 % і кукурудзи 13% кількість сухих речовин в заторі буде

в світлому солоді — $89,91 \cdot (1 - 0,05) = 84,42$ кг;

в крупці — $10 \cdot (1 - 0,13) = 8,7$ кг.

Всього — $84,42 + 8,7 = 93,12$ кг.

Приймаємо екстрактивність солоду 76 %, а кукурудзяної крупки 78%. Відповідно вміст екстрактивних речовин в сировині:

									Арк.
									36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ				

в світлому солоді — $84,42 \cdot 0,76 = 64,16$ кг;

в ячмінному борошні — $8,7 \cdot 0,78 = 6,78$ кг.

Всього — $64,16 + 6,78 = 70,94$ кг.

Втрати екстракту в дробині — 1,75 % від маси екстрактивних речовин сировини, що затирається. Отже, в сусло перейде екстрактивних речовин

$70,94 \cdot (1 - 0,0175) = 69,7$ кг.

В дробині залишиться сухих речовин:

$93,12 - 69,7 = 23,42$ кг.

Пиво «Light Seed». Виробляють із солоду світлого — 100 %. При поліруванні солоду втрати становлять 0,1 % від його маси або $100 \cdot 0,001 = 0,1$ кг.

Після полірування на подрібнення подається:

світлого солоду — $100 - 0,1 = 99,9$ кг.

Кількість сухих речовин:

в світлому солоді — $99,9 \cdot (1 - 0,05) = 94,9$ кг.

Всього кількість СР в сировині, що поступає на подрібнення 94,9 кг. При екстрактивності світлого солоду 76 % від маси СР на затирання надходить:

зі світлим солодом — $94,9 \cdot 0,76 = 72,1$ кг.

Всього в сировині міститься — 72,1 кг.

З врахуванням 1,75 % втрат екстрактивних речовин в дробині в сусло їх переходить $72,1 \cdot (1 - 0,0175) = 70,8$ кг.

В дробині залишається сухих речовин:

$94,9 - 70,8 = 24,1$ кг.

Пиво «Amber Stout». Виробляється із солоду світлого – 75%, карамельного – 20% і рисової січки – 5%. При поліруванні солоду втрати становлять 0,1 % від його маси, тобто $75 \cdot 0,001 = 0,075$ кг. На подрібнення солоду поступає $75 - 0,075 = 74,925$ кг. Карамельний солод не полірується. При вологості солоду світлого і карамельного 5%, а рисової січки 11%, кількість сухих речовин в заторі буде:

в світлому солоді – $74,925 \cdot (1 - 0,05) = 71,18$ кг;

в карамельному солоді – $20 \cdot (1 - 0,05) = 19$ кг;

в рисовій січці – $5 \cdot (1 - 0,11) = 4,45$ кг.

Всього $71,18 + 19 + 4,45 = 94,63$ кг

Приймаємо екстрактивність світлого солоду – 76%, карамельного – 72%, а рисової січки – 90%. Тоді вміст екстрактивних речовин в сировині:

в світлому солоді $71,18 \cdot 0,76 = 54,1$ кг;

в карамельному солоді $19 \cdot 0,72 = 13,7$ кг;

в рисовій січці $4,45 \cdot 0,9 = 4,01$ кг.

Всього $54,1 + 13,7 + 4,01 = 71,81$ кг.

З урахуванням втрат екстрактивних речовин з дробиною (1,75%), в сусло їх переходить $71,81 \cdot (1 - 0,0175) = 70,55$ кг.

В дробині залишається сухих речовин:

$94,63 - 70,55 = 24,1$ кг.

Визначення проміжних продуктів

Вихідними даними для розрахунку кількості проміжних продуктів є величини початкової концентрації сусла і об'ємних втрат по стадіям виробництва пива (табл. 5.1).

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

Гаряче сусло. За наведеними розрахунками в сусло переходить така кількість екстрактивних речовин:

«Golden Malt» - 69,7 кг;

«Light Seed» - 70,8 кг;

«Amber Stout» - 71,81 кг.

При встановленій початковій концентрації сусла 11% для «Golden Malt» і «Light Seed» та 13% для «Amber Stout» із отриманої кількості екстрактивних речовин отримають сусла:

«Golden Malt» - $(69,7 \cdot 100) / 11 = 633,64$ кг;

«Light Seed» - $(70,8 \cdot 100) / 11 = 643,64$ кг;

«Amber Stout» - $(71,81 \cdot 100) / 13 = 552,4$ кг.

Об'єм сусла при 20 °С за відносної густини сусла для світлого пива – 1,0442, темного — 1,0484:

«Golden Malt» - $633,64 / 1,0442 = 606,8$ дм³;

«Light Seed» - $643,64 / 1,0442 = 616,4$ дм³;

«Amber Stout» - $552,4 / 1,0484 = 526,9$ дм³.

Об'єм гарячого сусла з урахуванням його теплового розширення в 1,04 рази дорівнює:

«Golden Malt» - $606,8 \cdot 1,04 = 631,1$ дм³;

«Light Seed» - $616,4 \cdot 1,04 = 641,1$ дм³;

«Amber Stout» - $526,9 \cdot 1,04 = 548$ дм³.

Втрати гарячого сусла на відстоювання, охолодження, змочування трубопроводів, на бродіння і доброджування в цеху ферментації, приймають відповідно з нормами технологічних втрат для світлих сортів — 8,3 %, для темного — 9,2 % від об'єму гарячого сусла, приведеного до об'єму при 20 °С з урахуванням теплового розширення.

Таким чином, об'єм холодного сусла для проєктованих сортів пива:

«Golden Malt» - $631,1 \cdot (1 - 0,083) = 578,7$ дм³;

«Light Seed» - $641,1 \cdot (1 - 0,083) = 587,9$ дм³;

«Amber Stout» - $548 \cdot (1 - 0,092) = 497,6$ дм³.

Фільтроване пиво. Втрати при фільтрації становлять для світлих сортів — 1,3 %, темного — 1,4 % (табл. 5.1). За таких втрат кількість фільтрованого пива:

«Golden Malt» - $578,7 \cdot (1 - 0,013) = 571,2$ дм³;

«Light Seed» - $587,9 \cdot (1 - 0,013) = 580,3$ дм³;

«Amber Stout» - $497,6 \cdot (1 - 0,014) = 490,6$ дм³.

Товарне пиво. Втрати товарного пива до об'єму пива при розливі у пляшки складають для всіх найменувань пива 2,5 %, при розливі у кеги - 0,5 %.

Тоді середньозважені втрати пива складають:

«Golden Malt» $74 \cdot 0,025 + 26 \cdot 0,005 = 1,98\%$;

«Light Seed» $100 \cdot 0,025 = 2,5\%$;

«Amber Stout» $100 \cdot 0,025 = 2,5\%$.

Отже, кількість готового товарного пива складатиме:

«Golden Malt» - $571,2 \cdot (1 - 0,0198) = 559,9$ дм³;

«Light Seed» - $580,3 \cdot (1 - 0,025) = 565,8$ дм³;

«Amber Stout» - $490,6 \cdot (1 - 0,025) = 478,3$ дм³.

										Арк.
										38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ					

Сумарні видимі втрати по рідкій фазі визначають за різницею об'ємів гарячого сусла і товарного пива:

«Golden Malt» - $631,1 - 559,9 = 71,2 \text{ дм}^3$;

«Light Seed» - $641,1 - 565,8 = 75,3 \text{ дм}^3$;

«Amber Stout» - $548 - 478,3 = 69,7 \text{ дм}^3$,

або у % до об'єму гарячого сусла:

«Golden Malt» - $71,2 \cdot 100 / 631,1 = 11,3\%$;

«Light Seed» - $75,3 \cdot 100 / 641,1 = 11,75\%$;

«Amber Stout» - $69,7 \cdot 100 / 548 = 12,7\%$.

Визначення витрат хмелепродуктів і молочної кислоти

Хмелепродукти. За рецептурою прийнято використовувати 50 % гранульованого хмелю з вмістом α -кислоти 9 % і 50 % хмелевого екстракту з вмістом α -кислоти 51,9 %. За встановленими нормами їх витрати на 1 дал пива будуть:

«Golden Malt». На 1 дал необхідно 0,2 г α -кислоти, а на 60,68 дал ($606,8 \text{ дм}^3$) – 12,14 г або 0,01214 кг. Вихід гірких речовин складає 31 %, отже на 100 % необхідно — 0,04 кг α -кислоти. Тобто, гранульованого хмелю потрібно $0,02 \cdot 100 / 9 = 0,22 \text{ кг}$ на 1 дал сусла і хмелевого екстракту — $100 \cdot 0,02 / 51,9 = 0,04 \text{ кг}$ на 1 дал сусла.

«Light Seed». На 1 дал необхідно 0,2 г α -кислоти, а на 61,64 дал – 12,33 г або 0,01233 кг. Вихід гірких речовин складає 31 %, отже на 100 % необхідно — 0,04 кг α -кислоти. Тобто, гранульованого хмелю потрібно $0,02 \cdot 100 / 9 = 0,22 \text{ кг}$ на 1 дал сусла і хмелевого екстракту — $100 \cdot 0,02 / 51,9 = 0,04 \text{ кг}$ на 1 дал сусла.

«Amber Stout». На 1 дал необхідно 0,32 г α -кислоти, а на 52,69 дал – 16,86 г або 0,01686 кг. Так, як вихід гірких речовин 31 %, то на 100 % необхідно 0,058 кг α -кислоти. Гранульованого хмелю необхідно $0,029 \cdot 100 / 9 = 0,32 \text{ кг}$, а хмелевого екстракту — $0,029 \cdot 100 / 51,9 = 0,056 \text{ кг}$.

Молочна кислота. Витрачається для підкислення затору із розрахунку 0,08 кг 100 %-ї молочної кислоти на 100 кг зернової сировини або 0,2 кг 40 %-ї молочної кислоти до маси зернової сировини.

Визначення кількості відходів

Пивна дробина. Кількість утвореної пивної дробини з вологістю 86 % визначається множенням кількості СР, що залишились в дробині, на коефіцієнт $100 / (100 - 86) = 7,14$. Кількість пивної дробини при фільтруванні затору утворюється:

«Golden Malt» - $23,42 \cdot 7,14 = 167,2 \text{ кг}$;

«Light Seed» - $24,1 \cdot 7,14 = 172,1 \text{ кг}$;

«Amber Stout» - $24,1 \cdot 7,14 = 175,1 \text{ кг}$.

Білковий відстій. Із 100 кг витрачених зернопродуктів незалежно від сорту пива отримають 1,75 кг відстою з вологістю 80 %.

Надлишкові дріжджі. Витрата дріжджів з вологістю 86 % на 10 дал пива за умови головного бродіння сусла і доброджування пива в циліндрично-конічних бродильних апаратах ЦКБА — $1,53 \text{ дм}^3$.

Половину зібраних з апарату дріжджів використовують як засівні, а інша частина – залишкові. Кількість дріжджів, що йде у відходи, визначають множенням кількості товарного пива в дм^3 на 0,01 і становить:

					ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

«Golden Malt» - $559,9 \cdot 0,01 = 5,59 \text{ дм}^3$;

«Light Seed» - $565,8 \cdot 0,01 = 5,66 \text{ дм}^3$;

«Amber Stout» - $478,3 \cdot 0,01 = 4,78 \text{ дм}^3$.

Діоксид вуглецю. Із рівняння спиртового бродіння виходить, що із 342 г збродженої мальтози утворюється 176 г діоксиду вуглецю. Якщо прийняти, що зброджений екстракт є мальтоза, то кількість утвореного діоксиду вуглецю розраховують таким чином. В бродильне відділення поступило холодного сусла:

«Golden Malt» - $578,7 \cdot 1,0442 = 604,3 \text{ кг}$;

«Light Seed» - $587,9 \cdot 1,0442 = 613,9 \text{ кг}$;

«Amber Stout» - $497,6 \cdot 1,0484 = 521,7 \text{ кг}$.

В ньому міститься екстрактивних речовин:

«Golden Malt» - $604,3 \cdot 0,11 = 66,47 \text{ кг}$;

«Light Seed» - $613,9 \cdot 0,11 = 67,53 \text{ кг}$;

«Amber Stout» - $521,7 \cdot 0,13 = 67,82 \text{ кг}$.

При дійсному ступені зброджування «Golden Malt» 60 %, «Light Seed» — 55,5 % і «Amber Stout» — 65 % утворюється діоксиду вуглецю:

«Golden Malt» - $66,47 \cdot 0,60 \cdot 176/342 = 20,5 \text{ кг}$;

«Light Seed» - $67,53 \cdot 0,555 \cdot 176/342 = 19,3 \text{ кг}$;

«Amber Stout» - $67,82 \cdot 0,65 \cdot 176/342 = 22,7 \text{ кг}$.

Частина діоксиду вуглецю, що утворюється (0,35 % від маси холодного сусла) зв'язується з пивом:

«Golden Malt» - $604,3 \cdot 0,0035 = 2,12 \text{ кг}$;

«Light Seed» - $613,9 \cdot 0,0035 = 2,15 \text{ кг}$;

«Amber Stout» - $521,7 \cdot 0,0035 = 1,83 \text{ кг}$.

Виділяється в повітря така кількість діоксиду вуглецю по сортам пива:

«Golden Malt» - $20,5 - 2,12 = 18,38 \text{ кг}$;

«Light Seed» - $19,3 - 2,15 = 17,15 \text{ кг}$;

«Amber Stout» - $22,7 - 1,83 = 20,87 \text{ кг}$.

Маса 1 м^3 діоксиду вуглецю за температури $20 \text{ }^\circ\text{C}$ і тиску $0,1 \text{ МПа}$ становить $1,832 \text{ кг}$. Об'єм діоксиду вуглецю, що виділяється в атмосферу:

«Golden Malt» - $18,38 \cdot 1,832 = 33,67 \text{ м}^3$;

«Light Seed» - $17,15 \cdot 1,832 = 31,42 \text{ м}^3$;

«Amber Stout» - $20,87 \cdot 1,832 = 38,23 \text{ м}^3$.

Кількість утилізованого діоксиду вуглецю, що виділяється при головному бродінні, на 1 дал пива:

«Golden Malt» - $18380/55,99 = 328,27 \text{ кг}$;

«Light Seed» - $17150/56,58 = 303,11 \text{ кг}$;

«Amber Stout» - $20870/47,83 = 436,33 \text{ кг}$.

Виправний брак пива. Утворення такого браку для всіх сортів пива за нормативами допускається до 2 % для всіх найменування пива.

У наведених розрахунках для 3-х сортів пива визначені кількості напівпродуктів, товарного пива і відходів, які отримують зі 100 кг зернової сировини. Для зручності використання даних цього розрахунку доцільно їх перерахувати на 1 дал товарного пива і на його річний випуск. Для цього кількість кожного

					ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

продукту ділять на кількість пива (дал), що одержують зі 100 кг зернопродуктів. Річну кількість продуктів визначають множенням кількості продуктів на 1 дал на річний випуск пива. Результати заносять в табл. 5.2. [24]

Таблиця 5.2 - Зведена таблиця розрахунків продуктів виробництва пива

Назва продукту	«Golden Malt»			«Light Seed»			«Amber Stout»		
	100 кг зернової сировини	1 дал пива	5,4 млн. дал	100 кг зернової сировини	1 дал пива	1,8 млн. дал	100 кг зернової сировини	1 дал пива	1,8 млн. дал
Зернова сировина, кг:									
світлий солод	90	1,607	8677800	100	1,77	3186000	75	1,57	2826000
карамельний солод	—	—	—	—	—	—	20	0,42	756000
кукурудзяна крупка	10	0,18	972000	—	—	—	—	—	—
рисова січка	—	—	—	—	—	—	5	0,1	180000
Всього, кг	100	1,787	9649800	100	1,77	3186000	100	2,09	3762000
Інші види сировини, кг									
Хмелепродукти:									
гранульований хміль		0,22	1188000		0,22	396000		0,32	576000
екстракт хмельовий		0,04	216000		0,04	72000		0,056	100800
Молочна кислота, 100 %-ва	0,08	1428	7715	0,08	1414	2545	0,08	1672	3011
Проміжні продукти, дм ³ :									
гаряче сусло	631,1	11,27	60858000	641,1	11,33	20394000	548	11,46	20628000
холодне сусло	578,7	10,34	55836000	587,9	10,39	18702000	497,6	10,40	18720000
фільтроване пиво	571,2	10,20	55080000	580,3	10,26	18468000	490,6	10,26	18468000
товарне пиво	559,9	10,00	54000000	565,8	10,00	18000000	478,3	10,00	18000000
Відходи:									
пивна дробина, кг	167,2	2,99	16146000	172,1	3,04	5475000	175,1	3,66	6589000
відстій білковий, кг	1,75	0,03	168780	1,75	0,03	55600	1,75	0,036	65850
надлишкові дріжджі, дм ³	5,59	0,1	540000	5,66	0,1	180000	4,78	0,1	180000
діоксид вуглецю, кг	18,38	0,33	1770000	17,15	0,3	545000	20,87	0,44	785000
відходи від полірування, кг	0,09	0,0016	8640	0,1	0,0017	3060	0,075	0,0016	2880

5.3. Розрахунки витрат основних і допоміжних матеріалів

Пляшки. Необхідна кількість пляшок визначають за формулами:

$$N_{пл.заг} = Q \cdot 100 / (V(100 - Kб)) \text{ шт.};$$

$$N_{пл.нов} = Q \cdot (Kн + Kб) / (100V) \text{ шт.};$$

$$N_{пл.об} = Q / (Vn) \text{ шт.},$$

де $N_{пл.заг}$, $N_{пл.нов}$, $N_{пл.об}$ — необхідна кількість пляшок відповідно загальна, нових і зворотних, шт.; Q — річний випуск продукції в пляшках, дм³; $V=0,5$ — місткість пляшки, дм³; $Kб= 3,09$ — бій пляшок при зберіганні, митті і розливі,

										Арк.
										41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ					

%; $K_n = 5$ — кількість пляшок, які не повертаються від населення, %; $n = 40$ — кількість обертів пляшок в рік.

За умови, що 7600000 млн. дал пива розливають в пляшки місткістю $0,5 \text{ дм}^3$, отже, потрібна кількість пляшок місткістю $0,5 \text{ дм}^3$:

$$N_{\text{пл. заг}} = 7600000 \cdot 100 / 0,5(100 - 3,09) = 15684655 \text{ (~15,685 млн) пляшок;}$$

$$N_{\text{пл. нов}} = 7600000 \cdot (5 + 3,09) / (100 \cdot 0,5) = 1229680 \text{ (~1,23 млн) пляшок;}$$

$$N_{\text{пл. об}} = 7600000 / (0,5 \cdot 40) = 380000 \text{ (0,38 млн) пляшок.}$$

Ящики. В стандартні ящики укладають по 20 пляшок місткістю $0,5 \text{ дм}^3$. Для укладання всієї продукції з урахуванням 2 % зносу необхідно ящиків для пляшок: $15,685 / (20 \cdot 0,98) = 0,8 \text{ млн. ящики.}$

Необхідно врахувати, що 90 % ящиків є оборотними, тому нових ящиків необхідно

$$0,8 \cdot (100 - 90) / 100 = 0,08 \text{ млн. шт.}$$

Необхідність в ящиках при 40 оборотах на рік складає пляшок $15,685 / (40 \cdot 20) = 0,01961 \text{ млн. шт. або } 19610 \text{ шт.}$

Кронен-пробки і етикетки для пляшкової продукції. За нормами витрат на 1 дал пива необхідно 104,5 % кронен-пробки і 103 % етикеток від кількості пляшок готової продукції:

$$\text{кронен-пробок } 15,685 \cdot 1,045 = 16,39 \text{ млн. шт.;}$$

$$\text{етикеток } 15,685 \cdot 1,03 = 16,16 \text{ млн. шт.}$$

Миття пляшок. В середньому луку витрачається із розрахунку 1000-1100 кг на 1 млн. пляшок продукції. На річний випуск продукції необхідно луку:

$$15,685 \cdot 1100 = 17253,5 \text{ кг.}$$

Клей декстрин для наклейки етикеток на пляшки. Виходячи із того, що на 1000 пляшок витрачається 0,275 кг клею. На річний випуск пива необхідно декстрину:

$$15,685 \cdot 0,275 / 1000 = 4313 \text{ кг;}$$

Кегі. Розливають 1,4 млн. дал пива на рік. Для кег місткістю 5 дал необхідно:

$$1,4 / 5 = 0,28 \text{ млн кег.}$$

Виходячи з того, що 90 % кег є оборотними, необхідно додатково нових кег місткістю 5 дал

$$0,28 \cdot (100 - 90) / 100 = 0,028 \text{ млн кег.}$$

Потреба в оборотних кегах при 40 обертах кожного на рік складає $0,28 / 40 = 0,007 \text{ млн кег або } 7,0 \text{ тис кег.}$

Наведеними розрахунками визначена кількість тари та допоміжних матеріалів на рік та на добу, яка представлена в табл. 5.3. [24]

					ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Таблиця 5.3 — Зведена таблиця розрахунків тари та допоміжних матеріалів

Тара і допоміжні матеріали	Кількість допоміжних матеріалів та тари	
	тис на добу	млн на рік
Скляні пляшки:		
загальна кількість	56000	15,685
нові	4400	1,23
оборотні	1000	0,28
Ящики:		
загальна кількість	2800	0,8
нові	280	0,08
оборотні	70	0,019
Кеги:		
загальна кількість	1000	0,28
нові	100	0,028
оборотні	25	0,007
Кронен-пробки:		
на скляні пляшки	58535	16,39
Етикетки:		
на скляні пляшки	57714	16,16
Каустична сода, кг	61,62	17253,5
Клей декстрин, кг:		
скляні пляшки	15,4	4313

6 РОЗРАХУНКИ ПЛОЩ ВИРОБНИЧИХ І СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ

Площі складських приміщень розраховують за кількістю і характером вантажів, розміщених в них та за нормами розміщення вантажів.

Вихідними даними для розрахунків площі складських приміщень є результати розрахунку продуктів. У варильному відділенні передбачене тимчасове зберігання сировини у складському приміщенні, яке повинно вміщувати 2 місячний запас матеріалів. [16,21]

Розрахунок потреби у місячному запасі сировини наведено у табл. 6.1.

Таблиця 6.1 – Використання основної та допоміжної сировини за рік

Назва сировини	Витрата сировини за рік, кг
Солод світлий	14 689 800
Солод карамельний	756 000
Рисова січка	180 000
Кукурудзяна крупка	972 000
Хміль	25 488
Молочна кислота	10 801

Площа складу для сировини та допоміжних матеріалів визначається за формулою:

$$S = \frac{M * n * k}{m * \tau}$$

де М — річна кількість сировини та матеріалів;

n — норма запасу сировини, міс.;

k — коефіцієнт використання площі;

τ — кількість місяців роботи заводу в рік, міс.;

m — питома навантаження на 1 м² площі, кг.

Склад хмелю:

$$S = \frac{25488 * 2 * 1.5}{11.3 * 1000} = 6.8 \text{ м}^2$$

Склад несолодженої сировини:

$$S = \frac{1152000 * 2 * 1.5}{11.3 * 1000} = 305.9 \text{ м}^2$$

Склад молочної кислоти:

$$S = \frac{10801 * 2 * 1.5}{11.3 * 1000} = 2.87 \text{ м}^2$$

Склад солоду:

$$S = \frac{15445800 * 1 * 1.5}{11.3 * 1000} = 683.5 \text{ м}^2$$

					РОЗРАХУНКИ ПЛОЩ ВИРОБНИЧИХ І СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

7 РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Розрахунок обладнання для зберігання зернопродуктів

Дані для розрахунків обладнання:

Потужність підприємства – Потужність заводу $Q=9$ млн дал/рік.

Розрахунок і підбір обладнання здійснюють за допомогою спеціальної літератури, в якій наведені техніко-економічні характеристики та габаритні розміри відповідного обладнання.[19,21,24]

Склад солоду повинен забезпечити запас сировини на місяць роботи варильного відділення. Місячне надходження зернопродуктів знаходимо за формулою:

$$Q_c = M^3 * n * k,$$

Де M - річна потреба в зернопродуктах, т;

n – кількість місяців;

k – частка максимального місячного випуску пива від річного ($k=0,1$)

Для світлого солоду

$$Q_c = 14689,8 * 1 * 0,1 = 1469 \text{ т}$$

Для карамельного солоду

$$Q_c = 756 * 1 * 0,1 = 75,6 \text{ т}$$

Для рисової січки

$$Q_c = 180 * 1 * 0,1 = 18,0 \text{ т}$$

Для кукурудзи

$$Q_c = 972 * 1 * 0,1 = 97,2 \text{ т}$$

Усі зернопродукти зберігаються у силосах елеваторного типу місткістю 120 т.

Тоді необхідна кількість силосів:

Для світлого солоду:

$$\frac{1469}{120} = 12,24 = 13 \text{ шт}$$

Для карамельного солоду:

$$\frac{75,6}{120} = 0,63 = 1 \text{ шт}$$

Для рисової січки:

$$\frac{18}{120} = 0,15 = 1 \text{ шт}$$

Для кукурудзи:

$$\frac{97,2}{120} = 0,81 = 1 \text{ шт}$$

Отже приймаємо, загальну кількість силосів -16 шт місткістю 120 т.

					РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок обладнання для обробки зернопродуктів

У розрахунках обладнання приймемо кількість зернопродуктів, які переробляють на добу:

$$M_3 = \frac{M_{з.п.} \cdot 0,3}{28,5 \cdot 3} = \frac{16597,8 \cdot 0,3}{28,5 \cdot 3} = 58,23 \text{ т/добу}$$

де $M_{з.п.}$ - маса всіх зернопродуктів, т;

28,5 - число діб роботи варильного відділення на місяць;

3 - число місяців у кварталі.

Для передачі солоду з силосів в бункер підбираємо стрічковий **транспортер KB-20**.

Норія для переміщення солоду із зерносховища працює щоденно протягом 4,5 години. Тоді її продуктивність має бути не менше

$$Q_ч = 58,23 / 4,5 = 13 \text{ т/год.}$$

Приймаємо **норію НЦ-20**, продуктивність якої 20 т/год

Автоматичні ваги для зважування солоду підбирають за продуктивністю норії. Приймаємо **ваги ДН-150**.

Повітряно-ситовий сепаратор забезпечує очищення солоду на одну варку за 1,5 год. Отже, його продуктивність становить:

$$15 / 1,5 = 10 \text{ т/год.}$$

Приймаємо повітряно-ситовий сепаратор ЗСМ-5, продуктивність якого 10,0 т/год.

Магнітний сепаратор застосовується для очищення солоду і несолодженої сировини від металевих домішок. Його потужність дорівнює потужності повітряно-ситового сепаратора.

Дробарка має забезпечувати подрібнення солоду на одну варку за 1,5-2 год. Отже, її продуктивність становить не менше:

$$7,0 / 1,5 = 4,66 \text{ т/год.}$$

Обираємо дробарку кондиційованого подрібнення марки Huppmann Millstar потужністю 6 т/год.

Молоткова дробарка має подрібнювати несолоджену сировину на одну варку (в кількості 10% від завантаження солоду) за 1,5-2 год. Отже, її продуктивність становить не менше:

$$7 \cdot 0,1 / 1,5 = 0,5 \text{ т/год.}$$

Приймаємо молоткову дробарку потужністю 1 т/год.

Розрахунок обладнання варильного відділення

Продуктивність обладнання розраховується на підставі даних продуктового розрахунку. З огляду на розраховану продуктивність, підбирається необхідне обладнання. [19,24]

Потреба в зерновому засипі на одну варку:

					РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$M_3 = \frac{M_{з.п.} * 0,3}{28,5 * 3 * n}$$

де $M_{з.г}$ - маса всіх зернопродуктів, т;

28,5 - число діб роботи варильного відділення на місяць, на добу; 3 - число місяців у кварталі;

n - оборотність, варок / добу.

$$M_3 = \frac{16597,8 * 0,3}{28,5 * 3 * 9} = \frac{4979,34}{769,5} = 6,5$$

Приймаємо апаратний варильний агрегат із засипом 10,0 т; кількість варок на добу - 9. Основне обладнання фірми Hurrmann.

Заторний апарат. Приймаємо два апарати Hurrmann засипом на 10,0 т.

Апарат для відварок. Приймаємо один апарат для половини об'єму затору і засипу на 5 т.

Фільтраційний апарат. Приймаємо один апарат Hurrmann Lauter TunLT-D6100 засипом на 10,0 т.

Збірник дробини. Приймаємо бункер Hurrmann Barley Corn Tank BCT- V9,9 засипом на 6,0 т.

Суловарильний апарат. Приймаємо апарат Hurrmann Wort Kettle Tank WKT-D5000-V62,9 засипом на 10,0 т, об'ємом 50 м³.

Збірник промивної води. На 1 т зернопродуктів, що надходять на варку, має в збірнику має бути 2,4 м³ об'єму збірника, тоді:

$$2,4 \cdot 6,5 = 15,6 \text{ м}^3.$$

Збірник виготовляється в формі горизонтального циліндра, який оснащений зміювиком для обігріву. Приймаємо діаметр збірника 3 м, довжину знаходимо з формули:

$$V = \frac{\pi \cdot d^2}{4 \cdot l} \cdot l$$

$$l = \frac{4V}{\pi \cdot d^2}$$

$$l = \frac{4 * 15,6}{3,14 * 9} = 2,2 \text{ м}$$

Приймаємо два збірники Hurrmann Wash Water TankWWT-V17,6.

Збірник для сусла на виході з фільтр-апарата повинен мати таку ж місткість, як і суловарильний апарат. Тому приймаємо збірник об'ємом 50 м³.

Хмелеві бачки. Приймаємо два хмелевих бачків HurrmannHopMashTunHMT- 18 засипом на 10 кг.

Гідроциклонний апарат. Для підбору апарату типу «Вірпул» знаходимо його повний об'єм, м³:

$$V = V_{зат} \cdot K$$

Приймаємо, що з 1 т зернопродуктів можна одержати до 6 м³ сусла і коефіцієнт заповнення апарату 0,8. Тоді місткість апарату становитиме:

					РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V = 6,0 \cdot \frac{7}{0,8} = 52,5 \text{ м}^3$$

Приймаємо гідроциклонний апарати Hurrmann Whirpool W-D4100-V52 об'ємом 60 м³.

Насос для перекачування затору. Із заторного апарату затор має перекачуватися за 20 хв. З кожного кілограму зернопродуктів отримуємо 3 – 3,5 дм³ заторної маси. Об'єм заторної маси із 8 т зернопродуктів відповідно

$$6500 \cdot 3,5 = 228 \text{ м}^3.$$

Приймаємо до встановлення насоси НФ-3 продуктивністю 300 м³/год.

Суловий насос. Відповідно до режиму варки перекачка сусла з хмелем із суловарильного апарату в бродильне відділення триває 25-30 хвилин.

Найбільший об'єм сусла, при варці пива відповідно до продуктового розрахунку, складає 641,1 дм³ на 100 кг зернопродуктів.

Отже, із одної варки отримуємо сусла:

$$V_{\text{сусл.}} = (641,1 \cdot 100) / 1000 = 64,11 \text{ дм}^3$$

Розрахункова потужність насоса повинна бути:

$$Q_{\text{сусл. нас}} = \frac{60 \cdot 64,11}{30} = 128,22 \text{ м}^3/\text{год}$$

Для перекачки охмеленого сусла застосовують насоси типу СОТ - відцентрові, багатоступінчасті, консольного типу, що призначені для подачі води при температурі 100...110 °С, продуктивністю 150 м³/год.

Пластинчастий двоохсекційний теплообмінний апарат.

Для охолодження сусла приймаємо до установки пластинчастий охолоджувач АОГ-М продуктивністю 150 дм³/год.

Таблиця 7.1. – Специфікація технологічного обладнання [24]

Номер позиції на АТС	Назва, тип (марка) обладнання	Кількість	Технічна характеристика	Потужність електродвигуна, кВт	Тривалість роботи двигуна, год/доб	Примітка
1	2	3	4	5	6	7
-	Силоси для зберігання сировини	16	Місткість – 120 м ³ ; габаритні розміри, мм: 2500х2500х2500	-	-	
1	Норія НЦ-20	1	Продуктивність по солоду - 20 т/год; Габаритні розміри, мм: 270х250х24700; маса – 2272 кг	3,2	4,5	Житомирський механічний завод СВТП “Механік”
2	Стрічковий транспортер КВ-20	1	Продуктивність по солоду - 20 т/год; Габаритні розміри, мм: 1050х500х10000		4,5	

					РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

Продовження табл. 7.1

1	2	3	4	5	6	7
8	Автоматичні ваги ДН-150	2	Продуктивність, т/год: найменша – 5,0, найбільша - 20,0; габаритні розміри, мм 1120x880x980; маса – 350 кг	-	-	
6	Повітряно-ситовий сепаратор ЗСМ-10	1	Продуктивність – 10 т/год; габаритні розміри, мм: 2700x2790x2670; маса -800 кг	1,1	10	Житомирський механічний завод СВТП “Механік
7	Магнітний сепаратор ДНМ-10	2	Продуктивність - 1 т/год; габаритні розміри, мм: 800x640x940; маса 40 кг	1,3	10	
11	Дробарка кондиційованого подрібнення	1	Продуктивність – 6 т/год; габаритні розміри, мм: 2000x1110x5475; маса – 5760 кг	62	7,5	Нурртан, Німеччина
12	Молоткова дробарка	1	Продуктивність – 1 т/год; Габаритні розміри, мм: 1654x1241x450; маса -3050 кг	42	4	Нурртан, Німеччина
16	Заторний апарат	2	Засип – 10,0 т; габаритні розміри, мм: діаметр – 5200, висота – 4800	15	6	Нурртан, Німеччина
17	Апарат для відварок	1	Засип – 5 т			Нурртан, Німеччина
15	Насос заторний	12	Продуктивність –300 м ³ /год, тиск до 16 бар; габаритні розміри, мм: 1500x660x740; маса 49 кг	7,5	4	Валдайський насосний завод
18	Фільтраційний апарат	1	Засип – 10,0 т; габаритні розміри, мм: діаметр – 6100, висота - 3725	22,2	10	Нурртан, Німеччина
20	Збірник промивної води	1	Місткість - 16,0 м ³ Габаритні розміри, мм: діаметр - 2500, довжина - 3000; маса – 2580 кг			Нурртан, Німеччина
21	Бункер дробини	1	Місткість бункера 6 т: габаритні розміри, мм: 2500x2200x2800	2,6	2,5	Нурртан, Німеччина
23	Сушварильний апарат	1	Місткість 50 м ³ , габаритні розміри, мм: діаметр – 5200, висота – 4750; маса апарата– 20000 кг	7,5	10	Нурртан, Німеччина

					РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Закінчення табл. 7.1

1	2	3	4	5	6	7
24	Збірник хмелю	2	Габаритні розміри, мм: діаметр – 600, висота – 900; маса – 380 кг	-	-	Нуррман, Німечина
27	Апарат гід- роциклон- ний	1	Місткість 60 м ³ . Габаритні розміри, мм: діаметр – 4100, висота – 4725; маса – 3250 кг	-	-	Нуррман, Німечина
22	Теплооб- мінник пластинча- стий АОГ-М	2	Продуктивність 150 дм ³ /год. Габаритні роз- міри 1590x700x1330; маса 520 кг	-	-	ТОВ “Атомтех- нології”

8 КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

8.1. Основи системи управління якості та безпеки харчової продукції

На даний момент пивоварна галузь є одним з провідних галузевих ринків в Україні з надзвичайно високим експортним потенціалом. Пивоварна галузь надає велику кількість робочих місць у сфері виробництва, продажів, досліджень. Логістика та реалізація пива забезпечує роботою тисячі людей. Пивоварна галузь надає роботу не лише на заводах де безпосередньо виробляють пиво, а й надає можливість заробляти працівникам агропромислового комплексу, що вирощують сировину, інженерам та спеціалістам з обладнання, що забезпечують роботу підприємств, а також логістам та працівникам торгівельних мереж. Важливе значення пивоварної галузі в тому що, що вона є складовою утворення бюджету країни.

Вибір Україною європейського шляху розвитку передбачає прийняття нових зобов'язань із гарантування та забезпечення якості та безпеки харчових продуктів. Громадяни України стали пред'являти більш високі вимоги до якості та безпеки продуктів харчування. Вони прагнуть не тільки добре та якісно харчуватися, але й бути впевненими в цілковитій безпеці споживаної продукції.

Дотримуючись міжнародних вимог в галузі безпеки харчових продуктів, вітчизняні підприємства харчової промисловості впроваджують системи управління безпекою продуктів харчування - НАССР (Hazard Analysis and Critical Control Points).

НАССР - система яка ідентифікує, оцінює і контролює небезпечні фактори, що є визначальними для безпеки харчових продуктів.

Ця система гарантує безпеку продукції на всьому шляху харчового ланцюжка «від поля до столу», адже дає змогу виявити критичні точки, які можуть вплинути на безпеку кінцевого продукту, усунути їх і постійно контролювати. Система НАССР – це надійний засіб захисту споживачів харчових продуктів, яка покликана ідентифікувати, оцінити і контролювати небезпечні фактори, що є визначальними для безпеки харчових продуктів. НАССР гарантує безпеку продукції на повному шляху харчового ланцюжка та надає змогу виявити усі критичні точки, які можуть вплинути на безпеку кінцевого продукту, усунути шкідливі фактори та контролювати повний процес виробництва.

Сім принципів НАССР – це не що інше, як список наступних кроків, які повинні бути реалізовані при впровадженні системи безпеки харчових, незалежно від типу і розміру підприємства.

Принцип 1. Аналіз ризиків і превентивних заходів. Ефективна ідентифікація та аналіз небезпечних чинників є ключовим моментом для подальшого розроблення плану НАССР.

					КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Після ідентифікації всіх небезпек проводиться їх аналіз, щоб зрозуміти ризик, пов'язаний із цією небезпекою. Під час аналізу враховують, які заходи контролю можна застосувати для запобігання виникненню, для зменшення до прийняттого рівня або усунення небезпечного чинника та на якому з етапів це можна зробити.

Принцип 2. Визначення критичних контрольних точок. На цьому етапі розроблення системи НАССР проводиться визначення точок (місць), які необхідно контролювати для усунення суттєвих небезпечних чинників або мінімізації ймовірності їх виникнення. Для полегшення завдання рекомендується застосовувати так зване «дерево рішень» – послідовність питань, які допомагають визначити ККТ.

Принцип 3. Установлення критичних меж. Для кожної критичної контрольної точки повинні бути встановлені критичні межі – крайні прийнятні значення (показники), що відділяють випуск безпечного харчового продукту від небезпечного.

Принцип 4. Встановлення процедур моніторингу. Для кожної критичної контрольної точки повинна бути розроблена система моніторингу (контролю) з визначеною періодичністю та зазначенням відповідальної за моніторинг особи.

Принцип 5. Коригувальні дії. Група НАССР завчасно розробляє коригувальні дії для кожної критичної контрольної точки, які можна негайно застосувати в разі, коли дані моніторингу свідчать про відхилення від критичних меж.

Принцип 6. Верифікація (перевірка). Перевірка, що система НАССР працює правильно й ефективно. Елементом верифікації є валідація.

Принцип 7. Документування. Процедура ведення записів та документації, що має відповідати розміру потужності, особливостям технологічних процесів та давати змогу оператору ринку перевіряти впровадження та дієвість заходів із контролю, передбачених системою НАССР.

8.2. Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва та його метрологічне забезпечення

Технологічний контроль є основним методом контролю за управлінням технологічними процесами в пивоварному виробництві, який гарантує підвищення якості пива та зниження витрат.

Завдяки ефективному управлінню та підтримці технологічних процесів у виробництві пива стає можливим вдосконалювати технологію, забезпечуючи виробництво високоякісної продукції, що відповідає чинним галузевим стандартам (ДСТУ 3888:2015 «Пиво. Загальні технічні умови»).

Впроваджуючи ефективний контроль виробництва, компанії можуть гарантувати виробництво високоякісної та стабільної продукції при мінімізації

					<i>КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

використання сировини та допоміжних матеріалів. Високий технічний рівень виробництва неможливий без ефективного контролю та організації.

Заводська лабораторія проводить ретельний контроль якості вхідної сировини, допоміжних матеріалів і готової продукції, забезпечуючи дотримання технологічних режимів і оптимальних параметрів. План управління пивоварним виробництвом узгоджується з технологічним процесом. [25]

Основним завданням мікробіологічного контролю у виробництві харчових продуктів є забезпечення виробництва високоякісних і безпечних харчових продуктів. Основним завданням мікробіологічного контролю є оперативне виявлення шляхів проникнення шкідливих мікроорганізмів у виробництво, джерел їх поширення і можливості розмноження на етапах технологічного процесу, а також розробка методів запобігання їх розвитку і активне знищення.

У лабораторіях підприємств систематично проводиться мікробіологічний контроль. Він реалізується на кожному етапі технологічного процесу, починаючи з сировини і закінчуючи готовою продукцією, відповідно до державних стандартів, технічних умов, інструкцій, порядків та іншої нормативної документації для кожної галузі харчової промисловості. Схема технохімічного та мікробіологічного контролю у відділенні ферментації наведено у табл. 8.1

Таблиця 8.1 — Схема технохімічного та мікробіологічного контролю у варильному відділенні [25]

Об'єкт контролю	Місце відбору проби	Контрольований показник, одиниця виміру	Метод контролю	Норма або технологічні показники	Періодичність відбору проби	Відповідальний
1	2	3	4	5	6	7
Солод під час приймання	В кожній пробі	Зовнішній вигляд	Органолептично	Однорідна зернова маса, без плісняви	В день надходження на завод	Хімік
		Колір		Світло-жовтий/жовтий		
		Смак		Солодовий		
	В середній пробі від партії	Прохід крізь сито (2,2*2,0) мм, %	Ваговий	не більше 3,0		
		Масова частка смітних домішок, %		не більше 0,3		
		Масова частка вологи, %	Прискореного сушіння	не більше 5,0		
Несолоджена сировина	В кожній пробі	Колір	Органолептично	Від білого до жовтуватого	В день надходження на завод	Хімік
		Смак		Без сторонніх присмаків, плісняви		
		Масова частка вологи, %	Прискореного сушіння	не більше 10%		

КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

Арк.

53

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

Закінчення табл. 8.1

1	2	3	4	5	6	7
Хміль гранульований	В середній пробі партії	Масова частка вологи, %	Прискороного сушіння	7,0-10,0	Під час приймання	Хімік
		Масова частка α -кислот, %	Поляриметричний	не менше 2,5		
Вода для технологічних цілей	В середній пробі	Запах, смак, прозорість	Органолептично	Відповідає стандартним показникам	Кожний день	Хімік
		Жорсткість, моль/дм ³	Комплексонометрично	2,0-4,0		
		Окислюваність, мг O ₂ /дм ³	Перманганатометричним	не більше 0,2		
		Лужність, моль/дм ³	Титрування соляною кислотою з індикатором фенолфталеїн	0,5-1,5		
Подрібнення солоду	Бункер для солоду	Склад помелу, %: лузга крупка мілка крупка крупна борошно	Ваговий	15-18 30-35 18-22 25-35	Не рідше 1 разу на декаду і під час установлення валків солододробарок	Хімік
Приготування затору	Заторний апарат	рН затору	рН-метром	5,4-5,6	1 раз у 10 днів	Хімік
Фільтрування затору	Фільтраційний апарат	Концентрація сухих речовин у промивній воді	Рефрактометр	Не більше 0,5		
Гаряче сусло	Сусловарильна лінія	рН сусла	рН- метром	5,4-5,6		
		Оцукрювання	Проба на йод	Відсутність темного забарвлення		
		Колір, см ³ 0,1 моль/ дм ³ р-ну I ₂ на 100см ³ води	Порівняння з розчином йоду	Світле: 0,36-0,63, Темне: 9-10		

9 СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ ТА ЕНЕРГО- І РЕСУРСО-ЗБЕРЕЖЕННЯ

У будь-якому бізнесі чи галузі існує оптимальний рівень енергоспоживання, якого можна досягти — це максимальна кількість енергетичних витрат, яку можна мінімізувати за допомогою ефективних методів виробництва. Це обмеження відповідає поточному рівню технічного оснащення галузі. Застосовуючи різні організаційні та технічні стратегії, можливо наблизитися до теоретичного значення рівня енергоспоживання.

У пивоварній промисловості є втрати енергії, оскільки управління тепловою енергією організовано неефективно. Одним із обов'язків організації в енергетиці є впровадження заходів, спрямованих на мінімізацію невиробничих втрат енергії, що стосується використання енергозберігаючих технологій.[14]

Енергозберігаючі технології — це інвестиції в майбутнє. Найбільш надійним підходом до боротьби зі зростанням вартості обмежених джерел енергії є використання енергоефективних та енергозберігаючих технологій. Останнім часом дискусії навколо альтернативних джерел енергії та систем енергозбереження набувають все більшого значення в нашому повсякденному житті.

У контексті управління енергією підприємства класифікують енергетичні ресурси на первинні та вторинні джерела.

Первинні енергетичні ресурси — це легкодоступні або спеціально вироблені підприємством джерела енергії для власного використання чи підтримки своєї діяльності.

Вторинні енергетичні ресурси відносяться до потенціалу певного виду енергії (теплової, хімічної, механічної, електричної), що зберігається у відходах, напівпродуктах або готових продуктах, що утворюються в процесі виробництва.

Першим кроком до ресурсозбереження має бути зменшення виробничих втрат. Удосконалення технологічних операцій для мінімізації втрат сировини, напівфабрикатів і готової продукції на кожному етапі виробництва є високоефективним і досить доступним ресурсозберігаючим прийомом.[2]

Заходи щодо енергозбереження:

Освітлення:

- установка регуляторів освітлення і датчиків;
- енергозберігаючі лампи для приміщень і вулиці;
- фарбування стін та стелі в світлі тони.

Збереження тепла. Теплозахист приміщень: встановлення склопакетів, утеплення вікон та дверей, підлоги, стін. Ізоляція, яка може посилити теплообмін і зменшити втрати теплової енергії. Рішення для теплоізоляції стін складських приміщень забезпечується зовнішнім використанням таких матеріалів, як

					СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ ТА ЕНЕРГО- І РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

поліуретан і кераміка. Піна товщиною 10 см, нанесена на зовнішню поверхню резервуарів, може знизити теплопровідність до 35 %.

Повторне використання води. Вода, яка використовується в процесі охолодження пивного сусла, може бути повторно використана для етапу приготування сусла, що призводить до збереження пари та гарячої води.

Використання відходів пивоварного виробництва

Білкові відстій одержують при охолодженні та освітленні сусла у відстійному апараті, гідроциклоні або сепараторі. Він складається переважно з білково-дубильних сполук, що виділилися із сусла під час його кип'ятіння з хмелем або при охолодженні.

На 100 кг засипу солоду одержують у середньому 2...3 кг білкового відстою вологістю 80 %. Склад сухої речовини білків відстою такий, %: водорозчинних екстрактивних речовин — 38, хмельових смол — 16, білкових речовин — 35, клітковини — 6 і мінеральних речовин — 4. За хімічним складом білковий відстій на всіх підприємствах будь-якої потужності доцільно додавати до пивної дробини і реалізувати разом з нею у господарства на відгодівлю худобі або переробляти у біогаз.[14]

Хмельова дробина — менш цінні відходи, оскільки поки що вони не набули ефективного застосування. Безводної хмельової дробини одержують 60 % від заданого в сусло хмелю. Таким чином, з 1 кг хмелю, який використовують для виробництва сусла, одержують приблизно 4 кг хмельової дробини вологістю 85 %. Вона містить 4,46 % сирого протеїну, 26,15 % безазотистих екстрактивних речовин, 3,34 % екстракту ароматичних речовин і 5,36 % клітковини.

За складом і засвоюваністю хмельову дробину прирівнюють до лугового сіна, у ній є близько 50 % засвоюваних речовин.

Солодова дробина. В середньому на 1000 дал виробленого пива утворюється біля 2,5 т пивної дробини вологістю 86 % і до 50 дал залишкових дріжджів, тому на полігонах пивоварних заводів за сезон накопичується велика кількість відходів виробництва. Солодова дробина містить ще 0,5-0,7 % вимивного екстракту. До її складу входять зернові оболонки, нерозчинні частини зерна, що містять, в основному, полісахариди, майже весь жир і значну частину білкових речовин вихідної сировини, а також органічні кислоти, переважно молочну.

Утилізація пивної дробини на полігонах негативно впливає на екологію, а також згідно із статтею 68 Закону України «Про охорону навколишнього середовища» є платною процедурою, тому вигідніше продавати дробину на корм для тварин. Сира пивна дробина використовується фермерами для відгодівлі домашніх тварин як молокогінний високобілковий корм та як корм для птиці.[14]

					СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ ТА ЕНЕРГО- І РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

10 ЗАХОДИ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ БЕЗПЕЧНИХ УМОВ ПРАЦІ НА ВИРОБНИЦТВІ

Охорона праці на пивоварному виробництві регулюється низкою нормативно-правових актів України, спрямованих на забезпечення безпеки та здоров'я працівників у процесі трудової діяльності. Ключовим документом у цій сфері є Закон України "Про охорону праці", який визначає основні положення щодо реалізації конституційного права громадян на безпечні та здорові умови праці. [13]

Специфічні вимоги до безпечного виконання робіт у технологічних процесах виробництва солоду, пива та безалкогольних напоїв встановлені "Правилами охорони праці для працівників виробництва солоду, пива та безалкогольних напоїв", затвердженими наказом Міністерства соціальної політики України від 18 квітня 2017 року № 635. [18]

Ці правила охоплюють вимоги до організації робочих місць, експлуатації обладнання, використання засобів індивідуального захисту, а також порядку проведення навчання та інструктажів з охорони праці. Дотримання зазначених нормативних актів є обов'язковим для всіх підприємств пивоварної галузі незалежно від форми власності та організаційно-правової форми.

Крім того, на підприємствах пивоварної промисловості застосовуються "Державні санітарні норми і правила для підприємств, що виробляють солод, пиво та безалкогольні напої" (ДСанПіН 4.4.4-152-2008), які встановлюють санітарно-гігієнічні вимоги до виробничих процесів та умов праці. [2]

Управління охороною праці на підприємстві в цілому здійснює його керівник (власник), а в підрозділах (цехах, відділах, службах) – їх керівники або головні фахівці.

Служба охорони праці створюється незалежно від форми власності для виконання правових, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних соціально-економічних і лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на попередження нещасних випадків, професійних захворювань і аварій в процесі праці [22].

Для здійснення вищезазначених цілей служба охорони праці повинна вирішувати такі завдання:

- забезпечувати безпеку виробничих процесів, обладнання, будівель і споруд;
- забезпечувати працівників засобами індивідуального та колективного захисту;
- здійснювати професійну підготовку та підвищення кваліфікації працівників з питань охорони праці, вести пропаганду безпечних методів праці;
- забезпечувати оптимальні режими праці та відпочинку працівників;

					ЗАХОДИ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ БЕЗПЕЧНИХ УМОВ ПРАЦІ НА ВИРОБНИЦТВІ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

• вимагати професійного добору виконавців для визначених видів робіт. Інструктажі за часом і характером проведення бувають вступний, первинними, повторними, позаплановими та цільовими.

Вступний інструктаж проводить спеціаліст з охорони праці або людина, призначена наказом для проведення цієї роботи. Місце проведення вступного інструктажу - кабінет охорони праці або обладнане наочними матеріалами інше приміщення.

Первинний інструктаж проводиться на робочому місці до початку роботи з новоприйнятим працівником або працівником, який буде виконувати нову для нього роботу; студентом, учнем або вихованцем перед роботою в майстернях, лабораторіях, дільницях.

Первинний інструктаж проводиться індивідуально або з групою осіб загальної спеціальності за програмою, складеною з урахуванням вимог відповідних інструкцій з охорони праці, інших нормативних актів про охорону праці, технічної документації і орієнтовного переліку питань первинного інструктажу.

Програма первинного інструктажу розробляється керівником цеху або ділянки, узгоджується зі службою охорони праці і затверджується керівником підприємства [20].

Повторний інструктаж проводять на робочому місці з усіма працівниками: на роботах з підвищеною небезпекою - один раз на квартал; на інших роботах - один раз за півріччя. Проводиться індивідуально або з групою працівників, які виконують однотипні роботи, за програмою первинного інструктажу в повному обсязі[20].

Позаплановий інструктаж проводиться з працівниками на робочому місці або кабінеті охорони праці:

- при введення в дію нових або змінених нормативних актів про охорону праці;
- при зміні технологічного процесу, заміні або модернізації обладнання, приладів та інструментів.
- при порушенні працівником нормативних актів, що може призвести до травми, отруєння або аварії;
- на вимогу працівника органу державного нагляду або вищої державної чи господарської організації при виявленні недостатнього знання працівником безпечних прийомів праці і нормативних актів про охорону праці;
- при перерві в роботі виконавця робіт більше 30 календарних днів для робіт з підвищеною небезпекою, а для інших робіт - понад 60 днів. Позаплановий інструктаж проводиться індивідуально або з групою працівників загальної спеціальності. Обсяг і зміст інструктажу визначається в кожному окремому випадку залежно від обставин, що викликали необхідність його проведення.

					ЗАХОДИ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ БЕЗПЕЧНИХ УМОВ ПРАЦІ НА ВИРОБНИЦТВІ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Цільовий інструктаж фіксується нарядом-допуском або іншою документацією, що дозволяє проведення робіт. Первинний, повторний, позаплановий і цільовий інструктажі проводить безпосередньо керівник робіт. Перевірка знань здійснюється усним опитуванням або за допомогою технічних засобів навчання, а також перевіркою навичок виконання робіт відповідно вимог безпеки [20].

Оформляються первинний, повторний та позаплановий інструктажі, стажування та допуск до роботи реєстрацією в спеціальному журналі. При цьому обов'язкові підписи як інструктували, так і інструктує. Журнали інструктажів повинні бути пронумеровані, прошнуровані і скріплені печаткою.

Керівник підприємства зобов'язаний видати працівнику зразок інструкції про охорону праці за його професією або вивісити її на робочому місці.

До обслуговування технологічного та допоміжного обладнання відділення допускаються особи старші за 18 років, які пройшли медичний огляд, вступний інструктаж.

Робітники під час обслуговування обладнання повинні бути одягнені в спецодяг та мати належні засоби індивідуального захисту працівників. В аварійних ситуаціях потрібно негайно вимкнути устаткування, повідомити адміністрацію та вжити відповідних заходів для ліквідації аварії. До роботи з діоксидом сірки допускаються лише працівники з належним рівнем підготовки, та в протигазі [18].

					<i>ЗАХОДИ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ БЕЗПЕЧНИХ УМОВ ПРАЦІ НА ВИРОБНИЦТВІ</i>	Арк.
						59
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Основною метою даної кваліфікаційної роботи є обґрунтування технології приготування пивного сусла з урахуванням сучасних інноваційних рішень. Для цього була розроблена технологічна схема, яка базується на передовому досвіді провідних підприємств галузі та впровадженні низки технічних і технологічних удосконалень:

1. Зернова сировина транспортується з місць зберігання механізованими засобами, зокрема норіями та стрічковими транспортерами.

2. Для подрібнення солоду використовується дробарка кондиційованого помелу, тоді як несолоджена сировина переробляється у молотковій дробарці.

3. Процес затирання здійснюється за одновідварною схемою, що забезпечує оптимальні умови екстракції корисних речовин.

4. Фільтрування затору виконується на сучасному автоматизованому фільтраційному апараті, що підвищує ефективність процесу.

5. Кип'ятіння сусла проводиться у сусловарильному апараті з внутрішнім кип'ятильником та подвійним відбивним екраном, що дозволяє використовувати динамічний метод кип'ятіння під низьким надлишковим тиском. Це сприяє інтенсифікації процесів випаровування небажаних ароматичних речовин, зниженню концентрації диметилсульфіду (ДМС) до нормативного рівня (до 50 мкг/дм³), скороченню часу кип'ятіння з 90 до 60 хвилин і зменшенню енерговитрат до 30%.

6. Для охмелення передбачено використання як гіркого, так і ароматичного хмелю.

7. Освітлення пивного сусла здійснюється у гідроциклонному апараті «Вірпул», а його охолодження – у двосекційному пластинчастому теплообміннику.

8. Запропонована технологічна схема виробництва пивного сусла включає впровадження енергозберігаючої колони, що дозволяє раціональніше використовувати ресурси під час виробничого процесу.

У межах кваліфікаційної роботи було виконано розрахунки витрат сировини, продуктивності обладнання та передбачено виробництво таких сортів пива: «Golden Malt» (11%), «Amber Stout» (12%) і «Light Seed» (11%). Розроблено систему технохімічного та мікробіологічного контролю варильного відділення, що дає змогу здійснювати якісний моніторинг продукції на всіх етапах виробництва. Крім того, проаналізовано принципи забезпечення безпеки виробничого процесу, запропоновано заходи для створення безпечних умов праці, а також розглянуто систему екологічного управління та підходи до енерго- і ресурсозбереження.

					ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСанПіН 2.2.4-171-10 Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. [Чинний від 2010-12-05]. Київ: Держспоживстандарт, 2015. 20 с.
2. ДСанПіН 4.4.4.-152-2008. Державні санітарні норми і правила для підприємств, що виробляють солод, пиво та безалкогольні напої. [Чинний від 2008-01-01]. Київ: Держспоживстандарт, 2007. 9 с.
3. ДСТУ 3769-98. Ячмінь. Загальні технічні умови. [Чинний від 1998-08-01]. Київ: Держспоживстандарт України. 1998. 17 с.
4. ДСТУ 3888:2015 Пиво. Загальні технічні умови. [Чинний від 2015-11-01]. Київ: Держспоживстандарт України. 2015. 14 с.
5. ДСТУ 4282:2004 Солод пивоварний ячмінний. Загальні технічні умови. [Чинний від 2004-1-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2004. 14 с.
6. ДСТУ 4525:2006 Кукурудза. Технічні умови. [Чинний від 2007-04-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2007. 21 с.
7. ДСТУ 4621:2006 Молочна кислота. Технічні умови. [Чинний від 01.07.2010]. Київ: Держспоживстандарт України, 2010. 27 с.
8. ДСТУ 4965:2008 Рис. Технічні умови. [Чинний від 2010-07-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2010. 17 с.
9. ДСТУ 7028-2009 Гранули хмелю. Технічні умови. [Чинний від 2019-08-20]. Київ: Державний стандарт України. 2019. 14 с.
10. ДСТУ 7225-2014 Вода питна. [Чинний від 2015-05-28]. Київ: Державний стандарт України. 2015. 13 с.
11. ДСТУ БА.2.4-7:2009. Правила виконання архітектурно-будівельних робочих креслень. [Чинний від 2010-01-01]. Київ: Укрархбудінформ, 2009. 74 с. (Національний стандарт України).
12. ДСТУ Б А.2.4-6:2009. Правила виконання робочої документації генеральних планів підприємств, споруд та житлово-цивільних об'єктів. [Чинний від 2010-01-01] Київ: Укрархбудінформ, 2009. 73 с. (Національний стандарт України).
13. Закон України від 14.10.92 № 2695-ХІІ. Про охорону праці. Відомості Верховної Ради України, 1992. № 49. ст. 669.
14. Інновації в технологіях продуктів бродіння і виноробства [Електронний ресурс]: конспект лекцій для здобувачів освітнього ступеня «магістр» спеціальності 181 «Харчові технології» освітньо-професійної програми «Технології продуктів бродіння і виноробства» денної та заочної форм навчання / В.Л. Прибильський та ін. //за ред. В.Л. Прибильський. Київ: НУХТ, 2022. 275 с.

					СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

15. Інновації в технологіях продуктів бродіння і виноробства [електронний ресурс]: методичні рекомендації до виконання курсового проекту для здобувачів освітнього ступеня «магістр» спеціальності 181 «Харчові технології» освітньо-професійної програми «Технології продуктів бродіння і виноробства» денної та заочної форм навчання / Куц А.М., Прибильський В.Л., Білько М.В.. Київ: НУХТ, 2019. 92 с.

16. Курсове і дипломне проектування: методичні рекомендації щодо складання принципів і апаратурно-технологічних схем та умовно-графічних зображень в апаратурно-технологічних схемах для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності «Технологія продуктів бродіння і виноробства» за ОКР «бакалавр», «спеціаліст», «магістр» /уклад. П.Л. Шиян, В.Л. Прибильський, А.М. Куц та ін. Київ: НУХТ, 2012. 68с. (№8116).

17. Методичні рекомендації до виконання кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» спеціальності 181 «Харчові технології», освітньо-професійної програми «Харчові технології та інженерія» денної та заочної форм здобуття освіти [Електронний ресурс] / О.В. Кочубей-Литвиненко, А.Г. Пухляк, А.М. Куц та ін. Київ: НУХТ, 2024. 62 с.

18. Наказ Міністерства соціальної політики України від 18 квітня 2017 року № 635 про «Правила охорони праці для працівників виробництва солоду, пива та безалкогольних напоїв» [Чинний від 2017-06-16]. Київ, 2017. 24 с.

19. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості: підруч. / І.С. Гулий, М.М. Пушанко, Л.О. Орлов та ін. // за ред. І.С. Гулого. Вінниця: Нова книга, 2001. 576 с.

20. Основи охорони праці: підручник. 2-ге видання, доповнене та перероблене / Ткачук К.Н. та ін. / за ред. К.Н. Ткачука і М.О. Халімовського. Київ: Основа, 2006. 448 с.

21. Проектування підприємств галузі з основами САПР: методичні рекомендації до виконання курсового проекту для студентів напряму підготовки 6.051701 «Харчові технології та інженерія» денної і заочної форм навчання / уклад. А.М. Куц, П.Л. Шиян та ін. Київ: НУХТ, 2015. 80 с.

22. Роль охорони праці на підприємстві. URL: <https://dspace.pdau.edu.ua/server/api/core/bitstreams/151c1863-5c80-4c73-a432-aeeb28c6e2c1/content> (дата звернення 29.01.2025).

23. Технологія солоду та пива: підруч. Домарецький В. А. Київ: ІНКІОС, 2004. 426 с.

24. Технологія солоду, пива та безалкогольних напоїв у задачах і прикладах: навч. посіб. /А.Є. Мелетєєв, В.А. Домарецький, С.Р. Тодосійчук та ін.// під ред. А.Є. Мелетєєва. Київ: НУХТ, 2007. 256 с.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
						62

25. Технохімічний контроль виробництва солоду, пива і безалкогольних напоїв : підручник/ Мелетьєв А. Є., Тодосійчук С. Р., Кошова В. М. / за ред. А. Є. Мелетьєва. Вінниця : Нова Книга, 2007. 392 с.

Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата	Арк.
					63

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ