

**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 2026 р.

**«До захисту допущено»**

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Анатолій КУЦ

(підпис)

« \_\_\_\_ » лютого 2026 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА  
зі спеціальності 181 «Харчові технології»**

(шифр та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми «Харчові технології та інженерія»  
на тему: **Проект варильного відділення пивзаводу потужністю 12 млн  
дал пива на рік з впровадженням ефективної технології  
приготування сусла**

**Виконала: здобувач 5 курсу групи ЗТБ-5-1**

**Аполлінарія Володимирівна ПЛЕКО**

\_\_\_\_\_  
(підпис)

**Керівник: доцент, кандидат  
технічних наук, доцент Зоряна Миколаївна  
РОМАНОВА**

\_\_\_\_\_  
(підпис)

**Рецензент: доцент, кандидат  
технічних наук, доцент Тетяна  
Іванівна РОМАНОВСЬКА**

\_\_\_\_\_  
(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

\_\_\_\_\_ Аполлінарія ПЛЕКО

(підпис)

**Київ 2026**

# НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інститут харчових технологій  
Кафедра біотехнології продуктів бродіння та виноробства  
Освітній ступень – «бакалавр»  
Спеціальність – 181 «Харчові технології»  
Освітня програма – «Харчові технології та інженерія»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри біотехнології  
продуктів бродіння та виноробства

\_\_\_\_\_Анатолій КУЦ

30 листопада 2025 року

## **З А В Д А Н Н Я НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА Аполлінарії Володимирівни ПЛЕКО**

1. Тема роботи Проект варильного відділення пивзаводу потужністю 12 млн дал пива на рік з впровадженням ефективної технології приготування сусла

Керівник роботи Зоряна Миколаївна РОМАНОВА к.т.н., доцент  
(ім'я, прізвище, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по Університету від 07 жовтня 2025 року № 212-КС

2. Строк подання здобувачем роботи 01 лютого 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи \_\_\_\_\_

1. Норми технологічного проектування.

2. Матеріали, зібрані під час переддипломної практики.

3. Сировина для виробництва пива: солод світлий, солод темний, солод карамельний, рисова січка, борошно ячмінне.

4. Передбачити виробництво трьох сортів пива — два світлих і один темний

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Титульний аркуш. Завдання на проектування. Анотація (трьома мовами). Зміст. Вступ. 1. Характеристика підприємства та режими його роботи. 2. Обґрунтування асортименту проекрованої продукції. 3. Техніко-економічне обґрунтування вибору технології пивного сусла. 4. Характеристика проекрованої 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 безпечності 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 – 1 аркуш

Розріз – 1 аркуш

**6. Консультанти розділів роботи**

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

7. Дата видачі завдання 10 вересня 2025 року

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Структура підприємства та режими його роботи	10.09.25-20.09.25	Виконано
2.	Обґрунтування та вибір способів та режимів з інтенсифікацією процесів освітлення та охолодження охмеленого суслу		
3.	Характеристика проектованої продукції, сировини, основних і допоміжних матеріалів	22.09.25-14.10.25	Виконано
4.	Технологічні розрахунки	16.10.25-20.10.25	Виконано
5.	Розрахунки та підбір технологічного обладнання		
6.	Викреслювання апаратурно-технологічної схеми	22.10.25-15.11.25	Виконано
7.	Оформлення креслення і погодження з керівником		
8.	Технологічний і мікробіологічний контроль виробництва та його метрологічне забезпечення	16.11.25-28.11.25	Виконано
9.	Охорона праці	05.11.23-17.11.25	Виконано
10.	Оформлення пояснювальної записки	11.01.25-25.01.26	Виконано
11.	Подання роботи в комісію по перевірці на антиплагіат	01.01.25-15.01.26	Виконано
12.	Попередній розгляд проекту на кафедрі		Виконано
13.	Отримання зовнішньої рецензії і підготовка до захисту в ЕК	01.02.26-12.02.26	Виконано
14.	Захист роботи в ЕК	Згідно графіку	

**Здобувач  
Керівник**

**Аполлінарія Володимирівна ПЛЕКО  
Зоряна Миколаївна РОМАНОВА**

## АНОТАЦІЯ

У кваліфікаційній роботі представлено проєкт пивоварного заводу продуктивністю 12 млн дал на рік із випуску трьох сортів пива: світлих «Golden Malt» і «Light Seed» та темного «Amber Stout».

У роботі обґрунтовано доцільність використання комбінації двох типів солоду та мінімальної кількості несолодженої сировини. Такий підхід забезпечує стабільність технологічних параметрів і формує автентичний смаковий профіль готового продукту. Розроблена технологічна схема виробництва передбачає кондиційоване подрібнення солоду на дробарці, застосування сучасного фільтр-апарата для ефективної фільтрації затору та використання гранульованого хмелю, що сприяє покращенню аромату й смакових характеристик напою.

З метою підвищення енергоефективності процесу запропоновано інтеграцію енергозберігаючої колони, яка дозволяє зменшити витрати теплової енергії. Проведено розрахунки виробничих площ, продуктивності обладнання та кількісних показників готової продукції. Особливу увагу приділено системі контролю якості та безпечності пива, а також питанням екологічного менеджменту й раціонального використання ресурсів. Окремо розглянуто заходи щодо створення безпечних умов праці на виробництві.

Запропоновані інженерно-технічні рішення спрямовані на оптимізацію технологічного процесу, скорочення енергоспоживання та забезпечення відповідності сучасним стандартам якості й екологічної безпеки.

**Ключові слова:** пивоваріння, солод, гранульований хміль, фільтр-апарат, кондиційоване подрібнення, контроль якості.

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

## ANNOTATION

In this qualification work, a project of a brewery with an annual capacity of 12 million dal has been presented, producing three types of beer: light beers “**Golden Malt**” and “**Light Seed**”, and dark beer “**Amber Stout**”.

The use of two types of malt and a minimal amount of unmalted raw materials has been substantiated to ensure stable quality and authentic taste of the product. A technological production scheme has been proposed, which includes conditioned malt milling using a crusher, wort filtration on a modern filter unit, and the use of pelletized hops to enhance the aroma and flavor characteristics of the beverage.

To improve energy efficiency, the installation of an energy-saving column has been proposed, helping to reduce thermal energy consumption. Calculations of production areas, equipment productivity, and quantitative indicators of the finished product have been carried out.

Special attention has been paid to the quality control and safety system of the beer, environmental management, and resource conservation. The work also addresses measures to ensure safe working conditions at the production facility. The proposed technical solutions are aimed at optimizing production, reducing energy consumption, and complying with modern quality and environmental safety standards. **Keywords:** brewing, malt, pelletized hops, filter unit, conditioned milling, energy-saving column, quality control, resource conservation, safe working conditions.

									Арк.
									4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ANNOTATION				

## 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 .....	26
4 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЄКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ ТА ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ .....	28
4.1. Характеристика проєктованої продукції.....	28
4.2. Характеристика сировини .....	29
4.3. Характеристика основних і допоміжних матеріалів.....	36
5 ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ .....	38
5.1. Вихідні дані до розрахунків .....	38
5.2. Продуктові розрахунки.....	38
5.3. Розрахунки витрат основних і допоміжних матеріалів.....	43
6 РОЗРАХУНКИ ПЛОЩ ВИРОБНИЧИХ І СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ .....	47
7 РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ.....	55
8 КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ .....	55
8.1. Основи системи управління якості та безпечності харчової продукції.....	55
8.2. Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва та його метрологічне забезпечення.....	56
9 СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ ТА ЕНЕРГО- І РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ.....	59

					<i>Проект варильного відділення пивзаводу потужністю 12 млн дал пива на рік з використанням ефективної технології приготування сусла</i>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Пілеко А.В.			Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Романова З.М.			5	67	
Реценз.					<b>ЗМІСТ</b>		
Н. Контр.					НУХТ, ННІХТ, БПБВ		
Затверд.		Анатолій Куц			ЗТБ-5-1, 2026		

10 ЗАХОДИ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ БЕЗПЕЧНИХ УМОВ ПРАЦІ НА ВИРОБНИЦТВІ .....	61
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	64
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	65

					ЗМІСТ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 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 проєкту становить 12 млн дал на рік, передбачено застосування рецептури пива, виготовленого з традиційних компонентів – солоду та хмелю із додаванням незначної частки несолодженої сировини. У даній кваліфікаційній роботі розроблено унікальні рецептури світлого та темного пива на основі літературних джерел.

Матеріал роботи представлено у пояснювальній записці формату А4, викладений на 67 сторінках друкованого тексту.

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

										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	Маркетолог	Аналіз ринку, рекламні кампанії. Організація продажів пошук клієнтів.

Основними виробничими підрозділами заводу є:

- відділення підробки та подрібнення сировини;
- варильне відділення;
- дріжджебродильне відділення;
- цехи розливу у скляну тару, PET-пляшки, алюмінієві банки та кеги. Допоміжні підрозділи підприємства:
- транспортний підрозділ;
- мехмайстерня;
- заводська їдальня;
- будівельний підрозділ;
- котельня;
- компресорна;
- цех по виробництву двоокису вуглецю. Обслуговуючі підрозділи підприємства:
- сировинний склад;
- склад порожньої тари;
- митний склад;
- склад готової продукції;
- очисні споруди.

### 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].

Підприємство працює 323 робочих днів на рік, 3 зміни по 8 годин. Плановий ремонт на підприємстві триває 2-3 тижні протягом зимових місяців. Поточний ремонт проводиться щоквартально, крім пікових місяців.

**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) 1. зміна 2. зміна	8:00	20:00	По можливості По можливості	12:00
		20:00	8:00		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

					<b>ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

## 2 ОБҐРУНТУВАННЯ АСОРТИМЕНТУ ПРОЄКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ

### 2.1 Асортимент проєктованої продукції

**Пиво** — це алкогольний напій, що характеризується вираженою діоксидністю та насиченням діоксидом вуглецю, який виготовляють шляхом бродіння охмеленого суслу з використанням пивних дріжджів. Вміст етилового спирту в такому напої може становити від 0,5 % об., а в більшості сортів коливається в межах 4,0–7,9 % об. Додатково пиво містить від 0,3 до 0,5 % діоксиду вуглецю.

У пивоварінні в залежності від рецептури застосовують різні види зернової сировини — ячмінний солод, спеціальні барвні та карамельні солоди, а також допоміжні компоненти, зокрема рис, кукурудзу, цукор. Частка несолоджених матеріалів і цукровмісних продуктів може сягати до 50 % загальної маси зернової сировини, що використовується для приготування затору. Несброжені екстрактивні речовини, що залишаються у пиві, складаються з цукрів, білків, амінокислот, органічних кислот, мінеральних солей і незначної кількості вітамінів, завдяки чому напій набуває насиченого смаку [23].

За кольором ячмінне пиво поділяється на три основні типи: світле, напівтемне та темне, а ячмінне пиво на два типи — світле й темне. Основна різниця між ними зумовлена використовуваною сировиною.

За способом обробки пиво буває фільтрованим або нефільтрованим. Нефільтро-ване пиво додатково класифікується на освітлене й неосвітлене. Окрім цього, пиво поділяють на пастеризоване та непастеризоване.

Залежно від масової частки спирту, що утворюється виключно внаслідок бродіння охмеленого суслу, пиво буває безалкогольне та алкогольне [4]. З урахуванням техніко-економічних особливостей виробництва та споживчих властивостей у даній роботі обґрунтовано певний асортимент та обсяги випуску продукції, що подані в таблиці 2.1

**Таблиця 2.1 – Асортимент і обсяг проєктованих напоїв**

Сорт пива	В і д с о т о к в і д з а г а л ь н о ї к і л ь к о с т і	Виробництво на		Розлив у	
		рік, млн дал	добу, тис дал	скляні пляшки, 0,5 дм <sup>3</sup> , млн	кеги, 50 дм <sup>3</sup> , млн
Golden Malt, світле 11%	60	7,2	21,2	4,0	3
Amber Stout, темне 13%	20	2,4	7,1	2,4	-
Light Seed, світле 11%	20	<b>2,4</b>	<b>7,1</b>	<b>2,4</b>	-

					<b>ОБҐРУНТУВАННЯ АСОРТИМЕНТУ ПРОЄКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

В кваліфікаційній роботі було передбачено приготування трьох сортів пива:

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

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

Пиво «Light Seed» (світле 11,0%) – виготовляється 100% світлого солоду. Рецептури проєктованих напоїв наведено в табл. 2.2.

**Таблиця 2.2 – Рецептури проєктованих сортів пива**

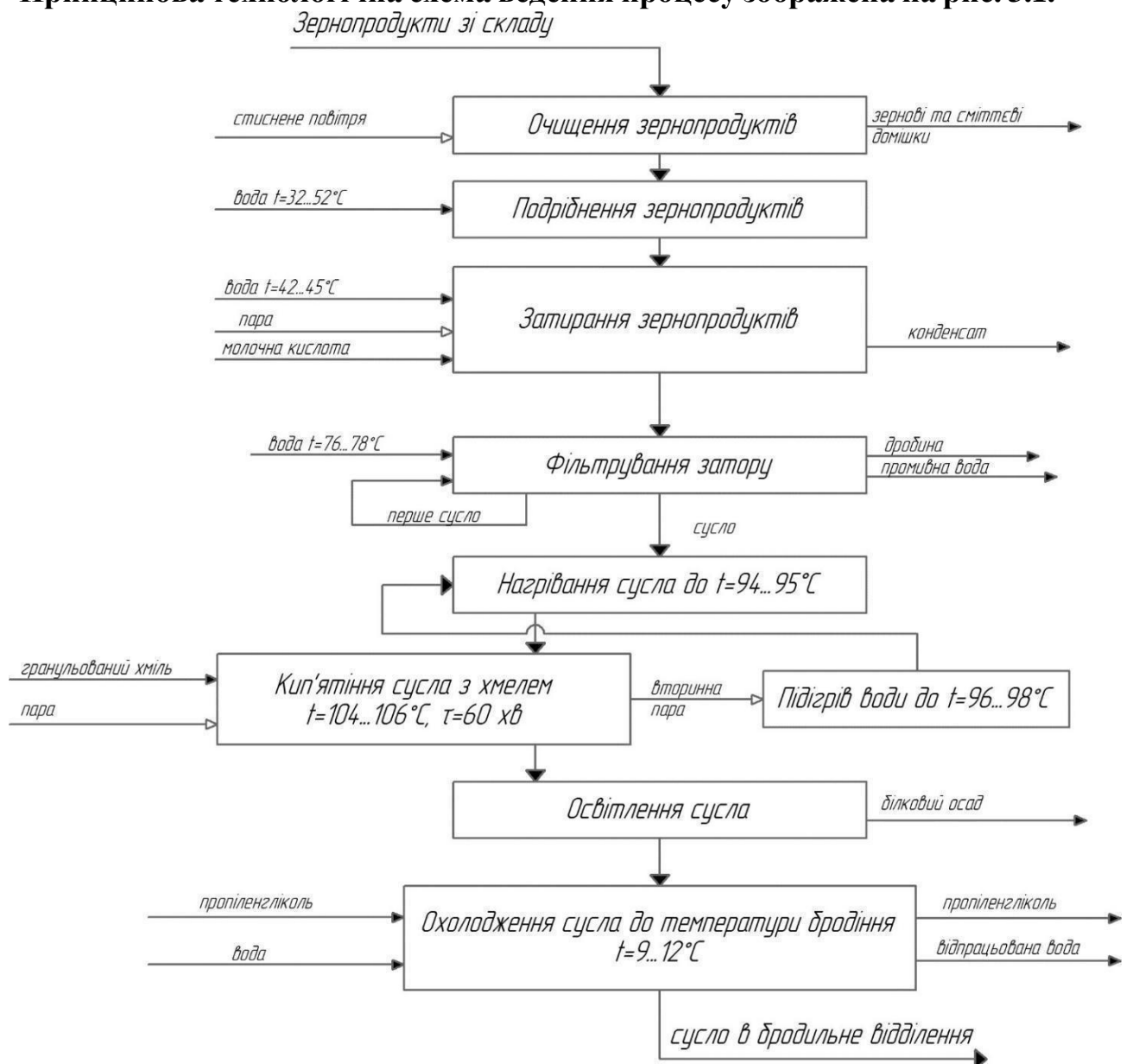
Сорт пива	Масова частка сухих речовин у початковому суслі, %	Витрати на 100 дал			Примітка
		Солод, кг	Несолоджена сировина, кг	Хміль, г	
<b>Golden Malt</b>	11,0	Солод світлий – 160,7	Кукурудзяна крупка - 18	Хміль гіркий - 22 Хміль ароматичний - 4	світле
<b>Amber Stout</b>	13,0	Солод світлий - 157 Солод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

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

## 3.1 Принципова технологічна схема приготування пивного сусла

Головною метою при виборі та обґрунтуванні методів і режимів було визначення енергоощадних технологій та сучасного технологічного устаткування, що сприяє збільшенню виходу екстрактивних речовин, ґрунтуючись на аналізі науково-літературних джерел.

Принципова технологічна схема ведення процесу зображена на рис. 3.1.



**Рисунок. 3.1 - Принципова технологічна схема приготування пивного сусла**

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

#### *Транспортні засоби для переміщення зернопродуктів*

Транспортні засоби поділяють на дві основні групи: пневматичні та механічні [23].

**Пневматичний транспорт** використовується для переміщення сипучих матеріалів трубопроводами за допомогою повітряного або газового потоку. Його головна перевага полягає у можливості повної автоматизації та механізації навантажувально-розвантажувальних процесів, що мінімізує втрати сировини, підвищує безпеку виробництва та покращує санітарно-гігієнічні умови праці. Такі установки забезпечують продуктивність до 500 т/год при довжині траси до 700 м, яка може включати горизонтальні, вертикальні, похилі та криволінійні відрізки.

#### **Переваги пневмотранспорту:**

- Гнучкість у проєктуванні — забезпечує можливість створення трас будь-якої форми з різною кількістю відгалужень.
- Високий рівень автоматизації — дозволяє значно скоротити використання ручної праці.
- Швидке транспортування — гарантує ефективне переміщення матеріалів та зменшує трудомісткість виробничих процесів.
- Функція самозавантаження — матеріал може всмоктуватися без застосування додаткових пристроїв.

#### **Недоліки пневмотранспорту:**

- Зношування деталей — значне навантаження на конструктивні елементи системи.
- Подрібнення матеріалу — може погіршувати якість сировини.
- Висока витрата енергії — транспортування потребує багато електроенергії .
- Високий рівень шуму — особливо помітна при використанні нагнітальних механізмів.

Таким чином, пневматичний транспорт є результативним методом переміщення сипучих матеріалів, проте вимагає впровадження додаткових рішень для зменшення енергозатрат та зниження інтенсивності зношування обладнання.

#### **Механічний транспорт**

Для транспортування зернопродуктів та інших сипучих матеріалів широко використовують механічний транспорт. Він представлений різними типами транспортерів — стрічковими та ланцюговими, що відрізняються своїми характеристиками та областями застосування [19].

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЙ ПИВНОГОСУСЛА ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

### **Шнековий транспортер**

Переміщення сипучих матеріалів у шнекових транспортерах здійснюється за допомогою гвинта, що обертається та переміщує вантаж уздовж стаціонарного жолоба. Вони здатні працювати у різних положеннях — горизонтальному, вертикальному чи похилому — при довжині траси до 60 м по горизонталі та до 15 м по вертикалі, досягаючи продуктивності до 150 т/год.

#### **Переваги шнекового транспорту:**

- Легкість у виробництві та експлуатації — завдяки простій конструкції.
- Мала потреба в просторі — компактніші за інші транспортні системи.
- Можливість транспортування токсичних і пилоподібних речовин — завдяки герметичності системи.
- Витримування високих температур — придатні для переміщення гарячих матеріалів.

#### **Недоліки шнекового транспорту:**

- Погіршення якості сировини — спричинене інтенсивним стиранням та подрібненням матеріалу.
- Високі енергозатрати — процес транспортування супроводжується значним споживанням електроенергії.
- Необхідність регулярного обслуговування — зумовлена зношуванням конструктивних елементів.

### **Стрічковий транспортер**

Стрічковий транспортер являє собою механічний засіб, призначений для горизонтального та похилого переміщення сипучих і кускових матеріалів. Основним елементом конструкції є конвеєрна стрічка, виготовлена з тканинних або полімерних матеріалів, яка може бути плоскою або жолобоподібною.

#### **Переваги стрічкового транспорту:**

- Акуратність транспортування — матеріал переміщується без різких пошкоджень, що важливо для зернопродуктів.
- Використання ефективного приводу забезпечує економічність роботи — низьке енергоспоживання.
- Мінімізація людського втручання — транспортер працює в автоматичному режимі, забезпечуючи безперервність процесу.

#### **Недоліки стрічкового транспорту:**

Потребує значного виробничого простору — великі габарити конструкції.

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЙ	Арк.
					ПІВНОГОСУСЛАТОПИСАПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ	
					СХЕМИ	14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Норія

Норії застосовують для вертикального транспортування сипких матеріалів із питомою масою 250–850 кг/м<sup>3</sup>. Це стаціонарні машини, які використовують на елеваторах, млинах та підприємствах із переробки зерна. Вони можуть піднімати матеріал на висоту до 65 м із продуктивністю від 20 до 2000 т/год. Принцип роботи простий: зерно рухається вгору стрічкою з ковшами зі швидкістю 2,2–2,5 м/с. При цьому пошкодження мінімальні (близько 0,2 %), що дозволяє зберегти якість зерна.

### 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:

- Спорожнення нижньої частини (черевика) може викликати небажане змішування різних видів матеріалів.
- При несподіваному відключенні електроенергії ковші можуть рухатися у зворотному напрямку, що створює ризик аварійної ситуації через їх опускання під вагою завантаженого матеріалу.
- Щоб запобігти зворотному руху ковшів, необхідно встановлювати спеціальні блокувальні пристрої.

Незважаючи на певні недоліки, норії й надалі залишаються одним із найефективніших і найнадійніших засобів вертикального транспортування зернопродуктів, особливо у великих виробничих умовах [19]. У даній кваліфікаційній роботі було обґрунтовано вибір механічних засобів транспортування зернопродуктів. Зокрема, перевага надана стрічковим транспортерам завдяки їхній надійності, економічності та низькому споживанню енергії.

### Очищення солоду та несолодженої сировини

Очищення солоду та несолодженої сировини є важливим етапом технологічного процесу. Зернопродукти переміщуються із зерносховищ у варильне відділення механічним способом, проходять зважування на автоматичних вагах та очищення від домішок за допомогою сепараторів [19].

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

Для очищення зернопродуктів використовують різні сепаратори.

- Повітряно-ситовий сепаратор працює за принципом продування матеріалу повітряним потоком, що дозволяє ефективно видаляти пил, сміття та сторонні домішки.
- Магнітний сепаратор призначений для вилучення металевих частинок із солоду та несолодженої сировини, запобігаючи їхньому потраплянню у виробничий процес.

У даній кваліфікаційній роботі було обґрунтовано використання повітряно-ситового сепаратора для очищення солоду та магнітного сепаратора для обробки солоду й несолодженої сировини. Це забезпечує високу якість подрібнення та покращує властивості кінцевого продукту.

### **Подрібнення солоду та несолодженої сировини**

Подрібнення зернопродуктів здійснюють з метою прискорення фізико-біохімічних процесів їхнього розчинення під час затирання, що забезпечує максимально можливий вихід екстрактивних речовин у сусло. Відповідно до технологічних вимог застосовують три основні методи подрібнення [23].

Сухе подрібнення — передбачає перетирання сухих зернопродуктів між парними валками. Метод вирізняється простотою та можливістю регулювання складу помелу, проте має недолік — пошкодження оболонки зерна, що ускладнює процес фільтрування затору.

Мокре подрібнення — полягає у попередньому зволоженні зерна до вологості 20–22 %. Це сприяє видаленню гірких і дубильних речовин та кремнієвої кислоти. Перевагами є швидке та якісне фільтрування затору завдяки майже неушкодженим оболонкам зерна, а також покращення смакових характеристик готового продукту. Недоліки — підвищені втрати екстракту та необхідність суворого дотримання санітарних норм.

Кондиційоване подрібнення — здійснюється шляхом зволоження солоду водою температурою 50–55 °С у бункері протягом 60 секунд, що підвищує вологість оболонки до 15–20 %. Це забезпечує прискорене фільтрування затору та збереження оболонки зерна майже неушкодженою. З огляду на переваги та недоліки, саме цей метод було обрано як найбільш доцільний для даного проєкту.

Затирання зернопродуктів (зокрема рисової січки) — це процес, під час якого комбінація подрібненого солоду з водою утворює затор. Нерозчинені речовини формують дробину, а рідина, що вилучається із зерна, є суслом. Розчинені у су-слі речовини складають екстракт.

Щоб отримати затор з максимальною кількістю екстрактивних речовин, використовують гідромодуль із співвідношенням солоду й води від 1:4 до 1:2,5. Це дає змогу збільшити вихід екстракту, що підтверджується кількістю вилучених речовин та їхнім вмістом у готовому продукті [14].

Під час затирання створюються умови для роботи ферментів — амілолітичних, протеолітичних і цитолітичних. При змішуванні подрібненого солоду або його суміші з несолодженими матеріалами з водою частки розчиняються й набухають. Із солоду при цьому виділяється 15–20 % речовин: цукри — 7,5–10 %, білки та продукти їхнього гідролізу — 2,5–4 % (серед них 1–1,5 % ксилози та арабінози), пектин — 0,3–0,5 %, дубильні та гіркі речовини — 0,4 %, а також більшість неорганічних компонентів.

Ферментативні процеси регулюють за допомогою контролю температури, підтримання оптимального рН та кип'ятіння для інгібування ферментів. Цитолітичні ферменти розщеплюють геміцелюлози, що допомагає вивільнити крохмальні зерна й посилює дію амілолітичних ферментів. Вони перетворюють некрохмальні полісахариди на пентозани,  $\beta$ -глюкан, арабінозу, ксилозу та глюкозу. Найкраще вони працюють при температурі 40–45 °С та рН 5,6.

### **Протеолітичні ферменти**

Протеази та пептидази здійснюють гідроліз білків із утворенням низькомолекулярних фракцій при температурі близько 50 °С, що сприяє утворенню піни та покращує смакові властивості пива. За температури 60 °С накопичуються високомолекулярні фракції, які важливі для формування повного смаку, проте їх надлишок може спричинити білкове помутніння. Оптимальне значення рН для протеолітичних ферментів становить 5,5.

У даному способі затирання в заторний апарат спочатку додають приблизно половину необхідної кількості води, підігрітої так, щоб після змішування з зерновим помелом температура суміші становила 50–52 °С. Подрібнений зернопродукт засипають поступово за допомогою мішалки, додаючи решту води для досягнення потрібного гідромодуля. Після ретельного перемішування та встановлення температури близько 50 °С проводять білкову паузу тривалістю 10–30 хвилин.

На наступному етапі приблизно 1/3–1/2 густої частини затору перекачують у додатковий заторний апарат. Для вирівнювання консистенції мішалку періодично короткочасно вмикають. Температуру відварки поступово підвищують до 70 °С, проводять оцукрення, після чого нагрівають до кипіння та підтримують його протягом 20–30 хвилин. Далі відварку повільно повертають у основний затор, одночасно вмикаючи мішалки в обох апаратах. Це дозволяє уникнути локального перегріву затору та запобігати інактивації ферментів при введенні гарячої рідини. У результаті загальна температура затору становить 70 °С.

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЙ	Арк.
					ПІВНОГОСУСЛАТОПИСАПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ	
					СХЕМИ	17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У випадках, коли використовується солод із низькою оцукрюючою здатністю, технологічний процес передбачає проведення мальтозної паузи при температурі 60–62 °С протягом 20–30 хвилин. Це необхідно для того, щоб забезпечити утворення достатньої кількості мальтози, яка є основним цукром у суслі. Після цього залишок відварки перекачують у заторний апарат. Завершення оцукрення контролюють за допомогою йодної проби, яка дозволяє визначити наявність крохмалю в суслі. Якщо реакція негативна, це свідчить про повне оцукрення. Далі при температурі 70–72 °С вмикають мішалку, нагрівають затор до 75 °С і перекачують його у фільтраційний апарат.

Таким чином, одновідварний метод затирання забезпечує високий рівень оцукрювання солоду та майже повне розчинення зернових компонентів, що позитивно впливає на вихід екстракту. Однак цей спосіб має і певні недоліки: він характеризується нижчою продуктивністю варильного відділення, менш ефективним використанням обладнання та підвищеними енерговитратами. Саме тому в промислових умовах часто застосовують інші методи, зокрема двовідварний.

Двовідварний спосіб затирання є одним із найпоширеніших у пивоварінні, оскільки дозволяє більш гнучко регулювати температурні режими залежно від якості солоду [23]. На початковому етапі в заторний апарат заливають половину або третину необхідної кількості води, підігрітої до 54–55 °С. Потім через передзаторник подають подрібнений солод разом із залишком води, при цьому вмикають мішалку. Це забезпечує досягнення температури 50–52 °С, при якій затор витримують 15–30 хвилин для проведення білкової паузи. У цей час протеолітичні ферменти розщеплюють білки на більш прості сполуки, що сприяє утворенню піни та покращує смакові характеристики майбутнього пива.

Далі приблизно третину густої частини затору перекачують у відварний апарат. Тут її поступово нагрівають до 65–67 °С при безперервному перемішуванні, витримують мальтозну паузу, а потім підвищують температуру до 70–72 °С. Після перекриття подачі пари та зупинки мішалки проводять кінцеве оцукрення тривалістю 20–30 хвилин. На цьому етапі відбувається остаточне розщеплення крохмалю до цукрів, що підтверджується йодною пробєю.

Після завершення оцукрення відварку швидко нагрівають до температури кипіння (100 °С) і витримують у такому стані 15–30 хвилин. Цей процес називають першою відваркою. Потім відварку повільно повертають у основний затор, при цьому мішалки в обох апаратах працюють одночасно. Це необхідно для того, щоб уникнути локального перегріву та інактивації ферментів. У результаті температура суміші встановлюється на рівні 62–63 °С, після чого затор витримують ще 10–15 хвилин.

Друга відварка проводиться після завершення першого етапу. Для цього приблизно третину загальної маси затору перекачують у відварний апарат. Там її поступово нагрівають до температури 70–72 °С, що створює умови для оцукрення. Після цього температуру підвищують до кипіння та підтримують кип'ятіння протягом 10–20 хвилин. Отриману відварку повільно повертають у основний затор, при цьому температура суміші встановлюється на рівні 70–72 °С. Далі затор витримують ще 20–30 хвилин для забезпечення повного оцукрення, після чого його направляють на фільтрацію.

Тривідварний спосіб затирання застосовується переважно при виробництві темних сортів пива, а також у випадках, коли необхідно покращити розчинення солоду та максимально вилучити смакові речовини. Цей метод є більш складним і тривалим, проте дозволяє отримати насичене сушло з високим вмістом екстрактивних речовин.

На початковому етапі затор готують при температурі 35–37 °С. Після першої відварки температуру основної маси доводять до 50–52 °С і витримують приблизно 15 хвилин, що відповідає білковій паузі. Далі близько третини густої частини перекачують у відварний апарат, де її нагрівають до температури оцукрення, кип'ятять 15–20 хвилин і повертають назад у основний затор. Це дозволяє підняти температуру суміші до 63–68 °С. Для солоду, який характеризується тривалим процесом оцукрення, затор додатково витримують при цій температурі близько 20 хвилин. Це сприяє завершенню гідролізу крохмалю та білків, а також формує оптимальне співвідношення проміжних і кінцевих продуктів.

Третя відварка проводиться з метою підвищення температури сушла та інактивації ферментів. Для цього мішалку вимикають, масі дають можливість розшаруватися, після чого відбирають третину рідкої частини, яка містить високу концентрацію ферментів. Її швидко доводять до кипіння та витримують у такому стані 10–20 хвилин. Потім відварку повертають у заторний апарат, встановлюючи температуру близько 70 °С. Через 30 хвилин перевіряють повноту оцукрення за допомогою йодної проби. Якщо оцукрення неповне, затор додатково витримують при температурі 72 °С, після чого підігрівають до 76–77 °С і направляють на фільтрацію.

При використанні тривідварного способу допускається застосування крупноподрібненого солоду, що дозволяє прискорити процес фільтрації без зниження виходу екстрактивних речовин. Однак цей метод має суттєві недоліки: він є тривалим (загальна тривалість понад 5,5 годин) та потребує значних енерговитрат. Саме тому у виробничих умовах більш поширеними залишаються методи з однією або двома відварками [23].

Для покращення смакових характеристик у заторний апарат разом зі світлим або темним солодом додають карамельний солод, який надає напою специфічний колір та аромат

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЙ	Арк.
					ПІВНОГОСУЛАТОПИСАПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ	
					СХЕМИ	19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Роздільна підготовка сировини передбачає попередню обробку несолодженого зерна при високій температурі (до 100 °С) для його клейстеризації, після чого додають солод, що містить амілази, для проведення оцукрення. Якщо частка несолодженої сировини не перевищує 15 %, ферментів солоду зазвичай достатньо для розщеплення крохмалю. При більшій кількості несолодженого зерна необхідно вводити додаткові ферментні препарати, кількість яких визначається пропорційно його вмісту.

Через підвищену в'язкість несолодженої сировини під час нагрівання існує ризик пригорання, тому на початку додають частину солоду для розрідження затору. При кип'ятінні білки денатуруються, що ускладнює їхнє розщеплення протеолітичними ферментами, тому перед нагріванням до кипіння проводять білкову паузу.

У даній роботі найдоцільнішим визнано одновідварний спосіб затирання, який забезпечує повне оцукрення затору та ефективну переробку як солоду, так і несолодженої сировини. Важливим етапом є регулювання рН промивної води, особливо при використанні несолодженого зерна. Це сприяє стабільності якості сусла та підвищенню виходу екстракту. Для цього рекомендовано застосовувати молочну кислоту.

Підкислення промивної води молочною кислотою дає такі переваги:

- Підтримання рН у межах 5,0–5,1 запобігає переходу небажаних речовин із твердої фази в сусло.
- Завдяки стабілізації кислотності усувається ризик лужного зсуву рН, що може негативно вплинути на ферментативні процеси та склад сусла.
- Вихід екстракту збільшується приблизно на 0,5 %.
- Технологічні операції проходять швидше: промивання дробини та бродіння сусла скорочуються на 10–20 %.

Застосування 0,1–0,3 % 40 %-го розчину молочної кислоти для підкислення води дозволяє ефективно стабілізувати кислотність сусла та підвищити якість готового пива [14].

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЙ ПИВНОГО СУСЛА ТА ОПИСАПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

## Фільтрування затор

Фільтрація є одним із найважливіших етапів виробництва пива, адже саме на цьому етапі формується якість сусла, яке є основою майбутнього напою. Від правильності проведення процесу залежить не лише смак і прозорість пива, але й ефективність використання сировини.

Після завершення затирання затор складається з двох фаз:

- рідкої, що містить розчинені екстрактивні речовини (її називають пивним суслom);
- твердої, яка представлена залишками зернової оболонки та іншими нерозчинними частками (пивна дробина).

Основна мета фільтрації полягає у відділенні сусла від дробини, адже для виробництва пива використовується лише прозоре сусло без залишків твердої фази.

Фільтрація складається з двох основних стадій:

Отримання першого сусла — рідка частина затору відділяється від дробини. Концентрація першого сусла зазвичай становить 14–15 % мас., а тривалість його отримання — 90–120 хвилин.

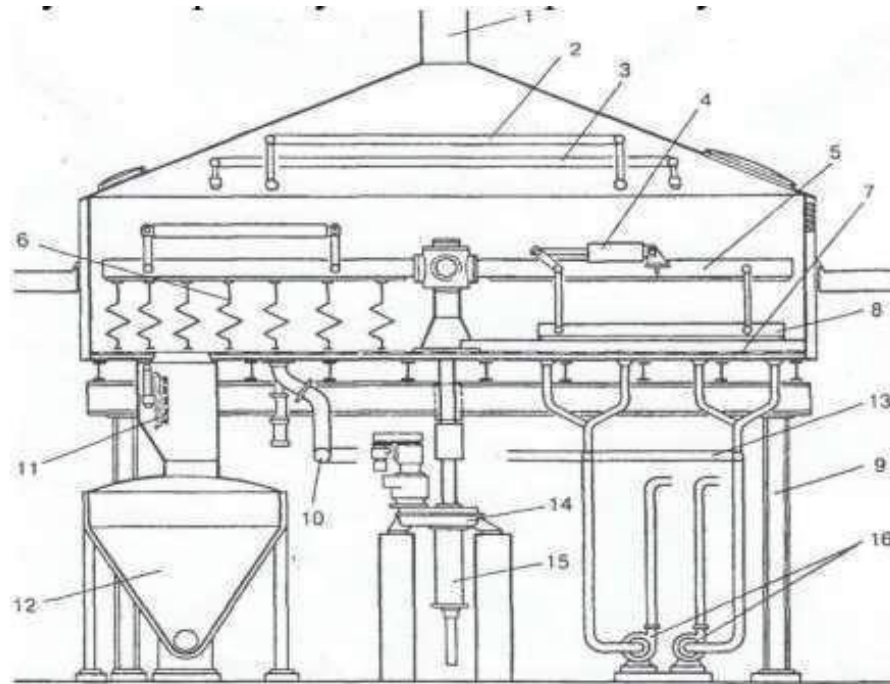
Промивання дробини — здійснюється гарячою водою температурою 78–80 °С. Мета цього етапу — вилучення залишкових екстрактивних речовин та отримання другого сусла.

Після промивання фільтраційний апарат герметично закривають, люки та крани перекривають. Щоб уникнути потрапляння кисню, який ускладнює процес фільтрації, підситовий простір і трубопроводи заповнюють водою температурою близько 80 °С. Товщина шару води має бути не менше 10 мм. Затор швидко перекачують із заторного апарата, при цьому висота шару дробини становить 30–40 см, а температура затору підтримується на рівні 75–78 °С. Коли верхній шар дробини звільняється від сусла, починають промивання водою температурою 75–80 °С.

Під час фільтрації у зоні завитків виникає вихровий рух сусла. Це призводить до відриву часток шротини, які потрапляють у сусло й роблять його мутним. Таке сусло обережно повертають у фільтраційний апарат, не руйнуючи фільтрувального шару. Процес повторюють доти, доки сусло не стане прозорим, після чого його направляють у збірник.

Коли отримано приблизно 70 % першого сусла, починають промивання шротини для вилучення залишкового екстракту.

Основна мета процесу полягає в отриманні прозорого сусла за мінімальний час і з мінімальними залишками екстракту в дробині, адже саме сусло є основою для виробництва високоякісного пива.



**Рисунок. 3.2 – Схема фільтраційного апарату**

На пивоварних підприємствах для фільтрування затору застосовують два основних типи обладнання: **заторні фільтр-преси** та **фільтраційні апарати**. Останні отримали більшу популярність в промисловості завдяки тривалому терміну служби, незначним витратам на обслуговування, можливості виконання 8...10 варок на добу й високому виходу екстракту — до 98,5 %. Тому в цій кваліфікаційній роботі запропоновано використовувати сучасний фільтраційний апарат для забезпечення високої якості продукту та максимального виходу екстракту.

#### **Кип'ятіння сусла з хмелем**

Відфільтроване сусло піддають кип'ятінню з додаванням хмелю й хмелепродуктів для стабілізації його хімічних і мікробіологічних властивостей, а також для надання специфічного смаку й аромату. Хміль надає пиву характерну гіркоту й аромат, сприяє осіданню білка, покращує колір пива й має бактерицидну дію. Кількість хмелю залежить від сорту пива. Тривалість кип'ятіння залежно від технології й обладнання складає від 35 хв до 2 год [23].

Кип'ятіння сусла з хмелем має на меті отримання охмеленого сусла з оптимальними показниками якості. У процесі відбувається ізомеризація альфа-кислот і екстрагування гірких речовин хмелю, що формують характерну гіркоту та аромат.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Одночасно проходить коагуляція й осадження білків і поліфенолів, випаровуються небажані леткі речовини, зокрема диметилсульфід. Висока температура забезпечує стерилізацію сусла, інактивацію ферментів та зміну його фізико-хімічних властивостей, створюючи основу для виробництва якісного пива

Основним процесом під час охмелення є перехід у сусло гірких, ароматичних і дубильних речовин хмелю. Вони мають антисептичні властивості, надають пиву характерної гіркоти та запобігають розвитку небажаної мікрофлори. Ефективність переходу гірких речовин визначається складом хмелю, його кількістю, ступенем ізомеризації, втратами ізомерів разом із білковим осадом, рівнем рН сусла та тривалістю кип'ятіння.

Внесення хмелю здійснюють різними способами залежно від якості сировини та бажаного ступеня охмелення. При одноразовому внесенні хміль додають на початку кип'ятіння й варять 1,5–2 години, проте при цьому втрачається частина летких ароматичних речовин. При дворазовому внесенні норму ділять на дві частини: першу додають при заповненні третини апарата сусллом, другу — за 30–40 хвилин до завершення варки.

У даній роботі використано гранульований хміль (гіркий та ароматичний), а охмелення сусла здійснюється шляхом його циркуляції та екстрагування сухих речовин. Для кип'ятіння обрано варку за низького надлишкового тиску з внутрішнім кип'ятильником. Використання такого апарата дозволяє уникнути застосування додаткового обладнання — виносного кип'ятильника, циркуляційного насоса, трубопроводів та ізоляції, що знижує питомі витрати електроенергії на перекачування сусла [14].

У трубах кип'ятильника сусло рухається знизу вгору, поступово нагріваючись. На внутрішніх стінках утворюються зони: початкове виникнення бульбашок пари, неповне пароутворення та зона повного пароутворення. У цей час пар віддає енергію, конденсується, а шар конденсату, що стікає вниз, потовщується й дещо ускладнює теплопередачу. Такий спосіб забезпечує максимальне випаровування надлишкової води та ефективно видалення диметилсульфиду (ДМС).

Процес охмелення сусла під час кип'ятіння є багатофункціональним і визначальним для формування якості майбутнього пива. Саме на цьому етапі відбувається перехід гірких, ароматичних і дубильних речовин хмелю, що забезпечують характерний смак, аромат і мають антисептичну дію. Вибір способу внесення хмелю, його кількість та тривалість кип'ятіння безпосередньо впливають на органолептичні властивості напою. Використання сучасних технологічних рішень, зокрема внутрішніх кип'ятильників, дозволяє оптимізувати процес, знизити енерговитрати та ефективно видаляти небажані леткі речовини, такі як диметилсульфід. Таким чином, охмелення сусла є ключовим етапом, що поєднує технологічну ефективність із формуванням високої якості пива.

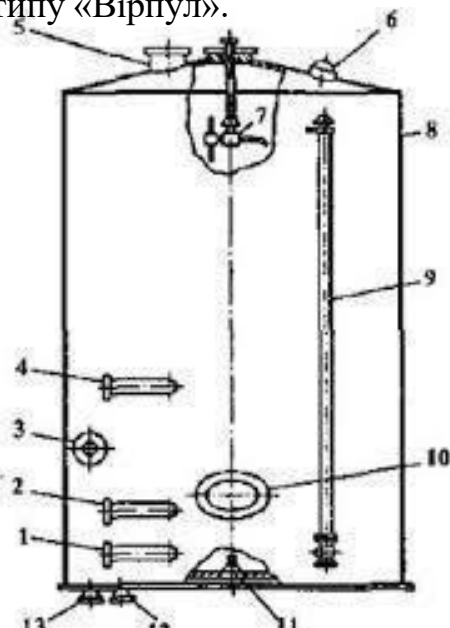
### *Кип'ятіння сусла з хмелем*

Після фільтрації сусло переходить на етап кип'ятіння, під час якого додають хміль або продукти його переробки. Основне призначення цього процесу полягає у стабілізації складу сусла, зменшенні ймовірності мікробіологічного зараження та формуванні необхідних органолептичних характеристик. Саме хміль забезпечує напою виразний аромат, надає йому притаманну гіркоту та створює основу смакового профілю майбутнього пива.

### *Освітлення охмеленого сусла*

Із гарячого охмеленого сусла потрібно видалити завислі речовини, що складаються з великих часток розміром 30–80 мкм. Оскільки вони важчі за рідину, то за умови достатнього часу добре осідають. Видалення цих часток має велике значення, адже їх присутність негативно впливає на якість майбутнього напою. Зокрема, вони ускладнюють освітлення сусла, можуть склеювати дріжджі, збільшують кількість білкового бруху, містять жирні кислоти солоду та створюють труднощі під час фільтрації пива, якщо не усунути їх своєчасно.

Неефективне видалення завислих речовин може бути наслідком недосконалості конструкції фільтраційного чи гідроциклонного обладнання, надмірної мутності сусла через поганий помел солоду, низької якості самого солоду або використання хмелю з недостатнім вмістом дубильних речовин. Для очищення сусла від білкового осаду застосовують гідроциклонний апарат типу «Вірпул».



**Рис.3.3 – Гідроциклонний апарат**

Це циліндрична ємність із конічною кришкою та плоским днищем. На корпусі, на висоті близько 900 мм від днища, розташований вхідний патрубок у вигляді звуженого сопла, встановлений під кутом 30° до дотичної корпусу. Така конструкція забезпечує тангенціальний напрям струменя, що створює всередині апарата обертальний рух сусла. Під дією гідродинамічних сил частинки концентруються в центрі днища, утворюючи осадовий конус. Приблизно через 20 хвилин після освітлення сусло починають відкачувати насосом, відкриваючи спочатку крани патрубків на рівні рідини. «Вірпул» має низку переваг: він простий у конструкції, зручний в експлуатації, забезпечує швидке освітлення сусла навіть при високій температурі, сприяє утворенню щільного осаду та зменшує втрати сусла [19].

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

### Охолодження сусла

Перед початком бродіння охолодження сусла є необхідним технологічним етапом, адже його температура повинна знижуватися до рівня 9–12 °С. Основне завдання цього процесу полягає у доведенні сусла до оптимальної температури для бродіння та забезпеченні його насичення киснем. Під час охолодження сусло активно поглинає кисень, який при температурах вище 40 °С витрачається на окислення органічних речовин. Це спричиняє потемніння сусла, зменшення інтенсивності гіркоти та ослаблення аромату хмелю. Додатково охолодження супроводжується випаровуванням частини води, що призводить до зменшення об'єму сусла та підвищення його концентрації [14].

Сусло є сприятливим середовищем для розвитку мікроорганізмів, зокрема молочнокислих і оцтовокислих бактерій, сарцин та бактерій групи кишкової палички, для яких оптимальною є температура 20–40 °С. Саме тому необхідно уникати тривалого перебування сусла в цьому температурному діапазоні, щоб запобігти його зараженню та зберегти якість майбутнього пива.

У межах цієї кваліфікаційної роботи запропоновано здійснювати охолодження сусла за допомогою двосекційного пластинчастого теплообмінника, який одночасно забезпечує його аерацію та зниження температури. Сусло з температурою 92–95 °С подається насосом у теплообмінник. У першій секції охолодження відбувається за рахунок води, а в другій — за допомогою пропіленгліколю. Після проходження цих етапів сусло стає освітленим, охолодженим і надходить у бродильне відділення.

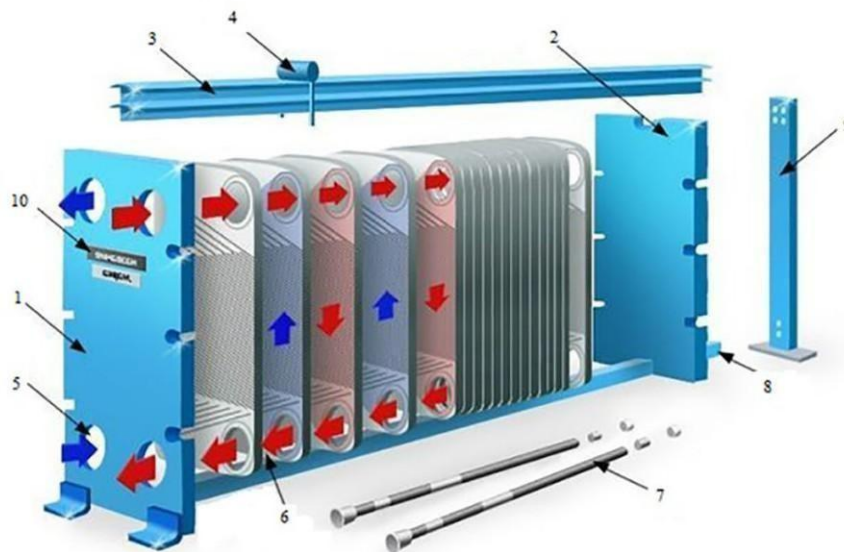


Рисунок. 3.4 - Пластинчастий теплообмінник

Принцип роботи пластинчастого теплообмінника (рис. 3.4) полягає в тому, що теплоносії через колектори надходять у спеціально сформовані канали — герметичний простір між двома пластинами.

Прокладки, розташовані між пластинами, спрямовують кожен теплоносії у відповідний канал, що забезпечує ефективну передачу тепла крізь стінку, яка їх розділяє. Конфігурацію каналів, кількість пластин та тип їхнього гофрування підбирають з урахуванням оптимізації процесу теплообміну.

До переваг використання двосекційного пластинчастого теплообмінника для охолодження суслу належать компактність конструкції, зручність у роботі, відсутність потреби у складному монтажі та налаштуванні, а також низький ризик контамінації, що гарантує мікробіологічну чистоту процесу. Пристрій легко очищується, дозволяє здійснювати безрозбірну мийку (CIP), характеризується високою ефективністю теплопередачі при мінімальних втратах тиску й не потребує значної площі для встановлення [19].

Відповідно до проведеного техніко-економічного аналізу у цій кваліфікаційній роботі було обрано такі технологічні рішення:

- Для освітлення сусла та видалення білкового осаду застосовується гідроциклонний апарат «Вірпул», який забезпечує швидке й ефективне очищення. Охолодження сусла проводиться у двосекційному пластинчастому теплообміннику, що гарантує його якісну аерацію та доведення температури до необхідного рівня перед подачею в бродильне відділення.
- Затирання здійснюється одновідварним способом у сучасних заторних апаратах, обладнаних мішалками спеціальної конструкції. Це дозволяє підвищити вихід екстрактивних речовин і збільшити продуктивність апарата.
- Подрібнення солоду проводиться методом кондиційованого помелу, що забезпечує підвищення еластичності оболонок, збільшення їхнього розміру на 10–20 %, покращує формування пухкого фільтраційного шару та прискорює процес фільтрації затору. Подрібнення несолоджених зернопродуктів виконується на молотковій дробарці.
- Переміщення зернопродуктів здійснюється за допомогою механічних засобів транспортування, зокрема норій та стрічкових транспортерів, які відзначаються енергоефективністю, безпечністю в роботі та простотою обслуговування.

### 3.3 Опис апаратурно-технологічної схеми

Солод та несолоджені зернові продукти спочатку транспортуються норією 1 на стрічковий транспортер 2. Далі світлий солод спрямовується у бункер 3, карамельний — у бункер 4, а несолоджена сировина — у бункер 5. Після цього солод проходить крізь повітряно-ситовий сепаратор 6, а потім через магнітний сепаратор 7. Несолоджена сировина (наприклад, рисова січка чи кукурудзяна крупка) одразу надходить у магнітний сепаратор 7. На автоматичних вагах 8 здійснюється зважування солоду та несолодженої сировини для однієї варки з подальшою подачею у бункери 9 і 10 відповідно

Солод подрібнюють у дробарці кондиційованого помелу 11, куди через змішувач 31 надходить гаряча та холодна вода з напірних збірників 29 і 30.

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЙ	Арк.
					ПИВНОГО СУСЛА ТА ОПИСАПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ	
					СХЕМИ	26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Несолоджені зернові продукти подрібнюються у молотковій дробарці 12, після чого через бункер помелу 13 вони потрапляють у передзаторний апарат 14 разом із гарячою водою зі збірника промивної води 20. Отримана суміш перекачується знизу суловим насосом 15 у заторний апарат 16. Туди ж подається й подрібнений зволожений солод із додаванням розчину молочної кислоти для корекції кислотності затору.

Затирання здійснюється одновідварним методом із використанням апарата для відварок 17. Після завершення процесу сусло направляється у фільтраційний апарат 18. Перша мутна фракція сусла повертається у фільтраційний апарат, тоді як прозоре сусло надходить у проміжний збірник 19. Дробина з фільтраційного апарата збирається у бункері 21, а промивна вода— у збірнику 20, де її нагрівають до 70 °С і подають відцентровим насосом у передзаторний апарат 14 та заторні апарати 16. Відфільтроване сусло з проміжного збірника 19 насосом 15 спрямовується у пластинчастий теплообмінник 22, а далі — у суловарильний апарат 23. Частина сусла використовується для промивання хмелю в хмелезбірниках 24.

Гранульований хміль зі складу надходить у збірники гіркового та ароматичного хмелю 24, крізь які безперервно циркулює сусло із суловарильного апарата 23, обладнаного внутрішнім кип'ятильником. Саме в цьому апараті 23 відбувається кип'ятіння сусла. Вода, що випаровується під час кип'ятіння, конденсується у кожухотрубному теплообміннику 25, при цьому охолоджувальна вода нагрівається до 92–98 °С у протитечії. Далі вона подається у верхню частину енергозберігаючої колони 26, де використовується для нагрівання сусла в пластинчастому теплообміннику 22.

Після завершення кип'ятіння сусло за допомогою насоса 15 направляється на освітлення у «Вірпул» 27, далі — у двосекційний пластинчастий теплообмінник для охолодження 28. Потім готове сусло подається в бродильне відділення

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

## 4 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЄКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ ТА ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ

### 4.1 Характеристика проєктованої продукції

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

В якості основних характеристик проєктованої 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					

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЄКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ ТА ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	28

**Таблиця 4.2 – Фізико-хімічні показники якості пива**

Масова частка СР у початковому суслі, %	Об'ємна частка спирту, не менше, % об.	Кислотність, см <sup>3</sup> , 1 моль/дм <sup>3</sup> розчину гідроксиду натрію на 100 см <sup>3</sup> пива	Колір, см <sup>3</sup> 0,1 моль/дм <sup>3</sup> розчину йоду на 100 см <sup>3</sup> 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 відносяться 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 споживання людиною» і наведені в табл. 4.4.

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

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЄКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ ТА ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

**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 <sup>3</sup>	2...4	Не більше 2	Не більше 7
Кальцій, мг/дм <sup>3</sup>	2...4	Не більше 2	Ca <sup>+</sup> та Mg <sup>+</sup> в сумі не більше 7,0
Магній, мг/дм <sup>3</sup>	Сліди	Сліди	
Співвідношення Кальцію до Магнію, не менше	1:1	1:1	1:1
Лужність загальна, ммоль/дм <sup>3</sup>	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 <sup>3</sup> , не більше	0,1	0,1	0,3
Хлориди, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	70	70	150
Сульфати, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	150	150	200
Нітрати, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	25	25	45
Марганець, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	0,05	0,05	0,1
Сірководень, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	0	0	0
Алюміній, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	0,5	0,5	0,5
Цинк, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	0,14...5,0	0,14...5,0	0,14...5,0
Мідь, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	0,5	0,5	1,0
Окислюваність, мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup> , не більше	2,0	2,0	4,0
Сухий залишок, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	500	200	1000
Кисень, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	—	0,1	—
Хлор та хлорфеноли	—	—	—

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

**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 <sup>3</sup> води, не більше	100	20	100
2	Бактерії кишкової групи: В 100 см <sup>3</sup> води, не більше В 1000 см <sup>3</sup> води, не більше	0	0	0
		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	Світложовтий, жовтий або сірувато-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].

					ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЄКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ ТА ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

**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	80,0	78,5	76,0	74,0
Різниця масових часток екстрактів у сухій речовині солоду тонкого і грубого	1,0-1,5	1,6-2,5	Не більше 3,5	Не більше 3,5
Масова частка білкових речовин у сухій	10,5	11,0	11,5	-
Розчинний азот у солоді (на сухій	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 <sup>3</sup> розчину йоду концентрацією	Не більше 0,18	Не більше 0,23	Не більше 0,40	0,49-1,40
Кислотність, см <sup>3</sup> розчину гідроксиду натрію концентрацією 1,0 моль/дм <sup>3</sup> на 100 см <sup>3</sup> 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].

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

**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 глянцевою 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

**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 хмельовий
Вміст не хмельових 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 <sup>3</sup> , 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

### 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 мути
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 <sup>3</sup> , 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 12 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% карамельно-го 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 суслу, %		
	«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) - кеги (за вирахуванням поверненого пива)	2,5 0,5	2,5 0,5	2,5 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;

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

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:

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.

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

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).

**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 отримують 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» -  $633,64 / 1,0442 = 606,8$  дм<sup>3</sup>;

«Light Seed» -  $643,64 / 1,0442 = 616,4$  дм<sup>3</sup>;

«Amber Stout» -  $552,4 / 1,0484 = 526,9$  дм<sup>3</sup>.

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

«Golden Malt» -  $606,8 \cdot 1,04 = 631,1$  дм<sup>3</sup>;

«Light Seed» -  $616,4 \cdot 1,04 = 641,1$  дм<sup>3</sup>;

«Amber Stout» -  $526,9 \cdot 1,04 = 548$  дм<sup>3</sup>.

**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» -  $631,1 \cdot (1 - 0,083) = 578,7$  дм<sup>3</sup>;

«Light Seed» -  $641,1 \cdot (1 - 0,083) = 587,9$  дм<sup>3</sup>;

«Amber Stout» -  $548 \cdot (1 - 0,092) = 497,6$  дм<sup>3</sup>.

**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» -  $578,7 \cdot (1 - 0,013) = 571,2$  дм<sup>3</sup>;

«Light Seed» -  $587,9 \cdot (1 - 0,013) = 580,3$  дм<sup>3</sup>;

«Amber Stout» -  $497,6 \cdot (1 - 0,014) = 490,6$  дм<sup>3</sup>.

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

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

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

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

Отже, кількість готового товарного пива складатиме:

«Golden Malt» -  $571,2 \cdot (1 - 0,0198) = 559,9 \text{ дм}^3$ ;

«Light Seed» -  $580,3 \cdot (1 - 0,025) = 565,8 \text{ дм}^3$ ;

«Amber Stout» -  $490,6 \cdot (1 - 0,025) = 478,3 \text{ дм}^3$ .

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  $\alpha$ -кислоти 9 % і 50 % хмелевого екстракту з вмістом  $\alpha$ -кислоти 51,9 %. За встановленими нормами їх витрати на 1 дал пива будуть:

«Golden Malt». На 1 дал необхідно 0,2 г  $\alpha$ -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  $\alpha$ -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  $\alpha$ -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  $\alpha$ -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  $\alpha$ -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  $\alpha$ -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» -  $24,1 \cdot 7,14 = 175,1 \text{ кг}$ .

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



«Amber Stout» - 20870/47,83 = 436,33 кг.

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

Для цього кількість кожного 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»			Всього
	100 кг зернової сировини	1 дал пива	7,2 млн. дал	100 кг зернової сировини	1 дал пива	2,4 млн. дал	100 кг зернової сировини	1 дал пива	2,4 млн. дал	12 млн дал
Зернова сировина, кг:										
світлий солод	90	1,607	11570400	100	1,77	4248000	75	1,57	3768000	19586400
карамельний солод	—	—	—	—	—	—	20	0,42	1008000	1008000
кукурудзяна крупка рисова січка	10	0,18	1296000	—	—	—	—	—	—	1296000
Всього, кг	100	1,787	12866400	100	1,77	4248000	100	2,09	5016000	22130400
Інші види сировини, кг										
Хмелепродукти: гранульований екстракт хмелю-		0,22	1584000		0,22	528000		0,32	768000	2880000
Молочна кислота, 100 %-ва		0,04	288000		0,04	96000		0,05	134400	518400
		0,08	10287		0,08	3394		0,08	4015	176960

Проміжні проду-кти, дм <sup>3</sup> : гаряче сусло	631,1	11,2 7	8114400 0	641,1	11,3 3	271920 00	548	11,4 6	1358 4000
холодне сусло	578,7	10,3 4	7444800 0	587,9	10,3 9	249360 00	497,6	10,4 0	1243 4400
фільтроване пиво товарне	571,2	10,2 0	7344000 0	580,3	10,2 6	246240 00	490,6	10,2 6	1226 8800
пиво	559,9	10,0 0	7200000 0	565,8	10,0 0	240000 00	478,3	10,0 0	12000 000
Відходи: пивна дробина, кг	167,2	2,99	2152800 0	172,1	3,04	730000 0	175,1	3,66	37612 000
відстгій білковий, кг	1,75	0,03	225040	1,75	0,03	74134	1,75	0,03	386974
надлишкові дрі- жджі, дм <sup>3</sup>	5,59	0,1	720000	5,66	0,1	240000	4,78	0,1	12000 000
діоксид вуглецю, кг	18,38	0,33	2360000	17,15	0,3	726666	20,87	0,44	41333 32
відходи від поліру- вання, кг	0,09	0,00 16	11520	0,1	0,00 17	4080	0,075	0,00 16	19440

### 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 за-  
галына, нових і зворотних, шт.;  $Q$  — річний випуск продукції в пляшках,  
дм<sup>3</sup>;  $V=0,5$  — місткість пляшки, дм<sup>3</sup>;  $KБ=3,09$  — бій пляшок при  
зберіганні, мигтлі і розливі, %;  $Kн=5$  — кількість пляшок, які не  
поведтаються від населення. %;  $n=40$  — кількість обертів пляшок в рік.

Змч.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ	Арк.
						44



**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	64861	18161,2
нові	5071	1,42
оборотні	1571	0,44
Ящики:		
загальна кількість	3214	0,9
нові	321	0,09
оборотні	83	0,023
Кеги:		
загальна кількість	2153	0,6
нові	215	0,06
оборотні	54	0,015
Кронен-пробки:		
на скляні пляшки	67785	18,98
Етикетки:		
на скляні пляшки	66785	18,7
Каустична сода, кг	71,35	19977,3
Клей декстрин, кг:		
скляні пляшки	17,8	4994

## 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	19 586 400
Солод карамельний	1 008 000
Рисова січка	240 000
Кукурудзяна крупка	1 296 000
Хміль	33984
Молочна кислота	

Площа складу для сировини та допоміжних матеріалів визначається за формулою:

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

де М — річна кількість сировини та матеріалів;

п — норма запасу сировини, міс.;

к — коефіцієнт використання площі;

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

т — питома навантаження на 1 м<sup>2</sup> площі, кг.

*Склад хмелю:*

$$S = \frac{33984 \cdot 2 \cdot 1.5}{11.3 \cdot 1000} = 9,1 \text{ м}^2$$

*Склад несолодженої сировини:*

$$S = \frac{1536000 \cdot 2 \cdot 1.5}{11.3 \cdot 1000} = 408 \text{ м}^2$$

*Склад молочної кислоти:*

$$S = \frac{14402 \cdot 2 \cdot 1.5}{11.3 \cdot 1000}$$

						Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ	

## 7 РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

### *Розрахунок обладнання для зберігання зернопродуктів*

Дані для розрахунків обладнання:

Потужність підприємства – Потужність заводу  $Q=12$  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:

$$= M^3 * * ,$$

Де  $M$  - річна потреба в зернопродуктах, т;

– кількість місяців;

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

Для світлого солоду

$$= 19586,4 * 1 * 0,1 = 1959 \text{ т}$$

Для карамельного солоду

$$= 1008 * 1 * 0,1 = 100,8 \text{ т}$$

Для рисової січки

$$= 240 * 1 * 0,1 = 24,0 \text{ т}$$

Для кукурудзи

$$= 1296 * 1 * 0,1 = 129,6 \text{ т}$$

Усі зернопродукти зберігаються у силосах елеваторного типу місткістю 120 т.

Тоді необхідна кількість силосів:

Для світлого солоду:

$$\frac{1959}{120} = 16,3 = 16 \text{ шт}$$

Для карамельного солоду:

$$\frac{100,8}{120} = 0,83 = 1 \text{ шт}$$

Для рисової січки:

$$\frac{24}{120} = 0,2 = 1 \text{ шт}$$

Для кукурудзи:

$$\frac{129,6}{120} = 1,1 = 1 \text{ шт}$$

Отже приймаємо, загальну кількість силосів -19 шт місткістю 120 т.

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

### **Розрахунок обладнання для обробки зернопродуктів**

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

$$M = \frac{M_{з.п.} * 0,3}{28,5 * 3} = \frac{22075,1 * 0,3}{28,5 * 3} = 77,45 \text{ т/добу}$$

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

$$Q_{ч} = 77,45 / 4,5 = 17,2 \text{ т/год.}$$

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 несолоджені 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]

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

**Потреба в зерновому засипі на одну варку:**

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

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

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

n - оборотність, варок / добу.

$$M = \frac{22075,1 * 0,3}{28,5 * 3 * 9} = \frac{6622,5}{769,5} = 8,6$$

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.

**Сушварильний апарат.** Приймаємо апарат Hurrmann Wort Kettle Tank WKT-D5000-V62,9 засипом на 10,0 т, об'ємом 50 м<sup>3</sup>.

**Збірник промивної води.** На 1 т зернопродуктів, що надходять на варку, має в збірнику має бути 2,4 м<sup>3</sup> об'єму збірника, тоді:

$$2,4 \cdot 8,6 = 20,6 \text{ м}^3.$$

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

$$V = \frac{\pi \cdot d^2}{4 \cdot l}$$
$$l = \frac{4V}{\pi \cdot d^2}$$
$$l = \frac{4 * 20,6}{3,14 * 9} = 2,9 \text{ м}$$

Приймаємо два збірники Hurrmann Wash Water Tank WWT-V17,6.

**Збірник для суслу на виході з фільтр-апарата** повинен мати таку ж місткість, як і сушварильний апарат. Тому приймаємо збірник об'ємом 50 м<sup>3</sup>.

**Хмелеві бачки.** Приймаємо два хмелевих бачків Hurrmann Hop Mash Tun-HMT- 18 засипом на 10 кг.

**Гідроциклонний апарат.** Для підбору апарату типу «Вірпул» знаходимо його повний об'єм, м<sup>3</sup>:

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО  
ОБЛАДНАННЯ

Арк.

50

$$= V_{зат} \cdot K$$

Приймаємо, що з 1 т зернопродуктів можна одержати до 6 м<sup>3</sup> сусла і коефіцієнт заповнення апарату 0,8. Тоді місткість апарату становитиме:

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

Приймаємо гідроциклонний апарати Huppmann Whirpool W-D4100-V52 об'ємом 60 м<sup>3</sup>.

**Насос для перекачування затору.** Із заторного апарату затор має перекачуватися за 20 хв. З кожного кілограму зернопродуктів отримуємо 3 – 3,5 дм<sup>3</sup> 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 м<sup>3</sup>/год.

**Сусловий 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 розра-хунку, складає 641,1 дм<sup>3</sup> на 100 кг зернопродуктів.

Отже, із одної варки отримуємо сусла:

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

Розрахункова потужність насоса повинна бути:

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

Для перекачки охмеленого сусла застосовують насоси типу СОТ - відцентрові, багатоступінчасті, консольного типу, що призначені для подачі води при температурі 100...110 °С, продуктивністю 150 м<sup>3</sup>/год.

**Пластинчастий двохсекційний теплообмінний апарат.**

Для охолодження сусла приймаємо до установки пластинчастий охолоджувач АОГ-М продуктивністю 150 дм<sup>3</sup>/год.

**Таблиця 7.1. – Специфікація технологічного обладнання [24]**

Номер позиції на АТС	Назва, тип (марка) обладнання	Кількість	Технічна характеристика	Потужність електро-двигуна, кВт	Тривалість роботи двигуна, год/доб	Примітка
1	2	3	4	5	6	7
-	Силоси для зберігання сировини	16	Місткість – 120 м <sup>3</sup> ; габаритні розміри, мм: 2500x2500x2500	-	-	

Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО		

Продовження табл. 7.1

1	Норія НЦ-20	1	Продуктивність по со- лоду - 20 т/год; Габаритні розміри, мм: 270x250x24700; маса – 2272 кг	3,2	4,5	Житомир- ський ме- ханічний завод СВТП “Механік”
2	Стрічко- вий транспор- тер КВ-20	1	Продуктивність по со- лоду - 20 т/год; Габари- тні розміри, мм: 1050x500x10000		4,5	
8	Автоматичні ваги ДН-150	2	Продуктивність, т/год: найменша – 5,0, най- більша - 20,0; габаритні розміри, мм 1120x880x980; маса – 350 кг	-	-	
6	Повітря- но-сито- вий сепаратор ЗСМ-10	1	Продуктивність – 10 т/ год; габаритні розміри, мм: 2700x2790x2670; маса -800 кг	1,1	10	Житомир- ський ме- ханічний завод СВТП “Механік”
7	Магні- тний се- паратор ДНМ-10	2	Продуктивність - 1 т/ год; габаритні розміри, мм: 800x640x940; маса 40 кг	1,3	10	
11	Дробарка кондиці- йованого подрібне- ння	1	Продуктивність – 6 т/ год; габаритні розміри, мм: 2000x1110x5475; маса – 5760 кг	62	7,5	Нуррман, Німеччина
12	Молотко- ва дро- барка	1	Продуктивність – 1 т/ год; Габаритні розміри, мм: 1654x1241x450; маса -3050 кг	42	4	Нуррман, Німеччина
16	Заторний апарат	2	Засип – 10,0 т; габари- тні розміри, мм: діаметр – 5200, висота – 4800	15	6	Нуррман, Німеччина

Продовження табл. 7.1

17	Апарат для відварок	1	Засип – 5 т			Нуррман, Німеччина
15	Насос заторний	12	Продуктивність – 300 м <sup>3</sup> /год, тиск до 16 бар; габаритні розміри, мм: 1500х660х740; 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	Нуррман, Німеччина
20	Збірник промивної води	1	Місткість - 16,0 м <sup>3</sup> Габаритні розміри, мм: діаметр - 2500, довжина - 3000; маса – 2580 кг			Нуррман, Німеччина
21	Бункер дробини	1	Місткість бункера 6 т: габаритні розміри, мм: 2500х2200х2800	2,6	2,5	Нуррман, Німеччина
23	Суловарильний апарат	1	Місткість 50 м <sup>3</sup> , габаритні розміри, мм: діаметр – 5200, висота – 4750; маса апарата – 20000 кг	7,5	10	Нуррман, Німеччина
24	Збірник хмелю	2				
25	Кожухотрубний теплообмінник	2				
26	Енергозберігаюча колона	1	Продуктивність - 80м <sup>3</sup> /год, місткість - 52,5 м <sup>3</sup> габаритні розміри, мм: діаметр – 5200, висота – 4200; маса апарата – 3250 кг			Нуррман, Whirlpool
27	Гідроциклонний апарат	1				

## Закінчення таблиці 7.1

28	Двохсекційний теплообмінник	1				
29	Збірник гарячої води	1	Місткість - 50 м <sup>3</sup>			Нуррман, Німечина
30	Збірник холодної води	1	Місткість - 50 м <sup>3</sup>			Нуррман, Німечина
31	Змішувач води	1				

					<b>РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО</b>	<i>Арк.</i>
					<b>ОБЛАДНАННЯ</b>	<b>54</b>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## **8 КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ**

### **8.1 Основи системи управління якістю та безпекою 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 торговельних 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.

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 застосувати 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»).

					<b>КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Впроваджуючи ефективний контроль виробництва, компанії можуть гарантувати виробництво високоякісної та стабільної продукції при мінімізації 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	В день надходження на завод	Хімік
		Колір		Світло-жовтий/жовтий		
		Смак		Солодовий		
	В середній пробі відпартії	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		
		Колір	Органолептично	Від білого до жовтува-		

					<b>КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ ГОТОВОЇ</b>	Арк.
					<b>ПРОДУКЦІЇ</b>	57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Закінчення таблиці 8.1

Несолоджена сировина	В кожній пробі	Смак		Без сторонніх присмаків, плісняви	В день надходження на завод	Хімік
		Масовачастка вологи, %	Прискореного сушіння	не більше 10%		
Хміль гранульований	В середній пробі партії	Масовачастка вологи, %	Прискореного сушіння	7,0-10,0	Під час приймання	Хімік
		Масовачастка $\alpha$ -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 <sup>3</sup>	Комплексонометрично	2,0-4,0		
		Окислюваність, мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	Перманганатометри-	не більше 0,2		
		Лужність, моль/дм <sup>3</sup>	Титрування соляною кислотою з індикатором фенолфтале-	0,5-1,5		
Подрібнення солоду	Бункер для солоду	Склад помелу, %: лузга крупка мідка крупка крупна борошно	Ваговий	15-18 30-35 18-22 25-35	Не рідше 1 разу на декаду під час устанавлення валків солододробарок	Хімік
Приготування затору	Заторний апарат	рН затору	рН-метром	5,4-5,6	1 раз у 10 днів	Хімік
Фільтрування затору	Фільтраційний апа-	Концентрація сухих речовин у промивній	Рефрактометр	Не більше 0,5		
Гаряче сусло	Сусліварильна лінія	рН сусла	рН-метром	5,4-5,6		
		Оцукрювання	Проба на йод	Відсутність темного забарвлення		
		Колір, см <sup>3</sup> 0,1 моль/дм <sup>3</sup> р-ну I <sub>2</sub> на 100см <sup>3</sup>	Порівняння з розчином йоду	Світле: 0,36-0,63, Темне: 9-10		

					<b>КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ ГОТОВОЇ</b>	Арк.
					<b>ПРОДУКЦІЇ</b>	58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 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 невикористаних витрат 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 витрат. Удосконалення технологічних операцій для мінімізації витрат 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 полі-

					СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ ТА ЕНЕРГО- І РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

уретан 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*

Білковий 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]

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

## 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.
						61
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.

					<b>ЗАХОДИ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ БЕЗПЕЧНИХ УМОВ ПРАЦІ НА ВИРОБНИЦТВІ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

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].

					ЗАХОДИ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ БЕЗПЕЧНИХ УМОВ ПРАЦІ НА ВИРОБНИЦТВІ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Основним результатом кваліфікаційної роботи стало обґрунтування технології виробництва пивного сусла з урахуванням сучасних інноваційних рішень. Запропонована технологічна схема базується на досвіді провідних підприємств галузі та передбачає впровадження низки технічних і технологічних удосконалень, спрямованих на підвищення ефективності процесів. У кваліфікаційній роботі було застосовано такі рішення :

- зернові компоненти транспортуються зі складів за допомогою механізованих систем — норій та стрічкових транспортерів;
- солод подрібнюється на дробарці кондиційованого помелу, тоді як несолоджена сировина переробляється у молотковій дробарці.
- затирання здійснюється за одновідварною схемою, що забезпечує оптимальні умови вилучення екстрактивних речовин;
- фільтрація затору проводиться на сучасному автоматизованому обладнанні, що сприяє стабільності та швидкості процесу;
- кип'ятіння сусла реалізується у варильному апараті з внутрішнім кип'ятильником та подвійним відбивним екраном, що дозволяє застосовувати динамічний метод кип'ятіння при низькому надлишковому тиску. Такий підхід забезпечує інтенсивне видалення небажаних ароматичних сполук, зниження рівня диметилсульфіду до нормативних значень ( $\leq 50$  мкг/дм<sup>3</sup>), скорочення тривалості кип'ятіння з 90 до 60 хвилин та економію енергії приблизно на 30%.

Для охмелення використовується комбінація гіркового та ароматичного хмелю. Освітлення сусла здійснюється у гідроциклонному апараті типу «Вірпул», а охолодження — у двосекційному пластинчастому теплообміннику. Додатково застосовується енергозберігаюча колона, що забезпечує раціональне використання ресурсів.

У роботі виконано розрахунки витрат сировини, продуктивності обладнання та визначено виробничі показники для сортів пива «Golden Malt» (11%), «Amber Stout» (12%) та «Light Seed» (11%). Окрім цього, розроблено систему технохімічного та мікробіологічного контролю варильного відділення, яка гарантує якісний моніторинг продукції на всіх етапах виробництва.

					ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	А.рк
						64
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.

					<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</b>	Арк. 65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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, В.Г. Юрчак, Г.О. Сімахіна, Н.О. Стеценко, А.М. Куц, В.І. Бабенко, Є.І. Харченко, О.І. Гаїцук, Н.А. Гусятинська, [С.Й. Крижанівський Т.Т. Носенко - К.: НУХТ, 2024. - 62 с.

18. Наказ Мінсоцполітики 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.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
						66

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

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.

					<i>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</i>	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		